

DISCURSOS

LEÍLOS ANTE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

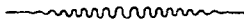
EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

EN LA RECEPCIÓN PÚBLICA

DEL

SR. D. JOSÉ RODRÍGUEZ CARRACIDO

el día 19 de Febrero de 1888



MADRID

IMPRESA DE LOS SRES. VIUDA É HIJO DE AGUADO

Calle de Pontejos, 8

—
1888

DISCURSO

DEL

SR. D. JOSÉ RODRÍGUEZ CARRACIDO

Señores:

La rigidez y severo ascetismo de aquellos devotos de la ciencia, exclusivamente codiciosos del placer espiritual de la posesión de la verdad, nunca podrán mostrarse indiferentes á las recompensas otorgadas por las instituciones del medio social en que viven, asimilando los elementos de su cultura. Jamás el hombre se despoja tan en absoluto de los afectos personales, que no le conmuevan las corrientes de la opinión producidas á su alrededor, ya se muestren simpáticas, llevándole manifestaciones halagadoras, ya graves y ceñudas, exigiéndole la responsabilidad de sus actos. Si á este glacial desprendimiento se llegara, antes que grandeza de ánimo, debería juzgarse refinamiento de soberbia, porque en la solidaridad de la vida social nada se alcanza sin algún generoso auxilio de los demás, deuda de gratitud sucesivamente repetida, obligándonos con cuantos son partícipes en el logro de nuestros propósitos.

Yo declaro con la más espontánea franqueza que en todas las ocasiones de la vida, y en esta muy principal-

mente, soy un espíritu mundano, sintiendo en lo íntimo cuanto á mí se refiere, y juzgando siempre escasa la expresión de mi agradecimiento hacia quienes me preparan y facilitan algún triunfo.

Reprimiendo en lo posible este júbilo del alma, debo ante todo hacer una declaración muy importante, relativa á la actitud en que me colocan entre vosotros mis condiciones personales. En mis años—aun contando con vuestra benevolencia para juzgarme—sólo habéis podido fijaros para traerme al seno de esta doctísima Corporación, en mi fervoroso entusiasmo por el saber, acrecentado de día en día; pero hasta el presente—si no temiera tacharos de injustos—sostendría que mis méritos eran harto insuficientes para asignarme puesto entre las reputaciones consagradas por largos años de brillantes trabajos científicos. Esta altísima distinción debo interpretarla, no como premio, sino como estímulo; y, en su consecuencia, después de daros gracias, prometeros solemnemente redoblar mis esfuerzos para corresponder á vuestras esperanzas, justificando con resultados positivos la firmeza de mi vocación científica; y si mis dotes intelectuales no me permiten salir de oscura medianía, que mi voluntad supla esta deficiencia, haciendo siempre honor á vuestros votos sin desmayar jamás. Juntamente con la expresión de profunda gratitud, os envío la promesa de esforzarme sin tregua en llevar cada vez más dignamente el valioso título de compañero vuestro.

Pero, Señores, al presentarme en este puesto surge en la mente de todos el recuerdo vivo de quien lo ilustró durante tantos años, de mi sabio antecesor el excellentísimo Sr. D. Manuel Rioz y Pedraja. Consagrado á la enseñanza, sólo para la ciencia vivió, y su historia es la del catedrático celosísimo, siempre atento á

formar la inteligencia de sus discípulos con el sazonado fruto de meditadas lecciones, y la del académico puntual que nunca rehuyó el compartir vuestras tareas. Su influjo en la esfera administrativa sólo para la mejora y adelantamiento de la vida intelectual lo ejerció, y en medio de su gran autoridad científica supo vivir modesto, apartado de las bulliciosas luchas de la vida pública, y reducido al culto de la ciencia y de cuanto á la Instrucción pública atañía: modelo de abnegación que jamás debe olvidarse en nuestro país, cuyas condiciones sociales son poco propicias á la serenidad y recogimiento indispensables para la vida científica. Sirva de consuelo á cuantos lloramos la muerte de mi respetable compañero de Facultad la pureza de su vida, nunca turbada por distracciones que le apartaran de su misión.

Siendo forzoso para tomar asiento entre vosotros disertar acerca de un tema científico, hube de acudir al orden de conocimientos que constituye mi ocupación predominante y recorrer su campo en busca del asunto que mejor se plegara á mis propósitos. Prestándose los problemas de la ciencia constituyente á revelar puntos de vista personales, reflejando en su exposición el modo de ser intelectual de quien los discute, mucho mejor que los conceptos asignados al saber clásico y definitivo, ante los cuales como fórmula cerrada se detiene el espíritu—al menos en la época que así se consideran—he decidido solicitar vuestra atención para una idea fundamental de la Química, respetada hasta hace poco como incontrovertible, pero que recientemente discutida como tributo á las corrientes mecánicas que hoy envuelven al conjunto de las ciencias físico-naturales se encuentra en un momento de crisis. Me refiero á los cuerpos simples que después de sus distintos significados, según las fases de la investigación científica en el curso de la his-

toria, parecía haber encontrado su definitivo concepto en el sistema estatuido por Lavoisier. No obstante esta seguridad, exenta de toda sospecha, se ha vuelto á un nuevo período de indeterminación, en el cual se rebusca la nueva fórmula que armonice las investigaciones relativas á la constitución de los cuerpos con el novísimo sistema de los conocimientos químicos.

Ante la fundamental importancia del problema que surge hoy con las mismas vaguedades y exigencias que allá en épocas anteriores, me permitiré bosquejar en las siguientes páginas: «El concepto actual del elemento químico» aspirando modestamente á proponer y recomendar su gran trascendencia para que, al deteneros á meditar este asunto que por un extremo toca en la más nimia experimentación y por otro se pierde en las abstracciones de la filosofía natural, concurráis á esclarecerlo con las luces de vuestro saber.

I

Son las definiciones é ideas generales, fórmulas de acomodación propuestas por el pensamiento para relacionar entre sí los varios detalles del saber positivo correspondiente á la época en que se enuncian, dependiendo en cada instante su importancia y solidez de los hechos y casos particulares á que han de referirse. A despecho de cuantos buscan lo absoluto, sólo representan sucesivos momentos históricos de la evolución intelectual, desvaneciéndose toda su importancia cuando la base material que las sostiene se declara en rebeldía, protestando de la insuficiencia ó falsedad de la definición que aspira á representarla. Estas repetidas críticas y las subsiguientes reconstrucciones de las ideas gene-

rales sobre base más amplia, para dar cabida á los nuevos hechos que llegan sin cesar enviados por la inagotable fecundidad de la investigación científica, inician los grandes períodos de la historia del pensamiento.

Concretando este aserto á la exposición de la tesis propuesta, pueden señalarse tres períodos en la historia del conocimiento de los elementos químicos, correspondientes á tres sucesivas fases recorridas por la ciencia de la Naturaleza.

El primero arranca de aquella exhuberante floración de la cultura helénica, extendiéndose hasta los inmediatos predecesores de Lavoisier. Durante este larguísimo período histórico, los cuatro elementos, llamados aristotélicos, punto de partida de toda génesis natural, constituyeron la nota dominante, á la cual se subordinaron cuantas variaciones accidentales experimentó este concepto fundamental. Entre aquellas las que mayor diversidad ofrecen son las ideas de los alquimistas, referentes á la transmutación de los metales, origen y sostén de la infatigable actividad de aquellos hombres que, agitados por fantásticos presentimientos, trabajaron con el tesón del fanatismo, allá en los revueltos siglos de los tiempos medioevales. Respecto á este período, aún sumido en las oscuridades de lo informe, en donde espera que la crítica histórica depure y organice sus ricos materiales y proyecte los resplandores de la síntesis sobre tal conjunto sistemáticamente presentado, me limitaré á consignar su existencia como antecedente inexcusable de nuestro actual estado científico. Lejos de mí la torpeza de hacerme cómplice de aquella estrechez de miras que arrojó sobre el espíritu iluso de los alquimistas todo género de acusaciones: mal que nos pese, de ellos descendemos y á su influencia latente no podemos sustraernos en absoluto, porque en la fatal concatenación

de los hechos históricos todos se integran en la resultante de los estados sucesivos. Aun no tomando en cuenta esta primera fase, por no interesar á mi propósito, quiero dejar consignado mi respetuoso homenaje á nuestros predecesores en justa reivindicación de la sobrada ligereza con que fueron menospreciados.

El segundo período comienza en las investigaciones analíticas que sirvieron de inmediato precedente á la obra de Lavoisier, y continúa hasta los actuales momentos, en los que se vislumbra un nuevo sentido que aspira, con el doble recurso de la razón y la experiencia, á rehacer las bases de la Química, iniciando en mi sentir el tercero y último período, eminentemente generalizador, en armonía con las doctrinas mecánicas, hoy extendidas por todas las ramas de la ciencia de la Naturaleza.

Apasionados hasta la codicia los antecesores y continuadores de Lavoisier de acumular pormenores y detalles, y mirando con cierto desdén las lógicas exigencias de la investigación racional, se contentaron con generalizaciones empíricas, sencilla emanación del abigarrado cúmulo de los hechos observados; y, so pretexto de esquivar idealismos fantásticos, deslizaron en su aparente modestia ficciones y teorías engendradas en la especulación con tanto rigor condenada: inconsecuencia en que siempre se incurriría cuando, para evitar un extremo, se repliega el espíritu de exclusivismo en el extremo opuesto.

Habiendo observado que de los antiguos supuestos elementos, agua y aire, podían aislarse cuerpos heterogéneos, se dió comienzo á los grandes y numerosos trabajos analíticos que permitieron á Berzelius afirmar la existencia de cincuenta y dos cuerpos simples, límite de toda ulterior división, excepto la mecánica que los redujera á más tenues particillas, pero subsistiendo éstas siempre idénticas entre sí.

Alcanzado este hecho experimental, y erigido por inmediata y simple inducción en base de los conocimientos químicos y norte de las investigaciones, se anheló precipitadamente formular una teoría que explicara el hecho de la combinación y las leyes que lo rigen; y, para satisfacer este deseo, apeló Dalton al concepto filosófico de la constitución atómica de la materia. En este supuesto, trasladaba las propiedades observadas en los cuerpos simples á sus átomos indivisibles, inalterables, dotados de tan propia existencia, que siempre subsistían idénticos, ya se encontrasen libres en la masa de un cuerpo simple, ya combinados, reduciéndose todo en este caso á la sencilla yuxtaposición de los átomos constituyentes del compuesto. Representando los átomos de los cuerpos simples lo más irreductible de la materia, correspondían á lo primero y más antiguo de la creación, existiendo lo mismo que hoy en aquella primitiva materia caótica, cuando aun no se había concretado en su seno la más tenue nebulosa. Muy bien pudieran servir de epígrafe á la lista de estos elementales átomos aquellas palabras del Dante:

Dinanzi á me non fur cose create

Se non eterne, ed io eterna duro.

En su pluralidad se presentaban ante la fantasía como olímpicas divinidades creadoras, predestinadas á engendrar por mutuas y sucesivas uniones la multitud de cuerpos que en el rico mosaico de la Naturaleza se observan.

Pero la variedad, sin unidad superior á que referirla y de la cual derivarla, sólo subsiste en transitorios momentos del espíritu: la aspiración monista es constante en el pensamiento, y sólo por breves instantes se olvida

para reaparecer con tanta mayor exigencia cuanto sea la riqueza del caudal de las investigaciones. Y así sucedió. Cuando los químicos pudieron reponerse de aquella impresión de asombro, producida por el continuo descubrimiento de los numerosos cuerpos simples, en su lógico afán de sistema se preguntaron: ¿qué secreto encierra el número 52 para haberse detenido en él la creación de los elementales factores de todos los cuerpos existentes en el Universo? Respuesta inmediata fué la hipótesis de la unidad de la materia, como porvenir probable de nuestros conocimientos respecto á los cuerpos simples; y, para llevarla á términos concretos, se acudió al estudio comparativo de los números proporcionales químicos, refiriéndolos al sistema de los equivalentes ó de los pesos atómicos, según el criterio de quien á estas investigaciones se dedicaba. Pero no importando á mi propósito esta diferencia, utilizaré indistintamente equivalentes y pesos atómicos.

