

ACION

DA

G.



Biblioteca Universitaria
GRANADA

Sala 15

Estante 27

Tabla _____

Número 64

BIBLIOTECA HOSPITAL REAL
GRANADA

Sala: B

Estante: 10

Número: 166

2

42-10



LA CIRCULACIÓN
DE
LA MATERIA
Y DE LA ENERGÍA
EN EL UNIVERSO.

NUEVO ENSAYO DE FILOSOFÍA NATURAL.

POR

DON MANUEL CRESPO Y LEMA,

INSPECTOR DE INGENIEROS DE LA ARMADA.

RETIRADO.



JEREZ.

IMPRESA DE «EL GUADALETE,» A CARGO DE D. TOMÁS BUENO,

CALLE COMPÁS, NÚMERO 2.

1890.

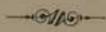
LA CIRCULACIÓN DE LA MATERIA Y DE LA ENERGÍA

EN EL UNIVERSO.



13,534 R-1445

LA CIRCULACIÓN
DE
LA MATERIA
Y DE LA ENERGÍA
EN EL UNIVERSO.



NUEVO ENSAYO DE FILOSOFÍA NATURAL

POR

DON MANUEL CRESPO Y LEMA,

INSPECTOR DE INGENIEROS DE LA ARMADA,
RETIRADO.



JEREZ.

IMPRESA DE «EL GUADALETE,» Á CARGO DE D. TOMÁS BUENO,
CALLE COMPÁS, NÚMERO 2.

1890.

Para la Biblioteca de la Universidad
de Granada.

s/c de la Papua-2-Memo 1.916

Juan G. Luque

INTRODUCCIÓN.

La aspiración más noble de la humanidad, es seguramente la de darse cuenta del modo de ser de los fenómenos de la naturaleza, á fin de que desaparezcan de su inteligencia, la infinidad de misterios que por todas partes le rodean.

En todos los tiempos el hombre se ha preguntado: ¿Cómo principió el Universo? ¿Cuál es su equilibrio actual? ¿Cómo será su fin? ¿Por qué se conservan unidas las partículas materiales? ¿Por qué tienden á reunirse? ¿Qué es la atracción? ¿Qué es la luz? ¿Por qué no se ha enfriado ya el sol? &c., &c.

No puede menos de admirar á todo hombre pensador, la impotencia de las ciencias actuales, y particularmente de la astronomía, para explicarnos la mayor parte de todos estos grandes problemas, á pesar de las notables concepciones de genios tan eminentes como Copérnico, Galileo, Képler, Descartes, Newton, Herschell, Laplace, Fresnel, Cauchy, Mayer, &c., que con sus admirables trabajos, tanto han hecho progresar las ciencias físicas.

Por desgracia, nada hay más cierto, y aun cuando esta verdad la confiesen todos los astrónomos y físicos modernos, sin embargo, debe recordarse la declaración expresa y terminante que hace M. H. Faye, en su nueva obra titulada *El origen del mundo*, impresa en 1884, donde dice después de describir el universo:

«Tal es la inmensidad de este Universo, insondable á la vez para los ojos y para la inteligencia. Hoy día el astrónomo, espantado de esta inmensidad, respecto de la cual nuestro sistema solar no le aparece más que como un punto, se refugia en este pequeño sistema, que, por lo menos, es accesible á la observación, al cálculo y donde halla todas las leyes de la Geometría y de la Mecánica.»

La razón de que no pueda aplicarse al Universo las leyes ni las fórmulas analíticas de la Geometría y de la Mecánica, es indudablemente que no están aún bien conocidas todas las leyes de la materia, y también, como dice el Padre Secchi, que las fórmulas analíticas son muy fecundas para deducir todas las consecuencias de un principio dado, pero son impotentes para establecer estos principios.

En efecto, la gran concepción de Herschell, asemejando las nebulosas al estado primitivo de nuestro sistema solar, y la nota de Laplace, en que expone su sistema nebuloso, en que no se ha usado ninguna fórmula matemática, constituyen un progreso en filosofía natural, más grande que todos los prodigios de análisis de la mecánica celeste, que aunque basados en la atracción, no han conseguido aún explicarla.

Es, pues, en el estudio y revisión de estos principios, en que han de fundarse las fórmulas analíticas, y las consideraciones geométricas y mecánicas, en donde debe buscarse la solución del enigma que presenta M. H. Faye; pero antes de ocuparnos de este estudio, tenemos necesariamente que fijar el límite de las aspiraciones que debe tener la ciencia en sus explicaciones, y el estado á que han llegado las actuales, en la explicación de los principales misterios del Universo.

Respecto á lo primero, creo que las ciencias físicas habrán llenado todas sus aspiraciones, y la inteligencia humana habrá realizado todo lo que le es posible, cuando partiendo de la materia única, y de los movimientos de dicha materia, en la infinidad del espacio y del tiempo, pueda, por consideraciones geométricas y mecánicas, darse cuenta de los fenómenos naturales.

Pero si el hombre, traspasando estos límites, y entrando en el terreno de la Metafísica, se pregunta por qué existe el espacio, el tiempo, los átomos y el movimiento, encontrará siempre mudas estas gigantescas esfinges (repetiendo la expresión que usa D. José Echegaray en su notable obra *Teorías modernas de la Física*), porque la contestación á estas preguntas, está indudablemente fuera del alcance de la inteligencia humana.

En el estudio en que vamos á entrar, admitiremos siempre como evidencias físicas, la existencia del átomo material indivisible, de su movimiento, y de la existencia de un espacio y de un tiempo infinitos, partiendo de estos cuatro principios, como de otros tantos postulados; y re-

chazando como no aceptable y errónea, toda explicación ó hipótesis, que no sea compatible con ellos, sin perjuicio de demostrar más adelante, las razones que tenemos para ello.

Pasando ahora al estudio de los diferentes problemas que nos presenta el Universo, veremos hasta qué punto en el estado actual de las ciencias físicas, puede la razón darse cuenta de los mismos, y lo mucho que aún queda por explicar.



LIBRO PRIMERO.

Constitución de la materia.

CAPÍTULO PRIMERO.

ÁTOMOS Y MOLÉCULAS DE LOS CUERPOS SIMPLES Y COMPUESTOS.

Que la divisibilidad de la materia tiene un límite físico, es una verdad ya demostrada por la química, puesto que la teoría de los equivalentes químicos, que es la consecuencia necesaria del átomo indivisible, es la base de que parte en todas sus fórmulas, y éstas no son más que la expresión de las reacciones que presentan los cuerpos en todas las experiencias.

Pero los químicos, para explicar las reacciones, necesitan un gran número de cuerpos simples, es decir, un gran número de materias de esencias diferentes, cada una con sus propiedades particulares.

En esta hipótesis está fundada la química actual; sin embargo, la mayor parte de los químicos, no dudan que esta es una idea errónea, como lo prueban los diferentes trabajos, hechos para saber si los equivalentes de los cuerpos simples, son múltiplos exactos del hidrógeno, aun cuando las experiencias más exactas, no hayan comprobado esta proporcionalidad; pero entonces es necesario admitir que los elementos de los cuerpos simples de la química, son un conjunto de átomos de la materia única del Universo, como admiten los

partidarios de la escuela sustancialista; en cuyo caso, hay que atribuir al átomo de la materia elemental, además de todas las fuerzas, de que hablaremos después, otra de un orden superior, que reúna los átomos de la materia única, con una fuerza tal, que nos es imposible destruir dichas agrupaciones por todos los medios de acción que conocemos, lo que hace mucho más ininteligible el problema de las fuerzas.

Por otra parte, ¿qué ideas debemos formarnos de estas últimas partes de los cuerpos? En esto no están tampoco conformes los sabios, puesto que unos admiten el átomo indivisible, impenetrable é inerte, de la teoría atómica, en cuya escuela, para explicar los fenómenos químicos, ó es necesario admitir la diversidad de átomos, cosa que repugna á la razón, ó si se opta por la idea de la unidad de materia, entonces es necesario admitir y explicar un gran número de fuerzas, que, como veremos después, son mucho más incomprensibles que los mismos átomos.

Para resolver estas dificultades, se ha emitido por S. W. Thomson, la idea del átomo torbellino. Según M. Jouffret, para tener una idea del átomo torbellino, imagínese un filamento rectilíneo, girando sobre él mismo, con una gran velocidad; reúnanse luego sus dos extremos, de manera que formen una curva cerrada; en fin, redúzcase esta curva á una pequeñez excesiva, y así se tendrá la idea del átomo torbellino de S. W. Thomson.

Si se supone ahora un fluido ilimitado, homogéneo, incomprensible y exento de frotamiento, se demuestra por el análisis matemático, que los filamentos torbellinos son necesariamente cerrados; que no pueden ser engendrados más que por una causa creatriz exterior, y que, al menos, de una nueva intervención, tomando sus fuerzas fuera del sistema, son indestructibles.

Este modo de concebir el átomo, presenta grandísimas dificultades; en primer lugar, porque esta hipótesis exige la existencia anterior de un fluido ilimitado, homogéneo, incomprensible y exento de frotamiento, donde se formen estos filamentos torbellinos, cuyo fluido es mucho más incomprensible

y enigmático, que el mismo átomo que se trata de explicar.

Por lo demás, el átomo así concebido, no es la última parte material del Universo, puesto que está formado por varios elementos del fluido primitivo, y entonces, lo que habría que explicar, serían las últimas partes de este fluido; cuestión que no puede resolverse como lo hace M. Leray, imaginando otro fluido más sutil, á que llama el Eón, porque de este modo se llegaría á una serie de fluidos interminables, de los cuales el último sería siempre incomprensible.

Además, no es extraño que el análisis matemático conduzca á resultados imaginarios, cuando sus fórmulas se basan sobre hipótesis arbitrarias é inadmisibles, como son las propiedades atribuidas á este fluido primitivo.

Por otra parte, la hipótesis del átomo torbellino, no puede explicar ninguna fuerza atractiva, puesto que de las rotaciones, no pueden nacer nunca más que repulsiones, siendo esta sola objeción bastante, en concepto de M. Tait, para tener que desechar la hipótesis del átomo torbellino; de manera que concibiendo de este modo, el átomo de la materia ponderable, lejos de aclararse el problema de la constitución de ésta, se complica y se le hace aún más obscuro.

Que hay una diferencia en la resistencia que oponen á su separación las partes que constituyen cada elemento de un cuerpo simple, suponiendo que no lo fuesen, y las que forman las moléculas de los compuestos, es tan evidente, como que toda la química se reduce á hacer y deshacer moléculas, y que la calificación de cuerpo simple, se da á aquél, cuyos elementos no pueden descomponerse por ninguno de nuestros medios de acción.

También hay una diferencia, entre la solidez de la unión de las partes que constituyen una molécula química, y las que forman un cuerpo sólido, puesto que para destruir esta última adherencia, bastan simplemente los medios físicos.

