



TARDE TERCERA.

APLICANSE LAS NOCIONES GENERALES QUE HEMOS DADO
SOBRE LA MATERIA, LAS FUERZAS Y MOVIMIENTOS
A LOS CUERPOS SOLIDOS.

§ I.

Aplicanse á los cuerpos sólidos las propiedades generales de la materia.

TEOD. — Buenas tardes, amigo Eugenio; siempre sois el primero en llegar; bien veo que os recrean nuestras conferencias literarias.

EUG. — Os aseguro que estoy anhelando esta hora, como el muchacho holgazán la de salir de la escuela.

TEOD. — Graciosa es la comparación, cuando tomáis por punto comparativo un perezoso.

EUG. — Pero es para haceros ver los deseos en que estoy de hacer aplicaciones á casos particulares de lo que me habeis enseñado en las tardes anteriores. Yo no me he contentado tan solo en retener lo que ayer y ante ayer dijisteis, sino que ya tengo hechas mis incursiones por el campo de los fenómenos, y me pongo á explicármelos: veo que se cae una piedra y me digo, corre tantos pies en un

segundo; allá estoy viendo una rueda de molino, y me digo, fuerza centrípeta que se halla en el eje donde están fijas las hastas, fuerza centrífuga que es el viento que da contra las hastas...

TEOD. — Bravo, amigo, si todas las aplicaciones que haceis se parecen á estas y seguís con igual ardor, seréis un físico consumado: ¡ah! allá viene Silvio, y según lo vivo que anda parece que no tiene menos ganas de asistir á la conferencia.

SILV. — Adios, señores, creo que he llegado tarde.

TEOD. — No; llegáis muy á propósito, y sabed que nuestro alumno no piensa sino en su física; apostaría que al veros venir tan aprisa, ya ha calculado cuanto era vuestra cantidad de movimiento y velocidad.

SILV. — Eugenio se volverá loco con su física.

EUG. — No hay cuidado, ya sabré moderarme; y puesto que ya nos hallamos reunidos; soy de parecer que Teodosio prosiga su tarea.

TEOD. — Vamos á ello: sentaos y escuchad. Hasta ahora, amigo Eugenio, hemos considerado la materia en general, haciendo abstracción de los diferentes estados en que la vemos; ahora será preciso que apliquemos las generalidades al estudio de los fenómenos que presentan los cuerpos tales como los ofrece la naturaleza bajo la forma de sólido, líquido, ó aeriforme. Independientemente de sus propiedades generales los cuerpos producen fenómenos que no pertenecen indistintamente á toda especie de materia; sino que están determinados por el arreglo particular de las moléculas en aque-

llos diferentes estados. Así pues empezamos este estudio por los sólidos, y veamos que hay que decir de ellos tocante á la estension. Ya sabeis que la estension ilimitada pertenece al espacio, y la limitada á los cuerpos, por lo tanto estos han de presentar necesariamente *formas y figuras*. Todo cuerpo sólido tiene cierta figura determinada que goza de cierta fijacion ó constancia, puesto que es propiedad característica de los sólidos el que sus partículas guarden entre sí relaciones de posicion que no se muden sino bajo el influjo de una fuerza bastante considerable. Esta figura puede ser irregular, esto es, no referirse á ninguna forma geométrica; lo cual depende de una infinidad de causas que pueden considerarse perturbadoras, por cuanto todos los cuerpos de la naturaleza parece que tienden, cuando nada se lo impide, á tomar formas regulares. La reunion tumultuosa de las moléculas, el roce, el choque, el rompimiento, y otras cien causas que no seria facil enumerar producen las formas irregulares de los sólidos. Un golpe descargado contra una roca hace saltar pedazos de formas diferentes, el roce de los guijarros en el cauce de los rios les da sus figuras que de angulosas que eran se redondean mas ó menos, etc. Cuando son regulares las formas de los sólidos se llaman poliedros que quiere decir de muchas caras, ó bien *crisales* á causa de su *trasparencia*, y por la misma razon se dice *crystalizacion* la operacion en que se ve á menudo formarse poliedros regulares. Y advertid que aquí no se trata de las formas regulares que el arte da á los sólidos, sino de los que producen por sí solas las