II

El pueblo señalado en Europa como el campeón del positivismo científico, el que produjo á Bacon y primero escuchó sus prudentes consejos, advirtiendo los extravíos del espíritu al abandonar la firme base de la observación y la experiencia, el pueblo inglés es el que ofrece el aparente contraste de insistir en estas que muchos juzgan lucubraciones mentales, y los nombres de Prout, Faraday, Clark, Liveing, Lockyer y Crookes, entre otros, así lo confirman. Digo aparente contraste, porque, en mi sentir, proponerse este problema es seguir estrictamente los preceptos baconianos, y ningún positivista, desde Comte hasta Spencer, niega la legitimidad de la inducción y del criterio de analogía, y sin excederse de estos

procedimientos, hay datos bastantes para discutir hoy seriamente el concepto de la unidad de la materia. No se estime esta cuestión como engendro de la fantasía, sobre todo recordando que en el flujo y reflujo del progreso científico, si la experiencia nutre al entendimiento, éste la promueve y la incita, mostrándole nuevos derroteros.

Suponía Prout que, adoptando por unidad el equivalente químico del hidrógeno, los equivalentes de los demás cuerpos corresponden á números enteros, es decir, á múltiplos exactos de la unidad; y, partiendo de tal supuesto, aventuró la hipótesis de considerar los cuerpos simples como grados de condensación del hidrógeno, ó, hablando en lenguaje químico, como *polímeros* de este gas, cuya importancia autoriza que se le llame protoelemento. Esta idea, aunque atrevida y sobradamente prematura, fué acariciada por muchos químicos, entre ellos Dumas, estimulados por el brillante desarrollo de las series en Química orgánica: ejemplo seductor de progresivas condensaciones, en las cuales, al compás de los incrementos de las fórmulas, se modificaban rítmicamente las propiedades específicas de los compuestos resultantes.

Para vigorizar esta hipótesis, desvirtuando la negativa experimental, tenazmente opuesta á la transformación de los cuerpos simples, se recordaban los varios estados alotrópicos de que éstos son susceptibles, los cuales, si ante la experiencia no resultaran transformables, se hubieran considerado como cuerpos diversos, y por analogía resultaba entonces muy verosímil estimar todos los cuerpos simples como estados alotrópicos de la materia, con la sola diferencia de no haber logrado aun su recíproca transformación.

Por muy superiores que sean las razones de analogía,

es menester gran prudencia para no dejarse arrastrar cuando el hecho experimental, sanción suprema de nuestros conocimientos, se resiste uno y otro día á demostrar los supuestos científicos; y en este sentido la hipótesis de Prout no pudo ser más desgraciada. Las determinaciones escrupulosas de los equivalentes, referidos al del hidrógeno como unidad, produjeron en varios casos, de modo ineludible, números fraccionarios; y no se hable de la trasmutación de los cuerpos simples, porque su posibilidad aun hoy no ha descendido de la esfera de los deseos: antes al contrario, lo que se viene observando es su multiplicación ante los nuevos procedimientos analíticos. La electrólisis aisló los metales alcalinos y alcalinotérreos, y el análisis espectral reveló extensa serie de metales nuevos, que aun no puede considerarse agotada. Y si estas investigaciones directas sólo resultados negativos produjeron, no se mostraron más benévolas las indirectas, referentes á los calores llamados atómicos, los cuales separan por completo á los cuerpos simples, de peso atómico múltiplo, de los polimerizados, porque en éstos crecen proporcionalmente á las progresivas condensaciones del compuesto, mientras que en aquellos son casi idénticos.

Desautorizada por la experiencia en todos los terrenos la hipótesis de Prout, ¿debe encerrarse el espíritu investigador dentro del sistema de los conocimientos químicos, que tuvo en Berzelius su más alta y definitiva representación, ó puede todavía continuar sosteniendo la unidad de la materia, apelando á otro género de experiencia y datos indirectos? Nunca las ardientes ansias de organizar sistemáticamente el conocimiento, aspirando á fundamentales principios que lo informen, se sometieron en absoluto á los tiránicos resultados de la experimentación, si condujeron á proposiciones poco lógicas: rebeldía que,

si á veces fué perjudicial, torturando los hechos para amoldarlos á juicios preconcebidos, y engendrando quimeras obstruccionistas en la marcha de la ciencia, también sirvió en ocasiones de estímulo á la investigación para descubrir nuevos horizontes, evitando al pensamiento obcecarse en los mezquinos resultados de un estrecho empirismo.

Sostenidos los químicos por el vigor lógico que entraña el concepto de unidad, continuaron allá en lo más escondido de su pensamiento protestando de la obstinación de los resultados experimentales, y creyendo que, si no en la forma propuesta por Prout, de algún modo llegaría á revelarse la unidad de la materia, haciendo su entrada triunfal en los dominios del conocimiento positivo; y, alentados por esta esperanza, no cesaron en su tarea de rebuscar hechos, por indirectos que fueran, para sentar las bases de su ideal. Siguiéndolos en estos proliferos trabajos, llegaremos á determinar el concepto actual del elemento químico, haciendo constar por anticipado que se abandonaron como improcedentes cuantos ensayos se proponían la inmediata recíproca transformación de los elementos químicos. Ignoro si este problema experimental encontrará solución positiva algún día; pero hoy no está en condiciones de prometer resultado satisfactorio, y todo descubrimiento, aunque parezca obra de la casualidad, responde casi siempre á un cierto orden, produciéndose como término siguiente de otros anteriores, que á manera de premisas lo contenían en estado potencial, y de las cuales en sazón se desprende, como del árbol la fruta madura. La leyenda de la manzana que, cayendo sobre la cabeza de Newton, fué causa ocasional del descubrimiento de la ley de la gravitación, es símbolo exacto del progreso científico, porque en la corriente de la investigación no se alcanzan nuevos resul-

tados, si el espíritu no es previamente percutido por proposiciones anteriores en el orden lógico y cronológico; y sólo así se explica la coincidencia de llegar dos investigadores á un mismo resultado, sin comunicarse sus trabajos. El problema de la trasmutación de los elementos dista mucho de haber alcanzado esta plenitud en su desarrollo.

III

Las observaciones de Lockyer, relativas á los espectros de los cuerpos celestes, han aportado un nuevo aspecto al problema, con la posibilidad de la ulterior descomposición de los cuerpos simples mediante la enorme potencia de las acciones siderales. En el Sol y en las estrellas incandescentes no se observan en sus espectros todas las rayas características de los metales, y como ejemplo puede citarse el del núcleo del Sol, en el cual solo se observan parte de las rayas peculiares del hierro, correspondiendo unas á los puntos más calientes de las protuberancias solares, y otras á los más fríos de las manchas: de cuya observación deduce Lockyer que en este astro no debe existir el hierro, sino sus elementos constituyentes, aislados en virtud de una *disociación celeste*, producida á tan alta temperatura que reduce los actuales cuerpos simples á factores todavía más elementales. Tomando por base numerosas y delicadas observaciones espectroscópicas, se eleva en alas de la inducción á suponer que los metales poliatómicos, pero sobre todo los metaloides, son agregados complejos, que la temperatura solar disocia, por lo cual no se revelan en los espectros de las estrellas incandescentes. Sólo los metales monoatómicos, y entre estos los de menor peso atómico, resisten íntegros tan enormes temperaturas.

Esta teoría de Lockyer no ha sido revelación instantánea que cogiera por sorpresa á los químicos. Tenía sus precedentes en Graham, quien supuso el átomo constituido por un grupo de *ultimatos*; y en Delaveau, que, para explicar las varias cuantivalencias de los átomos, imaginó agrupaciones de *sub-átomos* monovalentes; y la repetición de esta idea, partiendo de distintos puntos de vista, ha logrado preocupar á los químicos, recelando que los cuerpos simples aislados, en la forma en que de ordinario se estudian, no representan el límite de todas las acciones analíticas posibles.

Para iluminar las revueltas oscuridades de la íntima estructura de los cuerpos simples, se ha pedido luz al estudio comparado de los calores específicos, tomando como norma los calores atómicos de los gases simples perfectos. Reducidos éstos á los tres únicos casos, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, en ellos las investigaciones calorimétricas conducen á resultados perfectamente concordantes dentro de las condiciones experimentales ordinarias; pero en todos los demás se presentan discrepancias, que limitan la supuesta ley de Dulong y Petit á muy corto número de casos. Para determinar el significado de esta anomalía, me servirá de ejemplo uno de los cuerpos en que se presenta tan exagerada que su calor atómico no excede de la tercera parte del considerado como normal.

En medio de las observaciones de Dulong y Petit, fundamento de su ley, se singularizó como cuerpo muy excepcional el carbono, y así se sostuvo hasta Weber, quien, al determinar las variaciones de su calor específico á temperaturas crecientes, observó que iba acercándose al tipo normal. Este hecho, que en escala variable alcanza á muchos cuerpos simples, nos proporciona el medio de afinar nuestras ideas relativas á los elementos químicos.

Se obtiene el carbono por descomposición pirogenada de las sustancias orgánicas, durante cuyo acto se producen sucesivamente carburos de hidrógeno, cada vez más ricos en carbono hasta llegar al aislamiento de este cuerpo, *término extremo de inmensa serie de progresivas descomposiciones y correlativas condensaciones*, de las cuales resulta, no la unidad elemental, sino la conglomeración de homogéneas unidades elementales. En estas condiciones, su color atómico decrece considerablemente; pero el calor disgrega el complejo tendiendo al límite de su unidad elemental, y entonces va acercándose al tipo de los gases simples perfectos.

Si alguna prueba más se necesita para confirmar este supuesto, se encuentra en otra anomalía del carbono. El óxido de carbono se forma por la unión directa de sus elementos, desprendiendo 12,9 calorías; y el ácido carbónico, por la del óxido y el oxígeno, desprende 34,1 calorías. Pero, cuando un cuerpo contrae dos combinaciones sucesivas con un mismo elemento, las cantidades de calor desprendidas suelen ser bastante aproximadas, debiendo explicarse en este caso la diferencia de los dos anteriores números, porque, de todo el calor desprendido en la formación del óxido, gran parte se invierte en disociar el carbono polimerizado para restituirlo á la simplicidad de masa que corresponde á su equivalente.

Estos razonamientos son extensivos á otros muchos cuerpos, y sobre todo, según hace notar Berthelot, á ciertos metales, cuyos óxidos, descompuestos por el calor, producen sub-óxidos, de equivalentes cada vez mayores: en cuyo caso los metales aislados, como término extremo de sucesivas condensaciones, son polímeros del verdadero elemento, lo mismo que el carbono: hechos que en cierta manera deponen en favor de los alquimistas, auto-

rizando sus propósitos en la obra magna de *fijar* los metales de la tierra por el calor.

Sumando estas nuevas observaciones con las de Lockyer, y armonizándose todas en perfecta conjunción, no obstante su diversidad de origen, vémonos obligados á diferenciar el *elemento químico* del *cuerpo simple*, considerados hasta ahora como idénticos.

El cuerpo simple sólo representa la sustancia siempre homogénea, pero cuya masa no corresponde en muchos casos al equivalente químico, sino á un múltiplo suyo, siendo, por consiguiente, un polímero, y no el último término del análisis.

El elemento químico, además de su constitución homogénea, representa la menor cantidad de masa, determinada por el peso relativo en que interviene en las combinaciones. Me permitiréis que insista en esta diferencia, porque en ella estriba el alcance del tema que me he propuesto desarrollar; y, para mostrar la amplitud de que es susceptible este nuevo orden de ideas, presentaré sus relaciones con los estados físicos de los cuerpos.

Interpretando las observaciones espectroscópicas con el mismo criterio que ha servido para diferenciar el cuerpo simple del elemento químico, se llega lógicamente á deducir que los estados sólido y líquido no son estados elementales.

Los sólidos incandescentes producen espectros luminosos y continuos, á la inversa de los proyectados por los gases, que son oscuros y ostentan una ó varias rayas brillantes, cuyo número y posición expresan para cada cuerpo su característica química. ¿Cómo se explica esta diversidad de espectros?

La complejidad del estado sólido determina que cada punto de su masa vibre con vibración especial,

mezclándose, confundiéndose y superponiéndose en el torbellino de las innumerables ondas que simultáneamente se producen; y el espectro proyectado en tales condiciones es referible al estruendoso y disforme ruido del oleaje de los mares ó del zumbido del viento, ó cuando menos á la plenitud del acorde de numerosísima orquesta.—En los gases vibra toda su masa con ritmo uniforme, y el prisma concentra en líneas focales sus regulares vibraciones, proyectando su espectro como las gráficas correspondientes á los sonidos musicales.—Aplicando idéntico criterio á los fenómenos acústicos, y en especial á las investigaciones de Helmholtz, relativas á la descomposición del timbre de los cuerpos en sus armónicas constituyentes, demostrando que la sencilla nota, producida por un instrumento musical, no es una sola y única vibración, sino un acorde más ó menos complejo, se puede lógicamente relacionar los espectros luminosos y las vibraciones sonoras con las sustancias químicas, para deducir de sus analogías que los cuerpos simples no son los elementos químicos, sino agregación de elementos, como las multiformes vibraciones del espectro continuo de los sólidos ó las armónicas integrantes de la nota compleja.