Para explicar todas estas adherencias tan diferentes, tanto los físicos como los químicos, admiten la existencia de diferentes clases de fuerzas, que residen, ya en los átomos de los cuerpos simples, ya en las moléculas de los compuestos.

CAPÍTULO II.

FUERZAS.

COHESIÓN.—AFINIDAD.—ATRACCIÓN.—ELASTICIDAD.

Dos escuelas disputan actualmente sobre la naturaleza y modo de ser de la infinidad de fenómenos naturales, que se conocen con el nombre de fuerzas: la primera defiende la teoría de las fuerzas abstractas, y la segunda, la teoría de los movimientos atómicos.

Bajo el punto de vista de la primera escuela, las fuerzas son propiedades esenciales de la materia. Este modo de ver la cuestión, no sólo es absolutamente ininteligible, sino que, además, presenta grandes dificultades, por el gran número de propiedades enigmáticas que se atribuyen á los átomos.

En efecto, el mínimum del número de fuerzas atractivas, que es necesario admitir para explicar los hechos físicos, químicos y astronómicos, son tres, prescindiendo de la que reúnen los átomos de la materia única, para formar los átomos de los cuerpos simples de la química, y de las fuerzas eléctricas: la cohesión, la afinidad y la atracción universal; pero cada una de las dos primeras no son simples, puesto que la cohesión se ejerce entre los átomos de los cuerpos simples, y entre las moléculas de los cuerpos compuestos. La afinidad no lo es tampoco, puesto que cada átomo de un cuerpo simple se combina con uno, dos, tres ó más átomos de otro.

En cuanto á la atracción universal, ésta se ejerce instantáneamente entre todos los cuerpos y á todas las distancias,

según Laplace. Esta última propiedad, la hace tan incomprendible, que el gran hombre que la descubrió, el mismo Newton, ha dicho:

«Que la gravedad sea innata, inherente y esencial en la materia, de suerte que un cuerpo pueda obrar sobre otro, á distancia, á través del vacío, y sin ningún intermedio que trasmita esta acción ó esta fuerza, del uno al otro, es para mí un absurdo tan grande, que me parece imposible, que un hombre capaz de tratar materias filosóficas, pueda caer en él.»

Es necesario también observar que al suponer inherentes á los átomos materiales, estas fuerzas atractivas, no pueden, sin embargo, suponerse idénticas, porque las fuerzas moleculares, son múltiples ó polares, y la atracción, nó: también hay entre ellas la diferencia del modo de variar sus intensidades, con las distancias, puesto que la atracción, sabemos que decrece inversamente al cuadrado de las distancias, y las fuerzas moleculares, cuando menos, según las cuartas ó quintas potencias de las mismas.

Pero no basta para explicar los hechos, las solas fuerzas atractivas, pues la porosidad de los cuerpos y la elasticidad no pueden explicarse, sin admitir que los átomos están dotados también de fuerzas repulsivas, sin que pueda admitirse que dichas fuerzas repulsivas las produce el calor, puesto que estando demostrado hoy día, que este es un movimiento de las moléculas ponderables, dicho movimiento exige también, para que pueda realizarse, cierta distancia atómica, que no pueden sostener las solas fuerzas atractivas.

Respecto á la explicación de la gravedad, veamos lo que dice el mismo Newton, en su célebre libro *Los Principios*:

«La gravedad hacia el sol, se compone de las gravedades hacia cada una de sus partes, y ella decrece exactamente, alejandose del Sol, en razón doble de las distancias, y esto, hasta la órbita de Saturno, como el reposo de los afelios de los planetas lo prueba, y ella se extiende hasta los últimos afelios de los cometas, si estos afelios están en reposo.

»Yo no he podido todavía llegar á deducir de los fenómenos, la razón de estas propiedades de la gravedad, y no imagino hipótesis: pues todo lo que no se deduce de los fenómenos, es una hipótesis, y las hipótesis, sean metafísicas, físicas ó mecánicas, sean las de las cualidades ocultas, no deben ser recibidas en la filosofía experimental.»

Vemos, pues, que Newton no ha explicado la atracción y ni aun ha querido hacer ninguna hipótesis sobre ella.

Después de él, como en la escuela atraccionista se ha admitido con el discípulo de Newton llamado Cotes, que la atracción es inherente en la materia, al mismo título que la inercia y la impenetrabilidad, los partidarios de dicha escuela no se han ocupado de buscar la razón de ella.

En la escuela atraccionista, todas las fuerzas son propiedades innatas é inseparables de la materia; pero, si es imposible á la razón comprender la existencia de una sola fuerza, ¿cuánto más absurdo no es suponer en cada átomo, tantas fuerzas atractivas y repulsivas, de diferentes condiciones? De este modo, las ciencias físicas, fundadas en las acciones, á distancia, ni han dado hasta ahora explicación racional de las fuerzas, que son las bases ó fundamentos de que parten, ni es probable que las den nunca.

La teoría atomística moderna niega las fuerzas; veamos la notable exposición que hace de ellas D. José Echegaray, en su obra ya citada *Teorías Modernas de la Física* y las objeciones que le opone:

«En la nueva teoría atómica, la fuerza no existe como entidad propia, ni aun como cualidad de la materia. La atracción planetaria, la pesantez terrestre, las fuerzas eléctricas y magnéticas, la capilaridad, la cohesión, la afinidad, todas las potencias químicas y físicas, no son otra cosa que puras apariencias; no hechos primitivos, sino fenómenos complejos; no elementos irreducibles, sino resultantes de otros elementos; y para decirlo de una vez, combinaciones dinámicas, y nada más que combinaciones, de los movimientos de los átomos.

»La materia en esta teoría, es un conjunto de particillas archimicroscópicas, pero sólidas, macizas, formadas por la sustancia única de la naturaleza, que viene á ser el substratum de la filosofía: sustancia inerte, incapaz de acción y cuya sola propiedad es la de ser impenetrable.

»Estas particillas ó átomos, se mueven cuando otros chocan con ellos, y siguen caminando hasta que tropiezan con un obstáculo, y este vagar infinito, sujeto tan sólo á las condiciones iniciales, á las leyes de la mecánica, es el fondo real de la naturaleza.

»¿Se agrupan los átomos en un sistema, de tal modo que dos masas se aproximen de hecho? Pues el físico que ve únicamente la parte externa de los fenómenos, dice que ambas se atraen, pero semejante atracción no existe: se mueven como si se atrajeran, mas no porque se atraigan; es el torbellino material que las envuelve, el que empuja una hacia otra, que por lo demás, la materia es inerte y no puede influir sobre la materia, de otro modo que por contacto directo.

»La acción á distancia, entre dos masas; algo que vaya de una á otra sin intermedio físico sustancial y sólido; potencias abstractas, ideales sin dimensiones geométricas, que traben el polvo disperso de los átomos y lo organicen; fuerzas que mantenidas en su idealidad, marchen por el vacío, son cosas que la teoría atómica declara incomprensibles y absurdas.

»La materia, la impenetrabilidad y el movimiento, son toda la física y todo lo explican, ó todo intentan explicarlo. Las diversas hipótesis en que se sintetiza la ciencia, como en grandes unidades, quedan condensadas en otro principio único: el movimiento de la materia; pero no como efecto de fuerzas actuales, sino como puro movimiento transmitido de unas á otras moléculas.

»Toda la parte experimental, según esta escuela, se reduce al átomo; lo demás se compone de categorías eminentemente racionales: el espacio, el tiempo, el movimiento, es decir, la mecánica, de tal suerte, que si en un instante dado pudieran conocerse las posiciones, las masas y las velocidades de todos

los átomos que constituyen el Universo, las fórmulas de D'Alambert serian la historia inerrable de la materia, el libro profético de su porvenir. Ellas nos dirian lo que fué de cada molécula, y lo que será por los siglos de los siglos: ellas escribirian, con la sublime elocuencia del álgebra, la Odisea de cada átomo; su vagar en la nebulosa, su peregrinación en los mundos constituidos, cuándo describió inmensos círculos en las sombrías entrañas de un globo, cuándo brilló en el rojizo penacho de un volcán, cuándo se vió anegado en los Occéanos, en qué instante cruzó entre vapores la atmósfera, en cuál otro, bajo forma de gota, descompuso la luz del Sol, y pintó el iris en el cielo; en qué sublime momento en fin, rodó como lágrima por una mejilla humana, sintiendo quizá estremecida su pequeñez al aliento divino del espíritu.

»Así, pues, toda la parte práctica y empírica de la teoría atomística moderna, sólo tiene por objeto suplir este dato único; estado dinámico del Universo en un momento fijo; lo demás son leyes racionales y principios á priori. Decir que contra esta teoría se alzan tremendas objeciones, es punto menos que inútil.

»La física, la química y la metafísica, le dirijen preguntas terribles, á las que ni contesta ni puede contestar hoy.

»¿Cómo se explica la conservación de la fuerza viva? Imposible parece explicar este gran principio de la mecánica, en la teoría atómica: en todo choque de cuerpos no elásticos hay pérdida de fuerza viva: luego el Universo tiende al reposo absoluto; muere el movimiento por instantes; el impulso inicial se agota; el cosmos es algo que agoniza, un inmenso péndulo que se para, una hoguera que se extingue.

»¿Cómo se explica la elasticidad? La elasticidad no existe en la teoría atómica; es una pura apariencia.

»¿Cómo se explica el átomo? No se explica tampoco: al querer comprenderlo se desvanece: al analizarlo se deshace: es polvo que se desmenuza en polvo más y más pequeño, sin otro límite que la nada. Porque, en efecto, si tiene dimensiones y es macizo, es divisible en partes, y puesto que no existe en la naturaleza fuerza alguna de cohesión, nada

une y traba estas partes entre sí; luego el átomo no puede ser un elemento primitivo; debe dividirse lógicamente; y prácticamente, debe estar dividido en otros más pequeños; pero de cada uno de estos puede decirse lo que del anterior, y así la lógica nos fuerza á triturarlos, y á desmenuzarlos más y más, sin otro límite que su aniquilamiento absoluto.

»El átomo de la teoría atomística, encierra en sí su propia negación.

»Afirmarlo y definirlo es negarlo al propio tiempo.»

Seguramente el explicar todos los fenómenos físicos por el movimiento de la materia, es una gran aspiración; pero enunciada esta hipótesis con tanta generalidad nada explica; es necesario detallar más las ideas, y en este estudio podrá quizás encontrarse la solución de las objeciones que se hacen á esta teoría; pero hasta la fecha, es necesario confesar que la teoría atomística, no ha alcanzado el suficiente desarrollo, para explicar racionalmente las fuerzas por consideraciones mecánicas.

En efecto, en la teoría atomística, se han presentado varias hipótesis para explicar las fuerzas por el movimiento: la primera, fundada en la hipótesis del átomo torbellino, sostenida por M. W. Thomson y M. Félix Marco, hemos visto, de acuerdo con la opinión de M. Tait, que no es admisible, puesto que las rotaciones no pueden engendrar atracciones.