fuerzas de la naturaleza. Ahí teneis un poliedro regular, es un pedazo de sal de Cardona, donde sabeis que hay una montaña natural de sal, y que por lo mismo se cristalizó por las solas fuerzas de la naturaleza; mirad que vivos y rectos son las lineas de sus cantos, y que planas son sus caras. Si lo cortásemos metódicamente quizas levantariamos láminas enteras, ú otras figuritas regulares; y así es que de estos crisales forman en Cardona varios juguetes que los equivocariais con otros formados de cristal. Lo que os digo de esta sal, pudiera deciroslo de aquellos que visteis en mis armarios la primera tarde, y notad que si los rompeis tal vez tendreis figuras regulares tal vez irregulares; pero siempre habeis de advertir que mas os costará romperlos por un lado ó una direccion que por otra. Esto os prueba que independientemente de la forma regular general del cristal, hay tambien cierta disposicion regular de sus partes interiores, de suerte que parecen aplicarse las unas á las otras, por capas, en ciertas direcciones particulares y segun leyes que deben de ser constantes, puesto que los mismos cuerpos se presentan siempre con las mismas formas regulares. Cuando dividís un cristal por capas se dice *division mecánica* y hay una ciencia que se ocupa en sus formas diversas y leyes segun las cuales se establecen llamada *Cristalografia*, de la cual solo os daré una idea ligera, á fin de que no halleis ningun embarazo cuando se hable en lo sucesivo de puntos que hagan relacion á este. Hay *crystalizacion* siempre y cuando las partículas destinadas á formar un sólido, hallándose separadas

unas de otras, quedan luego perfectamente libres para poderse reunir lentamente, segun las leyes de la naturaleza, y sin que ninguna accion mecánica estrangera venga á desarreglar la influencia de estas leyes. En la naturaleza se hallan una infinidad de cristales; las montañas no parecen otra cosa, y no está á nuestro alcance decir las circunstancias en que se han formado; mas hay tambien una infinidad de cuerpos, cuya cristalización nos podemos procurar artificialmente. He aquí los tres medios generales que se conocen para obtener las circunstancias necesarias á la cristalización: la *disolucion*, la *volatilizacion* y la *fusion*.

EUQ. — Si no me esplicais luego lo que quereis decir con estos términos me voy á quedar á oscuras.

TEOD. — Justa es vuestra observacion: voy á verificarlo. Si echais azucar en el agua, las partículas de este cuerpo sólido se separan unas de otras vencida con la accion del líquido que se introduce en sus poros, su fuerza de cohesion; y lo están tanto que ya pueden rodar unas sobre otras, como las del líquido que las ha separado y hecho el azucar tan líquido como él mismo. En este caso se dice que el azucar está *disuelto* en el agua, que hay *disolucion* ó *solucion*. Hecho esto dejais el vaso, donde se ha disuelto el azucar, en reposo por algun tiempo; el agua se marcha evaporándose, y las moléculas del azucar separadas á medida que el agua está quieta y va marchando, se aproximan recíprocamente, se deponen en el fondo del vaso, se disponen en cierto orden, cristalizan en una pa-

labra, y toman la forma de lo que se llama prismas de cuatro ó seis caras. Ya veis pues que por medio de la disolucion del azucar en el agua hemos obtenido azucar cristalizado, el cande ó azucar piedra, no es otra cosa. Lo propio sucede con los demas cuerpos, con la diferencia que unos exigen mas agua que otros, estos la quieren mas ó menos caliente y aquellos piden en vez del agua, el alcohol ó espíritu de vino, ú otros líquidos mas capaces de disolverlos. Cuando el líquido que disuelve el sólido contiene tantas moléculas de este, cuantas puede contener, se dice que está *saturado*. Si en vez de agua tomais un pedazo de azufre y calentándolo le introducis la cantidad de vapor necesaria para reducirlo á vapor, que es lo que se llama evaporar; haciendo de suerte que este vapor sea recogido en algun vaso y luego lo dejais enfriar poco á poco poniendo en contacto del vaso cuerpos frios, las partículas del azufre evaporado se dispondrán de una manera análoga á la precedente y obtendremos sólidos regulares. Si lo dudais voy á practicarle.