Estas analogías no deben referirse tan solo á determinados cuerpos simples: su generalidad es tanta, que pueden extenderse hoy hasta á los gases simples perfectos, en los cuales á elevadas temperaturas se rompe la concordancia entre sus calores específicos y sus coeficientes de dilatación: prueba evidente de que en estas excepcionales condiciones son también *disociables* como el carbono y los metales; y de lo cual se deduce que ni los tres cuerpos simples gaseosos, tomados como tipo, son verdaderos elementos químicos, sino productos complejos de su polimerización.

El estudio comparativo de los espectros ha patentizado que el número de sus rayas características crece con el equivalente del cuerpo de que emanan, y además Tyndall ha conseguido demostrar que el poder absorbente para la luz aumenta con la complejidad de la estructura molecular. Y, partiendo de ambas observaciones, se ha venido persiguiendo la investigación del elemento químico, caracterizado por una sola raya, y cuyo poder de absorción fuera casi nulo: elemento que debía ser de inferior peso atómico al del hidrógeno. En nuestros laboratorios no se ha aislado este simplicísimo elemento; pero, entre los productos de las erupciones solares, el espectroscopio lo ha reconocido, y hoy se admite su existencia con el nombre de *helium*. Prosiguiendo la comparación de los elementos químicos con los sonidos, el *helium* es análogo á las notas de la flauta, constituídas en su gran sencillez casi por una sola vibración, y los metales poliatómicos y los metaloides pueden referirse á las notas de los instrumentos de cuerdas, sumamente ricos en armónicas.

Censurar este orden de consideraciones y las analogías que de ellas se deducen, juzgándolas audaces ó prematuras, según la benevolencia del censor, es oponerse al desarrollo normal del progreso científico: porque relacionar lo antes aislado é independiente es el trabajo sintético indispensable para las construcciones científicas, que aspiran á mayor riqueza de contenido sobre base de mayor amplitud.

IV.

Los trascendentales propósitos que animaron á Prout á comparar entre sí los números que representan los equivalentes químicos, nunca fueron abandonados, sien-

do una de sus manifestaciones la discusión sostenida por Stass y Marignac, afirmando el primero que los números, que á los equivalentes químicos corresponden, son incommensurables: circunstancia que hace imposible toda transacción con la hipótesis de Prout; y oponiéndose el segundo á esta negativa, con la afirmación de la variabilidad de los equivalentes dentro de ciertos límites, fijados por las condiciones en que se determinen, algo parecido á la enmienda presentada por Bertholet á la ley de las proporciones definidas, anulando así la trascendencia de los minuciosísimos análisis verificados por su competidor. El reciente conocimiento del helium ha reanimado á los mantenedores de la idea de Prout, suponiendo que este cuerpo, y no el hidrógeno, es el verdadero protoelemento, de cuyo peso atómico son múltiplos exactos todos los demás. Tales suposiciones distan mucho de su confirmación experimental; pero deben constar para que se conozca bajo todos sus aspectos el estado actual del problema que nos ocupa.

Siguiendo en parte la tradición iniciada por Prout y proseguida por Dumas, ha comparado Mendeleeff los pesos atómicos de todos los cuerpos simples, disponiéndolos en serie, desde el litio hasta el urano; deduciendo de este desarrollo la llamada por su autor ley periódica, como antecedente para predecir las propiedades de los elementos químicos en función de sus pesos atómicos, y afirmando que *las propiedades de los cuerpos simples se manifiestan en relaciones periódicas con sus pesos atómicos*. No verificándose el tránsito de un período á otro por bruscas interrupciones, sino en perfecta continuidad, se puede repetir con Mendeleeff que *la serie de los cuerpos simples representa en cierto grado una función en espiral*.

Desarrollada esta serie, que comienza en el núme-

ro 7, peso atómico del litio, y termina en el 240, correspondiente al urano, ocurre preguntar, como en el caso anterior de los cincuenta y dos cuerpos simples, ¿qué particularidad encierra el número 240 para que en él se haya detenido la progresión creciente de los pesos atómicos?

Formulada esta pregunta por W. Crookes en su trascendentalísimo discurso, leído en la sección de Química de la Asociación Británica, el 2 de Septiembre de 1886, prepara su respuesta exponiendo antes la fundamental idea de la *Evolución de la Materia*; y, para que yo presente su desarrollo, me habréis de permitir algunas consideraciones previas de tal alcance, que á ellas se debe la radical transformación iniciada en el concepto de los elementos químicos.

Protestando de los cuerpos simples inmutables, con átomos dotados *ab initio* de propiedades características, representantes, por decirlo así, del verbo material del Universo, por cuya encarnación en las combinaciones había de producirse la infinitud de cuerpos que á la vista se presentan, se levanta, y en mi sentir con muchas probabilidades de triunfo, la teoría de la variabilidad de los elementos como derivados de una sustancia fundamental, designada por Crookes con el nombre de *protilo*, resurrección en cierto modo de la *Materia prima*, imaginada por Aristóteles. En este darwinismo inorgánico, el protilo es el protoplasma de la materia, en el cual pueden originarse los varios cuerpos por sucesivas diferenciaciones, á la manera que en el protoplasma orgánico se engendran los elementos morfológicos para producir por sucesivas y jerárquicas integraciones todas las formas orgánicas en su varia complejidad.

Los elementos químicos, así considerados, representan sucesivos instantes de la evolución sideral, anterior-

res á los de las formas orgánicas, pero respondiendo quizá á proceso análogo, y sus respectivos pesos atómicos, tomados en orden inverso, simbolizan para Crookes «los grados de gigantesco pirómetro introducido en la caldera, en la cual soles y mundos recorrieron las fases de su formación.» En este sentido representa el urano, con su mayor peso atómico, el último grado de enfriamiento en la sucesiva producción de los elementos actualmente conocidos.

¿Será el urano el último resto de la potencia creadora en la evolución geológica, ó, á medida que ésta avance y el calor terrestre decrezca, se producirán nuevos elementos dotados de mayor peso atómico? No es presumible que esta última suposición se realice, al menos en un lapso de tiempo inmenso, porque antes deben producirse por sucesivos enfriamientos todas las combinaciones exotérmicas posibles entre los cuerpos simples actualmente existentes; y, aunque muchas ya se formaron, todavía se concibe un más allá de combinaciones definitivas, á cuya disociación ya no alcance la potencia de las energías terrestres.

En confirmación de que tal supuesto no es quimérico prejuicio de espíritus codiciosos de novedades, acuden las observaciones de Lockyer, patentizando que en las estrellas va desapareciendo el hidrógeno libre á medida que sobrevienen las fases de su evolución, y que sólo, cuando llegan á cierto grado de enfriamiento, revelan en su espectro los signos de los metales pesados, y en último término los de los metaloides, correspondientes á un período, si no de senectud, al menos de madurez, cesando entonces la producción de nuevos elementos para dejar paso á los sistemas exotérmicos de reacciones entre los elementos antes producidos.

Este concepto de la sucesiva producción de los ele-

mentos químicos no carece en absoluto de precedentes: tiene abolengo muy honroso, allá en las ideas emitidas por el padre de la Mineralogía, el célebre Werner. en su obra publicada en 1791, *Nueva teoría sobre la formación de las vetas*: ideas que por entonces tuvieron eco en nuestra España, en aquel movimiento científico que produjo los *Anales de Ciencias Naturales*, notabilísima publicación editada por orden del Rey, la cual constituye uno de los más lisonjeros monumentos de nuestra escasa literatura científica.

En el tomo correspondiente al año 1802 se publicó un artículo intitulado: *Ideas generales sobre la edad relativa de varias sustancias metálicas*, inspirado en el libro de Werner, en el cual, partiendo de observaciones geognósticas, se considera al estaño como la formación metálica más antigua, ó al menos *una de las más antiguas*, por no encontrarse en las montañas secundarias estratiformes, y al urano y bismuto como *metales modernísimos*: sorprendente coincidencia con las deducciones de la ley periódica, que se muestra salvando la separación de los tiempos y la diversidad de los criterios. Al hierro lo presentan como formación continua por tener su yacimiento en todos los terrenos, sin excluir los de acarreo contemporáneos: conclusión que, fundada en este solo dato, no me parece estrictamente lógica, porque la omnipresencia de este metal en nuestro planeta muy bien puede explicarse por mezcla y difusión de sus multiformes combinaciones en los revueltos incidentes de la evolución geológica.

Sin olvidar la difusibilidad del hierro, bien patente en los variadísimos colores con que tiñe la mayor parte de los cuerpos naturales, desde el amarillo pálido de ciertos cuarzos hasta el rojo oscuro del glóbulo sanguíneo, no debe perderse de vista el proteísmo de este elemento,

que, desde lo amorfo del estado coloide hasta la cristalización mejor definida, adopta tal riqueza de aspectos, que hace de la mineralogía del hierro uno de los más extensos capítulos de la Mineralogía en general. Este conjunto de propiedades, unido al hecho constante de su predominio en los aereolitos, y á las observaciones de Lockyer, relativas al estado en que se halla este elemento en el Sol, ya pueden juzgarse como datos suficientes para sostener, con visos de probabilidad, las ideas de nuestro articulista, declarando al hierro, no sólo elemento cosmopolita en la geografía mineralógica, sino además contemporáneo de todos los otros elementos en la cronología de su génesis.

V

Resultando aceptable la hipótesis de la evolución de la materia, es forzoso admitir la génesis sucesiva de los elementos químicos, los cuales dentro de este sistema de ideas solo pueden considerarse como *momentos de adaptación*, determinados periódicamente por la natural tendencia al equilibrio, después de un conflicto en el vasto océano de las fuerzas cósmicas.

Por intuición genial, de igual manera explicaba Berzelius los efectos de la afinidad química en el tráfigo de las combinaciones; y, extendiendo esta idea para llevarla hasta los orígenes, alcanza á decirnos cómo nacieron los elementos sin variar la causa genética del dinamismo químico en toda su generalidad. Este presentimiento de Berzelius debe tranquilizar á cuantos lamenten que la Química actual recorra sendas muy distintas de las trazadas por aquel legislador: si hoy viviera, no le consentiría su poderoso espíritu permanecer esta-

cionado en el círculo de donde se niegan á salir sus sectarios.

Siendo irreconciliable este concepto de la producción ocasional de los elementos químicos con el de la inmanencia de propiedades, suponiendo en los átomos una finalidad, según la cual, cada uno de ellos estaba construído conforme al tipo de sus predeterminadas combinaciones, ¿cómo se armoniza esta disidencia, que en la variabilidad se funda, con el sistema general de los conocimientos químicos, aun hoy inspirado de lleno en el tradicional concepto de la subsistencia inmutable? Entiendo yo que en este caso el cisma arrastra tras sí la comunión ortodoxa, obligándola cada vez con mayor exigencia á sepultar el atomismo en el panteón de las pasadas teorías científicas. La ficción del átomo nada facilita ni resuelve: limitase su papel á trasportar el problema de la característica de los cuerpos, desde las masas de tamaño sensible á las masas archimicroscópicas, para dejarlo en éstas intacto.

Las diferencias de los cuerpos se revelan por las de sus propiedades; y, siendo éstas manifestaciones de los agentes físicos, producidas en su acción conjunta y solidaria, para explicar tales diferencias, el único medio racional es elevarnos al supremo concepto de la Energía, y, fijándonos tan solo en la cantidad y modo de movimiento, determinantes de cada propiedad en especial, inducir, según el único criterio positivo, la constitución de los cuerpos, como armónico conjunto de acciones mecánicas, pues la masa, aun en su sentido más abstracto, desnuda de toda propiedad, se resuelve ante la observación en un fenómeno mecánico, determinado por la fuerza de la gravedad. En tal sentido, ¿á qué conduce violentar los hechos, exigiendo de los equivalentes y pesos ató-

micos la representación de unas últimas partículas resultantes de las acciones físico-químicas? Los números proporcionales químicos, rectamente interpretados, simbolizan las cantidades de energía, indispensables para llegar á un estado de equilibrio, sin el cual la combinación no se consuma.

