

DISCURSO

LEÍDO ANTE LA

REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

EN SU RECEPCIÓN PÚBLICA

POR EL

SR. D. IGNACIO GONZÁLEZ MARTÍ

Y CONTESTACIÓN DEL

EXCMO. SR. D. JOSE RODRÍGUEZ CARRACIDO

El día 5 de Abril de 1914.



MADRID

IMPRESA RENACIMIENTO

Calle de San Marcos, núm. 42.

1914

DISCURSO

DEL

SR. D. IGNACIO GONZALEZ MARTÍ

Señores académicos:

Siempre he conceptualizado como inspiradas por el corazón las frases de agradecimiento y modestia con que comienzan la mayoría de los discursos leídos en actos análogos al presente, porque, aun siendo muy elevada la idea que cada uno pueda tener formada de sí mismo en el fondo de su espíritu, nunca creo llegue hasta el extremo de considerar homenaje merecido lo que es, unas veces reconocimiento de méritos bien probados para los demás, pero de cuyo valor no tiene casi nunca conciencia el que los contrajo, y otras, como sucede en el caso presente, marcada benevolencia, quizás dirigida á servir de estímulo á la persona favorecida. Y si de este modo considero tales exordios de una manera general, figuraos lo que me sucederá hoy, cuando, al ser yo el que ha de escribirlo, vuelvo los ojos á lo que ni siquiera me atrevo á llamar mi historia—porque en mi modesto entender sólo tienen *historia* aquellos en cuya vida destacan hechos ó cualidades dignos de ser conocidos—y no encuentro nada que haya podido induciros á elevarme hasta el punto de ocupar un sillón en esta docta Academia, por tantos conceptos ilustre, y de llamarme á compartir vuestras tareas, dignas de entendimientos muy superiores al mío.

Desde el día en que por voluntad vuestra fuí elegido para ocupar la vacante producida por fallecimiento de un ilustre ingeniero, hasta el momento presente, no he dejado de preguntarme en qué habéis podido fundaros para conferirme tan alto honor: mi pobre inteligencia no ha dado jamás frutos merecedores de semejante premio; no tengo, y de ello estoy bien seguro, esas dotes de vulgarizador merced á las cuales se simplifican las más intrincadas teorías, presentándolas al alcance de los poco versados en materias científicas; carezco de las valientes y afortunadas iniciativas que en otros han dado lugar á notables descubrimientos; ¿á qué debo entonces tan señalada merced? Pregunta es ésta que forzosamente ha de quedar sin responder, pues no cabe la suposición de que hayáis querido recompensar una vida, si bien dedicada al estudio, con muy escaso fruto, y un amor entusiasta y sincero á todo lo que se refiere á la Ciencia, amante capaz de proporcionar los más puros y elevados placeres del espíritu. Aun siendo así, el premio sería muy superior á los merecimientos y siempre, en consecuencia, desproporcionado.

Pero una vez en el trance en que me habéis puesto, surge, como dificultad insuperable, la de corresponder dignamente á vuestra benevolencia, cumpliendo los deberes que el cargo impone, y el temor de no conseguirlo ha influido no poco en el largo período de tiempo mediado desde que os dignasteis elegirme hasta el momento presente. Para cumplir esos deberes en la forma en que vosotros lo hacéis, según lo exige el esplendor y la honra de la Academia, necesitaría poseer dotes de que carezco, por lo cual sólo me será dable dedicar todos mis esfuerzos á ayudaros en las tareas de la Corporación con el buen deseo hijo del agradecimiento, y considerarme siempre como el último de vosotros, en quienes admiro y envidio las elevadas dotes de inteligencia que os ador-

nan. ¿Hasta dónde me será permitido llegar en el cumplimiento del primero de estos propósitos? Si hubiera de atender únicamente á los dictados de la voluntad, hasta donde llegase el más avanzado de vosotros; pero he de mantenerme dentro del límite de mis escasas fuerzas, llevadas, eso sí, al último extremo. Sé bien que aun de este modo no cumpliré la misión que me impone el cargo; pero la falta que con ello cometa tendrá siempre la circunstancia atenuante de ser involuntaria.

Si, después de lo dicho, puede haber algo que aumente el convencimiento de mi insignificancia, es seguramente la comparación entre ella y las condiciones del sabio académico para cuya vacante me habéis llamado. Impresiona tristemente pensar que para sentarse en uno de estos sillones sea indispensable dar el adiós eterno á algún hombre, honra de la Patria y maestro del saber, sin que baste á mitigar esta pena la consideración de que á la vida va indisolublemente ligada la muerte: así, no os extrañe que al ceñir á mi cuello la medalla, insignia noble de esta Corporación, la íntima satisfacción que embarga mi ánimo esté velada por el triste recuerdo de la pérdida de su anterior poseedor.

Al cumplir el deber de recordar á la Academia las relevantes dotes de mi antecesor, cábeme la satisfacción, como no podía ser de otro modo, de tener que extremar los elogios para la obra realizada durante la vida, por fortuna larga para la ciencia española, del Excmo. Sr. D. Luis de la Escosura. En ella figuran, al lado de las múltiples y variadas manifestaciones de una inteligencia poderosa, otras que demuestran la bondad de un corazón siempre dispuesto á socorrer á los desgraciados, ya con actos de caridad individual, ya dedicando buena parte de sus actividades á obras que le acreditan de verdadero filántropo. No he de entrar en detalles acerca de la labor realizada por el ilustre ingeniero: pluma

mejor cortada que la mía lo ha hecho en esta docta casa, y seguramente no habéis olvidado todavía las frases encomiásticas pronunciadas por mi antiguo y querido amigo el Ilmo. Sr. D. José Rodríguez Mourelo al leer ante vosotros la biografía de su compañero de Sección. Añadir nuevos datos á los allí expuestos sería tarea difícil, casi imposible, conocidos la escrupulosidad y el acierto del Sr. Mourelo, y repetir aquéllos sin copiarlos sólo daría por resultado hacerlos perder el mérito del castizo estilo con que están presentados. Permítaseme, pues, que me limite, como síntesis que resuma las condiciones del Sr. Escosura, á afirmar que su privilegiado entendimiento y vastísima cultura le permitieron dar á luz trabajos de verdadera erudición científica unos (el «Artificio de Juanelo» y «La historia del tratamiento metalúrgico del azogue en España»), de profundo saber en determinada rama de la Química otros («El Tratado de Química analítica y de Dosimetría»), y no pocos, de menor cuantía, al parecer, pero que no obstante le acreditan como hombre de Laboratorio y concienzudo mineralogista. Además, demostró en la Cátedra sus dotes de maestro, y en las empresas industriales que llevó á feliz término las de excelente administrador, extendiendo su actividad á todos los órdenes de conocimientos que abarca la carrera que siguió con un aprovechamiento no desmentido después un solo instante.

* * *

La obligación que imponen los estatutos de esta sabia Corporación de leer un discurso de carácter científico en los solemnes actos de recepción de nuevos académicos hace surgir en mi mente la idea de que hoy vais á experimentar la primera decepción por haberme elegido: estáis acostumbrados á escuchar brillantes disertaciones, en las que se des-

arrollan con castizo estilo las teorías más importantes de la Ciencia, esmaltadas de pensamientos tan originales como profundos; otras veces han sido estos trabajos ocasión de exponer los resultados de investigaciones personales de gran ingenio y transcendencia, y ahora, en cambio, habréis de limitaros á oír algunas consideraciones acerca de un tema mejor ó peor elegido, y que siendo más ajenas que propias, carecerán de las galas oratorias que hacen simpáticos los asuntos menos accesibles y atractivos. Pero la culpa no es mía; vosotros me habéis traído á este lugar y no creo injusto que paguéis el error cometido al elegirme. Armáos, pues, de benevolencia y pensad que sin vuestro llamamiento jamás me hubiera permitido molestaros.

El campo de la Física, cada vez más extenso, ya dentro de sus propios límites, ya en sus relaciones con los de las demás ciencias afines, se presta quizás como ningún otro en la época actual, á la elección de tema propio para ser desarrollado en un discurso de la índole del que tengo el honor de leer, por el estado de transformación en que se encuentran sus doctrinas á consecuencia de los descubrimientos realizados en los últimos años del pasado siglo y en los que van corridos del presente. Hay en él cuestiones generales de gran altura y palpitante interés, las cuales, por ser objeto de controversia en la actualidad, dan amplio margen para razonar por cuenta propia, mientras que á su lado figuran otras más asequibles, al parecer, por lo concretas y limitadas, sin que este carácter les impida ejercer notoria y transcendental influencia en el progreso científico. Estas últimas son como los sillares que entran en la construcción del edificio que las primeras constituyen y, lo mismo que sucede con éstos en Arquitectura, cada una debe estar colocada en el lugar que por su índole le corresponda, de tal modo, que se encuentre al lado de aquellas otras con las que enlace más fácil y com-

pletamente, sin lo cual el edificio carecería de solidez y no podría resistir la acción destructora del tiempo, representada en el terreno científico por la crítica serena y razonada de hechos, hipótesis y teorías. Puesto ya en el dilema de elegir entre las cuestiones de carácter general y las concretas, creo preferible ocuparme de alguna de las primeras, pues si bien parece que debieran quedar reservadas á aquellos espíritus sintéticos capaces de abarcarlas en su grandioso conjunto, dejan, sin embargo, mayor libertad para discurrir, mientras que un asunto concreto, sólo por el hecho de serlo, exige, á más de profundos conocimientos, dotes de exposición de que carezco y sin las cuales el discurso resultaría más árido y pesado de lo que aun así ha de resultar.

Siguiendo el anterior criterio y recorriendo las doctrinas de carácter general que se disputan el campo de la Física, encuentro una de tan extraordinaria transcendencia y de tal generalidad, que las consecuencias deducidas de su discusión han de influir no sólo en la Física misma, sino también en la Química, y aun en todas las demás ciencias que dedican sus investigaciones al conocimiento del mundo material, por cuanto pueden hacer variar de un modo absoluto nociones que, siendo en rigor hipotéticas, parecían, sin embargo, establecidas con suficiente solidez para que se las considerase casi como axiomáticas. Tales doctrinas son las que se refieren á la manera de ser considerada la materia, cuyas propiedades de invariabilidad y de inercia, tenidas por fundamentales, están hoy en tela de juicio. Y como para fijar la atención es conveniente enunciar de un modo concreto el tema que en todo discurso ha de desarrollarse, lo haremos con el nuestro en la siguiente forma:

«Algunas consideraciones acerca de la invariabilidad del átomo como consecuencia de los actuales conocimientos.»

No se me ocultan las dificultades que presenta el desarro-

llo, ante tan docta asamblea, de las cuestiones encerradas en el enunciado anterior; pero son éstas de tal transcendencia, pueden originar tan profunda revolución en el campo de las ciencias físico-químicas, que atraen y subyugan mi espíritu hasta el punto de constituir verdadera obsesión, en la que espero encontrar fuerzas suficientes para cumplir mi cometido.

* * *

El proceso de constitución de todas las ciencias experimentales comienza por el conocimiento de los fenómenos en sí mismos y en sus relaciones con las circunstancias que en ellos intervienen; cuando estas relaciones han sido ya determinadas, bien por medio de la simple observación repetida suficiente número de veces, bien recurriendo al artificio de la experimentación, se formulan las leyes cuantitativas mediante las cuales se encierran en una expresión generalmente matemática la dependencia entre el hecho mismo, las circunstancias que en él influyen y aun las causas inmediatas que lo determinan. Pero la inteligencia del hombre no se satisface con esto, y en su afán de acercarse todo lo posible al conocimiento completo de la Naturaleza, trata de inquirir el mecanismo íntimo mediante el cual se producen dichos fenómenos, investiga la razón en cuya virtud actúan las causas exteriores en tal ó cual sentido, y, por último, procura, con todas sus energías y con verdadero empeño, conocer sus causas primeras. Y para lograr estos resultados ya no bastan en muchos casos la observación y la experimentación, y el sabio se ve obligado á inventar, á dar alas á la imaginación, aunque refrenada siempre por el raciocinio, y entonces emite hipótesis forjándose la ilusión de que por este camino alcanza el fin apetecido, cuando en rigor no hace sino explicar á su *modo*, y dentro de su grado de des-

arrollo intelectual, lo que escapa á los medios directos de investigación de que dispone. Para cada hecho ó conjunto de hechos análogos se idea una hipótesis, y las así emitidas se funden luego y se compenetran á medida que la perfección de los conocimientos borra las fronteras que creó nuestra propia ignorancia. De aquí resulta que el número de hipótesis pertenecientes á determinada ciencia es grande en un principio, disminuye á medida que aquélla progresa, y si pudiéramos llegar á la verdad suprema, término que parece vedado á la inteligencia humana, seguramente nos encontraríamos con un principio único, que ya dejaría de ser hipotético, y que bien aplicado daría la explicación de todos los aparentes misterios de que hoy están llenas las ciencias naturales. Idear una hipótesis parcial para explicar cada hecho ó cada serie de hechos nuevamente descubiertos equivale á demostrar la insuficiencia de las ya existentes, y constituye una satisfacción hasta cierto punto pueril, pero de la que se encuentran no obstante infinitos ejemplos en la historia de las ciencias de observación.

A pesar de lo que acabamos de decir respecto de las hipótesis, no se crea que las consideramos como perjudiciales: lejos de eso, deben conceptuarse como necesarias, por constituir en primer término una gimnasia intelectual que adiestra á discurrir cada vez con más seguridad y perfección, y en segundo, porque contribuyen á conocer mejor los fenómenos, pues de su discusión y de las consecuencias que de ella se deducen se reconoce la necesidad de nuevas investigaciones experimentales, de las que resulta, no sólo un conocimiento más perfecto de los hechos mismos, sino también importantes descubrimientos.

A medida que se van conociendo los hechos, aun cuando imperfectamente, se les agrupa por razón de sus mayores analogías, reuniendo de preferencia aquellos que se pue-

den explicar partiendo de una misma hipótesis, y este trabajo de clasicación, lleno de dificultades en los comienzos de organización de las ciencias, obliga á discutir comparativamente las referidas hipótesis y da por resultado rechazar unas y refundir otras, haciéndolas más amplias y comprensivas de mayor número de fenómenos. Una vez constituida la ciencia por la mutua relación y enlace de las materias que abarca, ya no queda sino ensanchar sus fronteras con nuevos descubrimientos, establecer relaciones con las demás ciencias afines y comprobar, en fin, si las hipótesis relativas á la primera tienen cabida en las segundas.

Siguiendo la Física el proceso que á grandes rasgos acabamos de esbozar, en su campo han reinado multitud de hipótesis, independientes primero unas de otras, relacionadas luego entre sí, y más tarde refundidas, á lo menos en parte, para reducirse á menor número, aunque alcanzando cada una mayor extensión. No entra en modo alguno en mis propósitos fatigar vuestra benévola atención con el desarrollo histórico de aquella ciencia, y tan sólo me limitaré á recordar, como base de mi modesto trabajo, que las hipótesis generales á que necesariamente se había de recurrir para fundamentar la explicación de un fenómeno cualquiera quedaban reducidas en los últimos años del pasado siglo á la admisión de tres entidades completamente distintas y también hipotéticas, á saber: la energía, el éter y la materia, de las cuales la primera constituye la causa activa de todas las modificaciones, aun las más íntimas, que los cuerpos son capaces de experimentar, mientras que las otras dos vienen á representar el soporte de aquélla.

Es la energía en el mundo físico-químico algo semejante á aquella fuerza vital que admitían los biólogos antiguos, y en cuya virtud la materia inerte se organiza y se anima, recorre el ciclo de fenómenos que constituye la vida de los

animales y de las plantas, y al agotarse en cada ser, éste perece y la materia retorna á su primitivo estado. De semejante manera, la energía, al actuar sobre los cuerpos, los hace animarse, determinando en ellos cambios de sorprendente complejidad en muchos casos y que desaparecen con la causa que los originó: verdadero Proteo de la ciencia, es susceptible de diversificarse en sus manifestaciones, y manteniéndose una en su esencia, da lugar á fenómenos tan variados, que durante largo período de tiempo se ha creído en la existencia de agentes distintos, independientes entre sí, y que sólo se han relacionado al comprobarse que eran susceptibles de transformación recíproca, regida por leyes cuantitativas rigurosamente determinadas. La atracción que se ejerce entre dos masas materiales, dos astros, por ejemplo; el movimiento vibratorio de los últimos elementos que integran y constituyen los cuerpos y al cual se deben el calor y la luz; la misteriosa corriente eléctrica que circulando por los conductores metálicos se traslada á grandes distancias para convertirse luego en luz que alumbra nuestros hogares ó en fuerza motriz aprovechable en la industria, son otros tantos ejemplos de lo que se acaba de decir.