Otra explicación de las fuerzas, debida al R. Padre Secchi, se funda para la cohesión y afinidad en el sincronismo de los movimientos de los átomos, lo que, como confiesa el mismo autor, no explicaría más que un principio de cohesión, pero que por lo demás no se ve cómo pudiera explicar ni mucha ni poca.

Para explicar la atracción, el P. Secchi admite, como Félix Marco, el movimiento de rotación de los átomos de la materia ponderable, y que este movimiento puede dar nacimiento en el éter á una esfera agitada, al interior de la cual, la densidad es decreciente, del centro hacia la circunferencia,

de donde deduce que cuando una molécula, en estas condiciones, se encuentra en la esfera de acción de otra, la resistencia al movimiento que encuentra en el medio etéreo, es menor del lado de la segunda, siendo esto lo que produce su atracción.

Aun admitiendo que una molécula pueda ser un centro de atracción enérgico y durable, como lo quiere el P. Secchi, y que esta puede dar nacimiento á una esfera agitada á densidad decreciente, hacia el centro, no por eso puede admitirse, que la presión en el interior de dicha esfera sea menor que en lo demás del medio; por el contrario, las fuerzas centrifugas, que nacerían de esta agitación, harían que la presión fuese mayor, es decir, que aun admitiendo las hipótesis del P. Secchi, su explicación de la atracción no es admisible, puesto que más bien debía resultar una repulsión.

Por último, aunque de fecha anterior, M. Lesage, de Génova, ha dado á principios de este siglo, una explicación notable de la gravedad, que, aun cuando insuficiente como veremos, no deja de tener, sin embargo, un gran mérito. Este autor admite, según M. Tait, que al lado de las gruesas partículas de materia, que son los átomos tangibles de la materia sensible, por grande que sea su número, hay una cantidad infinitamente más grande de átomos mucho más pequeños, que se lanzan en todas direcciones con velocidades enormes. M. Lesage trata de demostrar, partiendo de estas hipótesis, que los efectos de los choques de los átomos contra las grandes partículas de materia, colocaría á cada par de éstas, en las mismas condiciones que si se atrajesen mutuamente, según la ley de la gravitación. Cuando dos de estas partículas están colocadas á cierta distancia una de otra, cada una protege á la otra, de una parte de la onda que le bombardearía de otro modo. Si no hubiese más que una sola partícula, ésta sería igualmente bombardeada por todos lados. Pero si en presencia de esta partícula hay otra, ésta protegerá á la primera, hasta un cierto límite, en la dirección de la recta que las une, y la primera á su vez protegerá á la segunda, de suerte que, finalmente, cada una de las dos partículas será



bombardeada del lado opuesto á su vecina, más que sobre el lado que se miran, lo que tenderá á traer las dos partículas al contacto. Es fácil también de establecer por el cálculo, que este resultado es equivalente á una atracción, en razón inversa del cuadrado de las distancias.

Por más que M. Tait tiene razón, al considerar que esta explicación de la gravedad, es la más plausible que se ha dado hasta la fecha; sin embargo, como ella no explica satisfactoriamente la proporcionalidad de la atracción á las masas, que exige la segunda parte de la hipótesis de Newton, que él admite, y como esta hipótesis exige según el mismo, que la teoría de Thomson pueda explicar la fuente de la energía de las pequeñas partículas, que deben ser, según M. Tait, torbellinos más pequeños, lo que no ha hecho aún dicha teoría, M. Tait, cree en definitiva, que si se puede admitir como posible esta explicación de la gravedad, es necesario dejar al tiempo y á los matemáticos, el cuidado de decidir, si esta hipótesis explica todos los hechos hallados por la experiencia.

A las dificultades indicadas por M. Tait, puede añadirse otra capital, contra la hipótesis de los corpúsculos de Lesage. En efecto, cuando considera dos gruesas partículas á distancia una de otra, y dice que la una protegerá á la otra, hasta un cierto límite, en la dirección de la recta que las une, de la onda que le bombardearía en este sentido, prescinde de la acción de los corpúsculos que se hallan entre las dos gruesas partículas, puesto que éstos al bombardear la cara interior, serán rechazados por la elasticidad que es necesario admitir en todos estos choques, dando lugar á una pequeña onda reflejada, cuya acción se unirá á la onda exterior, compensando así la disminución de las impulsiones interiores, para la otra partícula, y por consecuencia no dando lugar á acción ninguna atractiva.

A esto puede añadirse también otra objeción importante que ha presentado M. Hirn: este autor dice que de este modo de explicar la atracción, no pueden resultar más que acciones proporcionales á las superficies y no á las masas; pero para que la Tierra atraiga á los cuerpos, proporcionalmente á sus ma-

sas, es necesario que la acción de las pequeñas partículas se ejerza del mismo modo sobre cada una de las grandes partículas que constituyen un cuerpo ponderable; pero si la atracción de dos gruesas partículas depende de su protección mutua, de los choques de las pequeñas partículas, el gran número de gruesas partículas que constituyen un cuerpo, cuyas distancias son seguramente pequeñas, se protegerían mutuamente, de modo que la acción de la Tierra sobre los cuerpos no podría ser proporcional á la masa de éstos.

Vemos, pues, que á pesar de lo notable de la idea de M. Lesage, y aun preescindiendo de la dificultad de comprender las gruesas partículas de materia, su explicación de la atracción no es suficiente.

De modo que, en definitiva, podemos decir de una manera general, que todo movimiento atómico ó molecular de la materia ponderable, rectilíneo, vibratorio ó rotatorio, puede dar lugar á repulsiones, pero no á atracciones, de donde resulta que las fuerzas atractivas no se han explicado tampoco hasta el día, por la escuela atomística.

Que las fuerzas están aún por explicar, lo confiesa D. José Echegaray, con su elegante frase, en su obra ya citada *Teorías modernas de la Física*, cuando dice, hablando de los adelantos hechos en la teoría del calor:

«Sin embargo, no exajeremos los resultados: el triunfo ha sido grande, pero aun quedan en pie, silenciosos é indescifrables, inmensos problemas. ¿Qué es la atracción? ¿Qué es la afinidad? ¿Qué es la materia?»

CAPÍTULO III.

CRISTALIZACIÓN.

Otro enigma que nos presenta también la materia, es la tendencia que tienen los cuerpos simples y compuestos á modelarse según ciertas formas geométricas determinadas.

Para explicar esto, se ha recurrido á las fuerzas polares; pero como la existencia de dichas fuerzas es más misteriosa é imposible de comprender que el mismo enigma de las cristalizaciones que se trata de explicar, es evidente que esta solución es insuficiente.

En un libro notable publicado por M. M.-A. Gaudin, titulado *La Arquitectura del mundo de los átomos*, este autor, partiendo de la hipótesis de que las moléculas y los elementos geométricos de los cristales deben satisfacer á la condición de formar sólidos simétricos equilibrados, llega á construir con bastante exactitud, gran parte de las fórmulas químicas.

Que los trabajos de M. Gaudin, tienen una gran importancia, no puede desconocerse, pero falta indudablemente mucho á sus teorías, para explicar el enigma de la constitución de la materia.

En efecto, para establecer su teoría, admite que los átomos químicos, son aglomeraciones esferoidales de partículas de éter, pero sin decirnos cómo dichas partículas pueden formar un conjunto único tan resistente é inalterable. Admite también, que dichos átomos químicos, están dotados de movimientos de traslación, y sobre todo de rotación de una

rapidez inusitada, de donde proceden las propiedades particulares de cada uno.

Ya hemos visto que la hipótesis de que los átomos ó moléculas de los cuerpos sólidos, estén animados de estos grandes movimientos de rotación, es imposible de admitir, tanto más, cuanto que en las vibraciones que admite en las moléculas de los cuerpos sólidos, dice que no puede haber variación en la dirección de sus ejes, pues de lo contrario se destruiría el cristal.

En todos los estados de la materia, dice que no hay contacto entre los átomos, ni entre las moléculas, pero sin explicar por qué juego de fuerzas, pueden permanecer invariablemente á las mismas distancias unos de otros, los átomos y las moléculas, puesto que aunque indica las grandes presiones del éter, no dice si estas distancias se mantienen por fuerzas repulsivas ó por rotaciones que equilibren la presión del éter, en cuyo caso se podría producir un equilibrio de fuerzas, que no explicaría nunca la gran resistencia de los sólidos á la contracción ó dilatación, dejando por consecuencia en el misterio, la razón de las distancias atómicas ó moleculares.

Por otra parte, no hace distinción ninguna, entre el estado de equilibrio de las moléculas químicas, y el de las partículas cristalinas de los cuerpos, sin embargo que presentan tanta diferencia en su estabilidad, puesto que se sabe lo fácilmente que se varían, alteran y destruyen las formas cristalinas, y lo resistentes y estables que son la mayor parte de los compuestos químicos, como por ejemplo, los óxidos de los metales de la primera sección.

Tan grandes diferencias no permiten admitir iguales condiciones de equilibrio, en estas dos clases de construcciones.

Vemos, pues, que la hipótesis de M. Gaudin, de que las moléculas son sólidos, simétricos, equilibrados, explica bastante bien la construcción de las moléculas químicas, pero que la razón de dicha hipótesis, queda por encontrar.

TEORÍA CINÉTICA DE LOS GASES.

Para terminar lo que queríamos decir sobre la constitución de la materia, nos queda que hablar de la célebre teoría cinética de los gases, fundada por los Sres. Clausius y Maxwell.

En esta teoría, Clausius admite, que las moléculas de los gases, se mueven uniformemente en línea recta, hasta que encuentran otras moléculas gaseosas ó una pared impenetrable.

Admite que las moléculas gaseosas obedecen á las leyes ordinarias de la elasticidad; admite las fuerzas moleculares, y por último, supone también á las moléculas dotadas de una vibración interior.

Partiendo de estas hipótesis, explica la presión, la elasticidad total de los gases, y la mayor parte de los fenómenos que éstos presentan.

En la teoría cinética de Maxwell, éste considera las moléculas de un gas, como pequeños cuerpos, ó grupos de moléculas más pequeñas, dotados de una fuerza repulsiva, cuya intensidad es una función de la distancia. Esta repulsión, según sus experiencias, sobre la viscosidad del aire, es inversamente proporcional á la quinta potencia de la distancia.

Una vez establecidas estas hipótesis, el autor establece la fórmula de la probabilidad de las velocidades de las moléculas gaseosas, á la que se llama la Ley de Maxwell, y partiendo de esta fórmula, explica casi todas las propiedades de los gases, llegando en sus investigaciones á resultados notables y de gran importancia, de los que recordaremos los principales.

En primer lugar, Maxwell ha probado que si se tiene una mezcla de partículas de diferentes especies como en el aire, que las hay de oxígeno y ázoe, después de haberse chocado las unas contra las otras un tiempo suficientemente largo, dichas partículas alcanzan un estado de movimiento medio, que no abandonan nunca: tal, que la energía media del movi-

miento de cada partícula, es la misma para cada gas: de suerte que las partículas más ligeras, adquieren una velocidad media más grande.