Las leyes de Dulong y Faraday enseñan que, para igual elevación de temperatura en los diferentes cuerpos, y para la electrólisis de las combinaciones diversas, no se necesitan iguales cantidades de calor y electricidad para pesos iguales, sino para los correspondientes á los números proporcionales químicos: de lo cual se deduce que éstos precisan la equivalencia entre la energía química y las acciones térmicas y eléctricas, en la misma forma que la correlación entre el trabajo mecánico y el calor se determina cuantitativamente por el equivalente mecánico del calor: prueba irrecusable de que los fenómenos químicos se articulan con los físicos, para recibir por igual las luces de la teoría dinámica.

Así interpretados los números proporcionales químicos, sus diferencias numéricas no tienen más alcance que las correspondientes á los sonidos de la escala musical, ó á los colores del espectro; y, no admitiendo en éstos partículas integrantes, bastando para su explicación diferencias dinámicas, ¿por qué torturar las equivalencias químicas para obtener la fábula de una hipótesis imposible de comprobación, y además retrógrada, aspirando á explicar los fenómenos por las cualidades de los cuerpos que las determinan, cuando la actual tendencia del espíritu científico es reducir á modos de movimiento, á sencillos casos mecánicos, los fenómenos y caracteres? Para curar esta idolatría tradicional, perniciosa en ocasiones á la investigación científica, propone Mendeleeff sustituir la frase *peso atómico*, por la de *peso elemental*, porque

ésta se limita á traducir fielmente los hechos sin desnaturalizarlos.

Si me extremara en patentizaros que la acción química de los elementos se determina, no por sus cualidades, y sí por la energía potencial que encierran, con muchos ejemplos podría fatigaros: sin embargo, me permitiréis que abuse de vuestra atención, recordando uno que juzgo por todo extremo convincente.

El ozono es más enérgico que el oxígeno, verificando la descomposición de ciertos cuerpos, ante los cuales el oxígeno normal resulta inactivo. ¿Por qué esta diferencia? Procediendo el ozono de la condensación endotérmica del oxígeno, recobra su volumen primitivo al actuar químicamente, y desprende el calor absorbido en su contracción, trasformándose en fuerza viva este incremento de energía potencial; y así se explica su mayor actividad química, pudiendo razonar de igual manera, sin faltar á la severidad de los preceptos lógicos, respecto á la escala de las relativas afinidades de los diversos elementos, cuya aptitud para combinarse decrece en general, á medida que el equivalente aumenta: hecho que muy bien puede relacionarse con las variantes que los cuerpos presentan en los sucesivos estados físicos.

Dotados los gases de la máxima energía potencial, son susceptibles de variadas metamorfosis: su dinamismo es multiforme; pero al liquidarse, y, sobre todo, al solidificarse en los sucesivos desprendimientos de calor, su energía potencial se disipa, pierden su flexibilidad fenomenal, terminando en la fósil petrificación del estado sólido, cuya rigidez, que bien puede llamarse cadavérica, representa el agotamiento de la energía latente en el gas primitivo. Correspondiendo los elementos químicos con la progresión de sus pesos elementales á sucesi-

vos enfriamientos, á ellos son aplicables idénticas consideraciones, desde el helium y el hidrógeno, referibles al estado gaseoso en su mayor tenuidad, hasta el bismuto y el urano, que simbolizan las contracciones máximas del estado sólido. Los primeros elementos químicos representan, como los gases, la juventud de la materia henchida de energía, fácilmente mudable, é idónea para tomar variadas sendas: en cambio los últimos elementos tienen el sello del frío en que se engendraron, ostentando en su pasividad el desmayo de la senectud.

Estos razonamientos son corolarios, sumisos al fundamental principio de la evolución, mostrando la solidaria reciprocidad de la integración de materia, y la diferenciación de energía: ley suprema en los actuales momentos, que por do quiera se ve confirmada en los sucesivos equilibrios, engendrados por el contrapuesto influjo de las actividades cósmicas, allá en los oscuros senos de donde fluyen, ya tranquilas, ya impetuosas, las corrientes nunca exhaustas de los procesos naturales.

VI

Considerados los elementos químicos como puntos singulares en la gran curva de la evolución de la materia, muchas anomalías, antes inexplicables, encuentran fácil y racional explicación; y, midiéndose el valor de las teorías por los servicios que prestan, no se le podrá negar su derecho á la vida, á la que, apenas anunciada, exhibe su ejecutoria de méritos efectivos, reduciendo á sistema hechos rebeldes á la disciplina de las anteriores teorías químicas. Figura entre ellos la desigual proporción en que se hallan en el planeta los diversos elementos químicos. ¿Cómo explicar la abundancia del calcio,

hierro y silicio en cotejo de la escasez del cesio, didimio, rutenio, y otros, de los cuales apenas se puede obtener cantidad necesaria para satisfacer la curiosidad del coleccionista?

Según aquel concepto que veía en las combinaciones, idilios y dramas de los átomos, igualmente primitivos, debía atribuirse tal diferencia á caprichos de la Naturaleza, como en otros tiempos se explicaron la producción de los cristales, la de los fósiles, y la de los organismos monstruosos; pero la severidad científica de nuestros días no puede satisfacerse con tan inocente explicación. Admitiendo la génesis sucesiva de los elementos químicos, es forzoso suponerlos formándose en cantidades proporcionales á la duración de las circunstancias de su origen, correspondiendo los cuerpos raros á momentos excepcionales y fugaces de la evolución telúrica, formaciones de un día jamás repetidas.

En este concepto no acusa la menor irregularidad que la raya observada por el P. Secchi, en el espectro de Júpiter, no coincida con ninguna de las características de los elementos observados. Es perfectamente natural que, además de las condiciones generales de la vida de los astros, se presenten en cada uno circunstancias individuales, generadoras de elementos químicos, á ellas correlativos, siendo muy probable que en lo sucesivo se conozcan nuevas rayas, á medida que se extienda y afine la espectroscopia sideral, en la misma forma que aumentó el catálogo de los cuerpos simples con la adquisición de nuevos procedimientos analíticos, máxime teniendo en cuenta que este género de investigaciones atraviesa tan crítico período, que hoy no es posible decir resueltamente cuántos son los cuerpos simples conocidos.

Interpretando los pesos elementales como relaciones dinámicas, no es muy racional explicar la combinación

como resultante de la yuxtaposición de los elementos, subsistiendo actualmente distintos dentro del compuesto. Más lógico es suponer que existen tan sólo en estado potencial, en conformidad con los diversos modos de descomposición de que son susceptibles los cuerpos, según el agente empleado; y este concepto de su íntima estructura armoniza perfectamente con las ideas antes expuestas, relativas á las génesis de los compuestos en momentos ulteriores de la evolución que engendró á los elementos químicos.

Abundando en estas ideas, Liveing explica la combinación como armonía de movimientos de los átomos combinados, moviéndose y vibrando en conjunto: armonía establecida por la tendencia de las fuerzas generales de la Naturaleza á una igual distribución de la energía en todo el universo. En tal sentido compara el hidrógeno y el oxígeno á dos campanas del mismo metal, productoras de notas distintas; y, extendiendo esta consideración á los demás elementos químicos, podrá explicarse la posibilidad de sus combinaciones por la completa armonía de los movimientos vibratorios.

Presentando los pesos elementales como equivalencias mecánicas, el pensamiento no puede refrenar los vuelos de las inducciones y analogías, elevándole á la esfera seductora de las visiones proféticas, y de nuevo se pregunta si la codiciada trasmutación de los cuerpos llegará á realizarse como la de los agentes físicos. Observando en la fosforescencia cómo se trasforman las radiaciones luminosas entre sí, y después la conversión recíproca de la luz en calor y electricidad, y la de estos agentes en energía química, que á su vez se manifiesta en último término por variantes físicas, parece que el antiguo problema se inclina tanto á su solución positiva, que este es sencillo corolario del principio de persisten-

cia de la energía y de la convertibilidad equivalente de sus innúmeras manifestaciones.

Como respetuoso homenaje á los fueros de la experiencia, repetiré, por última vez, que al presente dista mucho de ser hecho consumado este afán generalizador que viene incitando al espíritu sintético de todos los tiempos. Pero, lanzándonos á discurrir probabilidades, siquiera como desahogo final de los enojosos detalles de los que he sido harto pródigo, voy á permitirme exponer mi opinión acerca de este trascendental problema, hoy casi metafísico, y que allá se cierne en los oscuros limbos de las cuestiones opinables. Sólo amparado por esta vaguedad é indeterminación, me aventuro á formular juicio, mientras hechos más positivos no lo encierren en soluciones concretas.

No obstante haber reconocido unidad de organización en todos los seres, nadie ha pensado hasta ahora en transformar un individuo de una especie en otra distinta: lo cual sólo aparece factible, pudiendo retroceder hasta el protoplasma: punto neutro, en donde reside la potencialidad de todas las formas orgánicas posibles, y acumulando en él las circunstancias precisas llegar evolutivamente á la especie deseada. Por analogía, la transmutación de los elementos químicos parece exigir también el retroceso al protilo primitivo: punto neutro en el cual debe residir la potencialidad de todos los pesos elementales posibles, y en él, mediante adaptación adecuada, producir á voluntad los elementos químicos. No de otro modo piensa Berthelot, al aceptar como exigencia lógica la unidad de la materia; pero no determinando esta unidad por alguno de los elementos conocidos, en el cual pudieran convertirse todos los demás; sino como la expresión general que representa una función algebraica, independiente de sus valores particu-

lares. Evocados por estas ideas, vuelven á la ciencia la *Materia prima* de Aristóteles, y, sobre todo, aquellos altos conceptos de Pitágoras, que erigían á los números en principio constituyente de todas las cosas, reduciendo el interés que pueda inspirar la diversidad de los cuerpos á conocer magnitudes matemáticas, concordantes con la armonía universal. Reivindiquemos aquel filósofo acusado de soñador, á quien presenta la tradición absorto en escuchar el armonioso ritmo de las esferas, para contarnos una leyenda más de las muchas engendradas en la espléndida fantasía del pueblo, en donde alboreó la civilización europea. La gloria de este filósofo sobrevivirá á mezquinos prejuicios, y siempre será acatado el espíritu genial que previó la reducción de la *cualidad á cantidad* en su aforismo *Numeri regunt mundum*. Quien impuso este canon al conocimiento excedió en severidad científica á muchos que, pretextando no salir de rigurosas inducciones, fingen extremadas hipótesis, encarcelando el espíritu entre límites infranqueables, en vez de incitarlo á determinar y medir cuanto sea asequible á la observación. Pero inútiles son todas las restricciones: porque, á la corta ó á la larga, en el mundo de la ciencia todo *non plus ultra* tiene su Colón que abre nuevos horizontes al espíritu investigador.

DISCURSO

DEL

EXCMO. SR. D. JOSÉ ECHEGARAY

Señores:

Habéis oído, con la suma complacencia que adivinaba yo al escribir estas líneas, el profundo é interesante discurso del Sr. Carracido; y mi tarea, terminada la suya, es bien sencilla y en brevísimas páginas presumo que he de ponerle término.

Saludar con simpatía y esperanza á nuestro nuevo compañero, dejando á cargo de su modestia cuanto nos ha dicho respecto á su persona, aunque aceptando, porque es deuda que con la ciencia ha contraído, todas sus promesas de entusiasmo y actividad, promesas que su juventud y su talento hacen firmes y valederas; unir á su sentimiento el nuestro, y los nuestros á sus elogios, al evocar el nombre y la memoria de D. Manuel Rioz y Pedraja, esclarecido modelo para cuantos se dedican al estudio, y del magisterio desean hacer un elevado y severo sacerdocio; y pronunciar algunas, aunque muy rápidas frases, sobre el tema con tanto acierto como sobriedad tratado por el nuevo académico, son los tres

únicos puntos, que deben comprender estas ligeras observaciones, á las que ni me atrevo á dar el nombre de discurso.

El deber, muy grato seguramente, de consagrar palabras de aprecio, cortesía y compañerismo al Sr. Carracido, y el de tributar cariñosos recuerdos al sabio insigne y al ilustre profesor, que ocupaba el mismo sitio que hoy ocupa el nuevo académico, son deberes ambos que con lo dicho considero cumplidos, sobre todo, si á las sencillas frases que llevo escritas, se une y las acompaña el asentimiento de la Academia, que suple con su valer y su importancia lo que falta por ambos conceptos al que hoy tiene la honra inmerecida de representarla.