Y según hemos afirmado hace un momento, la atracción, el calor, la luz y la electricidad son mutuamente transformables, sin pérdidas de ningún género, obedeciendo al principio establecido por Meyer, según el cual se admite en el Universo una cantidad total de energía absolutamente invariable, pero susceptible de presentarse á nuestros ojos bajo los más diversos aspectos. Este principio, base y fundamento de las aplicaciones tanto industriales como puramente científicas de la energía, es el que permite al ingeniero calcular, por ejemplo, la utilidad que puede sacarse de un salto de agua situado á gran distancia del sitio donde se ha de aprovechar; la caída del líquido (energía mecánica)

pone en movimiento por intermedio de una turbina á la dínamo, en cuyos alambres de cobre, fijo el uno y el otro móvil, se desarrolla la corriente eléctrica que, conducida por los cables, también de cobre, se transforma luego en luz en los arcos voltaicos ó en las lámparas incandescentes, en calor en los hornos eléctricos, en acciones químicas en las cubas de galvanoplastia, y, finalmente, en fuerza motriz análoga á la generadora de la corriente al recorrer el dédalo de alambres que constituyen los motores eléctricos. Y en todas estas transformaciones se observa, entre el efecto producido y la causa que lo origina, rigurosa proporcionalidad, merced á la cual se sabe de un modo cierto cuántas unidades de energía eléctrica se pueden obtener por cada unidad de energía mecánica gastada ó recíprocamente. A este principio, base de la Mecánica y de la Física, no se conoce excepción alguna, sin que puedan considerarse como tales los fenómenos de radiactividad, en los que aparentemente se desarrollan diversas formas de la energía, no producidas á primera vista por la desaparición de ninguna otra recibida del exterior.

Pero la energía por sí sola no basta para explicar los hechos que en la Naturaleza y en los laboratorios se observan, y aunque quizás sea posible á inteligencias superiores concebirla aislada, sin admitir substancia alguna sobre la cual actúe, tal suposición no es accesible para nosotros; cuando recibimos la impresión de un golpe, nuestro espíritu, al razonar sobre la causa que le ha producido, encuentra siempre dos cosas: el objeto que nos golpea y el movimiento de que ese mismo objeto ha de ir animado. Esto último es, en realidad, una manifestación de la energía; pero el objeto en modo alguno podemos concebirla como tal. De igual manera en todas las demás sensaciones y en todos los fenómenos encontramos algo, llámese substancia ó déscle cualquier

otro nombre, que no apreciamos como tal energía y que, acompañándola siempre, parece que le sirve como de asiento ó vehículo. Por esta razón han fracasado en el terreno de la filosofía científica cuantos intentos se han hecho, por los matemáticos principalmente, para eliminar la noción de substancia, considerando al Universo compuesto sólo de energía; aun la moderna doctrina energética, defendida por sabios tan eminentes como Duhem y Ostwald entre otros, ha recibido un golpe de muerte cuando se han comparado los números que expresan la «constante ó número de Avogadro», como le dominaba J. Perrin, obtenidos por métodos tan distintos como la teoría cinética de los gases, el estudio del movimiento browniano, la repartición irregular de las moléculas, las propiedades del llamado cuerpo negro y los fenómenos de radiactividad. Oscilan estos valores entre 60×10^{22} y 75×10^{22} y representan el número de átomos existentes en la molécula-gramo. Ahora bien: si los átomos se cuentan y, en consecuencia, se determina su masa ¿cabe dudar de su existencia y, por tanto, de la existencia de la materia? La negación de toda substancia que sirva de asiento á la energía podrá tener valor en Metafísica; pero la conceptuamos inadmisibile en las ciencias experimentales y de observación.

La hipótesis del éter, introducida en la Física por Fresnel para explicar la causa de los fenómenos luminosos, se ha extendido más tarde á los caloríficos, y adquiriendo cada día mayor extensión é importancia, domina hoy, no sólo en esta Ciencia, sino en todas las demás que de los fenómenos naturales se ocupan, hasta el punto de que agentes tan ligados á la materia como la atracción universal, esa fuerza que obliga á los planetas á recorrer sus órbitas con regularidad matemática y de la que quizás se derivan todas las demás formas de la energía, es considerada por algunos como consecuencia de las presiones que el éter ejerce sobre la materia

Y no obstante la transcendencia de esta hipótesis, en la Física moderna reina la mayor confusión y no pocas contradicciones acerca de las propiedades que deben asignarse al éter como consecuencia de los fenómenos que origina al actuar sobre él la energía: la rapidez con que propaga las ondulaciones luminosas y caloríficas conduce á suponerle incompresible, eminentemente elástico y al mismo tiempo dotado de rigidez superior á la del acero, á consecuencia de lo cual el eminente Lord Kelvin le comparó á «un sólido elástico que llenase todo el espacio»; pero al mismo tiempo resulta difícil armonizar estos caracteres con una masa y, en consecuencia, una densidad que, de existir, son tan sumamente pequeñas que no influyen de manera sensible en el movimiento de los astros, pues según se deduce de los cálculos del físico alemán Hirn, si la densidad del éter fuese tan sólo un millón de veces menor que la del residuo gaseoso contenido en un tubo de Crookes, donde el gas está ya tan enrarecido que su presión queda reducida á la milonésima parte de la atmosférica, alteraría medio segundo por siglo el movimiento medio de la luna; retardo no comprobado por los astrónomos no obstante la exactitud de los medios de observación de que disponen. ¿Cómo hermanar la condición de solidez con la casi carencia de densidad y de masa? Hasta el presente, de ningún modo, y muy de temer es que durante largos años quede incontestada la anterior pregunta, especialmente si se tiene en cuenta que consideraciones puramente matemáticas, magistralmente desarrolladas por persona de tanta autoridad científica como Lord Kelvin, conducen á admitir que el éter posee masa, y, por lo tanto, densidad.

La única propiedad del éter que la Ciencia está hoy en condiciones de afirmar, aun cuando también sea con ciertas reservas, y que le diferencia de lo que consideramos como

materia es su carencia de peso, en virtud de la cual no obedece á la acción de la gravedad, al menos en las circunstancias ordinarias; pero si, como quieren no pocos físicos modernos, la materia debe considerarse como el resultado de la condensación del éter, difícilmente se concibe que una substancia no pesada puede dar origen, por el solo hecho de su condensación, á otra dotada de la propiedad contraria. La dificultad de explicar semejante contradicción aumenta considerablemente si, avanzando más todavía seguimos las doctrinas de J. J. Thomson, según las cuales la inercia y la masa de la materia, que tan directamente intervienen en su peso, proceden, no de ella misma, sino del éter que entra á constituirla.

Y si, dejando aparte las propiedades del éter, queremos fijarnos en su constitución, nos encontramos con idénticas perplejidades, sin que sea dable afirmar que es un todo continuo con partes diferenciadas, ó que, como quiere Maxwell, esté constituido por masas discretas de forma esferoidal y de pequeñísimas dimensiones, animadas de movimientos de rotación sumamente rápidos y capaces de transmitirse á las masas inmediatas. Se ve, pues, por lo que antecede, que todo son dudas y contradicciones en lo que al éter se refiere, resultando la hipótesis de su existencia la más hipotética, y séanos admitida la redundancia, de cuantas hoy dominan en el campo de las ciencias físicas. A pesar de ello, lejos de ser abandonada, adquiere cada vez mayor fuerza, impuesta por la necesidad de admitir un medio que satisfaga de algún modo el ardiente anhelo de explicar, aun imperfectamente, los hechos nuevamente descubiertos.

La tercera de las hipótesis fundamentales arriba enumeradas es la de la existencia de la materia; admitida por los pensadores desde la antigüedad más remota, no solamente se ha mantenido en pie á través de los siglos, sobre

viviendo á tantos sistemas filosóficos caídos en el más profundo olvido por artificiosos y faltos de base real, sino que ha llegado hasta nosotros con tal grado de verosimilitud, que nos hemos habituado á considerarla casi como verdad inconcusa. Definida la materia por sus dos propiedades características, las de ser pesada é inerte, queda diferenciada del éter, no encontrándose en aquélla las contradicciones á que la observación y la experiencia conducen en éste cuando se trata de profundizar en el conocimiento de su modo de ser.

La materia es inerte y, en consecuencia, no puede por sí sola dar origen á fenómenos de ningún orden; un mundo constituido exclusivamente por materia y desprovisto en absoluto de energía, tanto interna como recibida del exterior, sería un mundo muerto, estaría en completo reposo y no daría la menor señal de su existencia.

El peso de la materia, no obstante ser una de las cualidades que la definen y la que la diferencia del éter, representa la acción que sobre ella ejerce la energía gravitatoria, fuerza en virtud de la cual los soles se atraen mutuamente, los planetas giran alrededor de un centro describiendo órbitas cerradas, y los cuerpos terrestres, abandonados libremente, caen hasta encontrar otros cuerpos, es decir, otras porciones de materia que los detengan en su movimiento.

Admitida la existencia de la materia, son necesarias nuevas hipótesis para explicar su constitución, y entre ellas la única aceptada en los últimos años del pasado siglo era la atómica, cuya primera idea fué emitida hace más de dos mil años por el poeta romano Lucrecio, pero cuyo desarrollo en la forma considerada como clásica se debe al químico inglés Dalton. En ella se supone que la materia está constituida por partículas tan extraordinariamente pequeñas que escapan á todos los medios de observación directa, in-

cluso los ultramicroscópicos, mediante cuyo auxilio se llega á reconocer la presencia de corpúsculos sólidos en algunas disoluciones al parecer transparentes. Estas partículas, denominadas átomos, se agrupan para constituir las moléculas, las cuales, como resultado de nuevas agrupaciones, dan origen á los cuerpos.

Los átomos son los verdaderos elementos que integran los cuerpos, admitiéndose por los químicos que son indivisibles, que cada uno tiene un peso determinado é invariable, el *peso atómico*, y que su naturaleza varía con el cuerpo simple que formen al agruparse. En cuanto á su forma, se han emitido diversas hipótesis: generalmente se les ha supuesto esféricos; pero la necesidad de explicar cómo ciertas substancias orgánicas de idéntica composición poseían distintos poderes rotatorios para la luz polarizada á la vez que diferente forma cristalina, conservando idénticas las demás propiedades, indujo á algunos químicos á asignar á los átomos formas poliédricas, dando lugar con esto á teorías muy ingeniosas, pero cuyo excesivo artificio hace que no pocos desconfíen de su verosimilitud. Si el eminente Berthelot calificó la teoría atómica de «novela ingeniosa y sutil» cuando no se discutía aún la forma de los átomos, ¿qué apelativo daría á estas hipótesis estereoquímicas, en las que se hacen depender ciertas propiedades del modo como se asocian los átomos de carbono supuestos tetraédricos y de cómo se distribuyan en sus distintos vértices los cuerpos á ellos unidos? La molécula, según una idea emitida hace tiempo por Langlois, y muy fundada, en nuestro modesto entender, no debe considerarse como un conjunto de átomos en equilibrio, sino, por el contrario, como un sistema en el que éstos se mueven, bien alrededor de un átomo fijo, bien en torno del centro de gravedad del sistema mismo; de este modo sería la molécula, en el orden de lo infinitamente

pequeño, un verdadero sistema planetario en el que podrían admitirse sin grandes esfuerzos de imaginación los análogos á los planetas, á los satélites y á los soles que forman tan grandioso conjunto en el orden astronómico.

Entre las cualidades fundamentales que en la hipótesis clásica se asignan al átomo figuran en primer término la de ser invariable é indestructible: es invariable en su peso y en sus propiedades, encontrándose, además, éstas y aquél tan íntimamente unidos, que cualquier modificación en el primero arrastraría consigo un cambio de las segundas. Los átomos de cada cuerpo simple se caracterizan por su peso, el cual se mantiene constante en todas las combinaciones de que forman parte, conservándose en la misma forma cuando destruída la molécula compleja quedan en libertad los elementos que por su unión la constituyeron.

El átomo, en la época á que nos referimos, se consideraba indestructible, y esta noción, formulada por Lavoisier en la ley que lleva su nombre, era considerada como fundamento de la Química: no se conocía un solo caso de átomos que hubiesen perdido su modo de ser, ya transformándose en otros de distinta naturaleza, ya desapareciendo en absoluto, y es porque habiéndose formado en el grandioso laboratorio de la Naturaleza, mediante la intervención de las fuerzas gigantescas que en él actúan, nuestros pobres medios han carecido siempre de acción sobre ellos, siendo necesario, para modificarlos, que se reuniesen circunstancias análogas á las que presidieran su formación. Conforme á cada época geológica corresponde cierto número de terrenos cuyo origen es consecuencia de las condiciones en que nuestro globo se encontrara, á cada período cósmico debe corresponder la génesis de elementos cuyos átomos han conservado luego su individualidad, pareciendo confirmado este hecho por el análisis químico de los cuerpos celestes realizado aplican-

do esa maravillosa propiedad de los rayos luminosos, en cuya virtud conservan, á través del tiempo y del espacio, las huellas de los cuerpos que les originaron. En efecto, aplicando á los astros el análisis espectral se observa que están constituídos por los mismos elementos que nuestro Sol y nuestra Tierra, aunque en número tanto menor cuanto menos hayan avanzado en el período de su vida cósmica.

Desde que Lavoisier formuló de una manera concreta el principio de la conservación de la materia fué éste la piedra angular que sirvió de sostén á todo el edificio de la ciencia química, y es de notar que, si en el transcurso del tiempo aquella piedra ha perdido su solidez, comprometiendo la de la construcción que sustenta, el hecho se ha realizado á consecuencia de investigaciones, no de orden químico, sino de orden físico: no es éste el primer caso en que la Física ha ido más allá que la Química dentro del campo propio de la segunda, pudiendo citar como ejemplo, entre otros, la aplicación del espectroscopio al análisis químico, por cuyo medio se demuestra la existencia de cuerpos en cantidades tan mínimas que no son acusadas utilizando los reactivos ordinarios.

Las ideas de Dalton considerando á los átomos como indivisibles é indestructibles fueron admitidas sin discusión por los químicos, quienes veían en ellas una confirmación, á la vez que una explicación, del principio de Lavoisier, mucho más, cuando se demostró la inexactitud de la hipótesis de Prout. Ciertamente es que ha habido entre ellos partidarios de la unidad de la materia, la cual explicaban suponiendo en los átomos de los diferentes elementos grados distintos de condensación de un substrátum, que quizás pudiera ser el éter: pero, no profundizando más en el fondo del problema, dejaron la cuestión en tal estado, limitándose de un modo concreto á lo que directamente pudiera interesar á la ciencia

objeto de sus estudios. En cambio, los físicos, no tan influídos por el citado principio y, en consecuencia, con mayor libertad de espíritu, á la vez que dotados, especialmente en estos últimos tiempos, de medios de investigación más poderosos y sensibles que los ordinariamente empleados en Química, no se detuvieron en las fronteras del átomo, sino que, trasasándolas, trataron de penetrar en su interior y pretendieron profundizar en su modo de ser, á lo cual se sentían atraídos con tanta mayor fuerza cuanto que desde hace largo tiempo eran conocidos fenómenos que aparecen en contradicción con la idea de que estos últimos elementos de la materia no están formados, como quieren los químicos, de partes más pequeñas separables quizás por medios más poderosos que aquellos de que el hombre es capaz de disponer.