EUQ. — No lo dudo de ningun modo, pues concibo claramente su razon.

TEOD. — Este segundo modo de hacer cristalizar un sólido lleva el nombre de *volatilizacion*, ó *sublimacion*. Si en vez de sublimar el azufre nos contentamos con derretirlo, y luego que está derritido le dejamos enfriar; si antes que esté del todo enfriado, rompemos la costra que se forma y dejamos salir por el agujero el azufre todavía derritido, que está debajo, le veremos igualmente cristalizado en la costra que hemos roto. Esto es pues lo que se

llama *fusion*, la cual no es en efecto mas que el paso de un sólido al estado líquido por medio del fuego, así como la solucion lo es por medio de otro líquido. Esplicándoos lo que eran los tres medios susodichos, os he probado que realmente producen la cristalización; mas guardaos de creer que es solo la atracción facilitada por nuestros tres modos de operar la que juegue el principal papel en el fenómeno, pues la acción de dicha fuerza no se estiene sino á formar masas mas ó menos compactas, sin tener ningun influjo en las figuras de los cristales, y ya sabemos que si ella obrase sin ninguna otra acción modificadora, habria de producir formas esféricas, segun lo que llevamos dicho.

EUG. — ¿Y no se sabe cuales son las causas que obran juntamente con la atracción?

TEOD. — Se cree ó parece que concurren con ella á la formación de los cristales tres cosas, á saber: 1º. la forma geométrica *primitiva* de las partículas de la materia: 2º. cierta tendencia de estas moléculas á reunirse, en determinado número: 3º. la existencia de ciertos ejes de las partículas cuyas estremidades ejercen acciones contrarias y se atraen ó repelen como vereis á su tiempo, que lo hacen, lo que se llama polos del iman, ó las puntas de dos agujas cebadas en este extraordinario cuerpo. Sobre la forma primitiva de las moléculas hay mucho que decir, y no es punto todavía decidido, pues unos como Haüy, que ha formado una teoría sobre el particular, cree que las formas constantes de los cristales son cinco y tres las constantes de las partículas primitivas que llaman *inte-*

grantes, esto es, porque cada partícula es igual en propiedades y formas al cuerpo entero; mientras que otros han hallado, como Mitcherlich, excepciones numerosas á la ley de Haüy, y por lo tanto no sabemos á que atenérnos acerca de esto, y como yo no quiero engolfaros en los altercados de las academias, dejaremos á un lado y para cuando vos mismo querais estudiar mas profundamente esta clase de materias, el cuidado de aclararlas.

SILV. — Haceis muy bien en esto, y ya iba á indicaroslo cuando vuestra discreción me ha ganado la mano.

TEOD. — Os aconsejo, Eugenio, si deseais mas pormenores sobre este punto curioso, que leais la obra titulada *Traité de Cristallographie de Haüy*, donde hallareis bastantes desarrollos de lo que nuestras conferencias no nos permiten circunstan-
ciar mas.

EUG. — Lo haré á su tiempo, cuando mi ojeada pueda dilatarse mas allá de lo que ahora sé: seguid adelante en lo que tengais á bien enseñarme, yo me conformo enteramente á vuestro método.

TEOD. — Digamos algo sobre la porosidad de los sólidos. Todo lo que dijimos de la porosidad de la materia es igualmente aplicable á la de los cuerpos sólidos, y ya nos valimos de ellos para probar la existencia de esta condicion accidental de la materia, por ser los sólidos donde está mas patente. Desde el mas duro, al mas fragil y menos túpido, todos presentan sus poros y se dejan penetrar, cuando no por un líquido ó fluido, por otro. Habeis visto en algunas grutas no solo mojadas las rocas sino go-