Sólo me resta, para cumplir mi obligación académica, dar unos cuantos pasos en compañía del Sr. Carracido por el difícil é interesante tema, que para su discurso de recepción hubo de escoger, y que con tanta profundidad como gallardía ha sabido discutir en aquellas pasadas páginas, que á decir verdad, hanme parecido pocas según el interés que en mí han despertado, aunque á su natural discreción le hayan parecido suficientes.

Voy á cumplir, pues, esta última parte de mi tarea

En ninguna época se ha dado más al *método experimental*, ni con mejor derecho ni con más brillantes resultados que en la nuestra. El exigente sistema de la novísima filosofía positiva se ha impuesto vencedor á físicos, químicos, astrónomos, mecánicos, naturalistas, sociólogos y literatos, y en todas partes vemos al espíritu del siglo interrogando incansable á la Naturaleza y arrancando al Cosmos pedazo á pedazo su misterioso secreto: pedazos á veces tan pequeños que casi son añicos, pero que se van juntando y forman ya montañas.

El hecho, la observación, la experimentación, la ley empírica, el peso, la medida, el número, dominan en el vasto taller de la ciencia moderna.

Y sin embargo ¡contraste singular! en ninguna época se ha mostrado más pujante, más ambicioso, y ¿por qué no decirlo? más avasallador el método sintético, pretendiendo reducirlo todo á grandes leyes de carácter universal, y aspirando á la unidad suprema, término inevitable de todas las ansias humanas.

No podía ser la Química una excepción en esta doble y marcadísima tendencia, y no lo ha sido en efecto: prueba de ello, aparte de otras muchas que pudieran aducirse, es el discurso que acabáis de oír, cuya doctrina se funda en los interesantes hechos que cita y en las teorías que rápidamente, pero con gran fidelidad, condensa.

En la Física, la tendencia *monista* se representa por esta admirable fórmula: la *unidad de la fuerza*.

En la Química manifiéstase el ideal *unitario* por este otro concepto no menos fundamental que el anterior: la *unidad de la materia*.

Como en Biología brota enérgica la misma vigorosa aspiración, y se afirma ante las asombradas y viejas tradiciones, con este, que pudiéramos llamar el gran postulado de las escuelas transformistas: *la unidad de la vida en la unidad del protoplasma*.

Ya lo ha dicho el Sr. Carracido: la unidad de la materia en las ciencias químicas es algo así como la teoría darwiniana en las ciencias biológicas.

Admitir un número determinado de especies vivas, intransformables hoy é intransformadas siempre unas en otras, y sin un tronco común de donde todas ellas arranquen, es, en el orden lógico y según el gran principio de analogía, tanto como admitir que los cuerpos

simples de la Química representan sustancias esencialmente distintas, sin un factor común, sin un común origen, á manera de especies invariables del mundo inorgánico.

Pero dejemos aparte aquel arduo problema, que con los hondos arcanos de la vida se relaciona, y vengamos á nuestro caso: quiero decir, al caso ó al discurso del Sr. Carracido.

Bien dice el nuevo académico: la teoría atómica, de este modo considerada, está en abierta oposición con ciertas y muy profundas ideas modernas de unidad dinámica. Suponer que las sustancias químicas se hallan reducidas á unos cuantos tipos, 50, 60 ó 70, ó sean los que fueren, porque ya se va perdiendo la cuenta y la memoria; decir, por ejemplo, que el oxígeno se compone de moléculas indivisibles é intransformables, como intransformadas, del mismo oxígeno, y de elementos con igual carácter de permanencia y aislamiento el hidrógeno, y así cada cuerpo simple de partecillas inalterables, que desde *ab-initio* contienen en compendio infinitesimal todas las propiedades de la sustancia de que forman parte; poner, en suma, cada elemento simple dentro de una esfera sagrada de misterio, afirmando que fué y es, como será; es renunciar para siempre á toda explicación satisfactoria y definitiva de las ciencias químicas, y reduciendo la dificultad, por la apariencia, en tamaño, dejarla en el fondo tan agigantada como antes, sin más que sustituir á una X mayúscula muchas incógnitas *x*, pequeñas sí, pero numerosas hasta lo infinito.

Dé aquí la idea de buscar un factor común á todas las moléculas de los cuerpos simples y de reducirlas unas á otras, si no materialmente en retortas y aparatos, al menos en la región de la teoría, resucitando de este

modo la antigua aspiración de los alquimistas, y planteando en amplísimo campo el viejo problema de la transformación de los metales. Con calzas, hopalanda y caperuza lo vistió la Edad Media; vestido á la moda del día se nos presenta hoy; pero en el fondo, y con esta ó aquella vestidura, palpita la misma idea y la misma creencia se afirma: á saber, que la materia es una, y que los cuerpos simples no son más que formas dinámicas diversas de idéntico substratum.

No pretende el Sr. Carracido, que hoy por hoy, y por los medios que poseen en la actualidad los laboratorios, puedan transformarse unos en otros los llamados cuerpos simples, condensando el aire, pongo por caso, en unos cuantos granillos de oro; pero en los límites de lo prudente, con la severidad del hombre de ciencia y con todos los respetos que á la experimentación son debidos, discute el nuevo académico el problema en la esfera especulativa, y aduce razones, y presenta hechos que abonan el principio monista, desde el análisis espectral á la teoría de las capacidades caloríficas y de las condensaciones sucesivas.

Quizá nunca será dado al hombre transformar uno en otro dos cuerpos simples, como jamás, aunque cruce castas, afine cualidades, ensanche unos miembros y atrofie otros, podrá convertir, no ya la paloma en león, pero ni siquiera el gorrión en canario; tal vez se agotaron ya las energías primitivas, que dieron origen á los que hoy tenemos por cuerpos simples; pero en todo caso subsiste el problema filosófico, y problemas tales se ramifican y tienen resonancias hasta en las mismas esferas de la experimentación y de la práctica.

Ello es que esta tendencia, sobre la cual llama vuestra atención el Sr. Carracido, de reducir todos los problemas de la Química á problemas de Mecánica, fun-

diendo toda la variedad de las sustancias en la unidad dinámica de los movimientos y las fuerzas, es tendencia universal y á mi entender muy fecunda: sin ella no hay ciencia posible, la mezquina receta empírica se sustituye á la ley general, y una esterilidad deplorable sería la consecuencia inmediata de todo retroceso ó de todo estancamiento sistemático.

No quiere esto decir, viniendo ya á términos más concretos, que la teoría atómica, á la cual debe la Química grandes progresos, haya de proscribirse totalmente y en absoluto: una juiciosa distinción es muy del caso.

Entendiendo la teoría atómica como teoría última y definitiva; petrificando cada molécula de cada cuerpo simple, y convirtiéndola en una especie de *mónada* misteriosa; entonces, sí, la doctrina de los átomos concluiría por ser fúnebre lista de cadáveres archi-microscópicos, con el *non-plus-ultra* por triste epitafio, como se nos dice al final del notable discurso que habéis oído. Pero fecundado el átomo por las nuevas doctrinas dinámicas; rejuvenecida la célebre y gloriosa teoría por las modernas ideas, yo creo firmemente que ha de ser elemento importantísimo de la ciencia, y que con él ha de contarse para toda síntesis del mundo inorgánico bajo los principios de la Mecánica racional.

Que la materia, dados nuestros conocimientos actuales y nuestros limitados medios de transformación, tiene un último grado de divisibilidad química, al cual en buena lógica puede llamarse *átomo*, páreceme cosa indiscutible, y hecho evidentísimo, que comprueban todas las reacciones químicas: en efecto, un número limitado de combinaciones, por grande que sea, supone un número limitado de elementos.

Creyóse por algún tiempo, que este límite era el de

la molécula química propiamente dicha; pero fué preciso retroceder un paso para poner, por el pronto, en armonía con la experiencia la gran ley de Avogrado, hoy un tanto quebrantada, ley que proclama este principio: todos los gases á igualdad de presión y temperatura contienen dentro del mismo volumen el mismo número de moléculas. Así, por ejemplo, para ajustar el hidrógeno, el cloro, y su compuesto el ácido clorhídrico á los términos precisos de la ley citada, era necesario que la molécula de cloro contuviese dos átomos, otros dos átomos la molécula de hidrógeno, y que, en la combinación de ambos gases, una y otra molécula se partiesen por mitad, constituyéndose cada molécula de ácido clorhídrico por un átomo de cloro y otro de hidrógeno.

Así, pues, las moléculas de los cuerpos simples, esas divinidades olímpicas, como las llama el Sr. Carracido, de la teoría atómica, hanse visto partidas por su centro en dos y aun en tres átomos, cuando no en mayor número de elementos, por exigencias ineludibles de aquella misma teoría. ¿Qué mucho, que una vez quebrantada su esencia indivisa y roto el supersticioso respeto que inspiraban, se continúe desmenuzándolas, ya que no con los reactivos, con la imaginación al menos?

De todas maneras, y aun partiendo la molécula en dos ó tres elementos, hay que admitir un límite de divisibilidad dentro de la masa homogénea de los cuerpos simples, es decir, un tránsito de lo homogéneo á lo heterogéneo; ó de otro modo, un *átomo*, que llamaré indestructible, y que lo es en el estado actual de nuestros medios de análisis. Y es tan firme esta creencia, que grandes físicos, eminentes matemáticos y espíritus emprendedores han acometido más de una vez la inconcebible empresa de *medir las dimensiones absolutas de las moléculas* en los cuerpos simples y compuestos.

¡Medir el diámetro de la molécula! En verdad que á no ir unidos á tales empeños los nombres de Loschmidt, Cauchy, Thomson, Clerk-Maxwell, Van der Waals y Clausius, alguno de ellos con doble y triple reincidencia sobre el mismo problema, habría motivo, cediendo á un primer impulso, para acusar de soñadores y visionarios á los que persiguen esos fantasmas infinitesimales de la nada. Y sin embargo, ¡qué caudal de ciencia, qué peregrino ingenio, qué sublime atrevimiento, y, me atreveré á decirlo, qué fondo de verdad hay en los métodos empleados por tan insignes maestros!

Un primer germen de la idea brota, según Tait, de los trabajos de Loschmidt; y en la teoría de Cauchy sobre la dispersión de la luz (teoría, en honor á la verdad, algo dudosa) aparecen ya relaciones necesarias entre las distancias interatómicas del éter, las intermoleculares de los cuerpos transparentes, y las longitudes, hoy perfectamente conocidas, de las ondas luminosas.

Thomson con posterioridad acomete el mismo problema, y causa admiración lo atrevido y semifantástico de la empresa y lo ingenioso é inesperado del método: permitidme que, siquiera sea de pasada, recuerde el procedimiento del ilustre físico inglés, llamando al propio tiempo vuestra atención sobre este fenómeno, á que no sé si llamar psicológico, sociológico, ó étnico, á saber: que Inglaterra, la tierra clásica del positivismo, la patria de Bacon, el país más amante de lo práctico y de lo real, rivalice en lucubraciones atrevidas y casi metafísicas con la misma Alemania, al menos en lo tocante á ciencias físicas y naturales.

Inglaterra, en efecto, en que el método experimental domina como señor absoluto, es el país en que con más afán se ha estudiado el flúido eléctrico, lo más espiritual de la Física, y no sólo por lo que tenga de útil en

cables y telégrafos, sino bajo el punto de vista abstracto y matemático: Faraday imagina en el éter sus líneas de fuerza: Maxwell escribe su gran obra con todos los alardes imaginables del alto análisis, incluso los cuaternios y las armónicas esféricas: Thomson mide las dimensiones de las moléculas: Crookes estudia el cuarto estado de la materia; y físicos eminentes cultivan nada menos que el espiritismo científico.

Pero volvamos al método de Thomson.

Pone el ilustre físico en contacto dos láminas metálicas, una de zinc y otra de cobre, cuyos respectivos espesores supondremos, para concretar los términos, que son de *cuatro* milímetros cada uno, y sabido es, y una sencilla experiencia lo demuestra, que en la superficie de contacto se establece una caída de potencial eléctrico. Pero la creación de todo potencial supone cierto trabajo, el cual á su vez equivale á determinado número de calorías. Todo esto es sencillo, elemental hasta lo sumo, y es lo cierto que hasta aquí no es fácil adivinar por dónde han de aparecer las dimensiones de las moléculas del zinc ó del cobre.