La existencia de rayas múltiples en el espectro de emisión de los elementos hizo ya dudar que el átomo fuese un todo indivisible y, en consecuencia, indeformable, pues la existencia de cada raya supone dentro de la hipótesis de Fresnel un período vibratorio determinado, y no se concibe que un todo de las condiciones dichas pueda vibrar á un mismo tiempo de diversas maneras. Podemos comparar la luz emitida por un foco luminoso al sonido que produce un cuerpo sonoro; si el sonido es compuesto, se debe á que el cuerpo, á la vez que vibra en su conjunto dando la nota que determina el tono, lo hace también subdividiéndose en partes, y cada una emite una nueva nota, menos intensa que la fundamental, pero susceptible de ser reconocida directamente ó con el auxilio de aparatos apropiados: estas notas secundarias no se originarían en manera alguna si las condiciones del cuerpo sonoro sólo permitiesen la vibración de conjunto suprimiendo las parciales. Aceptada nuestra comparación, cada raya espectral corresponde á un sonido simple, y si en un espectro aparecen varias es porque

el átomo, al vibrar, engendra ondas como las notas parciales de distintas longitudes. Semejante idea no es nueva, pues ya Briot suponía que cada raya propia del espectro de un cuerpo simple era debida á la vibración de algo más pequeño que el átomo y que entraba á constituirle; de manera que aquellos elementos como el hierro en cuyo espectro se cuentan las rayas por millares deben tener átomos de extraordinaria complejidad. La misma hipótesis de la unidad de la materia, al admitir distintos grados de condensación de la substancia elemental, sea ésta la que quiera, para constituir los diferentes cuerpos simples, conduce lógicamente á la misma suposición.

Y, no obstante, el átomo ha sido mirado largo tiempo como indivisible, dotado de forma propia y no susceptible de ser alterado, efecto quizás de que así se explicaba más fácilmente la ley de Lavoisier. Por eso los químicos, más atentos á considerar los fenómenos de la combinación regidos por aquella ley, que á profundizar en el modo de ser de los últimos elementos constitutivos de los cuerpos, no se han preocupado de una cuestión de tanta transcendencia en la filosofía natural: los mismos físicos han considerado este asunto como de menor importancia relativa que los referentes á la energía, quizás por ser más fácil la aplicación á ésta de los procedimientos matemáticos. Establecidas las nociones de masa y de inercia derivadas de la atracción newtoniana, quedaron sentados los fundamentos de la Mecánica clásica, de la que en rigor la Física entera no es sino una extensión; admitido el éter de Fresnel, se llenó el vacío que permitía explicar aquellos fenómenos, como los del calor y la luz, que, considerados como modos de movimiento y susceptibles de propagarse en el vacío, exigen un móvil distinto del átomo material; aplicando á este éter los principios de aquella misma mecánica se dedujeron consecuencias

que, al ser confirmadas por la experimentación, constituyeron verdaderas predicciones de nuevos hechos; todo, en fin, parecía sólidamente establecido, hasta el extremo de que el factor materia llegó á parecer á algunos innecesario. Pero los investigadores, infatigables en su tarea de arrancar nuevos secretos á la Naturaleza, no tardaron en descubrir fenómenos que hicieron dudar de la solidez de las ideas anteriores y se dedicaron con mayor afán á buscar argumentos que las afirmasen ó las derrocasen. ¿En qué sentido los encontraron? La contestación á esta pregunta se encontrará seguramente en el desarrollo de nuestro discurso.

Los dos vehículos de la energía, el éter y la materia, no pueden considerarse como absolutamente independientes; la generalidad de los fenómenos térmicos y luminosos obliga á suponer que el primero está universalmente repartido, ocupando lo mismo el espacio inconmensurable é ilimitado que media entre los astros, que los poros, pequeños intersticios que separan los átomos y las moléculas de los cuerpos. Pero las relaciones entre ambas substancias no se detienen en este punto; por el contrario, son mucho más íntimas, según se deduce del estudio y consideración de muy diversos fenómenos, especialmente de los que se refieren á la producción de luz por los gases incandescentes ó al paso de ésta á través de substancias cristalizadas: en ambos casos se hace indispensable suponer que el éter, no sólo llena los poros de la materia, sino que está indisolublemente unido á los átomos, formando, por decirlo así, cuerpo con ellos. Esto ha hecho concebir al átomo rodeado de una atmósfera etérea que le acompaña en todos sus movimientos y en todas las combinaciones de que pueda formar parte, en cuyo caso, aquél no será sólo el corpúsculo material y, en consecuencia, ponderable, sino el conjunto de éste y el éter que le envuelve

Y aun hay más en lo que se refiere á las relaciones entre

la materia y el éter. Prout emitió la hipótesis de que el átomo de cada cuerpo simple resultaba de la condensación de átomos de hidrógeno, y aunque esta idea fué bien pronto desechada por errónea, sirvió de base á la de la unidad de la materia, en la cual se suponía á todos los elementos constituidos por una misma substancia, el éter para la mayoría de los sabios, en diferentes grados de agrupación ó de condensación, no faltando pensadores, tan eminentes algunos como Lord Kelvin, que, dejándose llevar de la imaginación, formularon ingeniosas hipótesis acerca de la manera de organizarse ese éter al entrar á constituir los átomos.

Cierto es que todas las teorías de esta índole tropiezan con serias dificultades, entre las que figura en primer término la imponderabilidad del éter, cualidad en la que todos los físicos están conformes, según dijimos más arriba: desprovisto de todo peso, ¿cómo es posible que adquiriera esta cualidad al diferenciarse de la masa indefinida que llena el Universo? Aunque esta pregunta no ha dejado de encontrar su contestación en ingeniosísimas hipótesis, en las que se atribuye la atracción de la materia por la materia á las presiones ejercidas por el éter que la rodea, el problema, sin embargo, queda en pie, y seguramente quedará en el mismo estado durante largo tiempo. La evolución científica es lenta y las cuestiones que surgen durante su desarrollo requieren detenido estudio sufriendo muchas y profundas modificaciones antes de adquirir carta de naturaleza: si la evolución se convierte en revolución, como sucede en la actualidad en estas cuestiones, las hipótesis se suceden con tal rapidez que, atropellándose las unas á las otras, dejan al descubierto puntos débiles que más tarde es preciso robustecer con nuevos descubrimientos, pues de lo contrario, una vez pasado el movimiento brusco de las ideas y restablecida la calma, la serena reflexión se fija en ellos, los discute con

detenimiento y, reconocida su flaqueza, pueden destruir la hipótesis que los presenta.

Todo lo hasta aquí expuesto se refiere al estado de conocimientos existente antes del último decenio del pasado siglo. Si bien no se ignoraban en aquella época algunos de los fenómenos que más tarde habían de servir de fundamento á las nuevas ideas, no formaban verdadero cuerpo de doctrina, ni se interpretaban de la manera que hoy se hace: la ciencia, entonces, evolucionaba con la lentitud propia de todas las evoluciones, y de vez en cuando aparecían algunos chispazos, precursores de la revolución que se aproximaba; pero en aquella época no se les consideró como tales. Fué necesario que Becquerel descubriese en 1896 la propiedad de los compuestos de uranio de impresionar las placas fotográficas á través de los cuerpos opacos y la de hacer conductor de la electricidad al aire atmosférico, para que estos descubrimientos motivasen una actividad febril en los investigadores, lo que á su vez dió origen al conocimiento de nuevas substancias, las radiactivas, dotadas de tan singularísimas propiedades como la de desprender la energía acumulada en sus átomos, á la vez que éstos experimentaban profunda modificación. Como consecuencia de tales descubrimientos y de otros posteriores se encontraron nuevas relaciones entre ellos y los fenómenos antes conocidos, resultando patente la necesidad de modificar las hipótesis fundamentales, muy especialmente en lo que se refiere á la constitución é invariabilidad de los átomos; es decir, á lo que durante tanto tiempo se ha considerado como principio fundamental de todas las ciencias que de la materia se ocupan. Como comprenderéis, la revolución que de tales descubrimientos resulta es de extraordinaria importancia, por lo cual será conveniente recordar,

siquiera sea con la brevedad impuesta por la índole de este trabajo, los hechos que, siendo conocidos antes del descubrimiento de los de radiactividad, constituyeron los primeros chispazos anunciadores del período en que á la sazón nos encontramos.

Los primeros fenómenos conocidos que despertaron dudas en el ánimo de los físicos acerca de la invariabilidad de las propiedades del átomo han sido los de descomposición electrolítica: descubiertos casi inmediatamente después de inventarse la pila de Volta y de conocerse, en consecuencia, la corriente eléctrica; estudiadas y formuladas las leyes cuantitativas que los rigen por el sabio Faraday, no se interpretaron en la época de su descubrimiento, ni siquiera muchos años después, en sentido de que constituyesen un argumento en contra de las ideas dominantes acerca de la invariabilidad de la materia. Sin embargo, un físico alemán, el eminente Clausius, á quien la Física debe tantos trabajos considerados como clásicos, emitió en 1857 una idea tan atrevida, tan en contraposición con las doctrinas dominantes en Química, que hubo de modificar su enunciado para que no fuese rechazada de un modo categórico. Según el citado sabio, cuando una sal se disuelve en el agua, parte de sus moléculas se resuelve en otras moléculas más sencillas, movibles en el líquido en todas direcciones; pero si se introducen en la disolución dos electrodos en comunicación con los polos de una pila, las moléculas parciales, cargadas la una de electricidad positiva y la otra de negativa, obedecen á las fuerzas eléctricas y, dejando de moverse libremente en todos sentidos, siguen las líneas de fuerza y se dirigen las primeras al cátodo y al ánodo las segundas; una vez en contacto con los electrodos, les ceden sus cargas, convirtiéndose en moléculas neutras que quedan en libertad, salvo las reacciones secundarias. Además, la

corriente eléctrica que atraviesa el líquido no es sino el transporte de electricidad por las moléculas parciales originadas al disociarse la sal por el hecho de la disolución.

El atrevimiento de las ideas de Clausius era de tal naturaleza, que impidió fuesen aceptadas en su tiempo, ni aun muchos años después; el caso de que átomos combinados para formar una sal se separasen sólo por la disolución, quedando como enmascarados y sin presentar, en consecuencia, sus propiedades características, era tan insólito, se oponía de tal modo á las doctrinas entonces dominantes, que la hipótesis cayó en el olvido. Fué necesario que pasados los años se conocieran sucesivamente los trabajos de Hittorf sobre la movilidad de los iones, los de Kohlrausch acerca de la conductibilidad de los electrolitos, y los de Arrhénius referentes á este mismo asunto y á la naturaleza química de los cuerpos capaces de experimentar la electrólisis en disolución acuosa, para que este último físico reprodujese, en 1884, la hipótesis de Clausius, con la adiciones y modificaciones impuestas por los hechos nuevamente conocidos. En la teoría del sabio sueco se admite que al disolverse en el agua los ácidos, los hidratos metálicos y las sales, únicos cuerpos capaces de experimentar la descomposición electrolítica en estas condiciones, se disocian en dos iones, en proporción tanto mayor cuanto más diluída esté la disolución, hasta el punto de que, para disoluciones convenientes, toda la substancia disuelta está disociada. Los iones, electrizados con cargas iguales, pero de signos contrarios, permanecen como latentes, según suponía Clausius, y únicamente quedan en libertad y adquieren propiedades moleculares cuando, atraídos por las cargas contrarias de los electrodos, se ponen en contacto con ellos (1).

(1) La hipótesis de Arrhénius comprende otros extremos de los que no

Estas ideas, formuladas de un modo más general que lo hiciera el físico alemán, fueron admitidas sin grandes dificultades, especialmente al recibir plena confirmación por los trabajos del ya citado Kohlrausch y los de Ostwald, Nernst, Bredig, Vogel y otros sabios, los cuales han determinado experimentalmente el grado de disociación de multitud de cuerpos en sus relaciones con la concentración y con la temperatura, las velocidades de transporte de los iones y otros extremos con las mismas relacionados.

La hipótesis de Clausius, demasiado atrevida para la época en que se formuló, dejaba ya entrever algunas dudas acerca de las propiedades del átomo; según ella, al disolverse en agua una sal, el cloruro sódico, por ejemplo, parte de sus moléculas se disocia en átomos de cloro y átomos de sodio, ninguno de los cuales presenta los caracteres y afinidades que en estado de libertad. ¿Cómo explicar esta singular anomalía? Razonando dentro de la citada hipótesis, debe recordarse que los iones están electrizados y que al perder su carga por contacto con el electrodo de signo contrario al suyo dejan de ser iones y aparece el átomo con sus propiedades características, en cuya virtud queda en libertad ó da lugar á las reacciones secundarias: la causa, pues, de ese enmascaramiento no es otra que la carga eléctrica que el átomo adquiere al convertirse en ión, y respecto de cuyo valor nada dijo el eminente físico alemán. Este valor, sin embargo, tiene excepcional importancia por haber demostrado Helmholtz en 1881, como consecuencia de la interpretación de las leyes de Faraday con arreglo al estado

necesitamos ocuparnos para el fin perseguido en nuestro trabajo: esta observación se hace de una vez para todas, pues en adelante, siempre que examinemos alguna teoría lo haremos sólo en la parte que sea pertinente á nuestro objeto.

de la Química, que la magnitud de la carga eléctrica correspondiente á cada valoría (1) de un ión es una cantidad fija, independiente de la naturaleza del ión mismo, dotada de existencia individual, y que debe considerarse como indivisible, de igual modo que se asigna esta cualidad á la porción fija y determinada de materia que constituye cada átomo.

Los puntos de vista que acabamos de señalar, no solamente se afirman ya de un modo categórico en la doctrina sentada por Arrhénius, sino que se extiende la idea de la disociación al contacto de un metal con un electrolito, en el cual el primero emite iones, es decir, átomos electrizados, cuya producción explica la diferencia de potencial que se establece entre la lámina metálica y el líquido donde se sumerge. Y como consecuencia del enlace lógico de las ideas, la hipótesis amplía su campo de acción y sirve de base á Nernst para formular su teoría de las pilas hidroeléctricas, cuyas reacciones tienen lugar entre los iones que en ellas existen, procedentes, no sólo de los ácidos, gases ó sales disueltos, sino también de los metales en cuyo contacto se encuentran.

Para nuestro propósito se deducen dos hechos culminantes de las hipótesis que tan imperfecta como desaliñadamente acabamos de esbozar: el primero consiste en la posibilidad de que existan átomos libres—los iones—que, por virtud de la carga eléctrica que los acompaña, han perdido las propiedades características del cuerpo de donde proceden y muy especialmente las afinidades químicas, tan enérgicas en algunos. El segundo, se refiere á la existencia de

(1) Empleamos la palabra *valoría*, en lugar de *valencia*, atendiendo á las razones expuestas por el sabio académico y malogrado catedrático de Química de esta Universidad D. Santiago Bonilla.

una cantidad mínima de electricidad, igual para todos los átomos monovalentes, y que, en consecuencia, se puede considerar como indivisible: esta cantidad, que pudiera llamarse «átomo eléctrico», es independiente de la naturaleza química del ión que la contiene.

Si á la hipótesis de la disociación electrolítica no hubiesen seguido nuevos descubrimientos de muy distinto orden, y á primera vista no relacionados con ella, su transcendencia, en cuanto se refiere á la constitución é invariabilidad del átomo, hubiese sido muy pequeña; pero las investigaciones de los físicos, dirigidas por caminos muy distintos aun sin salirse del campo de la electricidad, han conducido al conocimiento de hechos para cuya explicación precisa modificar profundamente las ideas existentes acerca de los átomos en la época á que nos referimos; y estas nuevas ideas exigen nuevas hipótesis que, si bien en un principio eran distintas de las electrolíticas, no tardaron en fusionarse con ellas, toda vez que se refieren al modo de ser de la electricidad misma y á la constitución de la materia. Los hechos á que hacemos referencia son los que se presentan en la descarga eléctrica á través de los gases muy enrarecidos, y que, no obstante conocerse en principio desde hace cerca de un siglo, no han sido estudiados con el necesario detalle hasta fecha mucho más reciente.