tear agua en tanta cantidad que dan margen á una fuente : pues esta agua pasa por los poros de las peñas en cuyo interior hay algun depósito natural de las aguas pluviales que filtran por la tierra. Piedras por este estilo son muy útiles para filtrar las aguas de los rios y de la lluvia y hasta la del mar , porque los poros no dejan pasar mas que el agua pura, y lo que la enturbia y la hace poco ó nada potable se queda en el depósito, por esto veis el agua de dichas fuentes tan cristalina. Los metales, con ser los cuerpos mas densos que hay en general, tienen tambien sus poros, los académicos de Florencia, vieron trasudar una bola hueca de hierro llena de agua y fuertemente comprimida. El hierro colado no ha podido servir en ciertas prensas de agua, y ha sido necesario forrar la bomba de cobre porque el agua comprimida se escapaba al traves del metal. Con todo hay sólidos donde parece fuera de nuestros alcances probar la porosidad. Vos, me acuerdo, que hablando sobre este asunto la primera tarde, me citasteis contra la porosidad de todos los cuerpos el vidrio. En efecto, el vidrio no deja pasar ni fluido, ni sólido, al traves de los espacios de sus moléculas, mas no podemos dudar que tiene estos espacios, puesto que enfriándose mucho se pone mas denso, esto es sus partículas se aproximan. La facultad que en virtud de sus poros tienen los sólidos, de empaparse de los líquidos se llama *imbibicion*, la cual consiste en efecto en que las partículas del líquido de que se embebe el sólido se introducen en los poros de este para permanecer en ellos por mas ó menos tiempo. Esta propiedad

es susceptible de mil modificaciones que no parecen depender, ni de la magnitud de los poros del cuerpo que se embebe, ni de la pequeñez de las partículas del fluido que le penetra. Ya os dije que el oro se embebe rápidamente del azogue y no lo hace de ningun otro líquido, el marmol no se embebe de agua, y se empapa fácilmente de aceite; las cuerdas de cañamo, las de tripa, la madera, se embeben tambien con mucha facilidad de agua, pero advertid una cosa : cuando el sólido es muy denso, aunque esté penetrado por un líquido no aumenta de volumen; pero si es poco denso y sobre todo si es un cuerpo orgánico, esto es, procedente de planta ó animal, aumenta considerablemente de volumen, ahora en todos sentidos, ahora en uno solo.

EUG. — Razon teneis en ello, Teodosio, y ahora ya comprendo la verdadera causa y su mecanismo : en casa tenemos cubas que si llegan á secarse, dejan las duelas entre sí claros por donde escapa el agua si metemos en ellas, pero luego de mojada, las duelas se estrechan, los claros desaparecen, y ya se puede poner dentro agua y vino que no escapa.

TEOD. — ¿Con que las duelas se estrechan? ¿Habéis observado si se alargan?

EUG. — No.

TEOD. — Pues yo os digo que no; el agua pasa á lo largo de los hilos de la madera y los separa, y de aquí procede que se ensanchan y no se alargan. Al contrario sucede en los cabellos y cuerdas de la guitarra, por ejemplo.

EUG. — Decis verdad, yo conozco la humedad

del tiempo por mis cabellos que me parecen mas largos y mas blandos, y por las cuerdas de mi guitarra que se aflojan.

TEOD. — Las cuerdas de cañamo torcidas en espiral, cuando se embeben de agua, esto es, cuando se mojan, se acortan porque crecen por los lados. El papel que está formado de pequeñas fibras no torcidas, se alarga en todos sentidos, cuando se moja, y este es el medio que se emplea para teñirle, fijándolo por sus bordes en el momento en que el pliego húmedo ocupa mas estension que en su estado natural.

EUG. — Tambien me acuerdo haber observado mas de una vez que mojando un pliego de papel por una cara, esta se ensancha y la otra no, y se encorva el papel, y ahora ya veo lo que antes no era para mí sino confusion.

SILV. — Lo mismo sucede si lo calentais, sino que se encorva al contrario.

TEOD. — Es que la misma razon milita por ambos casos. El papel, por seco que esté, siempre contiene un poco de agua, y si lo secáis al fuego, por un lado, el agua se evapora: las fibras se acercan, ocupan menos lugar, y se encorva la otra cara sobre ellas por ocupar mas espacio.