Mas divídamos cada placa en otras dos, de dos milímetros cada una, y formemos, superponiéndolas en pila convenientemente, un nuevo sistema: el potencial será mayor porque el número de pares se ha duplicado y la superficie de cada par es la misma que antes. Tendremos, pues, *cuatro placas*, un *espesor mitad*, y un *trabajo*, que para mayor sencillez supondremos *doble*, así como será doble la cantidad de calórico equivalente al trabajo eléctrico desarrollado. Es evidente, por otra parte, que todas estas cantidades pueden medirse con bastante exactitud; y hasta aquí el procedimiento es riguroso, aunque todavía no sea fácil adivinar aquel punto del horizonte por donde la incógnita infinitesimal ha de presentarse.

Prosigamos dividiendo las placas en *ocho* de á milímetro; en *diez y seis* de á medio milímetro; y así sucesivamente, mientras la división física sea posible: con lo cual el trabajo ó las calorías irán creciendo.

Nada más fácil que trazar una línea cuyas abscisas representen los diversos números de placas, correspondiendo la serie creciente á espesores más y más pequeños, y cuyas ordenadas sean los trabajos eléctricos desarrollados en cada sistema. Cuando la experiencia no sea ya prácticamente posible por lo mínimo del espesor, aun podrá prolongarse la línea, ó para nuestro caso la recta, que representa las calorías en función de los espesores.

Y aquí es donde de pronto brota lo ingenioso, lo atrevido y lo inesperado del método de Thomson.

¿No es posible dividir más las placas para poner unas y otras hojas en contacto?

Pues pongámoslas en fusión, combinémoslas para formar con el zinc y el cobre el cuerpo conocido con el nombre de latón y midamos cuidadosamente el calor desarrollado en esta especie de combinación química.

Suponiendo, para simplificar la explicación, que el zinc y el cobre se combinan agrupándose átomo con átomo, el resultado térmico, es decir, el calor desarrollado será el mismo, ó como aproximación puede suponerse que sea el mismo, que hubieramos obtenido si, disminuyendo progresivamente los espesores de ambos metales, se hubiese llegado á dos placas en cuyos gruesos sólo cupiera una molécula. Basta, pues, buscar en la línea de espesores y calorías una ordenada que represente el calor práctico de combinación, y de la abscisa se deducirá fácilmente el espesor que corresponde á este caso: es decir, el *diámetro de la molécula*.

¡Quién había de decirnos que el humilde *latón* había de realizar prodigio semejante!

Tal es la idea de Thomson, presentada en su forma más sencilla y elemental; y aunque ocurren dudas y brotan objeciones, aunque una cosa es el trabajo eléctrico, y otra distinta, como veremos más adelante, el desarrollo químico de calor, aun contando con todo esto y con algo más, queda en el método del sabio físico un fondo serio y utilizable y un resultado de verdadera importancia.

Sea como fuere, por este medio llega Thomson á la siguiente cifra para el grueso de las moléculas: 0.000000036 : ó, si no para el diámetro verdadero, al menos para un límite inferior del mismo. De otro modo: las moléculas de zinc ó las de cobre no pueden tener menos de treinta y seis milmillonésimas de milímetro de diámetro, próximamente; y este adverbio quiere decir en el caso actual, que los diámetros buscados podrán ser seis ú ocho veces mayores ó menores de lo que el cálculo arroja: aun siendo sesenta ú ochenta el coeficiente de corrección, pareciórame á mí maravilloso el resultado.

El insigne físico ha reincidido, como antes he dicho, en tan estupenda investigación, acudiendo, por segundo método, á estudiar las dilataciones de una burbuja de jabón; y midiendo espesores, esfuerzos de tensión, enfriamientos del líquido, y trabajos desarrollados, obtiene que el diámetro de las moléculas del cuerpo sometido al experimento, no baja de 0.000000025 : número que concuerda admirablemente con el anterior, no en las cifras exactas, que esto fuera demasiado pedir, pero sí en el orden de pequeñez: *treinta y seis* milmillonésimas en un caso, *veinticinco* en el otro, es concordancia tal, que ni podía imaginarse.

Clausius, en su magnífica teoría cinética de los gases, que, digan cuanto quieran sus adversarios, es un trabajo de gran importancia, establece la siguiente propo-

sición: el trayecto medio, que podemos llamar trayecto libre, de las moléculas de un gas, dividido por el diámetro de una de dichas moléculas, es igual á la relación de todo el espacio ocupado por el fluido á ocho veces próximamente el volumen de las partículas de que se trata; y, como este trayecto medio puede calcularse por procedimientos bien conocidos, resulta que también podrá calcularse el diámetro en cuestión. Aplicando el nuevo método, se obtiene, para límite superior de la dimensión lineal de cada molécula, esta nueva cifra: 0.^{mm}000.000.050: cifra del mismo orden todavía que las dos anteriores.

Todos estos métodos, y otros varios que omito, no serán rigurosos; no darán, y no dan ciertamente, el diámetro de las últimas partículas indivisibles de la materia; no pueden considerarse, en todo caso, los números así obtenidos, sino como límites muy remotos de aquella dimensión buscada; pero tienden á probar que la materia no es homogénea, que no es divisible hasta lo infinito como el espacio abstracto de la Geometría, que hay un *límite práctico* en la divisibilidad química, y que, por consiguiente, los conceptos de átomo y molécula son inevitables, siquiera se rectifiquen ambos con arreglo á las nuevas ideas, interpretándolos en el sentido dinámico, para que de este modo entren, como forzosamente han de entrar, en toda nueva construcción de la ciencia.

La Física-matemática necesita hoy dos hipótesis ó dos símbolos para dar unidad á sus teorías, sean ó no definitivas ambas hipótesis. Necesita, repito, algo que represente la fuerza de atracción: un substratum real, ó simbólico, ó hipotético, ó, si aun se quiere menos, puramente esquemático, en que todo esfuerzo atractivo se apoye, por decirlo así; y á este punto de apoyo de las atracciones se le llama *materia ponderable*. La materia

atrae á la materia, proporcionalmente á la masas y en razón inversa de los cuadrados de las distancias: tal fué la admirable hipótesis ó la admirable fórmula de Newton. ¿Acaso se pone en duda la realidad del hecho? Pues dígase que las cosas pasan como si la atracción fuese real: la Astronomía matemática será siempre la misma.

Pero esta es la mitad del cimiento: la otra mitad falta: la Física matemática necesita otra base, otro substratum real ó imaginativo, adivinación de una sustancia ó creación de un elemento esquemático de orden y cálculo, hoy por hoy ineludible. Necesita, en suma, algo en que apoyar toda fuerza repulsiva; y á este segundo punto de apoyo de las repulsiones cósmicas, físicas y químicas, que el principio de unidad exige que sean idénticas, se le llama *éter*. El *éter* repele al *éter*, proporcionalmente á las masas *etéreas* y en razón inversa de ciertas potencias de las distancias: potencias aun no bien determinadas, porque en las acciones eléctricas se impone la segunda, y en los fenómenos de la luz se impone la sexta potencia.

Con estas dos hipótesis y estas dos leyes, y cruzando, por decirlo así, ambas sustancias, *materia ponderable* y *éter*, para expresar que su acción es atractiva y análoga á la primera, tiene la ciencia moderna cuanto ha menester para reducir la Física y la Química á términos puramente mecánicos.

Respecto á la Física, pocos ponen en duda la precedente afirmación: en cuanto á la Química, preciso es confesar que no hemos llegado á la plenitud de los tiempos y que toda síntesis general es prematura; pero en esa tendencia estamos, y á ella obedece el notabilísimo discurso del Sr. Carracido.

Admitiendo la materia ponderable, la materia *etérea*, fuerzas atractivas y fuerzas repulsivas, hay en efec-

to lo suficiente para construir en la imaginación la variedad de las moléculas y de los átomos simples, y aun, me atrevería á decir, para vislumbrar los principios y fundamentos de la futura Química, ó al menos los rasgos generales que dibujan sus severos contornos.

Nada más natural que suponer, que cada átomo de un cuerpo simple es un sistema de sub-átomos ó partecillas infinitesimales, compuesta cada una de un núcleo ponderable y de una atmósfera etérea, llamémosla así. Y bien se comprende que las atracciones y repulsiones de los elementos, equilibrándose, pueden constituir un sistema de gran estabilidad, sistema capaz de resistir á las acciones destructoras de que hoy dispone la Química, como también á las que se desarrollan en la esfera terrestre, y que sólo las energías primitivas, en cuyo seno se forjaron tales sistemas, podrían descomponerlos.

De este modo se conciertan sin esfuerzo el principio de *unidad de la materia* y el hecho de la fijeza é *indestructibilidad práctica* de los cuerpos simples; y de este modo es posible comprender un procedimiento uniforme de formación para todos ellos y una gran variedad de formas. Todos los cuerpos simples serán algo así como sistemas planetarios archi-microscópicos, en firmísimo equilibrio dinámico: sistemas en que la agrupación de los sub-átomos de diversos órdenes y la figura geométrica podrán variar de muchas maneras, y en los que, sin embargo, la ley mecánica y morfológica será siempre la misma: la forma es distinta, pero la unidad es constante y está representada por la materia ponderable única, por el éter único también, y por las fuerzas atractivas y repulsivas que representan: *unidad* que es todavía un *duabismo*, hay que reconocerlo, á saber, el de las fuerzas atractivas y repulsivas; pero unidad que, des-

pués de todo, supone un gran esfuerzo de concentración sintética y un gran paso hacia la unidad definitiva.

Esta teoría de unidad mecánica me parece más profunda, más científica, y más rica en aplicaciones, que la teoría atómica, empeñada en fundar la unidad de la materia en multiplicidades más ó menos forzadas de los pesos atómicos.

Ha sido grave cuestión, en efecto, y problema debatido hasta lo sumo, el de buscar un peso atómico del cual fuesen múltiplos exactos los pesos atómicos de los demás cuerpos; porque en llegar á esta codiciada progresión de números enteros consistía, á juicio de algunos químicos, la demostración terminante de que la materia era única con grados diversos de condensación. Tomábase, por ejemplo, el peso atómico del hidrógeno por unidad, y era motivo de triunfo todo peso atómico representado por un número entero, como era decepción tristísima todo otro cuerpo cuyo peso atómico hubiera de expresarse por un número fraccionario. A mi entender, ni es este el verdadero punto de vista, ni prueba nada en pro ó en contra del principio unitario el valor entero ó quebrado de cualquier peso atómico.

Plantear el problema en estos términos, es lo mismo que buscar un divisor común en la serie 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, etc., empeñándose en que el divisor ha de ser el menor de todos ellos: es decir, el número 4. ¡Gran regocijo al examinar los números 8, 12, 16, 20, y al ver que todos ellos son divisibles por dicho factor! ¡gran desaliento al poner á prueba los números 6, 10, 14, 18, porque ninguno de ellos admite el divisor de que se trata!

Cierto, 4 no divide á la serie precedente: ¿pero esto prueba acaso que no sean todos ellos divisibles por un mismo número? No es 4 el divisor buscado, pero lo es 2.

Y de igual modo podemos decir y diría el Sr. Carracido: ¿qué importa que todos los cuerpos simples no sean condensaciones de hidrógeno? ¿Qué importa que sus pesos atómicos no resulten múltiplos exactos del de dicho cuerpo? Si el hidrógeno no es la unidad buscada, lo será otro cuerpo desconocido en nuestro globo, el helium por ejemplo: ó no lo será ninguno, sino cualquiera de los sub-átomos de que á mi entender se componen todos los cuerpos simples y que son idénticos para todos ellos.

De tales coincidencias no depende, en verdad, el principio *unitario* de la Química: de más profundos problemas ha de brotar, y en ellos ha de buscarse la solución apetecida.

La hipótesis *monista* ha de comprobarse explicando *la afinidad* y sus leyes por medio de estos únicos elementos: la *materia ponderable* y la atracción, el *éter* y su repulsión propia: ha de comprobarse aún, explicando con dichos elementos y mediante los principios de la mecánica, los grandes hechos de la teoría *electroquímica*, de la teoría *atómica*, y de la teoría *termoquímica*. Quiero decir que, á mi juicio, debe fundarse la ciencia química en una gran síntesis de estas tres teorías: la de Berzelius, la de Dalton, la de Berthelot; y escribo estos tres nombres, como pudiera escribir otros muchos con perfecta justicia y con el mismo derecho, por ejemplo, los de Richter, Davy, Dumas, Gerhardt, Laurent y Thomsen.