Faraday fué el primero en realizar investigaciones acerca de los aspectos que presenta la descarga de un generador eléctrico de alta tensión á través de gases cuyo grado de enrarecimiento aumenta de un modo progresivo; pero sus trabajos hubieron forzosamente de limitarse á los medios que en su época poseía la Física para disminuir la presión de un gas. Fué necesario que estos medios se perfeccionasen, permitiendo alcanzar presiones inferiores á la milésima de milímetro de mercurio, para que los fenómenos entonces

producidos llamasen la atención de los físicos y llegasen á despertar el interés que en la actualidad ofrecen. El primero, cuyos trabajos en este sentido merecen mencionarse, fué Hittorf, quien demostró en 1868 que poniendo en comunicación los polos de un generador de alto potencial con dos alambres de platino soldados á los extremos de un tubo de vidrio en cuyo interior se hace el vacío más perfecto posible, no tiene lugar la descarga, mientras que si la presión del residuo gaseoso en el tubo era del orden de la milésima de milímetro de mercurio, dicha descarga existe, aunque manifestándose sólo por debilísima luminosidad del gas mismo y por la viva fluorescencia que aparece en el vidrio en la parte del tubo situada precisamente frente al cátodo. Supuso también que tales fenómenos eran debidos á radiaciones especiales emitidas normalmente á la superficie del cátodo, dotadas de la singularísima propiedad de desviarse por los campos magnéticos y que poco tiempo después designó Wiedemann con el nombre de «rayos catódicos».

Todavía hubieron de pasar cerca de veinte años sin que los rayos catódicos fuesen estudiados con más detenimiento, hasta que lo hizo W. Crookes en 1886, confirmando los descubrimientos de Hittorf sobre las acciones mecánicas y caloríficas á que dan lugar cuando se los detiene en su marcha, y emitiendo hipótesis para explicar su constitución; esa hipótesis, derivada de la cinética de los gases, supone que la materia, en tal grado de enrarecimiento, se encuentra en un estado especial, que denominó «radiante», caracterizado por la movilidad de las moléculas, que pueden recorrer grandes espacios sin encontrarse las unas con las otras. Entonces las partículas gaseosas, en contacto con el cátodo, se cargan de electricidad negativa y en virtud de la repulsión que ejerce la lámina catódica se ponen en mo-

vimiento y, al chocar con los cuerpos que encuentran en su camino, la energía dinámica de que van animadas da lugar á los fenómenos anteriormente citados, los cuales resultan así producidos por un verdadero bombardeo, en el que los proyectiles son los átomos, ó cuando más, las moléculas del gas. En cuanto á la desviación de los rayos catódicos por los campos magnéticos, se explica porque las masas electrizadas que constituyen aquéllos, al moverse en línea recta, forman verdaderas corrientes eléctricas ó, mejor, elementos de corriente que obedecen á la acción del campo, según las leyes ya conocidas desde los tiempos de Ampère.

Para ser completamente verídicos en la exposición histórica que nos ocupa hemos de hacer constar que, no obstante su sencillez, la hipótesis de Crookes encontró algunos impugnadores, entre los cuales debemos citar al eminente físico alemán Hertz, que prefería considerar á los rayos catódicos como un fenómeno de naturaleza ondulatoria análogo á la luz, cuyo vehículo era el éter luminoso y que tenía su origen en la superficie de la lámina catódica. El grado de verosimilitud de esta hipótesis no era menor que el de la de Crookes, sin que en la época en que ambas se emitieron hubiese razones de índole experimental capaces de hacer preferir la una á la otra: en ambas quedaba un punto oscuro, la desviación de los rayos por los campos magnéticos, cuya explicación en la hipótesis del bombardeo molecular exigía que las partículas materiales que los forman estuviesen electrizadas negativamente y, además, que un cuerpo cargado de electricidad y moviéndose en un campo magnético obedeciese á las leyes de Ampère. Ambos extremos fueron comprobados posteriormente de un modo indudable, el primero por los experimentos de J. Perrin, y el segundo por los de Cremieu y Pender, con lo que hubo de desecharse la hipótesis ondulatoria, quedando en pie la de Crookes.

A partir de los trabajos del físico inglés, y muy especialmente del último decenio del pasado siglo, los rayos catódicos han sido objeto de preferente atención por parte de los más eminentes investigadores. Se trataba de fenómenos en cierto modo extraños, en los que la experimentación, sumamente delicada, tropieza con serias dificultades; pero, en cambio, una vez vencidas éstas, cada descubrimiento abría nuevos y amplios horizontes, cuya exploración permitía profundizar en el arcano del modo de ser de la electricidad y aun en la constitución de la materia. Las anteriores razones justifican la febril actividad con que se dedicaron á estudiar estas cuestiones los hombres más prestigiosos entre los que se dedican al cultivo de la Física, obteniendo resultados de transcendental importancia: así, recorriendo la literatura científica en la parte que puede interesar al objeto que perseguimos, vemos los nombres de J. J. Thomson, Simon, Kaufmann, Wiechert, etc., asociados al estudio de la velocidad con que se propagan los rayos catódicos y de la relación que existe entre la carga eléctrica y la masa material de las partículas que los constituyen, deduciéndose de sus trabajos consecuencias que pueden sintetizarse en las dos proposiciones siguientes:

1.^a La velocidad de los rayos catódicos es independiente de la naturaleza del gas en que se producen, siempre que la presión sea la misma.

2.^a La relación entre la carga eléctrica de las partículas que los constituyen y su masa material es constante y, como en el caso anterior, tampoco dependen ni de la naturaleza del gas contenido en el tubo, ni de la de los electrodos.

La transcendencia de estas conclusiones es fácil de comprender: se trata de un fenómeno para cuya producción es indispensable la materia, es decir, los átomos, y, sin embargo, la naturaleza de éstos no tiene la menor influencia

en sus caracteres. ¿Cabe ahora suponer, como lo hacía Crookes, que cada rayo catódico es una partícula gaseosa, un átomo material electrizado y en movimiento? Si así fuese, la naturaleza de dicho átomo habría de influir, como influye, por ejemplo, en la longitud de onda de las vibraciones luminosas que emite al ponerse incandescente por la descarga eléctrica, cuando la presión del gas en el interior del tubo es del orden del milímetro de mercurio.

En confirmación de la duda formulada en la pregunta anterior tenemos, además, numerosos datos: Lénard demostró en 1894 que los rayos catódicos atraviesan una lámina delgada de aluminio que cierra una abertura practicada en la pared opuesta al cátodo, y, una vez fuera del tubo, se propagan tanto más fácilmente cuanto más enrarecido esté el medio situado detrás de la lámina, hasta el extremo de que la facilidad de propagación alcanza su valor máximo en el vacío llamado de Hittorf, en el que los rayos mismos dejan de producirse. En este caso es preciso admitir, si se acepta la hipótesis de Crookes, que la materia, bajo la forma de rayo catódico, adquiere la notable propiedad de pasar á través de un metal, sin que este paso, aun prolongado durante largo tiempo, modifique la presión del medio en que los rayos penetran. Otra confirmación de que las partículas que constituyen dichos rayos no son los átomos, ni menos las moléculas, se desprende del hecho de impresionar las placas fotográficas aun á través de substancias opacas para la luz y una vez fuera del tubo en que se produjeron, cosa de que no se tiene ningún otro ejemplo.

Una de las propiedades más curiosas de los rayos catódicos, aunque quizás no sea de las más importantes desde el punto de vista en que nos hemos colocado, es la de producir, al chocar con un obstáculo, una nueva clase de radiaciones, los rayos X, descubiertos por Röntgen en 1895, y

que, presentando con los catódicos algunas analogías, como son impresionar las placas fotográficas, atravesar sin reflejarse ni refractarse los cuerpos opacos para la luz y excitar la fluorescencia de numerosas substancias, se diferencian de ellos, sin embargo, en no estar cargados de electricidad de ningún signo y en no desviarse sometidos á la acción de los campos magnéticos ni electrostáticos. Diferencias son éstas que, aun pareciendo de menor cuantía, bastan para excluir la hipótesis de que estén formados por partículas materiales, suponiéndose, por el contrario, que son movimientos ondulatorios del éter de cortísima longitud de onda, aunque desprovistos de la regularidad característica de las ondas luminosas y de las eléctricas. Entre las vibraciones etéreas de los rayos X y las de la luz se admite la misma diferencia que se establece en acústica entre el ruido y el sonido; mientras los movimientos vibratorios en el segundo son periódicos, regulares y sostenidos durante algún tiempo, en el primero son bruscos, irregulares y de amplitud rápidamente decreciente; y conforme el ruido se origina mediante una acción brusca entre cuerpos cuya excesiva masa ó cuya forma se opone á la regularidad de las vibraciones, los rayos X son producidos por el choque de las partículas catódicas con los obstáculos que encuentran en su camino, y en los que el éter no vibra de un modo sostenido bajo la acción de tan pequeños proyectiles.

El interés teórico de las radiaciones descubiertas por Röntgen es tan pequeño, en lo que á la constitución de la materia se refiere, que hubiéramos podido prescindir de ellos si no poseyesen, á la vez que los rayos catódicos, la importantísima propiedad de dotar á los gases de conductibilidad eléctrica, determinando de este modo la descarga de los conductores aislados y electrizados. Rectificada por Boudreaux y Hurmuzescu la idea de que los gases húme-

dos conducían la electricidad, y después de comprobar que un conductor conserva su carga aun en atmósferas saturadas de vapor acuoso, siempre que se le aisle por medio de substancias no higroscópicas, observaron distintos físicos, y principalmente Lénard, que todo conductor electrizado y cuidadosamente aislado se descarga rápidamente cuando se le somete á la acción de los rayos catódicos ó de los X, y aunque este hecho podía ser interpretado de diferentes maneras, los experimentos del mismo Lénard, de J. J. Thomson, Rutherford, Benoist y Hurmuzescu, Righi y otros demostraron de modo indudable que era debido á un estado particular adquirido por el gas que rodea al conductor.

Aunque la investigación de tan delicados fenómenos está llena de dificultades, y aunque son muchas las causas de error capaces de falsear los resultados, la sagacidad de los experimentadores, unida á la perfección con que hoy se construyen los aparatos científicos ha permitido vencer las primeras, á la par que la serena discusión de los últimos elimina dichas causas de error, dando á los hechos valor suficiente para considerarlos como innegables desde el punto de vista experimental. De aquí que, reuniéndose en el estudio de la descarga á través de los gases las dos circunstancias que acabamos de mencionar, á saber: sagacidad en los experimentadores y discusión serena de los resultados, se haya llegado á conocerla hasta el punto de constituir base firme en la que se pueden cimentar hipótesis de gran verosimilitud.

Nos llevaría muy lejos de los límites de nuestro trabajo, no digamos detallar, sino mencionar siquiera los múltiples y variados experimentos realizados para estudiar la aparente conductibilidad eléctrica que los gases adquieren sometidos á los rayos catódicos ó á los X, y aun las consecuencias

que de cada uno se deducen; así que, deseando molestar vuestra atención el menor tiempo posible, procuro sintetizar, como antes, estas últimas en las proposiciones siguientes:

1.^a Siempre que se somete un gas á los rayos X ó á los catódicos se forman en él partículas electrizadas ó iones que, atraídos ó repelidos por los electrodos, determinan la conductibilidad aparente del gas y el paso de una corriente, por un mecanismo de conducción análogo al que se observa en los iones electrolíticos: siempre que un gas está dotado de esta conductibilidad, sea cualquiera la causa que la origine, se dice que está ionizado.

2.^a La corriente que atraviesa un gas ionizado no sigue las leyes de Ohm; crece más lentamente que la diferencia de potencial entre los electrodos, y alcanza en cada caso una intensidad límite que no se traspasa haciendo aumentar dicha diferencia. Además, cuando se aumenta la distancia entre los electrodos la intensidad de la corriente crece (entre ciertos límites) en lugar de disminuir, siempre que se mantenga constante la causa que produce la ionización.

Uno de los hechos más notables, y dignos de citarse, relacionado con los fenómenos de que nos ocupamos, es el de que los gases pueden adquirir conductibilidad eléctrica y, por lo tanto, ionizarse por causas ajenas á la electricidad misma: así, Giese, en 1882, y Mac Clelland, en 1898, comprobaron que las llamas y, en general, los gases á altas temperaturas descargan los cuerpos electrizados, como lo harían los rayos catódicos; y Hallwach, primero, y después Righi, Stoletov y diversos otros sabios hicieron la misma observación respecto de los cuerpos iluminados por los rayos ultravioleta del espectro. Por último, de los experimentos realizados por Lénard en 1900 se deduce que al incidir estos últimos rayos sobre una placa metálica colocada en el vacío

más perfecto posible (vacío de Hittorf), la placa se carga de electricidad positiva, á la vez que emite radiaciones análogas á los rayos catódicos: en este caso las partículas que caracterizan dichos rayos no pueden proceder sino de la placa misma, toda vez que no existe gas en el tubo.

No son las radiaciones constituídas por partículas cargadas negativamente las únicas que se producen en los gases muy enrarecidos: Goldstein, en 1886, tuvo la feliz idea de dividir en dos un tubo de vacío por medio de un cátodo agujereado, y observó que, pasando á través de los agujeros, y en el lado opuesto al ánodo, aparecían ráfagas luminosas bastante intensas, de color anaranjado en el aire y susceptibles de desviarse por los campos eléctrico y magnético, aunque con menos intensidad y en sentido contrario al de los rayos catódicos (Wien). Son los «rayos canales» ó rayos positivos, que se suponen constituídos por partículas cargadas positivamente y que se mueven con velocidades mucho menores que las de los rayos catódicos. Pero conforme las propiedades de los últimos, y en particular la relación entre la carga eléctrica y la masa material, son independientes de la naturaleza del gas en que se producen, en los canales sólo se observa esto último, según ha probado J. J. Thomson, cuando la presión es extremadamente baja, pues en otro caso influye en dicha relación la naturaleza del gas.

De intento hemos prescindido, respecto de los fenómenos que presenta la descarga en los gases enrarecidos, de toda hipótesis posterior á la de Crookes, la cual, si bien sirvió para explicar los hechos estudiados por este físico, resultó del todo deficiente al tratar de aplicarla á los posteriormente descubiertos, sin que tal omisión haya obedecido á que por esta vez los físicos limitasen su tarea á la mera acumulación de datos experimentales, los cuales no tratasen de explicar;

en este caso, como en todos los análogos, la experimentación y la hipótesis han marchado paralelamente, respondiendo muchas veces la primera á la necesidad de esclarecer puntos oscuros de la segunda. Pero como no es nuestro propósito relatar las vicisitudes por que han pasado las doctrinas admitidas hoy, casi de un modo general, hemos preferido hacer su síntesis, abreviando así nuestro trabajo y fatigando el menor tiempo posible la benévola atención que me concedéis: llegado, pues, este momento, es forzoso exponer, siquiera sea con la mayor concisión posible, los puntos de vista teóricos que tan profundamente modifican las antiguas ideas acerca de la materia y de sus relaciones con el éter.

Establecida la identidad de origen entre los fenómenos caloríficos y luminosos desde el momento en que la hipótesis ondulatoria adquirió carta de naturaleza en la Ciencia, quedaba la electricidad fuera del cuadro que á aquéllos encerraba, de tal manera que, no obstante el descrédito en que cayeron los antiguos flúidos imponderables, hubo de admitirse uno de éstos como causa originaria de los fenómenos eléctricos. Fué preciso que el genio poderoso de Maxwell, basándose en ideas emitidas con anterioridad por Faraday, emitiese la hipótesis que se denominó electromagnética de la luz, en la que se hacían depender todos los hechos que podemos llamar de origen extramaterial de modificaciones del mismo orden experimentadas por el éter. Tal resultado, obtenido por razonamientos de orden matemático, apareció de modo claro é indudable cuando se observó la coincidencia entre las seis ecuaciones diferenciales que constituyen la esencia de la obra de Maxwell, en lo que se refiere á los fenómenos eléctricos, y las deducidas largo tiempo antes por Mac-Cullagh para representar el modo de actividad del éter luminoso; y aun cuando la hipótesis en cuestión dejase

algunos puntos oscuros, representaba, sin embargo, una evolución en las ideas, en virtud de la cual el principal papel, en vez de corresponder á la materia, se atribuía al medio inmaterial que llena el Universo.