En cuanto á las velocidades de las partículas de cada gas, deben clasificarse por grupos: las velocidades de estos grupos, pueden variar desde cero hasta el infinito; pero el número de partículas que pertenecen á estos grupos extremos, es pequeño con relación al de las partículas que forman los grupos, cuyas velocidades están más próximas á la que corresponde á la energía media. En cuanto á la energía media de las partículas, es la misma en cada uno de los gases mezclados.

Otro resultado que deduce Maxwell de la teoría de los choques de las partículas elásticas, es, que si se tiene una mezcla de dos gases, que haya alcanzado su estado de régimen permanente, cada uno de ellos se distribuirá independientemente del otro, según las leyes de presiones y densidades.

Otro resultado, también importante, del mismo autor, es que la gravedad no tiene ninguna tendencia á colocar las partículas que se mueven con gran velocidad en una posición particular, respecto á las que se mueven más lentamente; y admitiendo que el calor sensible es la fuerza viva del movimiento de traslación de las moléculas, deduce que la gravedad no tiende á hacer que una columna gaseosa, esté más caliente en la parte superior ó inferior, ó inversamente.

A pesar del indiscutible y gran mérito de estos estudios, á esta teoría se hacen objeciones que hasta la fecha no creo que hayan sido destruidas.

En efecto: ¿cómo se comprende que puedan resistir las moléculas de los gases compuestos, estos frequentísimos y violentos choques, sin deshacerse ó descomponerse?

Esto exige el admitir grandes atracciones moleculares, lo que inutiliza por completo el principal resultado que podría esperarse de la teoría cinética de los gases, es decir, la explicación de dichas fuerzas.

Si como en esta teoría se admite, la temperatura de un gas es proporcional al cuadrado de la velocidad de traslación de las moléculas, como todo aumento de temperatura ó de

velocidad molecular debe propagarse entre cuerpos elásticos en movimiento, con la velocidad media de éste, la velocidad de propagación del calor en un gas, no puede ser lenta como demuestra la experiencia y como trata de demostrarlo M. Clausius, quedando por consecuencia en toda su fuerza la objeción presentada por los Sres. Jochmann y Hoppe, los que observan que, en la teoría cinética de los gases, las diferencias locales de temperatura serían imposibles.

Esta objeción ha parecido á M. Clausius tan importante, que ha creído necesario escribir una memoria especial para refutarla, titulada: *Sobre la conductibilidad de los cuerpos gaseosos para el calor.*

En dicha memoria, cuando trata del modo de movimiento de las moléculas, emitidas por una capa infinitamente delgada, dice en primer lugar, que en dichos movimientos deben distinguirse dos clases de diferencias; las diferencias accidentales debidas á las excentricidades de los choques, y las diferencias debidas á que la temperatura y la densidad del gas, no son la misma en todas partes: á estas diferencias que son determinadas por las leyes de la repartición de la temperatura y de la densidad del gas, les llama diferencias regulares.

Como las primeras irregularidades, siendo igualmente probables en todos sentidos, son simétricas, se puede, como lo hace M. Clausius, prescindir de ellas para estudiar la conductibilidad de los gases para el calor, y ocuparse solamente de las segundas que llama regulares. Después continúa:

«En el caso actual, ellas provienen, de que de dos moléculas, que se encuentran en la capa, y que han llegado de lados opuestos, la que viene del lado más caliente, tiene en general una velocidad más grande que la otra. La diferencia de estas velocidades depende de la distancia de los puntos, donde las moléculas consideradas, han empezado su movimiento, á la capa de que se trata; y como los caminos que las moléculas recorren entre dos choques consecutivos, son, en general, muy pequeños, esta diferencia debe serlo también, de suerte, que nosotros podemos considerar el valor medio de esta di-

ferencia, como una cantidad del mismo orden que la longitud media del camino de las moléculas.»

Y continúa:

«Vamos á establecer ahora qué influencia ejerce esta diferencia que existe antes de los choques, sobre los movimientos que tienen lugar después.»

Partiendo de esta hipótesis, M. Clausius llega á la conclusión, que el aire á la temperatura de cero, tendria un poder conductor, mil cuatrocientos veces menor que el plomo.

Pero la hipótesis, que la diferencia de velocidades de dos moléculas que se encuentran en la capa infinitamente delgada que considera es muy pequeña, y del mismo orden que el camino medio de las moléculas, es completamente inadmisibile, porque prescindiendo de las diferencias accidentales y ocupándose solamente de los choques, según la línea de los centros, se sabe, que si á una serie de esferas elásticas, colocadas en línea recta, muy próximas unas de otras, se comunica á la primera una velocidad cualquiera, aun cuando sea bastante grande, dicha velocidad se comunica á la última, con pequenísimos desplazamientos de las esferas intermedias; y como este resultado sería el mismo, aunque se suponga á las esferas animadas de pequeñas vibraciones de unas á otras, resulta que la magnitud de la velocidad transmitida al través de ellas, puede ser de un orden superior al camino de las esferas, y es siempre independiente de dicho camino.

No es, pues, extraño, que M. Clausius, partiendo de este supuesto erróneo, haya llegado al resultado de que la conductibilidad de los gases debía ser muy inferior á la de los metales. Lo contrario hubiera deducido, admitiendo que las diferencias regulares podian ser de un orden superior al camino medio de las moléculas, como debe admitirse para los choques de los cuerpos elásticos: de modo que la objeción contra la teoría cinética de los gases ponderables, de que según ella, el calor debía propagarse en los gases, con gran velocidad, no

solamente queda en pie, sino que constituye un argumento mortal contra dicha teoría.

Otra serie de objeciones de importancia presenta M. Hirn, contra la teoría cinética de los gases, como consecuencia de sus investigaciones y de sus experiencias, sobre la salida y el choque de los gases, en función de la temperatura.

Con motivo de la presentación de los trabajos de M. Hirn á la Academia de Ciencias, en la sesión del 2 de Noviembre de 1885, M. Faye ha hecho las consideraciones siguientes:

«La Academia recuerda, que nuestro sabio corresponsal M. Hirn, ha emprendido, hay cuatro años, un gran trabajo de verificación experimental, sobre la hipótesis de física mecánica, que consiste en considerar los gases como formados de moléculas independientes perfectamente elásticas, moviéndose en todos sentidos con gran velocidad, yendo incesantemente á chocar las paredes de los vasos donde están encerrados. Por esta concepción se ha conseguido representar los fenómenos de presión, de temperatura, de expansión, &c. Esta hipótesis sirve de base á una teoría llamada cinética de los gases, que ha recibido gran desarrollo en el extranjero.

»M. Hirn ha buscado en la memoria que acabo de presentar de su parte, á la Academia, si no se podría poner en relieve alguna conclusión inherente á la hipótesis, y someterla á la experiencia, de manera que se pueda verificar la realidad ó no realidad de la misma. M. Hirn ha encontrado que la resistencia de un gas así constituido, opuesta al movimiento de un cuerpo cualquiera, debería ser una función inmediata de la temperatura. Pero experiencias conducidas con el mayor cuidado entre las temperaturas de 0 á 200 grados, han mostrado que esta consecuencia no es fundada: la resistencia del gas mantenido á la misma presión, se ha mostrado indiferente á las variaciones de temperatura. Así la teoría cinética de los gases, cayendo en defecto sobre una de sus consecuencias esenciales, debe ser desechada.

»Confieso que el fracaso de esta hipótesis ingeniosa, pero demasiado ficticia, no me ha sorprendido; por mi parte, he

aceptado con gusto el resultado del trabajo de M. Hirn. No ha sido lo mismo en Bélgica donde excelentes jueces, sin poner en duda experiencias que les hubiesen sido demasiado penoso el repetir, con el único objeto de una verificación que no les parece necesaria, y haciendo justicia al mérito incontestable del autor, han pensado que estas experiencias, eran por ellas mismas, demasiado delicadas y demasiado difíciles, para decidir definitivamente la cuestión contra una teoría, sobre la cual un célebre geómetra alemán, ha edificado una parte de sus bellos trabajos. La memoria de M. Hirn se hallaba, pues, destinada á no inspirar más que un sentimiento de estimación bastante estéril, sin obtener adhesión definitiva.

»Es que cuando se quiere hacer la crítica de una hipótesis, no se cae siempre desde luego sobre el verdadero punto débil donde una experiencia decisiva, pronuncie magistralmente para todo el mundo entre lo verdadero y lo falso.

»Esto es lo que ha sucedido á M. Hirn. Después de haber buscado bastante lejos, ha acabado por aperebirse que la hipótesis cinética impone un límite perfectamente marcado á la velocidad de salida de un gas, pasando de un reservatorio á presión determinada, y á temperatura constante, en otro, donde la presión es menor.

»Este límite es de 485 metros por segundo para el aire á la temperatura absoluta de 273 grados, cuando se lanza en el vacío.

»Pero experiencias recientes, instituidas con el mayor cuidado por M. Hirn, sobre presiones, variando de 0,^m40 á 0,^m01 en el receptor, han demostrado claramente que este límite no existe. Ya para la presión de 0,^m01 en el receptor, la velocidad alcanzaba 4.266 metros por segundo, resultando ocho veces más grande que la velocidad de 500 metros que correspondería á la hipótesis en cuestión. Todo hace creer que llevando más lejos la rarefacción en el receptor, la velocidad de salida crecería indefinidamente.

»Esta vez la experiencia recae sobre un hecho saliente, que no exige esfuerzos de análisis para su interpretación, siendo relativamente fácil de comprobar; en fin, interesa al estudio,

tan á menudo repetido, de la ley de la salida de los gases, pues la fórmula la más reciente, la de Weisbach, se halla también atacada al mismo tiempo. Yo pienso, pues, que esta vez, los físicos no dudarán el tomar la cuestión bajo el punto de vista en que la ha colocado M. Hirn, y que sus resultados, verificados en muchos laboratorios, tomarán en la ciencia un lugar considerable, independientemente de su valor crítico, con relación á la hipótesis antedicha.»

Como se ve, los resultados de las experiencias de M. Hirn, han parecido á M. Faye bastante concluyentes, para que deba desecharse la teoría cinética de los gases.

Después de esto, M. Hirn en su última obra, de la constitución de los espacios celestes, indica como el argumento más capital contra la teoría cinética, el que el sonido debía propagarse con mayor velocidad, cuando la fuente de él fuese más intensa.

Aunque esta objeción de M. Hirn resulta exclusivamente de su modo de concebir el sonido en un medio cinético, debemos hacer notar aquí, que este hecho tampoco se explica en la hipótesis estática de los gases.