EUG. — No podeis figuraros cuanto me encanta comprender tan fácilmente la razon de unos fenómenos que á cada paso observaba sin saber la causa ni el porque de su produccion.

TEOD. — Esto tambien os conducirá á esplicaros porque los tegidos de hilos torcidos se acortan al lavarlos: mas advertid que si no sucede mas que á

la primera ó segunda vez es porque en las torceduras multiplicadas de las fibras hay muchos roces que las gastan, y cuando se secan ya no recobran su antiguo estado; de aquí procede que acaban las telas por no acortarse, aunque las laven: al contrario sucede que una tela cuando es vieja se alarga si la mojan y se acorta si la secan.

SILV. — ¿Y de qué utilidad os ha de saber todos estos pormenores, ya que estais tan contento de ellos?

TEOD. — Si sabe hacer su debida aplicacion, no dejarán de reportar estos conocimientos sus ventajas. Si por ejemplo quisiere ó necesitase torcer un palo, un pedazo de madera, no tendria mas que hacer sino calentarlos por un lado, habiéndolos mojado por el otro. Si se dedicase á embutir, esto es á pegar laminillas de madera fina á otra mas grosa, y las quisiere planas, sabia que es necesario poner cola en ambos lados; de lo contrario las láminas se encorvarian. Si desease grabar un bajo-relieve en una madera, podria hacerlo por un método que descansa en los principios establecidos. Con unos punzones se hunde toda la porcion de madera que se quiere poner en relieve; luego se cepilla lo restante de la madera hasta que quede al nivel de lo hundido con los punzones: hecho esto, se sumerge la madera en el agua, y empapándose de agua todas las partes comprimidas con los punzones, recobran su primer volumen y queda el relieve tal como se desea. Todavía os citaré otra ventaja no menos grande que esta propiedad reporta á las artes. En algunas canteras se hacen rue-

das de molino, ó cortan grandes pedazos de piedra abriendo con el escoplo una muesca en toda la circunferencia de la masa que se quiere separar, y luego se mete á martillazos, en esta muesca, una infinidad de cuñas bien secadas al fuego; hecho esto basta mojar estas cuñas, y hacerlas empapar de agua, para que su fuerza de dilatacion divida la masa de la piedra cuya cohesion total presenta una resistencia equivalente á una fuerza de muchas arrobos. Esto y muchos otros casos que omito os manifiestan claramente que lo que os enseño, Eugenio, reúne lo agradable á lo provechoso.

EUG. — Ya lo veo, y os confieso que me interesais cada vez mas. Pero si no me engaño habeis dicho que la imbibicion no depende de la magnitud de los poros, ni de la figura de las moléculas del líquido. Yo quisiera saber, con todo, de qué depende.

TEOD. — Parece depender de una especie de atraccion particular ejercida entre las moléculas del líquido y las del sólido, atraccion que puede compararse á una fuerza enorme, pues ya habeis oido lo de los que trabajan en las canteras, y por otra parte no hay mas que tomar un pedazo de barró, mojarle, y emplear la fuerza que se quiera para hacer entrar en él mayor cantidad de agua, ya no lo lograreis; lo cual prueba que la primera agua de que está embebida la arcilla se halla tan fuertemente unida á esta que nada vence la tal union. Yo creo que ya os he dicho bastante por ahora acerca de la porosidad de los sólidos: pasemos pues á otros puntos. La movilidad presenta en estos cuerpos algunas