La atrevida novedad de las ideas de Maxwell, su carácter marcadamente teórico y la complejidad que era indispensable admitir en la estructura del éter dificultaron su generalización y les restaron adeptos, los cuales se mantuvieron fieles á la teoría de Fresnel, en lo que á la luz se refiere, limitándose en cuanto á la electricidad á establecer leyes cuantitativas y á profundizar muy poco en las hipótesis para explicar su esencia. Que entre la luz y la electricidad debían existir otras relaciones que las de mutua transformación, regida por el principio de Meyer era imposible de negar después de conocido el cambio de propiedades ópticas que ciertos cuerpos experimentan cuando se les somete á la acción de campos magnéticos ó electrostáticos suficientemente intensos; pero tales hechos podían interpretarse, mejor aún que dentro de la hipótesis del físico inglés, como las resultantes de cambios de estructura originados por las fuerzas eléctricas ó magnéticas. Además, presentábase una dificultad seria para admitir dicha hipótesis; se deduce de los razonamientos de Maxwell que la velocidad de propagación transversal de las corrientes llamadas de desplazamiento, en el vacío, es igual á la de la luz, y esta proposición, consecuencia obligada de la hipótesis, no había recibido la sanción experimental; es más, ni siquiera se había comprobado la existencia de tales corrientes en el vacío, el cual sabemos, desde los trabajos de Hittorf, que actúa como perfecto aislador á cuyo través no se propagan las corrientes ordinarias. Pero al fin, después de un período de veinticinco años, en el que la referida hipótesis permaneció casi estacionaria, uno de sus más fervientes partidarios, el malogrado

físico alemán Hertz, encontró el *experimentum crucis* que comprobó la proposición anterior, al descubrir las oscilaciones eléctricas, cuyo estudio, ampliado por investigadores tan eminentes como Sarasin, de la Rive, Blondlot, Righi, Bose, Lebedew, etc., puso fuera de duda su identidad con las vibraciones luminosas, salvo en lo que á la longitud de onda se refiere: tales oscilaciones, cuya aplicación práctica es esa maravillosa telegrafía sin hilos, merced á la cual se transmiten señales entre dos estaciones separadas por grandes distancias y sin lazo alguno material que las una, no son sino fenómenos de inducción que se propagan por los dieléctricos en forma de ondas, cuyo período depende de las condiciones en que se originaron, y que gozan de las propiedades características de todos los movimientos vibratorios, que se propagan en el vacío y en los dieléctricos con la misma celeridad que las ondas luminosas de Fresnel, y que, en suma, sólo difieren de éstas en cuanto al período hasta el extremo de que es un hecho admitido por los partidarios de estas ideas que si se hace oscilar á la manera de un péndulo ó del extremo de la rama de un diapasón una pequeña esfera electrizada, con rapidez tal que el número de oscilaciones realizadas en un segundo se eleve á algunos millones, engendraría ondas hertzianas ordinarias; pero si se consiguiese aumentar el número de movimientos vibratorios hasta hacerle próximo á quinientos billones, el efecto externo sería el de un rayo de luz capaz de impresionar nuestra retina, y la esfera se nos habría convertido en un verdadero foco luminoso.

La confirmación de la hipótesis de Maxwell, como consecuencia de los descubrimientos de Hertz y de sus sucesores en el estudio de las oscilaciones eléctricas, significa un paso de gigante avanzado en el desarrollo de la filosofía de la Ciencia: reducidas á una sola las causas en otro tiempo

admitidas para los fenómenos caloríficos y luminosos; relacionados aquéllos por leyes cuantitativas con el trabajo mecánico; perfectamente comprobada la transformación de ambas formas de energía en energía eléctrica, y viceversa, parecía lógico suponer que la causa de todas ellas fuese idéntica, y que la separación, por virtud de la cual la electricidad se consideraba fuera del cuadro que abarcaba la luz y el calor era puramente artificial y consecuencia de la imperfección de nuestros conocimientos, ó más bien de deficiencias de esa inteligencia de que tan orgulloso se muestra el hombre. Porque, en rigor, la obra de Maxwell no fué la consecuencia de ningún hecho nuevamente descubierto, sino más bien una especie de intuición genial que desarrolló ideas antes emitidas por Faraday, y en virtud de la cual, aun siguiendo caminos no exentos de crítica, llegó á resultados verdaderamente inesperados. Parecía, en efecto, que la doctrina del calor y de la luz había quedado sentada sobre bases firmes después de los trabajos de Fresnel y de Huyghens, y que la electricidad, ó había de acomodarse al cuadro trazado por éstos, ó constituir una forma de energía totalmente distinta; pero la Ciencia también reserva sus sorpresas, y una de ellas ha consistido, precisamente, en hacernos ver, por intermedio del genial físico inglés, que aquel agente últimamente conocido, el que más parecía apartarse de los antes estudiados, era, en rigor, el que constituía la causa primordial de todos ellos. Ciertamente que en todos estos desarrollos filosóficos hay siempre una incógnita, el éter, respecto del cual nada sabemos de un modo cierto, y al que, según dijimos más arriba, nos vemos obligados á asignar propiedades contradictorias; pero aun así, el adelanto es grande, porque antes de la hipótesis maxwelliana, además del éter de Fresnel, desconocido en sí mismo, había que admitir alguna otra cosa, también desconocida, para explicar la naturaleza de

la electricidad, mientras que hoy ambas incógnitas quedan reducidas á una sola.

A pesar de la grandísima transcendencia de la hipótesis de Maxwell y de las ventajas que presenta, no satisfacía por completo las necesidades de la Ciencia, aun en la época misma en que fué emitida, y para demostrarlo basta recordar que, según hemos visto, el estudio de los fenómenos electrolíticos conduce á admitir la existencia de lo que pudiéramos llamar átomo ó molécula eléctrica, es decir, cargas eléctricas indivisibles, cuyo valor mínimo es el de la carga que se necesita comunicar al átomo de un elemento monovalente, al de hidrógeno, por ejemplo, para convertirle en ión. Esta idea, que adquirió después mayor fuerza en la hipótesis de Arrhénius, era, sin embargo, considerada por Maxwell como sumamente improbable, por cuanto no se adaptaba fácilmente á la manera de ver del físico inglés. Además, existen otros fenómenos, como los llamados magneto-ópticos, el de Hall y algunos más, que carecían de explicación dentro de la teoría electromagnética de la luz, toda vez que ésta supone que las cargas eléctricas están distribuidas en el espacio de un modo continuo y no constituyendo masas discretas localizadas en el éter que las rodea. Para armonizar los hechos con la hipótesis, Larmor y Lorentz la modificaron introduciendo la última suposición, y por razonamientos puramente matemáticos interpretaron los fenómenos que no encontraban explicación antes; más tarde, las experiencias de conductibilidad á través de los gases enrarecidos realizadas por J. J. Thomson y sus discípulos confirmaron los razonamientos de Larmor y Lorentz, y avanzando más todavía permitieron aislar dichas cargas y determinar su valor, el cual resultó, dentro de los límites de error de experimentos tan delicados, igual al deducido por los procedimientos electrolíticos (Townsend), conse-

cuencia de grandísimo interés por cuanto establece lazos de íntima unión entre ambas clases de fenómenos y confirma la estructura atómica de la electricidad.

Consecuencia de los trabajos tanto teóricos como experimentales que tan atropelladamente acabamos de reseñar ha sido una nueva hipótesis, derivada, según hemos visto hace un momento, de la electromagnética de la luz, y cuyo fundamento estriba en admitir la existencia del átomo de electricidad, denominado *electrón* por Stoney y *corpúsculo* por Thomson, el cual no es otra cosa que la menor cantidad de electricidad negativa que puede existir en estado de libertad. Estos electrones, verdaderos centros de deformación del éter indefinido, son los que, moviéndose á lo largo de los conductores, constituyen la corriente eléctrica, ó también los que forman las partículas electrizadas negativamente y dotadas de grandes velocidades que hemos visto se admitían para explicar los rayos catódicos. Si un cuerpo está cargado de electricidad negativa es porque posee mayor número de electrones que los que contiene en estado neutro, y, por el contrario, si su carga es positiva se debe á que se le han sustraído algunos de los que le integraban en las circunstancias normales.

Parecía natural que á los electrones negativos correspondiesen otros análogos cargados de electricidad positiva, y así lo supusieron los fundadores de la hipótesis; pero la experimentación no ha confirmado semejante idea. El estudio de los rayos canales, en lo que pudiera admitirse su existencia, demuestra que las partículas que los constituyen se diferencian de las de los rayos catódicos en que su masa es del orden de la del átomo de hidrógeno, es decir, mil setecientas á mil ochocientas veces mayor que la de los últimos. Verdad es que los experimentos de J. Becquerell y R. W. Wood referentes á la acción del campo magnético

sobre las bandas de absorción de algunos minerales de didimio y sobre las líneas también de absorción del sodio permiten sospechar la realidad de los electrones positivos; pero estos experimentos en modo alguno pueden considerarse como concluyentes. Por lo tanto, en el estado actual de la Ciencia sólo deben admitirse como tales electrones los negativos, suponiendo que las cargas positivas son soportadas por masas de magnitudes análogas á las del átomo de hidrógeno y á las que denominaremos en adelante, siguiendo el ejemplo de la mayoría de los físicos, iones positivos.

La circunstancia de que en la hipótesis electrónica se admita en los cuerpos en estado neutro cierta cantidad de electrones y que esta cantidad aumente ó disminuya cuando aparecen las cargas negativa ó positiva, respectivamente, la hace análoga á la emitida por Franklin y que durante largo tiempo ha compartido con la de los dos flúidos, ideada por Symmer, el favor de los físicos: en ella, como todos recordaréis, se supone que la electricidad constituye un flúido especial existente en los cuerpos, en cantidad que pudiéramos llamar normal, cuando aquéllos se encuentran en estado neutro y que las manifestaciones eléctricas son la consecuencia de variaciones en dicha cantidad, y todavía esta analogía se hace más patente si se adopta el modo de ver de Hirn, según el cual el flúido eléctrico de Franklin no es sino el éter mismo. Pero tal semejanza desaparece á poco que profundicemos en el estudio de ambas hipótesis: en la del físico americano el medio etéreo que rodea á los cuerpos no desempeña ningún papel, y entre las partículas, moléculas ó átomos del flúido eléctrico, valiéndonos de estos nombres para designar sus últimos elementos, se ejercen aquellas acciones á distancia que el poderoso genio de Newton no se atrevía á admitir tratándose de la atracción universal: en cambio, en la hipótesis electrónica, como derivada de la

de Maxwell y ésta á su vez del concepto que Faraday formó de las líneas de fuerza, estas últimas acciones desaparecen, sirviendo el citado medio etéreo, por virtud de sus deformaciones, para explicar los fenómenos que presentan los cuerpos electrizados.

Una vez admitida la noción del electrón surge inmediatamente la duda de si debemos considerarle como una carga eléctrica soportada por una cantidad de materia tan pequeña como se quiera suponer, ó si, por el contrario, es algo independiente de la materia misma y dotado, en consecuencia, de existencia propia; si nos atenemos al concepto puramente matemático de Lorentz y Larmor, no es sino un punto donde la expresión que, según Maxwell, define la densidad de las cargas eléctricas tiene un valor finito, siendo en cambio nula en el resto del espacio; pero, como se ve, esta definición no dilucida la duda ni conduce al concepto físico del electrón, que sólo puede formarse recurriendo al criterio experimental. Comprendiéndolo así, J. J. Thomson y sus discípulos han dirigido sus trabajos al estudio de aquellos fenómenos como los rayos catódicos y la ionización de los gases en los que los electrones se presentan en las circunstancias más favorables para la observación: la idea de que los rayos catódicos eran producidos por electrones moviéndose en línea recta con gran velocidad se impuso desde el momento en que, admitida la hipótesis del bombardeo molecular de Crookes, hubo de demostrarse, como más arriba queda dicho, la imposibilidad de que los proyectiles fuesen los átomos y menos las moléculas de los cuerpos en que se originan. Pero de este mismo hecho surgió un nuevo problema, el de la determinación de la masa y la velocidad de las partículas catódicas, que los citados físicos resolvieron merced á delicadísimos experimentos, demostrando que la primera es aproximadamente mil ochocientas veces menor que la del

átomo de hidrógeno, mientras que la segunda oscila entre veinte mil y cien mil kilómetros por segundo, según el grado de enrarecimiento del medio en que se producen. Además, de las investigaciones experimentales de J. Kaufmann se deduce que dicha masa, medida por su coeficiente de inercia, crece notablemente con la velocidad cuando ésta excede de cierto límite, hasta el punto de que cabe fundadamente admitir para aquélla un valor infinito si ésta iguala á la celeridad con que se propaga la luz, consecuencia que ha conducido al ya citado Thomson, con el fundamento que permite alcanzar el razonamiento matemático cuando se basa en hechos bien probados experimentalmente, á suponer que la masa total de los electrones es debida únicamente á su carga eléctrica. Pero los electrones proceden de la materia, puesto que según vimos antes, es indispensable ésta para que aquéllos queden en libertad, y como además tienen masa mensurable, en lo que se diferencian del éter indefinido, parece lógico considerarlos como constituyentes del átomo, que ya no puede admitirse sea indivisible, sino formado, por el contrario, de partes más pequeñas. Ahora bien; como la existencia de los rayos canales prueba que la producción de electrones va acompañada de la de iones positivos de masa mucho mayor, cabe suponer que los átomos son el resultado de la reunión de unos y otros; consecuencia sobre la que habremos de insistir más adelante.

La existencia de los electrones explica ahora con notable claridad los fenómenos de ionización de los gases, de los que tan brevemente como imponen las condiciones de este trabajo nos hemos ocupado en páginas anteriores: un gas ionizado es un gas en el que existen electrones é iones positivos en libertad, y si se le hace pasar entre dos conductores á distinto potencial, los primeros son atraídos por aquél cuyo potencial es mayor (cargado positivamente), y los se-

gundos, por el opuesto, simulando la descarga de ambos y el paso de una corriente cuya intensidad, lejos de seguir la ley de Ohm, debe crecer con el número de moléculas ionizadas y comprendidas entre los conductores: si el gas está á la presión ordinaria prodúcense, además, frecuentes choques entre iones y electrones, cuyo efecto es hacer que se unan de nuevo, reconstituyendo los átomos neutros de que procedían y desapareciendo con rapidez, lo cual explica la facilidad con que los rayos catódicos son absorbidos por los gases en las condiciones dichas.

La teoría electrónica ha recibido todavía nuevas confirmaciones por la concordancia entre los valores encontrados para la relación entre la carga y la masa de un ión cuando se les mide partiendo de la descarga en los gases enrarecidos ó mediante procedimientos totalmente distintos: así, comprobado por Aitken que el vapor de agua que satura un gas no se condensa al producirse un enfriamiento brusco (expansión adiabática) de no contener partículas sólidas en suspensión, demostró el tantas veces citado J. J. Thomson que éstas podían ser reemplazadas por los iones, que sirviendo de núcleos de condensación, provocaban la formación de una niebla cuya velocidad de caída podía servir para determinar la relación de que se trata. El método aplicado por el ilustre profesor de Cambridge, no obstante las grandes incertidumbres que lleva consigo, dió resultados satisfactorios, que lo fueron más aún después de las modificaciones introducidas por H. A. Wilson, en 1903, consistentes en medir la velocidad de descenso de la nube, primero, cuando cae obedeciendo sólo á la gravedad, y después, cuando á ésta se opone una fuerza eléctrica; y todavía alcanzó mayor grado de exactitud al aplicarle, como lo hicieron Ehrenhaft y Millikan (1909), independientemente uno de otro, al estudio de una sola gota sumamente peque-

ña, cuyos movimientos en el campo gravitatorio, ó en éste combinado con otro electrostático, pueden seguirse al microscopio durante horas enteras: en los trabajos del último de los físicos citados la velocidad de la gota cambiaba á veces de una manera brusca y discontinua si el gas en que se movía estaba ionizado, por lo que atribuyó el cambio á la adherencia de iones á la gotita misma, probando así de modo indudable la estructura atómica de la electricidad.