En efecto, se sabe que cada nota ó sonido musical, corresponde á un número exacto de vibraciones por segundo, pero que la intensidad de una misma nota, aumenta con la amplitud de las vibraciones del cuerpo sonoro; pero es perfectamente evidente, que á mayores amplitudes de vibraciones, debería corresponder mayor longitud de onda, de modo que una misma nota, ó un mismo número de vibraciones por segundo, debía propagarse en un aire estático, con tanta mayor velocidad, cuanto mayor fuese la amplitud de las vibraciones, y de las ondas aéreas, ó sea la intensidad del sonido.

Otro resultado de la observación, que tampoco se comprende en la teoría de un aire estático, es el que la velocidad del sonido aumente ó disminuya con la temperatura.

Y por último, tampoco se comprende bien en esta hipótesis, que la pequeña cantidad de energía que se necesita para poner en vibración un cuerpo sonoro, durante el tiempo que

necesita el sonido para llegar al límite de la distancia á que es perceptible, sea suficiente, para comunicar movimientos tan rápidos, á toda una masa de aire, tan considerable como la que representa una esfera, cuyo radio fuese dicha distancia.

Por lo demás, como los autores de la teoría cinética de los gases, admiten las atracciones moleculares, puesto que no de otro modo pueden continuar unidos los elementos de las moléculas de los gases compuestos, como admiten las fuerzas repulsivas en los átomos y moléculas, para explicar su elasticidad en los choques, como admiten también que el calor en los gases es debido en parte á las velocidades rectilíneas de sus moléculas, y en parte á las vibraciones interiores de las mismas, cosa imposible de comprender en los gases simples; y como por otra parte, esta teoría no se ocupa más que del estado gaseoso de la materia, dejando sin explicar los estados sólidos y líquidos de la misma, no explicando tampoco las muchas fuerzas moleculares que admite, no resuelve el problema de la constitución de la materia en general, de que nos ocupamos.

Pero no porque esta teoría en su estado actual no resuelva todas las objeciones expuestas, ni tenga todo el alcance que fuera de desear, carece de un gran mérito, ni deja de constituir uno de los mayores progresos que han hecho las ciencias físicas en estos últimos tiempos.

LIBRO SEGUNDO.

Agentes físicos.

CAPÍTULO PRIMERO.

CALOR.

Gracias á los notables trabajos de Mayer, Joule, Thomson, Clausius, Zeuner, Helmholtz, Rankine, Reech, Grove, Laboulaye, Favre, Tyndall, &c., sabemos hoy día, que el calor es una forma de movimiento de las partículas de los cuerpos, y que dichos movimientos pueden convertirse en otros movimientos totales, produciendo trabajo, habiéndose determinado aproximadamente el equivalente mecánico del calor. Como el trabajo puede también convertirse en calor, con una equivalencia inversa, la idea de que el calor es un movimiento molecular, está indudablemente demostrada.

Pero si es cierto que el calor es un movimiento de las moléculas, también lo es que hasta la fecha no se sabe qué clase de movimientos sean, ni cómo pueden producirse y propagarse en los diferentes medios.

En efecto, para que las moléculas puedan moverse, es necesario que estén á distancias unas de otras, lo que exige que se admita, como para la constitución de la materia, el enigma de las fuerzas repulsivas.

Por otra parte, si los movimientos moleculares, que constituyen en los cuerpos sólidos y líquidos el calor, fuesen movimientos vibratorios de las moléculas, aun admitiendo las

fuerzas repulsivas á que se atribuye la elasticidad, dichas vibraciones debían trasmitirse con la misma velocidad que las del sonido, y la velocidad de trasmisión, depender, como las del sonido, de la elasticidad de dichos cuerpos. Pero se sabe, por ejemplo, que la velocidad del sonido en el vidrio, es mayor que en el cobre, cuando la propagación del calor, en el primero, es incomparablemente más lenta que en el cobre. ¿En qué consiste, pues, esta contradicción, si ambas cosas son vibraciones moleculares?

Además, las vibraciones que constituyen el sonido, pasan con velocidad, y desaparecen enseguida que cesa la causa que las produjo; pero los movimientos que constituyen el calor, continúan por bastante tiempo, puesto que el enfriamiento de los cuerpos, en general es lento.

En los gases, se admite por los autores de la teoría cinética de los mismos, que el calor es, en gran parte, la fuerza viva de los movimientos de traslación de las moléculas. Dos grandes dificultades se presentan desde luego para admitir esta idea, prescindiendo de la que se refiere á la poca conductibilidad de los gases para el calor, de que ya nos hemos ocupado: la primera consiste, en que, si la fuerza viva de traslación de las moléculas constituyese el calor, siendo evidente que este movimiento de las partículas en el agua á cien grados, debe ser mucho menor que el de las moléculas del vapor, á la misma temperatura, ¿cómo puede existir agua y vapor á cien grados, cuando la fuerza viva de traslación de las moléculas es tan distinta en estos dos estados?

Además, el calor que se consume en la evaporación del agua, que se llama latente, empleándose seguramente en aumentar las fuerzas vivas de traslación de las moléculas, ¿cómo no aumenta al mismo tiempo la temperatura, si esta consiste en la fuerza viva del movimiento de traslación de las moléculas?

La otra dificultad consiste, en que habiendo calculado el mismo M. Clausius, que la fuerza viva del movimiento de traslación de las moléculas, no puede representar ni aun en los gases simples, más que el 63 o/o de la fuerza viva total

que contiene el gas, para explicar el cómo puede existir el otro 37 % restante, lo atribuye al movimiento de las partes constituyentes de los átomos, cuando se trata de los gases simples de la química, ó á las partes de las moléculas, en los gases compuestos.

Pero aun suponiendo que los átomos de los cuerpos simples de la química, sean compuestos realmente de otros cuerpos más elementales, no puede admitirse, sin embargo, que estos átomos se encuentren distantes unos de otros, dotados de movimientos que puedan representar el 37 % de la fuerza viva del gas, puesto que no se concibe que una aglomeración de esta especie, tenga la estabilidad suficiente, para hacerla inatacable é indestructible por todos los medios físicos y químicos que conocemos, á cuya acción resisten por completo, puesto que precisamente por este carácter, se les llama en química cuerpos simples.

Se sabe que las afinidades de los cuerpos para combinarse, es un origen muy importante de calor, particularmente en las combustiones; pero dadas las pequeñísimas distancias á que se encuentran las moléculas unas de otras, aun en los gases, y aun cuando se admita que las fuerzas que producen la afinidad sean muy enérgicas, estas fuerzas, para reunir las moléculas, tienen que vencer la fuerza repulsiva que las mantiene separadas: siendo así, ¿cómo puede concebirse, que la aproximación, en estas condiciones de las moléculas, de un kilogramo de carbón á menos de tres kilogramos de oxígeno del aire, pueda producir una energía de tres millones de kilográmetros, cuando un kilogramo de cualquier materia, cayendo sobre la Tierra atraído por toda la masa de esta, de una distancia de diez metros, no produce más que una energía de diez kilográmetros?

La combinación de un kilogramo de hidrógeno y ocho de oxígeno, que cayendo sobre la Tierra de diez metros, desarrollarían noventa kilográmetros, por su aproximación química, de distancias infinitesimales, desarrolla catorce millones de kilográmetros: es, pues, evidente, que al querer explicar la energía desarrollada en la combustión, por el trabajo de

las fuerzas atractivas, se añade al misterio de la existencia de dichas fuerzas atractivas, y al de la fuerza repulsiva, la dificultad de que estas fuerzas atractivas son casi infinitas, lo que las hace infinitamente más incomprendible; de modo, que si la idea fundamental de la termodinámica, debida á Mayer, es un gran adelanto, sin embargo, ésta no puede mirarse más que como la primera piedra del edificio, que la ciencia debe construir en lo sucesivo, pero que hasta la fecha, lo único que se han echado son los cimientos.

Que no podemos hacernos ilusiones sobre los progresos hechos hasta hoy en termodinámica, ni prestar una confianza absoluta á los resultados de fórmulas establecidas sobre hipótesis, que distan mucho de estar demostradas, se desprende perfectamente de las ideas emitidas en el prefacio de la obra sobre termodinámica, que acaba de publicar en 1887 M. J. Bertrand, Secretario perpetuo de la Academia de ciencias de Paris: en efecto, M. Bertrand dice:

«Los principios y las leyes de la mecánica, no reposan de ningún modo sobre la evidencia. En la división, otras veces célebre, de las verdades en necesarias y contingentes, las mecánicas pertenecen á la segunda clase. Se puede, sin caer en el absurdo, imaginar un mundo, donde las máquinas produjesen fuerzas. El movimiento perpetuo sería posible, no existiendo á priori ninguna prueba que lo impida.

»Los principios de la mecánica, deben ser alegados con precaución: necesitan comentario. El principio de las fuerzas vivas, es de este número. Es necesario, para tener el derecho de aplicarlo, condiciones pasadas á menudo en silencio, en estudios hechos demasiado rápidamente.

»Sobre el principio de las fuerzas vivas, reposan los trabajos admirados, á los cuales se ha dado el nombre muy mal escogido, de «Teoría mecánica del calor.»

»Se dice: el trabajo interno de las moléculas de un cuerpo, no depende en una transformación cualquiera, más que del estado inicial y del estado final. Tal es la base de la teoría. Se alega el principio de las fuerzas vivas y se pasa ade-

lante. Sin embargo, el principio de las fuerzas vivas no hace la aserción evidente, más que á condición de cerrar los ojos á dificultades muy serias.

»Las acciones mutuas de las moléculas deben ejercerse según la recta que las une, y depender de la sola distancia. A priori, la evidencia es dudosa. El calor, se dice, es un movimiento de las moléculas materiales. La idea es antigua. Do quiera que se halla una suficiente velocidad, decía Descartes, en las partes de los cuerpos terrestres, hay fuego. Sin dejar de convenir en esta aserción, ¿es permitido ver en sus consecuencias una teoría del calor?

»Un cuerpo caliente, por su presencia, calienta los cuerpos próximos, aumentando las fuerzas vivas de sus moléculas. Pero jamás se ha visto un movimiento, por su sola vecindad, influir en otro; es necesario que intervengan fuerzas. ¿De dónde vienen estas fuerzas? La respuesta no es dudosa: las partes del éter violentamente agitadas, como diría Descartes, son la causa de la acción.

»Las moléculas materiales obran, pues, sobre el éter, y el éter sobre ellas. Estas acciones, de las cuales se ignora la magnitud y la ley, intervienen en todos los fenómenos; y parecen imponerse en los razonamientos. Pero no se las menciona. El principio de las fuerzas vivas, basta para todo.

»Los físicos son menos severos. Toda verdad cierta puede ser principio. Toda experiencia bien hecha, puede resolver un problema. Se deja de tratar una magnitud como incógnita, desde que por una vía cualquiera, se ha llegado á conocerla bien.

»Esto es confundir en un mismo estudio, el edificio y sus cimientos.

»El que colocándose en el cuarto piso, se limitase á estudiar el maderamen del techo, penetraría muy mal los secretos de la construcción; si se limitase á decir, como está en su derecho, la base es sólida, esto es un hecho, lo tomo por punto de partida, se aproximaría al método de que hablo.