modificaciones que dependen de su estado, en efecto hay cuatro géneros de movimientos posibles para ellos á saber: 1º un movimiento de traslacion total, en el cual las moléculas no mudan entre sí de relaciones, como cuando un carro va de un lugar á otro, en cuyo caso siguen las moléculas del cuerpo necesariamente unas al lado de otras, formando una masa comun, de suerte que un movimiento comunicado á la una se comunica á todas. 2º Un movimiento de rotacion en torno de un eje como el peon que hace bailar un niño. 3º Un movimiento general de aproximacion ó separacion de las moléculas llamado *condensacion* y *dilatacion*, el cual depende del calórico. 4º Por último un movimiento particular de agitacion de las moléculas que se conoce bajo el nombre de vibracion, el cual es tanto mas rápido en los cuerpos sólidos cuanto mas retenidos estan en su lugar por fuerzas muy enérgicas. Cuando hablemos del movimiento de los cuerpos sólidos os entretendré con las dos primeras clases de estas cuatro modificaciones del movimiento general de la materia; del tercero os hablaré cuando veamos el calórico, y por último del cuarto no trataremos sino al fin de nuestras consideraciones sobre los sólidos. En cuanto á la divisibilidad, puesto que los cité á menudo por ejemplo, ya podemos decir que va explicado cuanto les pertenece. Hay que advertir con todo que cuando se divide un cuerpo sólido, aunque conserva su caracter de solidez en cada una de sus particillas, le pierde relativamente á la masa primitiva; ya sabeis que se muda en polvos, ó arena, y aunque las partículas de estos polvos se toquen ó

parezcan tocarse, ya no se fijan las unas á las otras y no forman como antes un sólido, sino un monton de moléculas, que representa, comparado con lo que antes formaban, un puñado de arena con una piedra. Y esto os demostrará hasta la evidencia cuanto distan los procederes mecánicos, dividiendo las partículas de la materia, de llegar á los verdaderos átomos; por fino que sea el polvo, jamas llega á ser líquido: reducid como queráis el hierro á las limaduras mas finas, siempre será un monton de partículas de hierro sólido, ponedlas al fuego y haced que se derritan, desde luego le teneis líquido, con todas las condiciones de tal, y si le dejais enfriar lo volveis á tener sólido, prueba de que las moléculas infinitamente divididas se han tocado por mas partes con la ausencia del calórico, que cuando estaban reunidas en granitos de limaduras y se han pegado las unas á las otras. Lo que he dicho de la divisibilidad lo digo tambien de la impenetrabilidad, sabeis cuanto hay que decir sobre ella aplicada, á los sólidos en los cuales es mas aparente y sensible que en los demas. Así que podemos entrar en la aplicacion de lo que dijimos sobre las fuerzas.

§ II.

Trátase del peso de los sólidos y en especial de su pérdida de peso sumergidos en los líquidos.

TEOD. — El estado de los cuerpos no influye en nada sobre su atraccion recíproca, cuando esta se

ejerce á grandes distancias; así vereis, cuando tratemos de la geologia, que la porcion de la tierra, cubierta por los mares, sin duda mayor que la que no lo está, obedece del propio modo á la atraccion solar, y concurre á producir la que retiene la luna en su curso, con los llanos y montañas; y es tal la semejanza, que aun cuando los planetas fuesen líquidos ó gases, el sistema astronómico no presentaría otras leyes. No sucede otro tanto cuando la atraccion se ejerce á pequenísimas distancias ó en el contacto, en cuyo caso la forma y consistencia de estos cuerpos, pueden influir considerablemente en la produccion de los fenómenos, por lo tanto se hace forzoso examinar con especialidad el *peso*, *adhesion* y *cohesion* de los sólidos, y no os pese, amigo, que os entretenga con sus detalles, porque darán margen á la esplicacion de fenómenos curiosos que os han de interesar.

EUG. — Ya lo presumo, Teodosio, y os aseguro que jamas hallareis frios mis deseos de escucharos.

TEOD. — En cuanto al peso absoluto de los sólidos, hay poco que añadir á lo que os dije en la segunda tarde, como no sea que estando las partículas del sólido íntimamente unidas las unas á las otras, las diferentes fuerzas que animan estas partículas no pueden obrar separadamente; de suerte que aplicada una resistencia á cierto número de estas partículas, ó á una sola, recibe la suma de accion de todas las partículas, y las retiene todas como si cada una de ellas se viese combatida á parte. Por esto teneis que podeis suspender una masa de plomo con un hilo atado á cualquiera punto de dicha masa. La