Pero como en todos estos métodos se opera siempre sobre iones libres cuya producción se provoca mediante diversas formas de energía, algunos espíritus escrupulosos pudieran objetar que tanto los iones como los electrones no preexistían en el átomo y que se formaban en el momento de actuar la causa ionizante; razonamientos que ha destruído del modo más terminante el descubrimiento y estudio del llamado fenómeno de Zeeman. Sabido es que el ilustre físico de Amsterdam observó, en 1896, que las rayas del espectro de los metales, las del sodio, por ejemplo, sufrían profundas modificaciones cuando el vapor metálico que las emite está sometido á la acción de un campo magnético; entonces, cada raya se subdivide en dos ó en tres (en el caso más sencillo), diversamente polarizadas, según se las observa paralela ó perpendicularmente á las líneas de fuerza. Tal fenómeno ha encontrado explicación satisfactoria en la hipótesis electrónica, suponiendo que en el átomo existen electrones cuyos movimientos provocan las ondas electromagnéticas rapidísimas, en las que consiste la luz, y son modificadas por la presencia del campo: aplicando, pues, al fenómeno los principios de dicha hipótesis ha podido medir el físico holandés la relación entre la carga y la masa de los electrones, encontrando valores perfectamente concordantes con los obtenidos por los demás métodos.

Admitida por los físicos la estructura atómica de la electricidad, conocidas las propiedades fundamentales del electrón, y comprobada su existencia en los átomos materiales, no tardó en surgir en la mente de los pensadores la idea de que los primeros constituían parte esencial de la estructura de los segundos, que ya dejaban de ser homogéneos é indivisibles, como se suponía en la teoría de Dalton: ya no era posible concebir á los átomos como masas esféricas ó poliédricas, macizas, indeformables y rodeadas de una atmósfera de éter, y precisaba, en consecuencia, modificar las nociones antiguas respecto de la constitución de la materia, reemplazándolas por otras más en consonancia con los nuevos conocimientos. Las dificultades que semejante tarea presentaba sólo podían ser vencidas por una inteligencia de primer orden, profundamente penetrada de los fenómenos que habían de servir de base á la nueva hipótesis, y así no es de extrañar que ésta fuese emitida por J. J. Thomson, cuyo nombre aparece á la cabeza de tantos y tantos trabajos referentes á los múltiples problemas como los planteados por la hipótesis electrónica. El insigne profesor de Cambridge formuló aquella hipótesis con el nombre de «teoría corpuscular de la materia», tomando como punto de partida la existencia de los electrones, llamados por él corpúsculos, y de los iones positivos. Es verdad que, en oposición á esta hipótesis, algunos físicos alemanes, Drude entre ellos, han emitido otras en que se prescinde de los últimos y se admiten los electrones positivos análogos á sus congéneres de signo contrario, aplicando, además, la palabra electrón á todo centro móvil dotado ó no de masa ponderable y provisto de carga eléctrica variable, no sólo en signo, sino también en magnitud. Aunque la admisión de los electrones positivos parezca lógica por analogía y por facilitar la explicación de algunos fenómenos como el de

Hall, hasta el presente no está comprobada por la experimentación, de manera que, siendo éste el criterio fundamental de las ciencias físicoquímicas, no cabe aceptarla para asentar en ella cualquier hipótesis; encontramos, pues, más correcto el proceder del físico inglés, que se apoya en los hechos comprobados experimentalmente y luego razona matemáticamente para ver si son ciertas las consecuencias que se deducen de la hipótesis en ellos fundamentada.

En la teoría corpuscular de la materia se considera al átomo como un conjunto de iones positivos y electrones cuyas fuerzas eléctricas se equilibran y le hacen aparecer en estado neutro: los primeros actúan como centros de atracción alrededor de los cuales se agrupan los segundos, cuya posición está determinada por el equilibrio que se establece entre su repulsión mutua, por estar cargados con electricidad del mismo signo, y la atracción que ejerce el ión positivo. El autor de la hipótesis ha estudiado con gran detenimiento la forma en que deberían disponerse diferentes números de electrones alrededor de un ión positivo para que el sistema presentase condiciones de estabilidad; pero el problema ofrece tal cúmulo de dificultades que no le ha sido posible alcanzar una solución: ésta es asequible suponiendo que todos los electrones están en un mismo plano, en cuyo caso demuestra el cálculo que se disponen en anillos concéntricos, cada uno de los cuales tiene mayor número de electrones á medida que crece su radio. Y no contento con buscar la solución matemática ha tratado de confirmarla experimentalmente, no con los electrones mismos, como es de suponer, sino recurriendo á sistemas que pueden considerarse como análogos desde el punto de vista puramente mecánico, y con tal objeto ha reproducido un experimento del profesor americano Mayer, en el que se disponen pequeños imanes verticales, flotantes en un líquido con su polo

del mismo nombre en la parte superior: estos imanes, que se repelen mutuamente obedeciendo á las mismas leyes que los cuerpos electrizados, representan los electrones, y el ión positivo está simbolizado por un poderoso imán, también vertical, colocado sobre la superficie del líquido y con su polo interior de signo contrario á los superiores de los imanes flotantes. En tales condiciones, los primeros, cuyo número puede variar á voluntad, se disponen en figuras completamente de acuerdo con las deducidas por el cálculo, confirmando las previsiones de éste: semejante manera de proceder es la verdaderamente correcta en la Física, en la que no debe admitirse como exacta ninguna consecuencia de la teoría sin recibir la sanción experimental.

Las figuras de equilibrio de que acabamos de hablar no prejuzgan el hecho de que los electrones que integran el átomo hayan de estar en reposo, pues en este caso, el edificio atómico caería por su base; por el contrario, el equilibrio puede considerarse como dinámico y suponer en los anillos movimientos de rotación en su propio plano capaces de engendrar ondas electromagnéticas, que, siendo suficientemente rápidas, darían por resultado la emisión de calor y aun de luz; así se explicaría, no sólo el hecho de que el espectro de un elemento presente diversidad de rayas, sino que éstas puedan clasificarse en series, dentro de cada una de las cuales estén en una relación determinada las respectivas frecuencias. Esta misma disposición de los electrones, que muchos no dudarán en calificar de artificiosa y no es, en realidad, sino un modo de representación de los que *podiera ser* el átomo, explica groseramente bastantes propiedades de las observadas en la Naturaleza, como, por ejemplo, la ley periódica de Mendeleef, el carácter electropositivo ó electronegativo de los elementos, las semejanzas de ciertos grupos de líneas espectrales en determinados

cuerpos, etc., permitiendo suponer que, si se llegase á conocer el número y la disposición en el espacio de los electrones que forman dichos átomos, se explicaría todo lo que hoy se admite por ser *hechos comprobados*, pero sin que sepamos la causa de que esos hechos sean como son. Y es evidente que pueden idearse otros modos de organización de los electrones alrededor del ión positivo; por ejemplo, á semejanza de lo que sucede en el orden astronómico, puede suponerse al átomo análogo á un sistema planetario en el que el ión represente al Sol, centro del sistema, á cuyo alrededor giren los electrones á la manera que lo hacen los planetas, y que, como éstos, pudieran ir acompañados de sus satélites correspondientes. Verdad que no se conoce en Astronomía otro sistema planetario que el sencillísimo de que forma parte la Tierra; pero si no hemos de considerarnos como una excepción en el Universo, debemos creer que cada uno de esos soles que dan al firmamento la espléndida belleza de una noche estrellada es el centro de un sistema de cuya complejidad no podemos tener siquiera la menor idea.

Pero sea la que quiera la disposición que se suponga afectan iones y electrones en la constitución del átomo, esta hipótesis explica satisfactoriamente multitud de hechos, como la conductibilidad eléctrica de sólidos, líquidos y gases, los fenómenos de Hall y de Thomson, los magneto-ópticos en los gases y en los cuerpos cristalizados, la absorción de la luz, el fenómeno de Zeeman y no pocas propiedades de orden químico. Únicamente precisa admitir que no todos los electrones están sujetos al ión con igual fuerza, pues algunos, como sucede con los que constituyen la corriente eléctrica, se separan de él bajo la acción de fuerzas eléctricas ó magnéticas muy débiles, sin que esto signifique modificación aparente del átomo de que formaban parte. Confirman esta suposición los experimentos de rayos canales efectuados

en el vapor monoatómico del mercurio, según los cuales este átomo puede perder hasta ocho electrones sin que su individualidad química haya sido modificada. Sin embargo de lo dicho, y por muy seductora que parezca la hipótesis electrónica, quedan en ella algunos puntos oscuros, como el origen de la masa del átomo, la estructura de electrones é iones, las propiedades de la radiación negra y algunos otros que tal vez se iluminarán en el transcurso del tiempo merced á nuevas investigaciones, siendo de notar que puntos análogos había en las hipótesis anteriores cuya sencillez, nada más que aparente, no bastaba á explicar fenómenos que hoy se interpretan con facilidad.

No entra en nuestros propósitos, ni la limitación de mis conocimientos lo consentiría, discutir la verosimilitud de la teoría electrónica, ni siquiera desarrollarla en toda su amplitud; basta, pues, con lo dicho para que nos hagamos cargo de la modificación tan profunda que supone en la constitución de la materia. Al sencillo átomo de Dalton cuya propiedad característica era la invariabilidad consiguiente á la circunstancia de ser homogéneo é indeformable, reemplaza otro extremadamente complejo constituido por multitud de corpúsculos, que en algunos pueden ser tan numerosos como hace sospechar la multiplicidad de rayas existentes en su espectro; y esta complejidad se hace todavía mayor si se acepta, con P. Weiss, la estructura atómica del magnetismo y la existencia del magnetón, pequeñísimo imán cuyo momento es idéntico para todos los cuerpos, y que en unión de los electrones é iones positivos es un nuevo constituyente de los átomos. Esta misma complejidad, unida á la posibilidad de que el átomo pierda ó gane alguno de los elementos que esencialmente le integran, hace suponer que pueda ser transformable, en cuyo caso la ley de Lavoisier dejaría de ser como hasta aquí. ¿Cabe

en la realidad semejante suposición? Hasta el último decenio del pasado siglo la respuesta era rotundamente negativa, toda vez que en ninguno de los fenómenos entonces conocidos se había dado el caso de que un átomo perdiese su modalidad característica convirtiéndose en otro distinto; pero, después, ha sido preciso variar de opinión á consecuencia del descubrimiento de los fenómenos de radiactividad, de que no podemos dejar de decir algunas palabras, siquiera sean tan pocas que no agoten la paciente benevolencia con que os dignais escucharme.

El ilustre Henri Becquerel, cuyo apellido es bien conocido de cuantos á la Física se dedican por representar una dinastía de sabios, descubrió en 1896 la propiedad que presentan las sales de uranio de impresionar las placas fotográficas, de excitar fluorescencias variadas y de ionizar los gases, y, como consecuencia, de descargar los cuerpos electrizados, en virtud de radiaciones emitidas espontánea y continuamente; comprobó, además, que éstas últimas son las que excitan la luminosidad de los cuerpos fosforescentes, y sus investigaciones, unidas á las de los otros físicos, hicieron ver que tales radiaciones, denominadas en un principio rayos de Becquerel, no se reflejaban, ni refractaban, ni eran susceptibles de polarizarse, por lo que se asemejaban á los rayos de Röntgen. Poco tiempo después, M. G. C. Schmidt y madame S. Curie, independientemente uno de otra, comprobaron que los compuestos de torio poseían la misma propiedad que los de uranio, propiedad á la cual se dió el nombre de radiactividad, denominándose radiactivas á las sustancias que la presentaban.

Las extrañas propiedades de los cuerpos radiactivos excitaron vivamente la atención de los físicos, por cuanto se daba el caso verdaderamente anómalo y excepcional de

existir en la Naturaleza substancias que emiten por sí mismas energía de un modo continuo y sin recibirla del exterior, al menos de un modo visible; este hecho, que parece estar en contradicción con el principio fundamental de la Física y de la Mecánica, indujo á realizar nuevas y detenidas investigaciones, cuyo resultado fué el descubrimiento de cierto número de cuerpos cuyas propiedades radiactivas estaban inmensamente más desarrolladas que las de los compuesto de uranio y de torio. Así, partiendo de la pechblenda de Joachimsthal y apelando á procedimientos físicos y químicos de separación de productos, lograron los esposos Curie obtener ciertos compuestos de bismuto dotado de una radiactividad cuatrocientas veces mayor que la del uranio, dando el nombre de *polonio* á la substancia á que aquéllos deben su actividad; después, los mismos físicos, en colaboración con Bemont, descubrieron otra nueva substancia aun más radiactiva que el polonio, á la que llamaron *radio*, y, en unión de Debierne, otra tercera, á la que dieron el nombre de *actinio*; de estos cuerpos, el polonio es muy análogo al bismuto por sus propiedades químicas, el radio al bario y el actinio parece debe colocarse en la clasificación de los elementos muy próximos al torio, del que se separa con grandes dificultades. A estas substancias debe añadirse el radioplomo de Giesel, Hofmann y Strauss, el radioteluro de Marckwald y el carolinio de Baskerville, cuyas propiedades radiactivas, aunque análogas á las de las anteriores están mucho menos acentuadas.

El detenido estudio de tan extrañas substancias demuestra que emiten espontáneamente y de un modo continuo tres clases de radiaciones, designadas por Rutherford con las letras griegas α , β y γ ; la primera, fácilmente absorbible por el aire á la presión ordinaria, está formada por partículas cuya masa es del orden de las atómicas (Ruther-

ford, Des Coudres), que se mueven con velocidades próximas á veinte mil kilómetros por segundo, y cuya desviación por los campos eléctrico y magnético demuestra que están cargadas positivamente; caracteres que permiten asimilarlas á los rayos canales, aunque dotados de más velocidad. Los rayos β , de mayor poder penetrante que los α , están electrizados negativamente (Giesel, Meyer y Schweidler, Becquerel), se mueven con velocidades superiores á doscientos mil kilómetros, y la masa de las partículas que los constituyen es inferior á la milésima parte de la del átomo de hidrógeno; se los supone formados por electrones en movimiento, lo que obliga á considerarlos como rayos catódicos. Por último, los rayos γ son tan penetrantes que atraviesan un centímetro de plomo sin que su intensidad se reduzca á la mitad y no se desvían por los campos magnético y electrostático (Villard), lo que les asemeja á los rayos X. Es de notar que las diferentes substancias radiactivas no emiten siempre las tres clases de radiaciones, ni en igual proporción; en la serie uránica, por ejemplo, el uranio 1 y el polonio sólo emiten rayos α , los radios B, D y E rayos β , y estos unidos á los γ el uranio X y el radio C. Y por si todavía no era suficientemente extraña la facultad de los cuerpos radiactivos de emitir las radiaciones que acabamos de mencionar, el eminente cuanto malogrado Pedro Curie demostró que desprenden también calor de un modo continuo y en tal cantidad que el número de calorías desprendidas por el radio en una hora es suficiente para elevar de 0° á 80° la temperatura de un peso igual de agua: este hecho, en el que no influyen absolutamente las acciones exteriores, prueba la gran cantidad de energía que radian de continuo los cuerpos en cuestión.

No se limitan á las anteriormente dichas las sorpresas que han proporcionado á la Ciencia las investigaciones

acerca de los cuerpos radiactivos; hay otras, entre las cuales figura, como de las más importantes, el descubrimiento realizado por los esposos Curie en 1899, de la *radiactividad inducida*, según el cual un sólido cualquiera colocado en el mismo recinto que una sal de radio, adquiere propiedades radiactivas que desaparecen prácticamente un día después de haberle sustraído á la acción de la sal que las provocó; este fenómeno, comprobado después por Rutherford para el torio, dió lugar á que éste último descubriese lo que llamó *emanación*, cuyas propiedades obligaron á considerarla en un principio como algo misterioso, capaz de excitar en alto grado la atención de los físicos, pero que después de estudiada en el caso del radio por Rutherford, Soddy, Ramsay y Gray, Debiérne y otros se comprobó que era un gas inerte, químicamente susceptible de liquidarse y solidificarse (á -65° y -71° , respectivamente), ocho veces más denso que el aire, próximamente, y cuyo espectro presenta rayas características. Consecuencia de los trabajos hechos sobre esta substancia y de la determinación aproximada de su peso atómico (222) ha sido que hoy se la considere como un nuevo elemento, para el que Ramsay ha propuesto el nombre de *nitón* ó *nitonio*. Pero este nitón posee una propiedad no conocida antes en ningún otro elemento; su existencia es temporal y al cabo de cierto tiempo desaparece, á la vez que se produce helio, como si aquél se hubiese transformado en éste, contradiciendo la ley de Lavoisier. Ramsay fué el primero que comprobó semejante transformación, no siendo extraño que sus trabajos suscitasen dudas y discusiones entre los físicos y más aún entre los químicos, quienes, sin embargo, hubieron de rendirse á la evidencia, cuando más tarde, en 1904, Dewar y los esposos Curie realizaron experimentos tan concluyentes por la minuciosidad con que se evitaron las causas de

error, que no era posible poner en duda la transformación referida por extraña y anómala que parezca. La resistencia de los sabios á convencerse de la realidad del fenómeno es perfectamente lógica si se tiene en cuenta que era el golpe de gracia que destruía las idas dominantes en la Ciencia, desde fines del siglo XVIII, acerca de la invariabilidad del átomo, y aunque la hipótesis electrónica hubiese preparado el terreno, suponiendo en aquél una estructura extremadamente compleja, su labor no era suficiente para que, arrojando el lastre arrastrado durante tanto tiempo, abriesen su espíritu á los nuevos horizontes.