»Se admite hoy día como un hecho, que un cuerpo caliente, calienta los cuerpos próximos, enfriándose el mismo; que

el calor á una temperatura que depende de la presión, evapora un líquido, pero no lo calienta. Pertenecería sin embargo á la teoría el preveer estos hechos, y á la experiencia el confirmarlos.

»La alta importancia de los métodos nuevos, no se niega; lejos de esto, es contra una admiración sin reserva, que importa estar en guardia. Es necesario tolerar nubes que llevan sombra, pero amar la luz y buscarla siempre.»

Por último, M. Bertrand, para probar que las explicaciones fundadas en ideas generales, sin los detalles necesarios para cada caso, no son suficientes, cita la anécdota siguiente:

«Un calorífero, quema mucho carbón. La casa, que sin embargo se calienta muy mal, se hunde de pronto. ¿Qué ha pasado? La explicación es fácil, responde un filósofo, orgulloso de poder demostrar en algunos minutos, todos los principios de la física. La fuerza es inmutable; el calor que no calentaba, se ha transformado en trabajo; la caída de la pared confirma la teoría; no hay que buscar otra causa. Se busca sin embargo, y se descubren algunas barras de hierro que dilatadas por los conductos del calorífero, han dislocado las piedras del muro caído. El filósofo triunfa. El calor, según él había dicho, se ha transformado en trabajo. Pero en la explicación, las barras de hierro no sobaban, debían haber merecido una mención.»

Que de esta clase de demostraciones generales é insuficientes se ha abusado hasta hoy, en termodinámica, es indudable, y la cita de M. J. Bertrand, de esta anécdota, en el prefacio de su obra de termodinámica, es muy oportuna.

Vemos, pues, que la termodinámica actual necesita todavía mucha luz.

CAPÍTULO II.

LUZ.

Para explicar la luz, se sabe que hoy día está adoptado el sistema de las ondulaciones, lo que supone la existencia de un medio universal, que se llama éter.

En este sistema, se admite, fundado en varios fenómenos ópticos, y particularmente en los de la polarización, que la luz consiste en las vibraciones transversales del éter.

Que apesar de los adelantos de la óptica moderna, debidos á hombres tan eminentes como Huyghens, Fresnel, Cauchy, &c., aun quedan muchos enigmas que resolver en esta cuestión, es indudable.

En efecto, para comprender con claridad las vibraciones que constituyen la luz, es necesario conocer con exactitud la naturaleza y constitución del éter.

En primer lugar, todos los físicos, admiten que los átomos del éter, se comportan como cuerpos perfectamente elásticos; pero esta elasticidad, no ha sido todavía explicada, puesto que no puede llamarse así la idea del P. Secchi, de sustituir las rotaciones atómicas á la elasticidad.

Además, para que los átomos del éter vibren, es necesario que estén á cierta distancia, lo que exige que estén dotados de una fuerza repulsiva, que según Cauchy, debe ser recíprocamente proporcional á la cuarta potencia ú otra potencia más elevada de las distancias, lo que trae ya á la idea de la constitución del éter, un segundo misterio.

Según Fresnel, las vibraciones de las moléculas ponderables, origen de la luz, no pueden ser más que longitudinales; pero al pasar dichas vibraciones al éter, se convierten en transversales, atendido á que este fluido, por su constitución, transmite exclusivamente las vibraciones transversales, pero no nos dice qué particularidad de constitución es la del éter, para transformar y no transmitir más que estas vibraciones.

Otra de las dificultades que ofrece esta cuestión, es saber cómo en un medio constituido de átomos independientes á distancia, pueden comunicarse los movimientos transversales de dichos átomos de uno á otro, puesto que siendo sus movimientos perpendiculares al rayo de luz, y por consecuencia paralelos, no deben tocarse, en el sentido de la propagación.

Para explicar la posibilidad de la formación de vibraciones transversales, el P. Secchi admite, que los átomos del éter, están animados de un gran movimiento de rotación; entonces, las vibraciones longitudinales, podían, así, convertirse en transversales.

En esta idea, las rotaciones de los átomos del éter, serían constantes, no constituyendo la luz, sino modificando las vibraciones longitudinales, en transversales. Pero ¿cómo puede admitirse esta permanencia entre cuerpos animados de rotaciones en todos sentidos, y que tienen que tocarse constantemente con los laterales, por lo menos en las vibraciones luminosas, cuando se sabe que dos átomos animados de rotaciones iguales, en el mismo sentido, que se chocan, pierden por completo sus rotaciones, convirtiendo sus fuerzas vivas, en otras, de movimientos de traslación?

De modo, que esta nueva hipótesis, ni aclara más la cuestión, ni resuelve el problema.

Se sabe que los colores del espectro, tiene cada uno su longitud propia de onda; pero como se sabe también que todos los colores marchan en el vacío con igual velocidad, se admite que cada color lo produce un número de vibraciones por segundo, diferente; de modo, que cada uno de los colores principales, corresponde próximamente al siguiente número de vibraciones.

El color violado	á	734	billones	de	vibraciones	por	segundo
» » azul	»	685	»	»	»	»	»
» » verde	»	581	»	»	»	»	»
» » anaranjado	»	540	»	»	»	»	»
» » rojo	»	477	»	»	»	»	»

Ahora bien: como al venir la luz del sol hacia la tierra, vienen al mismo tiempo y con la misma velocidad todos los colores del iris, resulta que por cada punto del espacio de este trayecto, pasan al mismo tiempo, un gran número de ondulaciones de diferentes longitudes de ondas, y haciendo cada una un número de pulsaciones, no solamente inmenso, sino totalmente diferente para cada uno de los colores. Pero como en ese punto del espacio, no puede existir al mismo tiempo más que un átomo de éter, ¿cómo este mismo átomo puede transmitir al mismo tiempo tanta clase de movimientos tan diferentes, tanto en su amplitud, como en su frecuencia? Que esto es completamente ininteligible, y que no es posible representarse físicamente la posibilidad de este fenómeno, es completamente evidente, siendo este enigma uno de los más oscuros, de los muchos que aun nos presenta la luz.

Otra de las objeciones que pueden hacerse aún á la teoría de las ondas, es la de Newton, que en su concepto era capital.

¿Cómo, decía, la luz solar, penetrando en una cámara oscura, por un orificio circular, puede formar un haz cilíndrico? ¿No debería repartirse en todos sentidos?

La refutación de esta objeción, la hizo Huyghens, estableciendo el teorema fundamental de la teoría de las ondulaciones, llamado «Principio de Huyghens.»

Se sabe que el principio de Huyghens, consiste en admitir, que el movimiento del éter en un punto de una onda luminosa, que ocupa actualmente una cierta posición, es el resultante de las vibraciones, que le enviarían aisladamente todas las partes de la misma onda en una posición anterior.

Fresnel, comprendiendo la insuficiencia de la explicación del principio de Huyghens, ha querido justificarlo y precisarlo, admitiendo que cada punto de una onda, debe ser asimilado, no á un verdadero punto luminoso, radiando en

todos sentidos, y con igual intensidad, sino á un punto que envía en cada dirección, vibraciones cuya intensidad máxima, en la dirección normal á la onda, decrece con la oblicuidad, según una ley desconocida, para ser nula en la dirección tangencial y en toda dirección retrógrada. Esta modificación que hace Fresnel al «Principio de Huyghens» apoyado en sus ideas sobre las interferencias (que, como veremos, no son aceptables), aun cuando necesario para la teoría de las ondas, ni está explicado, ni se comprende por qué, el movimiento de cada punto de una onda, deba propagarse según condiciones tan especiales.

La demostración de Huyghens, se funda en dos hipótesis: la primera es, que las ondas situadas fuera del rayo visual, están demasiado dilatadas ó demasiado aisladas, para impresionar la retina.

La segunda es, que las ondas, fuera del rayo visual, se destruirán recíprocamente; pues las partes en movimiento, en un sentido positivo, por ejemplo, se superpondrán á las partes que se mueven en sentido negativo.

La primera hipótesis en que se funda la demostración, es demasiado vaga, puesto que no está demostrado que exista ningún límite tan marcado, entre las velocidades atómicas, para que hasta una cierta magnitud, sean perceptibles y la siguiente nó, como lo exige el paso brusco de la luz á la sombra, que se observa en el haz de luz que penetra en una cámara oscura.

La segunda hipótesis, de que los movimientos atómicos del éter puedan destruirse cuando se encuentran animados de velocidades contrarias, que es el principio de las interferencias, añadido por Fresnel á la teoría de las ondulaciones, niega por completo la esencia del éter. Puesto que para explicar la propagación de las ondas, se admite en primer lugar, que el éter posee una elasticidad perfecta, análoga á la de los sólidos; pero si en el éter se anulasen los movimientos de los átomos, que se encontrasen con velocidades contrarias, ni el éter sería elástico, ni la energía existiría en el universo, puesto que de este modo, todo movimiento habría ya desapareci-

do. Además, ¿cómo se comprende con esta hipótesis la luz difusa? ¿Por qué no se anulan las vibraciones, en este modo de manifestarse la luz, cuando viene de todas direcciones, mostrándonos los detalles de los cuerpos que nos rodean, con toda exactitud y separación?

Para explicar la refracción de la luz, en los diferentes medios, admite Fresnel, que la densidad del éter, es mayor en los medios más refrangibles. Pero no se concibe cómo puede mantenerse una densidad mayor del éter, en el interior de una agrupación molecular, á distancias tales, que por los intersticios dejados vacíos, pasa el éter y sus movimientos con tanta facilidad.

También, para explicar la doble refracción, se ve precisado Fresnel, á admitir que en los cristales, la elasticidad del éter cambia de un lugar á otro, siendo imposible darse cuenta, de en qué consiste esta variación, ni cómo puede producirse y mantenerse.

El estado de incertidumbre en que se encuentra actualmente la ciencia, respecto á estas cuestiones, se ve claramente en la reciente comunicación presentada á la Academia de ciencias, francesa, en 28 de Noviembre de 1887, por M. Maurice Lévy, titulada «Sobre las ecuaciones generales de la doble refracción, compatible con la superficie de la onda de Fresnel,» en donde empieza diciendo:

«Cualquiera idea que se forme sobre la luz polarizada, sobre un plano, que se la mire como el efecto de un desarreglo elástico ó electro-magnético, que resulte de vibraciones rectilíneas, ó de otra causa; lo que es cierto, como lo ha observado Maxwell, es que esta causa es medible por una magnitud, que es de la naturaleza de un vector.»

Y después de entrar en grandes desarrollos sobre las fórmulas generales, llega á esta conclusión:

«Las vibraciones luminosas, pueden, sin cesar de satisfacer á todas las leyes de la observación, tener todas las direccio-

nes posibles relativamente al radio luminoso, y aun la dirección longitudinal, para una onda particular.»