¿Es posible en el momento actual de la ciencia este gran trabajo sintético, que, como *desideratum*, someto á vuestra consideración?

¿No es prematuro y ocasionado á grandes desencuentros el intentarlo siquiera?

Creo firmemente que no ha llegado la ocasión pro-

picia para construir la nueva Química; pero creo también que todo tiempo es oportuno, y este más que los precedentes, para explorar el horizonte; y aun sospecho que allá á lo lejos se dibujan los contornos, aunque indecisos y borrosos, de la nueva teoría.

Permitidme, que á este propósito, y para terminar las desaliñadas observaciones que preceden, someta á vuestro ilustrado juicio algunas ideas, que quizá en otra ocasión desarrolle con más rigor y en forma más extensa.

Explicar la *afinidad química* por el juego y el concurso de las fuerzas físicas ha sido y sigue siendo la gran aspiración de la ciencia. Pues bien, yo considero, que reducidas dichas fuerzas á dos no más, la fuerza atractiva de las masas ponderables y la repulsiva del éter, la afinidad química puede explicarse por manera en extremo sencilla y sin necesidad de acudir á nuevas hipótesis.

Excusad la aridez de las explicaciones que siguen: procuraré ser muy breve.

Imaginad dos átomos de dos sustancias químicas *A*, *B*; suponedlos compuestos cada uno de un *núcleo ponderable* y de una *atmósfera de éter*; colocadlos á determinada distancia; y, para fijar las ideas, admitid que uno de ellos, sea el átomo *A*, está fijo, y que el segundo átomo *B* se mueve sobre la línea de ambos. Tal hipótesis es perfectamente legítima, en virtud de la teoría de los movimientos relativos.

La fuerza que en cada momento actúa sobre *B* podrá representarse por la diferencia entre las ordenadas de dos curvas: la *curva de las atracciones* y la *curva de las repulsiones*: precisamente la abscisa del punto en que se corten (convenientemente colocadas) será la que exprese la *distancia de equilibrio* de ambos átomos.

Yo afirmo que no hace falta más para distinguir el estado puramente *físico* de la combinación *química*; y, en suma, para definir en términos precisos la fuerza de *afinidad*.

¿Os parece poco para tal empresa? Pues de mucho menos hizo Dios el mundo; y aunque es verdad que no somos dioses, también lo es que no tratamos de fabricar universos, sino de explicar un fenómeno, que quizá ha de parecernos sencillísimo el día en que se logre reducirlo á su última y primitiva esencia.

Desde luego puede decirse, que cuando la *distancia de equilibrio*, que acabo de definir, es relativamente considerable, es decir, cuando es muy superior á las magnitudes inter-atómicas de las combinaciones químicas; cuando sólo obedecen los átomos á las fuerzas que llamamos físicas, en tal caso, repito, puede afirmarse, que los dos átomos *A* y *B* no forman un sistema íntimo más ó menos estable; sino, por el contrario, un sistema tal que entre uno y otro átomo puede pasar el filo de la división física.

El átomo *B* llega hasta cerca del átomo *A*, es rechazado, retrocede, va más allá del punto de equilibrio, vuelve otra vez, y así oscila alrededor de dicho punto con amplias oscilaciones y alejándose relativamente á largas distancias del átomo fijo: hasta puede, obedeciendo al encuentro accidental de otro átomo, cambiar su órbita (llamémosla así), ni más ni menos que un cometa pudiera abandonar nuestro sistema, si allá en las profundidades del cielo fuese sorprendido por atracción más poderosa que la débil, por lo atenuada, que ejerza el Sol á tan inmensa distancia.

Completando la anterior afirmación, puede afirmarse de nuevo que si la *distancia de equilibrio* es del orden que podemos llamar inter-atómico ó químico, en suma,

si es mucho menor que la del caso precedente, y si además la velocidad (la temperatura pudiéramos decir también), no pasa de cierto límite, los átomos formarán un sistema íntimo más ó menos estable: el átomo *B* oscilará á uno y otro lado de su posición de equilibrio, siempre en presencia próxima del átomo *A*; y, en suma, los átomos *A* y *B* constituirán una verdadera combinación química, presentando determinada resistencia á su desagregación, y ofreciendo lo que pudiéramos llamar el tipo de la molécula compuesta.

No más: la única diferencia entre el estado físico y el estado químico estriba, en mi concepto, en el orden de magnitud de la distancia de equilibrio estático, ó sea de aquella á que se hallan los centros alrededor de los cuales oscilan los átomos; suponiendo siempre ciertos límites para la amplitud de las oscilaciones, es decir, para la temperatura; pues sabido es que, cuando ésta pasa de tal ó cual grado, variable según la naturaleza de la sustancia, la disociación es inevitable.

Pero no basta con lo dicho para completar la idea, que hoy someto al ilustrado criterio de la Academia, en comprobación de la doctrina, que por manera tan elocuente sostiene el nuevo académico en su discurso.

He definido, con definición mecánica y geométrica, el estado físico y el estado químico; ¿pero cómo se pasa del uno al otro? ¿cómo y cuándo se presenta la afinidad? O, mejor dicho, ¿qué es la afinidad y en qué se diferencia de las acciones puramente físicas? Puede suceder, y sucederá en muchos casos, que la *distancia de equilibrio* sea del orden físico, y que, sin embargo, la combinación se verifique. Supongamos, en efecto, que la temperatura se eleve, que los átomos *A* y *B* lleguen á chocar, y que haya un momento en que sus esferas límites, reales ó dinámicas, se pongan en contacto. Natural parece que

en este instante las atmósferas de éter busquen su equilibrio, como sucede en el célebre problema de Poisson, que es el tipo elemental de la teoría que voy exponiendo, al ponerse en contacto dos esferas electrizadas. Parte de la atmósfera, mejor dijera de la masa de éter de una de ellas, podrá pasar á la otra, y las curvas de las atracciones y repulsiones cambiarán, acortándose ó pudiendo acortarse (que todo esto hay que comprobarlo analíticamente) la *distancia de equilibrio*. Si este hecho, cuya *posibilidad* teórica creo yo que es dado demostrar en forma matemática, se verifica, y, al disminuir la expresada distancia, pasa del orden físico de pequeñez al orden químico, la combinación será también un hecho. He aquí cómo aparece de nuevo la célebre y hoy arrinconada teoría electro-química de Berzelius, explicándose por las fórmulas de la mecánica y por fenómenos de la Física el misterio de las afinidades químicas.

La teoría de Berzelius, digo; porque, en resumen, ¿qué es todo lo que llevo expuesto, sino afirmar que ambos átomos se electrizan, uno negativamente y positivamente el otro? ¿qué es, sino volver á la teoría del inmortal químico, siquiera la forma sea otra, más claro el proceso mecánico, y susceptible éste de una demostración matemática, antes imposible, y aun en la actualidad difícilísima?

Sí: en el fondo esta idea es aquella, sin la condición sistemática y exclusiva del dualismo, que llevaba en su seno gérmenes de ruina, y sin la clasificación insostenible de átomos, por sí y fatalmente electro-positivos ó electro-negativos. No en verdad: en una molécula compuesta no hay dos grupos, que de antemano estuviesen dotados de polos opuestos: es pura y simplemente, á mi entender al menos, un sistema en que las curvas de atracción y repulsión determinan distancias de equili-

brio del orden atómico, sea cual fuere la división que en la molécula se imagine. Y con esto caen por su base todas las objeciones que contra la teoría de Berzelius se han dirigido, como me sería fácil demostrar, si no temiese fatigar vuestra atención, y si no reconociera que análisis de esta índole son impropios de la ocasión y del objeto de este escrito.

Toda teoría que explica gran número de hechos; que en un momento dado se apodera de la ciencia, la domina, la sujeta á un sistema y ayuda poderosamente á su desarrollo, caso en que se halla á mi juicio la gran concepción de Berzelius, encierra, á no dudarlo, un gran fondo de verdad; y, aunque al fin se arruine bajo el peso de sus exageraciones y excesos ambiciosos, llega un día en que recobra el puesto que le corresponde, momento en el cual, armonizándose lo nuevo y lo pasado, brota una gran síntesis de cuanto la ciencia ha ido acumulando de verdadero y de fecundo.

La afinidad no es por lo tanto, al menos tal es mi creencia, otra cosa que una manifestación del equilibrio dinámico en distancias atómicas; como la cohesión lo es del equilibrio físico entre las mismas fuerzas, actuando á distancias moleculares; como la atracción planetaria, en fin, determina el mismo equilibrio dinámico en el espacio infinito, en el que son insensibles por lo general los efectos de una de ambas curvas: la de las repulsiones. Las mismas son las fuerzas para estos tres casos: las mismas las leyes: las distancias de equilibrio estático son las únicas que varían.

Pero no basta explicar la afinidad, es preciso explicar sus apariencias, su manera de ser, sus leyes, en suma. Y hay en la afinidad un carácter extraño, misterioso, en que lo inorgánico parece llegar á las fronteras del mundo orgánico, y en que á la categoría puramente

matemática y mecánica de la *cantidad*, se sustituye la categoría más vaga y siempre rebelde de la *calidad* química: punto é instante en que, como dice Mayer, la ciencia está llamando inútilmente á las puertas de lo desconocido.

Me refiero al principio de las proporciones múltiples, y sobre todo al hecho singular é inexplicable de encontrar siempre un límite la afinidad química, pasado cierto múltiplo.

El átomo *A* muestra gran afinidad por el átomo *B*, y se combinan: por ejemplo, combinanse el carbono y el oxígeno.

Pero no se sacia al parecer el ansia química de ambas sustancias, y todavía el átomo *A* puede combinarse con dos átomos *B* y *B*, resultando la molécula AB^2 .

Algo parece, sin embargo, que se fatiga la afinidad química de *A* con la segunda carga; pero todavía en ocasiones el grupo anterior se une á otro tercer átomo *B*, constituyéndose el compuesto AB^3 , menos estable, no obstante, que los anteriores: de todas maneras, al fin y al cabo, el átomo *A* parece satisfecho y aun harto, su afinidad queda agotada, saciada su sed, y, pasado tal límite, ya no se combina con mayor número de moléculas del cuerpo (*B*).

¡Qué hecho tan singular, si bien se considera! ¡qué fenómeno tan extraño!

¿En qué se parece la afinidad química, manifestándose de este modo, á la atracción de la materia ponderable ó á las repulsiones eléctricas? ¿Cómo ha de ser la afinidad, dados estos precedentes, el resultado de una acumulación de fuerzas físicas?

La materia atrae á la materia, y cuanto mayor masa se reúne, mayor es la fuerza atractiva. Dos masas reunidas atraen á una tercera masa con más fuerza, que una

de ellas sola; y las tres agrupadas llaman á sí, con más intensidad que cualquiera de las mismas, á una cuarta masa; y el ansia de atracción jamás llega á saciarse, sino que, por el contrario, va constantemente en aumento. En cambio, y por contraste radical con este último caso, un átomo de determinado cuerpo, atrae á otro átomo de oxígeno; y ambos unidos atraen, como antes decíamos, con menor energía á otro segundo átomo, ó no lo atraen, y en todo caso bien pronto la afinidad queda satisfecha, saciada la molécula, y nuevas acumulaciones de oxígeno son de todo punto imposibles: en resolución, la afinidad química tiene *un límite*, próximo ó lejano; la atracción física no lo tiene, es indefinida ó infinita, y su proceso es en progresión creciente, sin barrera ni término.

¿Hay, pues, paridad entre ambas acciones?

¿No dice el buen sentido que ambos fenómenos son de un orden absolutamente distinto?

Esto dice, en efecto, el buen sentido; pero la experiencia demuestra que, en más de una ocasión, el buen sentido es un sentido de todo punto detestable, y que las apariencias suelen ser falsas y engañosas.

Yo creo que este es precisamente uno de esos casos.

Porque, aceptando en hipótesis la teoría general que deyo establecida, toda diferencia sustancial entre los fenómenos físicos y químicos desaparece; lo extraño, más que natural, es inevitable; y la ley de las combinaciones químicas se confunde con la ley general de las atracciones y repulsiones combinadas, que engendran, por una parte la materia ponderable, y el éter por otra parte.