Nuevas pruebas de la producción de helio á expensas de las substancias radiactivas aparecieron cuando se profundizó en el estudio de los rayos α . Al determinar en ellos el valor de la relación entre la carga eléctrica y la masa material resultó ser la mitad que la del ión hidrógeno en la electrólisis, y este hecho se podía interpretar de dos modos distintos: ó suponiendo igual la carga y doble la masa que en el referido ión ó admitiendo, con Rutherford, que la primera es doble y la segunda cuádruple: en este último caso las partículas α podrían ser átomos de helio, cuyo peso atómico es igual á cuatro. Con objeto de comprobar su hipótesis, realizó Rutherford, en colaboración con Roys, un experimento que constituye prueba directa: encerró el nitón en un tubo de vidrio de paredes delgadísimas (0,01 mm.), aunque impermeables á los gases, y observó que al ser atravesadas por los rayos α se podía caracterizar el helio en el recinto que rodea al tubo. Este experimento, unido á los antes citados referentes á la transformación del nitón en helio, la confirma de modo indubitable y prueba, además, que las partículas de los rayos α son átomos de helio lanzados con una velocidad de diez á veinte mil kilómetros por segundo, merced á la cual pueden pasar á través de la materia.

Para explicar todas estas transformaciones supuso Rutherford que los átomos de los cuerpos radioactivos son inestables en las condiciones actuales y, por lo tanto, se disgregan en otros más sencillos y de naturaleza diferente. La radiactividad no es entonces propiedad de los átomos de un elemento ni indicio de su existencia, sino más bien señal de una transformación en otros átomos: en el radio, por ejemplo, indica la destrucción de su átomo con producción de un átomo de helio y otro de nitón, y en este último su transformación también en helio y en un cuerpo sólido, el llamado *radio A*, que se deposita sobre los objetos que están en contacto con la emanación—explicándose así la radiactividad inducida—y después desaparece también.

Confirman el anterior modo de pensar las modificaciones que experimentan todas las substancias radiactivas por el transcurso del tiempo. Ya en 1900 demostraron Crookes y Becquerel que del uranio podían separarse dos partes: una activa y otra inactiva, de las que aquélla pierde poco á poco su actividad á la vez que ésta la va adquiriendo lentamente, hasta llegar á ser análoga á la primera; la parte activa, en cambio, al perder sus propiedades, se transforma en una substancia desconocida. De semejante manera, al emitir el torio las radiaciones y la emanación características de su radiactividad se transforma, según demostraron Rutherford y Soddy, en nuevos productos, y el radio mismo origina cuerpos secundarios en número de nueve, y de los cuales el designado con el nombre radio F por el primero de los físicos citados resulta ser idéntico al polonio de madame Curie. En todas las transformaciones en que hay emisión de partículas α , es decir, de átomos de helio cargados positivamente, el peso atómico del cuerpo resultante es la diferencia entre el del átomo primitivo y el del helio pro-

yectado: así, siendo el peso atómico del uranio 238,5 y el del radio 226,5, la diferencia (doce) representa tres átomos de helio, que son, de acuerdo con la experiencia, los que se emiten al transformarse el primero en el segundo (uno, en la transformación del uranio 1 á uranio 2, otro, de éste al ionio, y el tercero al pasar del ionio al radio); y de igual modo al convertirse el radio en nitón, con pérdida de una partícula α , el peso atómico debe descender de 226,5 á 222,5, lo cual parece confirmado experimentalmente, pues las determinaciones directas del peso atómico del nitón conducen al número 222, que concuerda satisfactoriamente con el anterior, si se tienen en cuenta las múltiples causas de error que lleva consigo determinación tan delicada en un cuerpo inerte químicamente, y del que sólo pueden manejarse cantidades extraordinariamente pequeñas.

Siguiendo la marcha que acaba de indicarse, el átomo de polonio, último término conocido de la serie rádica y cuyo peso atómico es 210,5, debe convertirse, al perder una partícula α , en otro de peso 206,5, número que concuerda sensiblemente con el peso atómico del plomo, elemento que, según esto, debe representar el final de la transformación, toda vez que ya no es radiactivo. La confirmación experimental de este hecho sería de suma importancia por la gran fuerza que prestaría á la hipótesis; pero se tropieza con dificultades de tal magnitud, debidas á la escasísima cantidad de polonio de que se puede disponer, que no extraña á nadie que no se haya logrado todavía de un modo concluyente; sin embargo, en una serie de investigaciones sobre el polonio, emprendidas por madame Curie y Debierne hace muchos años, se ha demostrado que conservando un producto rico en polonio en vasos cerrados, de los que se extrae el helio desprendido de tiempo en tiempo, y comparando los espectros del cuerpo al encerrarle en el vaso y al

cabo de dos años, se observa la desaparición de la raya característica del polonio ($\lambda = 4170,5$) y en cambio un seguro aumento de intensidad en las dos principales del plomo, que, desgraciadamente, existían ya, por la gran sensibilidad de este metal para los procedimientos de análisis espectral.

A la hipótesis de la transmutación pudiera oponerse otra, según la cual el átomo de radio, por ejemplo, fuese una combinación, análoga á las combinaciones químicas ordinarias, del de nitón y el de helio, en cuyo caso la pretendida transformación quedaba reducida á una verdadera reacción química muy exotérmica, pero del orden de las descomposiciones que tienen lugar en los laboratorios. Tal hipótesis carece de viabilidad si se tiene en cuenta que ninguno de los factores capaces de modificar el sentido ó la velocidad con que se realizan las reacciones químicas ejerce aquí la menor influencia, hasta el punto de no haberse podido modificar el curso inflexible de las transformaciones radiactivas por efecto de variaciones muy extensas de los diversos agentes exteriores: son, pues, fenómenos que tienen lugar en lo más profundo de los átomos, donde no llegan las acciones externas.

Las consideraciones que acaban de exponerse obligan á modificar un tanto las ideas existentes acerca de la constitución del átomo como consecuencia de la hipótesis electrónica, en el sentido de que ya no es posible suponerle formado únicamente por cargas eléctricas animadas de movimientos más ó menos regulares. En él hay que admitir, según propone Debiérne, dos partes distintas: la externa, sensible á los agentes también exteriores (calor, campos eléctrico y magnético, etc.), se nos revela por diversas manifestaciones, como la radiación electromagnética ó las li-

gaduras moleculares, y en ella tienen lugar los movimientos regulares de los electrones. La parte interior, especie de núcleo protegido contra las acciones externas por medios desconocidos, es, por decirlo así, inaccesible para el hombre y debe contener elementos en estado continuo de agitación desordenada, en los que puede suponerse se asientan los fenómenos de gravitación: esta agitación intratómica podrá determinar en ciertos casos estados inestables seguidos de la explosión del átomo en que consisten los fenómenos de radiactividad, que no podrán ser influidos por los agentes físicos ó químicos de que disponemos. El volumen ocupado por el núcleo puede ser extremadamente pequeño comparado con el total del átomo, de manera que éste se encuentre en condiciones de recibir choques del exterior y aun de ser atravesado por proyectiles, sin que aquél se afecte en lo más mínimo. Esta hipótesis asemeja al átomo á un planeta cuya atmósfera ocupase un volumen muy grande comparado con el de la masa sólida ó líquida interior: aquélla, sensible á los agentes exteriores, daría lugar á fenómenos perceptibles desde fuera, mientras que la masa interna no se manifestaría de un modo visible sino en el momento de un cataclismo ó de una erupción volcánica.

Dejando á un lado asuntos tan interesantes como la generalidad con que se presentan los fenómenos de radiactividad y todo lo referente á la duración de la vida de los átomos, así como á las presunciones respecto á su génesis, me limitaré, para no alargar indefinidamente este ya largo discurso, á hacer algunas breves consideraciones acerca de la influencia que han de ejercer estos fenómenos en la ley de Lavoisier, contestando, dentro de lo actualmente posible á una pregunta formulada en páginas anteriores, y que reproduciremos de un modo ya más concreto en la siguiente

forma: Los fenómenos conocidos de radiactividad ¿permiten mantener la ley de Lavoisier como base de la Química ó, por el contrario, obligan á derogarla ó modificarla? La contestación á esta pregunta es diferente, según que nos coloquemos en el punto de vista de la alta filosofía natural ó que, sin elevarnos tanto, nos limitemos al campo de la Química y restringiendo más aún al de la Química práctica.

Es axiomático en toda ciencia de carácter experimental que las leyes deben considerarse como exactas siempre que no estén en contradicción con ninguno de los casos en que pueden aplicarse, pues no siendo otra cosa que una expresión de los hechos han de estar en conformidad, sin excepción alguna, con todos aquellos á que se refieran. De otro modo, es preciso ó derogar la ley, sustituyéndola por otra más conforme con la realidad, ó limitar su extensión especificando de un modo concreto los casos en ella comprendidos y los que constituyen sus excepciones; pero entonces la ley pierde, como es consiguiente, su carácter de generalidad. Aplicando esta consideración á la ley de Lavoisier deja de ser general en cuanto hay un grupo de cuerpos cuyo átomo puede desaparecer sin dejar otro rastro de su existencia que nuevos átomos derivados sí, del primero, pero que no gozan de ninguna de sus propiedades. Cuando hace explosión un átomo de radio para convertirse en nitón y en helio, el primero queda destruído, como destruída queda la molécula de amoníaco al descomponerse en nitrógeno é hidrógeno bajo la acción de las chispas eléctricas. Ya no es, pues, el átomo eterno é inmutable, como ha dejado de ser homogéneo é indeformable, y si las causas de su transmutación no dependen de la voluntad del hombre y son, además, totalmente desconocidas, no es menos cierto que la transmutación existe; y para que este hecho tenga todavía mayor valor, hemos de hacer constar que no es reversible;

que el nitón y el helio, procedentes de la disgregación del átomo de radio, no se vuelven á unir para reconstituir este último: una serie de cuerpos radiactivos, la que comenzando en el uranio termina en el polonio, por ejemplo, puede recorrerse en el sentido de la descomposición caracterizada por el decrecimiento de los pesos atómicos; pero de ningún modo en el inverso. Esto significa que podemos presenciar la destrucción, la muerte de los átomos; pero no su nacimiento, para el que se requieren, sin duda, condiciones muy distintas de las que se reúnen en la superficie de la tierra. Además, si como algunos suponen, la radiactividad es propiedad general de los cuerpos, siquiera en la mayoría esté tan poco desarrollada que únicamente se sospecha que existe, la transmutación que significa será también general, y habrá átomos más estables unos que otros, como en la Química de las combinaciones las hay tan estables que sólo se descomponen mediante las más poderosas energías, mientras que otras lo hacen por acciones tan insignificantes que su descomposición parece espontánea; pero en este caso los átomos de todos los elementos serán disgregables, y la ley de Lavoisier, tal como la formuló su autor, habrá perdido su carácter de ley fundamental.

Pero, si en lugar de considerar la cuestión desde las altas regiones en que se mueve la filosofía natural descendemos al terreno más limitado y concreto de la Química práctica, varía completamente de aspecto: la ley, entonces, continúa en pie, siendo aplicable á todos los cuerpos, excepto á los radiactivos. En efecto; fuera de estas substancias, no se conoce un solo caso bien comprobado de transmutación ó disgregación de átomos, pues si bien se ha hablado en algunas ocasiones de transformaciones aparentes del cobre en litio, por ejemplo, no se han confirmado, debiéndose los resultados, al parecer positivos, á errores de experimenta

ción disculpables por las dificultades con que á cada momento se tropieza en tan delicadas investigaciones. Y no podemos asombrarnos de que una misma ley deba considerarse como admisible ó no, según el punto de vista en que nos coloquemos, porque tal caso se presenta con suma frecuencia en las ciencias experimentales: será, pues, la de Lavoisier una ley aproximada si se quiere; pero como su grado de aproximación es, hoy por hoy en los cuerpos no radiactivos, muy superior á la precisión con que se determinan en Química las masas de materia que intervienen en las reacciones, los errores producidos por falta de exactitud de aquélla serán muy inferiores á los experimentales, y los químicos pueden continuar basando sus cálculos en una ley, que, si ayer se consideró pilar indestructible, hoy está en entredicho, y quizá mañana quede relegada á un simple recuerdo histórico.

Y ya es tiempo, señores académicos, de dar por terminado nuestro trabajo y levantaros el castigo que al escucharme venís padeciendo, por el error que cometisteis al traerme á este sitio; pero como juzgo que ese error fué involuntario y que quizá obrásteis sugestionados por engañosas apariencias, sería en mí crueldad y ensañamiento inconcebibles, mal avenidos con el agradecimiento que os debo, prolongar más aún vuestra tortura, á la que pondré fin en breves palabras.

La revolución realizada en la Ciencia durante los últimos veinte años, aun modificando profundamente conceptos tan arraigados que se tenían por axiomáticos, ha confirmado algo que quizás en un principio de la revolución misma se creyó iba á quedar destruído. La noción de la materia, la del átomo, se temió pudieran desaparecer ante el carácter marcadamente energético que tuvieron en un principio las nuevas doctrinas; pero más tarde ha resurgido con mayor brío,

si bien abriendo nuevos y más amplios horizontes. El átomo, la materia, subsistirá siempre, aunque hayan de modificarse las ideas que acerca de su constitución puedan tenerse; así lo afirma J. Perrin, como síntesis de su hermoso libro *Les atomes*, en las siguientes palabras, que traducimos como final de nuestro trabajo:

«La teoría atómica ha triunfado: aun siendo numerosos sus adversarios, al fin conquistados, renuncian uno tras otro á las desconfianzas que largo tiempo fueron legítimas y sin duda útiles.»

«Pero en este mismo triunfo vemos desvanecerse lo que la teoría primitiva tenía de definitivo y absoluto: los átomos no son ya aquellos elementos eternos é insecables cuya irreductible sencillez constituía una frontera para lo posible, sino, por el contrario, en su inimaginable pequeñez, comenzamos á presentir un hormigueo prodigioso de Mundos nuevos; de modo análogo, el astrónomo, presa del vértigo, descubre más allá de los cielos familiares, más allá de esos abismos de sombra, que la luz tarda miles de años en franquear, pálidos copos perdidos por el espacio, vías lácteas desmesuradamente lejanas, cuya débil luminosidad es suficiente, sin embargo, para revelarnos la palpitación ardiente de millones de Astros gigantes. La Naturaleza despliega el mismo esplendor sin límites en el Átomo que en la Nebulosa, y todo medio nuevo de conocimiento nos la revela más vasta y diversa, más fecunda, más imprevista, más bella y más rica en su insondable Inmensidad.»

DISCURSO

DEL

EXCMO. SR. D. JOSÉ RODRÍGUEZ CARRACIDO

Señores:

Al honor otorgado con el encargo de llevar la voz de la Academia en la solemne recepción del nuevo compañero, el Sr. D. Ignacio González Martí, únese el regocijo de verme otra vez á la par del antiguo condiscípulo de la Facultad de Ciencias, reviviendo en mi memoria aquellos años juveniles, rebosantes de ilusiones, en que juntamente trabajábamos en el laboratorio dirigido por los infatigables maestros, que fueron miembros ilustres de esta Corporación, los Sres. D. Magín Bonet y D. Manuel Sáenz Díez.