Nota del autor.—«No pretendo que sea así; pero nada se opone á ello, bajo el punto de vista matemático, que es en el que me he colocado.»

De modo que, bajo el punto de vista analítico, nada puede decidirse respecto á la dirección de los movimientos que constituyen la luz.

Ultimamente, Maxwell, ha dado una teoría electro-magnética de la luz. En esta teoría, pone de manifiesto varias analogías que existen entre los fenómenos electro-magnéticos y luminosos, siendo la más importante, la de que las perturbaciones electro-magnéticas, se propagan con la misma velocidad que la luz, de lo que deduce que la luz puede considerarse como una perturbación electro-magnética.

En esta teoría, para explicar la polarización rotatoria magnética, Maxwell, se ve también precisado á adoptar la hipótesis de las rotaciones moleculares, que, como hemos visto, no es admisible, en los cuerpos sólidos.

Si se supiese lo que es la electricidad y el magnetismo, los fenómenos luminosos quedarían explicados, al decir que consisten en una perturbación electro-magnética; pero como esto se ignora, las analogías entre los fenómenos electro-magnéticos y luminosos, probarán que existen relaciones entre estas dos series de fenómenos; pero estas analogías no son suficientes para demostrar su identidad, ni mucho menos para explicarlos, ni hacernos comprender, qué clase de movimientos atómicos constituyen cada uno de ellos.

Pasemos ahora al estudio del cuerpo luminoso, ó que produce la luz.

Se admite hoy día, por todos los físicos, que la vibración ó fuerza viva del cuerpo incandescente, se comunica al éter, para producir en él las vibraciones que constituyen la luz. El origen de la energía que ha de producir y trasportar la luz, está, pues, en el cuerpo luminoso.

Para hacer resaltar lo incomprensible de esta hipótesis, apesar de parecer tan natural, fijémonos en una experiencia conocida.

Supongamos que se hacen llegar á un mechero, convenientemente dispuesto, las proporciones precisas de oxígeno é hidrógeno, para obtener una combustión perfecta; se sabe que esta combustión produce una gran cantidad de calor, pero muy poca luz: supongamos ahora que en esta llama, se introduce unos pedazos de magnesia, lo que hace aparecer una gran cantidad de luz. La cantidad de calor que producía la llama, no se comprende que sea menor después de la introducción de la magnesia una vez caliente (por más que sería curioso el hacer experiencias delicadas sobre este particular); pero como la magnesia apenas se gasta, ni se combina con los gases, ¿cómo su introducción, puede ser el origen de una fuerza viva suficiente, para poner en vibración una esfera etérea, de muchos kilómetros de radio con una velocidad de propagación de 300.000 kilómetros por segundo, por poca que sea la inercia que se le suponga al éter?

La misma observación es aplicable, á la necesidad reconocida de que haya partículas sólidas en una llama, para que sea luminosa, y á las luces fosforescentes en general.

Como este mismo enigma se reproduce en el sol, como veremos después, es evidente que los misterios que existen actualmente en los principios fundamentales de que parte la óptica analítica, están aún por resolver, en el estado actual de la ciencia.

CAPÍTULO III.

ELECTRICIDAD.

El estado actual de los conocimientos de la física sobre esta cuestión, lo expone admirablemente D. José Echegaray, en su obra ya citada «Teorías Modernas de la Física,» cuando dice:

«En 1733 Dufay descubrió las dos electricidades, ó mejor dicho, las dos apariencias eléctricas, y de esta suerte asentó la base de la teoría que ha dominado hasta hoy, y aun domina en todas las obras de física, no porque se crea que es la verdadera explicación de los fenómenos eléctricos, sino porque es la expresión exacta de los hechos mismos, y se presta bastante bien á presentarlos en forma regular y sencilla.

»Pero aunque no podemos exponer una teoría completa y positiva de la electricidad, ¿significa esto por ventura que nada se ha podido adelantar en este camino?

»No, ciertamente: y si no podemos decir á punto fijo lo que la electricidad sea—como decíamos en nuestro tercer artículo, que el calor es la vibración de la materia ponderable, ó como afirmábamos en el cuarto y el quinto, que la luz es la vibración transversal del éter,—podemos en cambio decir y afirmar con alta posibilidad filosófica, que la electricidad y sus diversas manifestaciones, el rayo que estalla en las nubes, la chispa que cruje en la máquina eléctrica, el fluido que circula por el hilo del telégrafo, la fuerza misteriosa que dirige la

aguja imantada hacia el Polo Norte, todos estos fenómenos, tan diversos en sus apariencias, son una misma cosa, un fenómeno único, á saber: el movimiento del éter.

»¿Qué clase de movimiento?

»¿Vibratorio ó de traslación?

»¿Son moléculas etéreas que circulan, ó moléculas etéreas que oscilan?

»En una palabra, ¿en los fenómenos eléctricos, el éter vibra ó marcha?

»Aquí está la duda: esta es la dificultad más grave de la nueva teoría; y habremos de limitarnos en este punto, á presentar la hipótesis más satisfactoria entre las varias que han sido propuestas.»

Que los fenómenos eléctricos son debidos al movimiento del éter, es una verdad indudablemente adquirida ya por la ciencia; pero como nos dice Echegaray, se ignora la clase de movimiento que sea.

De donde resulta que la antigua teoría de los dos flúidos eléctricos, es ya completamente inadmisibile, porque nada explica sobre la esencia última de los fenómenos eléctricos.

Nos queda únicamente por examinar, la teoría propuesta por el P. Secchi, á que alude Echegaray.

En esta teoría, se admite que durante el frotamiento de dos cuerpos, hay una repartición desigual del éter entre ellos, de modo que en la superficie de uno, habrá más éter que antes, y en la del otro menos, es decir, que hay verdadero transporte del flúido etéreo de un cuerpo á otro.

A este modo de ver se le puede hacer la objeción siguiente:

Si el éter tiene en la superficie de un cuerpo, mayor tensión que en la atmósfera, ¿cómo no se derrama en ella? Si, por el contrario, el éter atmosférico, tiende á llenar el vacío del cuerpo electrizado negativamente, ¿cómo no se precipita por la superficie de éste para restablecer el equilibrio?

Estas dificultades no se resuelven con decir que la atmósfera es sustancia aisladora, porque en primer lugar, para el restablecimiento del equilibrio, bastaría que el éter pasase de

la capa de aire en contacto con el cuerpo á dicho cuerpo, y estos movimientos infinitesimales, sabemos los hace el éter en el interior del aire, con gran facilidad, por la velocidad con que marchan en él, en todos sentidos, las vibraciones luminosas.

Por lo demás, la propiedad aisladora del aire, no puede ser debida á la pequeñez de los espacios intermoleculares, puesto que se trata de un gas, y sabemos que el cristal y el hierro tienen poros suficientemente grandes, para que los movimientos luminosos y eléctricos se trasmitan en su interior, con la inmensa velocidad de 200.000 kilómetros por segundo.

La diferencia de propiedades de los conductores y aisladores eléctricos, debe explicarse, según el P. Secchi, por la diferencia de constitución molecular de cada sustancia; pero esta diferencia hemos visto que no puede ser la falta de amplitud de los poros: queda solamente que considerar las diferentes formas de las moléculas. Pero ¿cómo se comprende, que, cualquiera que sea la forma de éstas, puedan oponer un obstáculo al paso del éter, cuando éste se encuentra sometido á mayor presión, en un punto dado que en el contiguo, cuando tiene tanto espacio libre en los poros, por donde pasar?

La explicación de este fenómeno, seguramente debe estar en la diferencia de constitución molecular de los cuerpos, pero no puede admitirse como explicación, sino únicamente como una bella imagen, como dice el mismo Sr. Echegaray, la asimilación de los conductores á haces de tubos de pequesísimo diámetro, y de los aisladores á un conjunto de láminas transversales, puesto que en dichos cuerpos la conductibilidad y el aislamiento se hace, casi con la misma facilidad, en todas direcciones.

La explicación de la inducción ó electrización por influencia, fundada en la extractificación de las presiones etéreas en el aire, producida por el cuerpo electrizado, no es admisible, por las mismas razones antes expuestas, puesto que es imposible comprender, cómo puedan coexistir estas diferencias de presiones del éter intermolecular del aire, en dos secciones inmediatas.

Pasando ahora á la electricidad dinámica, el P. Secchi admite que la corriente eléctrica es una verdadera corriente de éter.

Aun cuando son muy notables las analogías que el P. Secchi hace notar entre las corrientes eléctricas y las corrientes de flúidos en las cañerías, sin embargo, es imposible concebir que un poco de trabajo gastado en frotamiento, ó el que puede producir una leve combinación química, sean suficientes á engendrar en los átomos del éter por pequeños que se le supongan, una velocidad capaz de lanzarlos al través del hierro, á razón de 200.000 kilómetros por segundo.

Sin embargo, no porque la teoría del P. Secchi sea insuficiente para explicar aun los principales fenómenos eléctricos, no por eso, sus ideas generales sobre el particular, dejan de tener mucho mérito. El criterio general de sus investigaciones, lo indica perfectamente en las siguientes frases:

«La ciencia no se forma y se constituye con misterios, sino con hechos claros y tanjibles; con verdades sencillas y evidentes.» Y como consecuencia de este criterio, las únicas categorías que entran en su filosofía, son, la inercia, la impenetrabilidad y el movimiento; negando toda acción á distancia, que no se ejerza por algún intermedio que la comunique, por contactos y choques inmediatos, constituyéndose así en uno de los principales campeones de la escuela impulsionista.

Que las hipótesis del P. Secchi sobre la electricidad, no han sido sancionadas por la experiencia, ni por los físicos en general, lo prueba la declaración que hace M. J. Bertrand en la obra que acaba de publicar sobre termodinámica, ya citada, cuando dice:

«¿Qué es una corriente eléctrica? Nadie lo sabe, y bien pocos creen saberlo. La asimilación á un río eléctrico, teniendo por fuente uno de los polos de la pila, y perdiéndose en el otro, es una imagen que nada justifica.»

La hipótesis de que las corrientes eléctricas son debidas á las vibraciones longitudinales del éter, de que parte M. Re-

nard para hacer las aplicaciones de las fórmulas de M. Lamé, de donde deduce los principios fundamentales de la electrodinámica, tiene también dificultades tan grandes, que le hacen inadmisibles.

En efecto, según hemos visto, las vibraciones transversales del éter, dependen según Fresnel de que este medio no puede vibrar más que de este modo, aun cuando las primitivas vibraciones sean longitudinales. Por otra parte, como la velocidad de la electricidad y de la luz son iguales, esto exige que todas las vibraciones se transmitan con la misma facilidad, de modo que los fenómenos eléctricos y luminosos debían originarse en la misma proporción en todo centro vibratorio, y transmitirse al mismo tiempo à todas las distancias, lo que nos demuestra la experiencia que no se realiza.

Además, las observaciones del P. Secchi, de que lo que pasa por un conductor eléctrico no es una simple vibración, sino un verdadero pase de energía, son muy dignas de tenerse en consideración, y hacen también inadmisibles esta hipótesis.