En efecto, señores, y perdonadme una vez más tanta digresión, el átomo *A* y el átomo *B*, al combinarse, se repartieron desigualmente sus propias y primitivas atmósferas, ó dicho con más propiedad, sus propias

masas de éter; el punto de equilibrio varió, aproximándose al átomo A ; y ambos átomos formaron un sistema, cuyas distancias máximas eran del orden inter-atómico, ó sea del orden químico. Pero si, en vez de aproximarse el átomo B al átomo A , se hubieran aproximado dos átomos B al primero, ya sucesiva, ya simultáneamente, se comprende con facilidad suma, se adivina casi, casi se ve con la imaginación, que las cosas pasarían de modo muy diverso de como pasaron en el primer grado de combinación. Las atmósferas, ó masas de éter, que tienen ahora para esparcirse, por una parte la masa ponderable de A , por otra parte las dos masas iguales B , no se repartirán con tanta desigualdad como antes: los átomos B y B tienen, á igualdad de potencial, si hablar de este modo es lícito en la presente hipótesis, mayor capacidad eléctrica, pueden contener mayor cantidad de éter, el desnivel entre A y $B+B$ es menor que el que se estableció entre A y B , y el *punto de equilibrio*, clave de todos estos problemas, no se aproximará á A tanto como se aproximaba en la combinación sencilla $A+B$ del primer grado. •

¿Quedan A y $B+B$ á distancias finitas, ó sea de orden físico de pequeñez? Pues no hay combinación: AB^2 es imposible: el átomo A es monoatómico: la afinidad de A y B quedó satisfecha con un átomo de cada clase; y AB por una parte, B por otra, formarán una mezcla cuando más.

Por el contrario, ¿la distancia de equilibrio de AB y B es todavía del orden atómico? Pues la combinación AB^2 es posible; A tiene, por lo menos, dos grados, antes de llegar á la saturación; y dicho átomo A es, por lo menos, bi-atómico.

Repítase este razonamiento para dos, tres, cuatro átomos B en presencia de A , y tendremos la explicación

natural de los cuerpos llamados mono-atómicos, bi-atómicos, etc. (ó como dicen algunos, mono-valentes ó bi-valentes), así como la explicación de muchas anomalías y aparentes contradicciones.

La ley de las proporciones múltiples; la teoría de átomos con uno, dos, tres ó más polos; esas veleidosas fuerzas de afinidad que tienen sus ansias, sus caprichos y sus desfallecimientos; todo lo que hay de real, y todo lo que hay de fantástico en las antiguas teorías, creo yo, que podrá explicarse de esta manera por los principios generales de la Mecánica, y por esta consideración sencillísima: la del punto de intercesión de ambas curvas fundamentales, á saber, la de atracciones y la de repulsiones.

Es siempre el principio de Berzelius; pero á la moderna: el desequilibrio del éter, modificando dichas curvas, y aproximando ó alejando su punto de intersección.

¿En AB la distancia de equilibrio estático es del orden inter-atómico ó químico?. Pues hay combinación.

¿En AB^2 esta misma abscisa es del orden físico?. Pues ya la combinación no es posible: la agrupación es más lejana.

Por donde la teoría eléctrica de Berzelius, amplía y comprensiva, no la teoría dualista, estrecha é impotente en muchas ocasiones; y la teoría atómica, en que el átomo es un *sistema*, no un ser misterioso, sistema en que la hipótesis infantil de los polos, y la de las afinidades limitadas por cualidades ocultas de la materia, desaparecen; ambas teorías, digo, perdiendo su exclusivismo, se funden en una síntesis superior, y se resuelven por los principios generales de la Física y la Mecánica.

Y, sin embargo, todo esto, ni aun como primera hipótesis, sujeta á extensa y minuciosa comprobación,

me parece todavía bastante. Teoría que no abarque todas las teorías anteriores, en lo que tienen de verdaderas; teoría, repito, que no explique aquellos hechos, que las grandes teorías históricas explicaban, ni tiene probabilidades de acierto, ni merece consideración.

La idea que he sometido á vuestro ilustrado juicio, con motivo del discurso del Sr. Carracido y del problema plãntado con tanta competencia y vigor científico por nuestro nuevo compañero, explica, ó quizá logre explicar matemáticamente, la teoría electro-química y la teoría atómica en sus dos hechos más misteriosos, la *afinidad* y la *capacidad de saturación*; pero queda aún por explicar y por comprender en igual síntesis la teoría moderna de la termo-química, que tan notables desarrollos y aplicaciones ha recibido en Alemania, Inglaterra y Francia, y que ha dado origen á la obra magistral de Berthelot y á la notabilísima y profunda de Thomson.

La empresa no me parece imposible, y, considerando el problema en términos generales, tampoco me parece difícil: lo será, y mucho, cuando se descienda á sus senos y profundidades.

Permitidme que, para dar fin á mi tarea, escriba unas cuantas líneas más y fatigue todavía por algunos minutos vuestra benévola atención.

Desde el momento en que el átomo *B* se precipita sobre el átomo *A*, (y continúo con el mismo sencillísimo ejemplo de siempre, que pudiera llamar de la Química lineal ó de una dimensión) la fuerza atractiva y la fuerza repulsiva desarrollarán determinados trabajos, definidos por dos áreas, cuya diferencia será el trabajo resultante, que ejerzan sobre el átomo *B*. Pero si la trayectoria primitiva (démosle este nombre) se acorta por haberse aproximado al punto *A* el de equilibrio estático del átomo *B*, y si además se acorta también la amplitud de sus

oscilaciones, una parte del trabajo desarrollado y de la fuerza viva inicial de dicho átomo se presentará bajo forma de calórico: y he aquí explicado el desarrollo de calor que aparece en casi todas las combinaciones químicas. Sucederá una cosa parecida á lo que sucede al precipitarse sobre nuestro globo un aerolito. Si no llegara este caso, seguiría su propia órbita, oscilando, si era cerrada y estable, entre determinados límites su velocidad, y compensándose á la ida y á la vuelta los trabajos desarrollados; pero, si choca contra la masa terrestre, su movimiento de traslación desaparece, su fuerza viva inicial y el trabajo posterior acumulado se transforman en calor, que la experiencia diaria aprecia y que puede medirse en casos análogos.

Pere fijemos los hechos, y disculpad estos pormenores que pronto han de terminar, y con ellos mi tarea.

Al llegar al contacto los dos átomos, el éter pasa de uno á otro, un desequilibrio eléctrico aparece y una potencial aparece también: fenómenos todos ellos que suponen cierto trabajo consumido en realizarlos. ¿En virtud de qué trabajo motor se verifica el desequilibrio etéreo, origen del cambio de las curvas de atracciones y repulsivas, de la aproximación del punto de equilibrio, y de la combinación química en definitiva? Precisamente en virtud del trabajo á que me he referido, que no es otro que la suma de las dos energías antes mencionadas: la fuerza viva inicial de A y el trabajo de las fuerzas de atracción y repulsión, ó sea el calórico equivalente á una y otra energía.

¿Es este trabajo *superior* al necesario para engendrar la potencial eléctrica? Pues queda un sobrante, y la combinación pertenece á la clase extensísima de las *combinaciones exotérmicas*, es decir, de aquellas que se verifican con desarrollo de calor.

¿Es inferior al que exige el desnivel eléctrico creado? Pues será preciso, para que la combinación se verifique, una energía supletoria, un exceso de calor comunicado á los átomos, y tendremos una combinación de las comprendidas bajo el nombre de *combinaciones endotérmicas*.

Así podrían explicarse, si las hipótesis precedentes son exactas, esas dos clases de combinaciones que han parecido contradictorias por mucho tiempo, y así, por último, podrían resolverse también en una fórmula general aquellas tres teorías que representan otros tres momentos críticos de la ciencia química.

La Mecánica afirma, como base única de todos los fenómenos inorgánicos, la atracción de la materia ponderable y la repulsión del eter.

La teoría termoquímica explica por el trabajo de ambas fuerzas el desarrollo de trabajo positivo y negativo, es decir de calórico, que acompaña á toda combinación y prepara diferencias de potencial entre los átomos.

La teoría electro química, establecida bajo tales bases, explica á su vez por un simple cambio en el punto de intersección de las dos curvas características, la afinidad y la combinación de dos átomos.

La teoría atómica, por último, resulta ser una consecuencia necesaria de la precedente, y establece bajo base racional la clasificación de los átomos y de las moléculas.

Y de este modo hay motivos fundados para creer que las grandes concepciones de la Química se enlazarán íntimamente, y en una síntesis superior tomarán el puesto, que á cada una corresponde en justicia, sin exageraciones de escuela, ni exclusivismos absurdos y funestos.

Los principios y bases que sumariamente dejo expuestos, y que respetuosamente someto al juicio de esta

Academia, admitirían nuevos desarrollos, teniendo en cuenta que las curvas de atracciones y repulsiones pueden cortarse en más de un punto: puede haber, en efecto, tres ó más distancias de equilibrio, unas estables é inestables otras, por cuya consideración es dado explicar ciertos fenómenos del orden biológico, así como los que se refieren á las mezclas explosivas.

Considero aún que se enlazan en perfecto acuerdo con la nueva teoría electro-química, la teoría de la disociación, de Deville, y las de Guldberg y Waage, sobre dinámica-química, así como la profunda y fecundísima de Mendelejeff en su *ley periódica*.

No he de fatigar, sin embargo, por más tiempo vuestra atención con desarrollos impropios de escritos de esta clase y con pormenores técnicos más inoportunos todavía. De todas maneras debo reconocer que ésta, como cualquier idea análoga, que tienda á echar las bases de una teoría general, ha de sujetarse á dos condiciones. Es indispensable en primer lugar un desarrollo matemático, que demuestre su *posibilidad*; pues, sin esta condición, las más plausibles hipótesis no pasan de ser intuiciones caprichosas, más ó menos artificialmente combinadas.

Es preciso todavía un largo proceso *experimental*, que justifique las fórmulas, compruebe las leyes, determine los coeficientes, y dé el único fundamento sólido que existe para la ciencia positiva: la realidad de los hechos.

Ahora bien, si esta segunda parte es larga y difícil, no menos larga ni menos difícil es la primera.

Yo he hablado de fenómenos eléctricos, de atmósferas de éter, de potenciales eléctricos; y haciéndolo así, para dar idea de lo desconocido por analogías con fenómenos familiares á físicos y químicos, he traspasado los límites de mi derecho y he faltado al rigor científico.

Para la nueva teoría será casi inútil toda la ciencia eléctrica hoy conocida, ó al menos debe suponerse por el pronto que lo sea. Y la razón es obvia. La actual teoría de la electricidad admite *distancias físicas*, y para las repulsiones del éter la ley de la razón inversa de los cuadrados de las distancias, ley que no puede aplicarse á las *distancias químicas*. De no ser así, cuanto he dicho caería por su base, y la solución del problema por este camino pareceme imposible.

En efecto, el factor $\frac{1}{r^2}$ es factor común de todos los términos, las curvas no se cortan, y toda repulsión es imposible por pequeña que sea la distancia: resultado que está en abierta contradicción con la experiencia. Es preciso, pues, al llegar á las distancias, que llamo químicas, admitir, como admiten muchos físicos y entre ellos Mr. Briot, una potencia de r superior á la segunda: la *sexta* propone en su teoría de la luz, y fuerza tienen las razones en que se apoya el ilustre matemático francés.

Es decir, que la *teoría eléctrica*, con aplicación á los fenómenos químicos, es de un orden de aproximación distinto del de la teoría ordinaria; y, en suma, que es preciso construir una nueva teoría de la electricidad, teoría que pudiéramos llamar del factor $\frac{1}{r^6}$.

Pero, según esta nueva ciencia eléctrica, la electricidad ó el éter, ya no se esparcirá por la superficie, sino que debe suponerse que se distribuye en toda la masa; la teoría de la potencial, si existe, será distinta; y los problemas cambiarán en cierto modo de aspecto.

Y no más, que alguna vez he de poner término á mi árido trabajo.

Si lo dicho, y sobre todo los problemas que discute

el Sr. Carracido, se considera que sólo son conjunto de abstracciones ó de teorías prematuras é ineficaces, yo nada opondré al severo fallo, limitándome á observar que, dejando aparte mis modestas ideas, y atendiendo no más que á la cuestión propuesta por el nuevo académico, no por ser pura abstracción teórica ha de tenerse en poco; que abstracciones tales son la sustancia de la ciencia: ni más ni menos que el vapor, suspenso en el aire, parece insustancial neblina cuando empieza á condensarse, y es al poco tiempo hinchada nube, y copiosa lluvia después, y abundante riego más tarde, y jugo de los campos al fin, y siempre germen generoso y fecundísimo de vida.==HE DICHO.