Evocando mis recuerdos de la vida escolar, veo en el hoy derruido convento de la Trinidad aquel lóbrego pasillo que, casi á tientas, había que recorrer para llegar á la mezquina y ruinoso cátedra, y, al por sarcasmo, llamado laboratorio, donde la Facultad de Ciencias de la Universidad Central nos daba la enseñanza de la Química en los grados superiores de la educación universitaria. Como se conservan en los Museos los ominosos instrumentos de tortura debían conservarse, para afrenta de la memoria de pasados gobernantes y dolorosa justificación del escaso rendimiento de la labor docente aquellos parajes que, por ser inservibles hasta para las instalaciones oficinescas de menores exigen-

cias, el Estado los dedicó á cátedra y á laboratorio, quizá con el propósito de formar alquimistas á la usanza medioeval.

Insistiendo en la falta de discernimiento con que son utilizados los viejos locales, he de recordar las palabras de Mesonero Romanos, en que ridiculiza lo heterogéneo de los destinos de la antigua mansión de los Trinitarios calzados, señalando en ella «un Ministerio con campanario, un convento que remata en un telégrafo, la nave de un templo con dobles bandas de balcones, un Conservatorio de artes en sus capillas y un Museo de pinturas en los tránsitos y salas de una oficina ministerial». He transcrito este colmo de discordancias, no tanto para presentar un cuadro de los absurdos de nuestra Administración, cuanto para poner en realce el medio en que hicieron su aprendizaje los actuales profesores, y entre ellos el Sr. González Martí. Antes le hemos visto en el cobertizo del patio conventual completando el estudio de la Química, y más tarde, en las que habían sido capillas, transformadas en Conservatorio de artes, podemos verle, nuevamente, entregado con ahinco al cultivo de la Física experimental.

Nombrado profesor auxiliar de esta enseñanza, el nombramiento, después de breves vacilaciones dimanadas del ansia legítima de resolver el problema de la vida, despierta y afianza en el espíritu del obligado colaborador de la obra docente su vocación definitiva, y con la generosa vehemencia, que es cualidad sobresaliente del carácter del nuevo académico, trabaja sin desmayos en un laboratorio donde toda incomodidad tiene su asiento. Sobreponiéndose á la acción enervante de un ambiente falto de estímulos, persigue afanoso el dominio de los medios de trabajo que poseía la cátedra de Física general, y venciendo primero las dificultades de la inexperiencia y supliendo, más tarde, con

la pericia ya adquirida, la falta de elementos para anheladas comprobaciones de hechos y leyes, sólo teóricamente conocidos, va labrando en estos esfuerzos de la antodidáctica la vigorosa personalidad científica del que por indiscutible mérito había de ser elevado á profesor numerario de la enseñanza en que se había instruído mediante la labor de sus manos y la penetración de su entendimiento.

Tuve la satisfacción de presidir el Tribunal que votó por unanimidad al Sr. González Martí para la cátedra que hoy regenta, siendo uno de los jueces aquel muy amado é inolvidable compañero nuestro D. Francisco de Paula Rojas, espíritu siempre propenso al epigrama, aunque sólo por el deleite artístico á que le incitaba la exuberante lozanía de su ingenio, pero nunca por mortificar, que en su ánimo bondadoso no había hiel, y no obstante aquella propensión, la copiosa doctrina científica revelada por el opositor en todos los ejercicios, y la ordenada manera de exponerla cautivaban su atención tan por completo que ni una sola vez interponía en el discurso de sus juicios aprobatorios aquellas picantes agudezas con que nos regocijaba en actos análogos.

Y para ahorrar á los futuros historiadores de nuestra Ciencia nacional la pesquisa de los trabajos que precedieron á la fundación de la Sociedad Española de Física y Química, como testigo presencial de las patrióticas y nobilísimas gestiones encaminadas á la realización de aquel intento, dejaré consignado que sin la voluntad enérgica y perseverante del Sr. González Martí quizá no tendríamos hoy la tan anhelada institución científica que ha entrado ya en el duodécimo año de su vida, contribuyendo sin actos aparatosos, y sólo con la presentación modesta de sus publicaciones á recuperar en el concepto europeo la negada capacidad de nuestra patria para la labor de la investigación

personal y á recabar atenciones de personas y colectividades que prescindían de nosotros en toda empresa de colaboración científica.

Dignos de toda alabanza son los mencionados esfuerzos del que fervorosamente se dedicó á obtener la cultura intensa requerida para el buen cumplimiento de la enseñanza en que había concentrado sus aspiraciones, y lo son en grado mayor del que puede apreciarse á primera vista, porque sus trabajos no se han limitado á la formación individual del catedrático de Física, sino que han trascendido á formar otros cultivadores, reclamados con urgencia, para el armónico desarrollo y la mútua ilustración del sistema de los conocimientos científicos en todos sus aspectos. Por causas que no sería difícil inquirir, pero cuya exposición no sería oportuna en este instante, ha resultado que dentro de la modestia de la cultura general española los químicos y los naturalistas han constituido legión en contraste con los físicos, contados siempre en muy escaso número, y el Sr. González Martí, con su asiduidad al laboratorio y con la generosa prodigalidad de su labor educadora, es uno de los más caracterizados representantes en las enseñanzas universitarias del fomento de los estudios físicos, realizado en parte por su vigorosa iniciativa para suplir una deficiencia nacional en la formación del conjunto de destajistas indispensable para alcanzar el conocimiento íntegro de los procesos de la materia. No necesito ir lejos á buscar testimonios de mi aserto, entre nosotros se sienta el muy docto catedrático de Electricidad de la Universidad Central, quien noblemente declara el decisivo influjo ejercido en el afianzamiento de su vocación por la enseñanza de laboratorio recibida del catedrático de Física general propagandista de los estudios de su especialidad con todo el fervor de un verdadero apostolado científico.

Y no sólo con su inmediata acción personal ha fomentado el Sr. González Martí los estudios físicos, sino también con la mediata de sus publicaciones, cuya cronología representa el progresivo desenvolvimiento de la personalidad del profesor. Edúcase primeramente en los trabajos de laboratorio y publica una bien ordenada serie de *Ejercicios prácticos de Física*, pasa después al desempeño de su cátedra y dota á nuestra literatura didáctica de un excelente *Tratado de Física general*, y seguidamente lleva á las páginas de los *Anales de la Sociedad Española de Física y Química* resultados de su investigación personal de tan subido mérito, que alcanzan el honor de ser tomados en cuenta por prestigiosas revistas extranjeras.

Quizá algún repetidor de los tópicos de la crítica rutinaria ponga al libro del catedrático el despectivo comentario «otro libro de texto»; pero arrostrando la impopularidad de la defensa, aprovecho la ventajosa ocasión del libro, muy personal, del Sr. González Martí para insistir en lo que ya hebe de manifestar en otra parte. Si el profesor aspira á realizar su obra de instruir con criterio propio, exponiendo doctrina que aun siendo de investigación ajena (como no puede menos de ser abarcando todo el contenido de una ciencia), la exposición ha de tener el carácter espontáneo de producto del propio raciocinio elaborado por un trabajo de verdadera asimilación, y en este caso ningún tratado, por excelente que sea, puede satisfacer la necesidad del discípulo de proporcionarle una guía de las explicaciones del maestro. En tan alto grado conceptúo laudable la disidencia del profesor de todos los tratados ajenos, que llegó hasta el extremo de afirmar que «el profesor es el libro», entendiendo esta afirmación en el sentido de que al trasladar la obligada amplitud de las explicaciones á las páginas concisas, en las que sistemáticamente se evita lo superfluo, es cuando se ve en

su magnitud exacta lo que hay de personal en la enseñanza dada por el profesor.

Espíritu tan substancialmente nutrido como el del autor de los *Ejercicios prácticos de Física*, y suficientemente capaz para acometer los trabajos de investigación expuestos en la *Sociedad Española de Física y Química*, había de mostrar criterio propio en sus explicaciones de cátedra reclamando la publicación, no de «otro libro de texto», reproducción disimulada de sus congéneres, sino del desarrollo del personalísimo programa compuesto por quien se elevó á un punto de vista desde el cual pudo contemplar la totalidad de la materia, cuya exposición le estaba encomendada, penetrando en las diferencias del contenido y en el examen de sus conexiones mútuas. El *Tratado de Física general*, del nuevo académico es obra tan suya como todas las demás, que conjuntamente atestiguan la elevada personalidad científica del profesor que hoy recibe la Academia en su seno.

* * *

El Sr. González Martí es doctor en Ciencias físico-químicas, y aunque dedicado especialmente al estudio de la Física, los dos órdenes de conocimientos á que su título universitario se refiere, fueron parte en la elección del asunto del muy interesante discurso que acabamos de oír, con el aplauso que yo daba por seguro al trazar estas líneas; pero además es doctor en Farmacia, lo que representa haber visto los problemas químicos, no sólo como casos de ciencia pura, sino también como aplicaciones técnicas en que es requerida la mayor escrupulosidad cualitativa y cuantitativa en la preparación y análisis de las sustancias destinadas al deli-

cadísimo papel de modificadoras de los procesos bioquímicos. Por esta doble filiación, en el espíritu del catedrático de Física salieron al encuentro de la nuevas ideas concernientes á la constitución del átomo las exigencias del que no puede prescindir del terreno firme en que se han de cimentar los trabajos analíticos, preguntando: los fenómenos conocidos de radiactividad ¿permiten mantener la ley de Lavoisier como base de la Química, ó, por el contrario, obligan á derogarla, ó por lo menos á modificarla?

¡Quién había de sospechar no hace aún veinte años que tal pregunta pudiera formularse! es verdad que entonces ya no se creía como antes que los átomos de los diferentes cuerpos simples fuesen coetáneos en su origen, porque el transformismo aceptado para explicar la sucesiva aparición de nuevas especies en el mundo orgánico se había extendido ya al mundo mineral constituyendo la doctrina evolutiva de la materia representada por la serie de los pesos atómicos cuyo primer término es el del hidrógeno y el último el del urano, pero todos ellos correspondiendo respectivamente á puntos críticos del proceso material, se conceptuaban de fijeza tan invariable que nada era capaz de modificarlos por arteificio, y sólo las fuerzas cósmicas que los habían estatuido podrían efectuar su regresión á los términos precedentes.

Doctrina transmutatoria es también la novísima del proceso de las formas elementales de la materia, pero ¡cuán diferente de su predecesora en el modo de imaginar las formaciones atómicas! Grados sucesivos de polimerización correspondientes á los descensos de temperatura del mundo estelar eran, según Lockyer, los generadores de las razas espectrales, ó lo que es igual, de los elementos químicos resultantes de una transformación parcial en la que se iban constituyendo equilibrios complejos producidos por la co-

existencia de las nuevas formas polimerizadas con las de sus antecesores que subsistían en parte intransformados, y actualmente los átomos, contradiciendo con la mayor insolencia su significado etimológico, se los considera sistemas complejísimos de muy heterogénea constitución cuyo envejecimiento es correlativo á la serie de desintegraciones del supuesto microcosmos que representa la juventud de la actividad plasmadora de la materia. Antes el helio descubierto en las nebulosas y en las estrellas de más elevada temperatura era conceptuado, por la sencillez de su espectro y la pequeñez de su peso atómico, como ténue aurora de la condensación material, elemento fecundo que en ulteriores polimerizaciones habría de llegar hasta formar las densas moles metálicas, y hoy ¡sarcasmo del tiempo! el estudio de los elementos radiactivos lo ha degradado reduciéndolo á estéril hálito que en el agitadísimo tráfigo de las rotaciones intra-atómicas es expelido como residuo que carece de toda potencialidad evolutiva. También en el mundo material como en el moral la posición determina la jerarquía: el helio vislumbrado en la altura de la refulgente corona solar fué reputado como uno de los elementos primogénitos, procreador de frondosa rama del árbol genealógico de la materia, y visto como prisionero recluído en los minerales de nuestro suelo, y hasta en las negras mazmorras de la hulla se rebaja su condición á la de impotente vestigio fósil de pasadas grandezas energéticas.

Pero resistiendo al poder seductor de estas lucubraciones de la novísima Filosofía natural, descendamos al terreno positivo de los procedimientos tecnológicos del análisis químico en que el Sr. González Martí ha colocado la tesis de su discurso, y apacigüemos, *por hoy*, la inquietud que han suscitado las nuevas teorías disolventes de la inmutable estabilidad del átomo; éste sigue en nuestros laborato-

rios transmigrando de las disoluciones á los precipitados y á las emanaciones gaseosas sin el más leve quebranto de su individualidad siempre constante, al través de sus multiformes apariencias, en *número, peso y medida*, respecto á la masa lo mismo que al volúmen. Es verdad que aun en metales no radiactivos varían las cargas eléctricas al pasar de unas á otras combinaciones, como el manganeso, que en el anion permangánico es eptavalente y bivalente en el cation manganeso, pero no obstante la naturaleza material hoy atribuída á la electricidad, la base fundamental de los trabajos analíticos la—tabla de los pesos atómicos—sigue publicándose todos los años como relación de números constantes, sólo rectificada por nuevos refinamientos en el modo de proceder de los analizadores, pero no por efectos de la variabilidad ponderal de los átomos.

Ruego que por estas palabras no se me tache de escéptico, ni siquiera de receloso de las modernas teorías científicas, deseo morir sin haber perdido la coquetería de gozar una perenne juventud espiritual que recibe con la ilusión de crearlas fecundas todas las ideas que van apareciendo como albores de nuevos sistemas doctrinales, pero también deseo evitar la caída en el anarquismo mental de conceptuar errónea ó de valor nulo la organización estatuída y consolidada por generaciones de investigadores que con la solidez de sus trabajos patentizaron que no construían sobre conceptos fantásticos, sino sobre la realidad misma, y la realidad, *hasta hoy* es, como sostiene el Sr. González Martí, la persistencia del átomo al través de las mutaciones químicas.

La concepción del átomo que lo asemeja á un planeta con atmósfera y núcleo fué sugerida por el estudio de los caracteres del radio y de los demás elementos radiactivos, atribuyendo lo extraordinario del proceso metamórfico de tan inesperados elementos á los agitadísimos é irregulares re-

molinos de las partículas del núcleo que en sus frecuentes choques producen fenómenos comparables á las erupciones volcánicas y á los cataclismos geológicos, fenómenos por los cuales la masa central se hace perceptible de igual manera que la de los mundos sidéreos en las observaciones astronómicas. En los elementos no radiactivos todos los cambios de propiedades por acciones físicas y químicas se originan tan sólo en la atmósfera envolvente del núcleo, quedando éste inaccesible á los procesos que en torno suyo se desarrollan, y persistiendo intransformado, quizá por agotamiento de la energía disipada en transformaciones pretéritas.

¿Qué causas son las generadoras de tan radical diferencia entre unos y otros?

Según Soddy, el radio se produce en la actualidad y continuamente á expensas del urano constituyendo un equilibrio químico cuyas respectivas proporciones son por tonelada del elemento generador 310 miligramos de su derivado, ¿por qué en éste se acumula tan asombrosa cantidad de energía? ¿Es que por el lugar que ocupa en el curso del proceso, del cual es término intermedio, representa una forma labil de la materia exuberante de energía cinética á la manera del grupo aldehídico que en su tránsito del alcohólico al ácido va perdiendo capacidad para ulteriores transformaciones?

La ciencia aún no ha podido responder categóricamente á estas preguntas, y sería en mí presunción ridícula poner el ingenio en tortura para pergeñar una fantástica explicación de lo que previamente exige ser ilustrado por multitud de investigadores. Nada más lejos de mi ánimo que el desatinado intento de esclarecer las misteriosas oficinas donde se produce como por encantamiento la radiactividad, ni con lo dicho me he propuesto añadir nuevas ideas á la copiosa

información revelada en todos los pasajes del discurso del nuevo académico, mi propósito se reduce á llamar la atención del auditorio sobre el trascendental problema planteado con valentía por el disertante merecedor de que las páginas que hemos oído sean repasadas con profunda meditación.

Por su bien probados merecimientos científicos fué elegido académico el Sr. González Martí, y en el acto de su solemne recepción ha presentado un nuevo y muy valioso testimonio del acierto con que procedió la Academia al llamarle para que colaborase en sus tareas: reciba, pues, de todos nosotros la más cordial bienvenida.