MAGNETISMO.

Se sabe que para explicar los fenómenos magnéticos, Ampère ha propuesto la hipótesis, que alrededor de las moléculas de los cuerpos magnéticos, existen corrientes circulares dirigidas en todos sentidos: de modo que sus efectos exteriores se neutralizan. Pero si se coloca dicho cuerpo en un campo magnético, el eje de cada una de las corrientes, es solicitado en el sentido de las líneas de fuerza, y las corrientes moleculares se orientan en toda la masa del cuerpo, produciéndose así la imantación.

Después, Weber, ha propuesto, para concebir estas corrientes moleculares, el admitir que ellas resultan del movimiento de rotación de una partícula electrizada positivamente, alrededor de una molécula electrizada negativamente, haciendo ambas cuerpo con una molécula material.

Por último M. M. Jamin y Bouty hacen observar que para que estas corrientes conserven su intensidad constante, sin consumir energía, es necesario admitir que en sus circuitos, no hay desprendimiento de calor, por consecuencia que no experimentan resistencias: esta hipótesis, según dichos autores, no es compatible con los hechos conocidos, más que con la condición de limitar estas corrientes á los espacios intermoleculares, pues si ellas abrazan un espacio finito, comprendiendo una cierta cantidad de materia, deberían experimentar una resistencia como las corrientes ordinarias.

Que la realidad física de estas hipótesis es imposible de admitir, es evidente, si se observa, en primer lugar, que entre varias moléculas contiguas, no existe más que un espacio intermolecular común á todas ellas, y que este espacio, tendría que ser recorrido en todos sentidos por las corrientes de Ampère, de cada una de estas moléculas, y como no puede admitirse que las corrientes eléctricas se penetren sin oponerse resistencias mutuas, es claro que dichas corrientes acabarían por anularse. En cuanto á la hipótesis de Weber, de que una partícula electrizada positivamente, girase alrededor de otra electrizada negativamente, y ambas alrededor de una molécula material, no solamente se le puede hacer la misma observación, de que muchos de estos movimientos deben de hacerse en el mismo espacio intermolecular, sino que en ella, ni se comprende qué es una partícula electrizada positiva ni negativamente, ni cómo dichas partículas pueden hacer cuerpo con la molécula material, sin admitir una atracción de ésta, hacia las partículas electrizadas que se opusiesen á la acción centrifuga de los movimientos de rotación, y esta nueva fuerza atractiva de la materia hacia las partículas eléctricas, no solamente traería á la cuestión un nuevo enigma, sino que no hay ninguna razón que nos autorice á admitirla.

De modo, que todo lo que puede deducirse, hasta ahora, de los hechos conocidos, es que el magnetismo resulta de la acción de corrientes helicoidales, como lo prueba la identidad de los solenoides, y los imanes, demostrada por Ampère; pero como hemos visto que se ignora lo que es la electricidad, es

claro que la explicación del magnetismo, no podrá darse hasta que no se consiga explicar lo que es una corriente eléctrica.

Que la explicación mecánica de los fenómenos fundamentales de la electricidad, y por consiguiente del magnetismo, no se ha conseguido dar todavía, es indudable, y se ve, particularmente en la declaración que hemos citado de M. Bertrand, y en el párrafo con que encabeza D. José Echegaray su artículo sobre la electricidad y el magnetismo donde dice:

«Al exponer en los artículos precedentes las teorías modernas de la luz y del calor, no hemos dudado en afirmar que son ciertas, y que constituyen los fundamentos de la nueva física; al ocuparnos hoy de los fenómenos eléctricos y magnéticos, tendremos, por el contrario, que presentar dudas, que hacer salvedades, que consultar opiniones, que sustituir, en fin, al dogmático pero científico ES, el prudente y tímido QUIZÁ.»



CAPÍTULO IV.

RELACIONES RECÍPROCAS ENTRE LOS AGENTES FÍSICOS.

Para concluir lo que teníamos que decir, sobre los fenómenos físicos propiamente dichos, debemos ocuparnos de las ideas últimamente emitidas, sobre el modo de concebir las relaciones de estos grandes agentes de la naturaleza, expuestas por M. Clausius, en su discurso de recepción al rectorado de la Universidad rhenana el 18 de Octubre de 1884.

En dicho discurso, después de manifestar M. Clausius que para la luz, la teoría de las ondulaciones, fundada por Huygens, ha triunfado, y que para el calor, las investigaciones experimentales conducen necesariamente á la conclusión que el calor consiste en un movimiento cualquiera, M. Clausius se expresa como sigue:

«La luz no debe considerarse de ningún modo como un agente particular, sino que ella es idéntica con el calor radiante, del cual no es más que una forma particular. Los movimientos producidos por las vibraciones de los átomos de los cuerpos, propagándose por ondas, que constituyen precisamente el calor radiante, ejercen, entre otras, una acción sobre nuestro ojo, pues una parte de estas vibraciones, posee la propiedad de evocar en el ojo una impresión, sobre la cual reposa la vista. En una consideración especial de esta acción, extremadamente importante para nosotros, así como en la consideración de algunas acciones químicas, nosotros designamos el calor radiante, por la palabra *luz*. Por conse-

cuencia, de dos agentes mirados primitivamente como distintos, luz y calor, no queda más que uno solo, el cual comprende á los dos, á saber: *el calor*.

»Por otra parte, como se habia reconocido que todas las propiedades del acero y del hierro se explican considerando cada átomo de hierro como un pequeño imán, quedaba por explicar el magnetismo de cada átomo en particular; Ampère, partiendo de su proposición, ha podido dar esta explicación, admitiendo que cada átomo de hierro está rodeado de una corriente eléctrica circular. Es claro que estas corrientes deben ejercer y experimentar, al mismo tiempo, ciertas fuerzas electro-dinámicas, y estas fuerzas son las que constituyen el magnetismo.

»Gracias á esta explicación, que debe ser considerada como una de las más grandes conquistas de la física, la relación largo tiempo buscada entre el magnetismo y la electricidad, se ha hallado, y los dos agentes han sido reducidos á uno solo: la electricidad. Según esto, las fuerzas magnéticas, no presentan más que un caso especial, de las fuerzas electrodinámicas, y la palabra magnetismo, no designa ya un agente distinto; no sirviendo más que para indicar una concepción electrodinámica.

»Este resultado, combinado al adquirido para la luz, ha reducido los cuatro agentes, admitidos primitivamente, luz, calor, magnetismo y electricidad, al número de dos, el calor y la electricidad.»

Después continúa M. Clausius del modo siguiente:

«En realidad nadie ha transformado todavía la electricidad en calor, ni el calor en electricidad. La corriente eléctrica consiste en un movimiento continuo de electricidad, movimiento que es provocado y entretenido por fuerzas extrañas. Si al presente la corriente eléctrica produce calor, esto proviene de que por el movimiento de la electricidad, los átomos de los cuerpos, en los cuales circula la electricidad, son puestos en movimiento; el movimiento molecular, así producido,

no es otra cosa que calor. No es, pues, la electricidad, ella misma, sino solamente su movimiento, lo que se ha convertido en calor. De la misma manera, cuando una corriente eléctrica es producida por el calor, no es formación de electricidad lo que tiene lugar, sino solamente, el poner en movimiento la electricidad, contenida en los conductores; y de esta manera el calor se transforma en movimiento de la electricidad.

«Se puede, pues, caracterizar estos fenómenos, diciendo que durante su duración, hay paso de una especie de movimiento á otro, á saber: movimiento eléctrico á movimiento molecular, y recíprocamente.»

Después de citar las investigaciones, M. M. Weber y Kohlrausch, que muestran que la atracción que se manifiesta entre dos corrientes eléctricas que marchan en el mismo sentido, sería igual á la fuerza repulsiva de dos partículas eléctricas de la misma especie, cuando la velocidad de las corrientes igualase á la de los rayos luminosos en el espacio, dice:

«Estas coincidencias ponen fuera de duda, que las fuerzas eléctricas, deben tomar parte en la propagación de la luz, ó lo que es lo mismo, del calor radiante. Debe, pues, existir entre el calor y la electricidad una relación íntima, que debe obtenerse; no se trata ya de especulaciones vagas, basadas solamente sobre suposiciones, sino de investigaciones que tienen su razón de ser en los hechos establecidos.»

Por último, las conclusiones finales de todas las investigaciones de M. Clausius, las formula en la siguiente proposición:

«Si se debe explicar la propagación de la luz y del calor radiante por las fuerzas eléctricas, se debe uno figurar que el Universo, está lleno de electricidad; se debe de admitir por consecuencia, que la sustancia existente en todo el Universo, y aun en el interior de todos los cuerpos, y que se llama éter, no es otra cosa que la misma electricidad. Sin embargo, ¿cómo se debe imaginar la manera de ser de esta sustancia, y cómo se debe explicar las diferentes fuerzas ejercidas por

ella, y que obran sobre ella? Esto pide todavía otras investigaciones.»

Vemos, pues, que según M. Clausius, la luz no es más que la impresión que produce sobre nuestro ojo, una parte de las vibraciones que constituyen el calor radiante; pero de aquí se deduce necesariamente que no podría haber luz sin calor, lo que es contrario á la experiencia, puesto que sabemos, por ejemplo, que la luz del fosforo de calcio, es muy blanca é intensa, y que se puede meter en ella la mano, sin ser molestado por el calor. Lo mismo sucede en todas las luces fosforescentes.

Por otra parte, no se comprende en este modo de concebir la luz, cómo las combustiones que producen más calor, como la del hidrógeno, producen tan poca luz, ni cómo la sensibilidad de la retina, que tan delicada es, no perciba ninguna impresión luminosa, al acercarse á una masa de hierro calentada á un poco menos del rojo oscuro, cuando el calor radiante, que esta masa de hierro emite, nos produce en el cutis, que es mucho menos sensible que la retina, una gran impresión.

Respecto á la reducción de los dos agentes, llamados electricidad y magnetismo, á uno solo que es la electricidad, seguramente esta idea de Ampère, ha sido una gran conquista para la física; pero á la explicación dada por éste de las corrientes moleculares, le falta todavía el explicar, como hemos visto, el cómo pueden producirse y perpetuarse dichas corrientes moleculares.

En cuanto á la conclusión final á que llega M. Clausius, en ella admite que la electricidad es el mismo éter; esto sería un cambio solamente de nombre, si no implicara la idea de que la electricidad es una materia, no un movimiento, idea que no creo sea aceptada por los físicos, puesto que conduce necesariamente á la misma explicación de las corrientes eléctricas del P. Secchi, que admite que la corriente eléctrica es una verdadera corriente de éter, idea que hemos visto es inaceptable.

Por lo demás, como en dicha conclusión dice que nada puede imaginarse todavía de la manera de ser de la electricidad, ó del éter, ni de cómo deben explicarse las diferentes fuerzas ejercidas por dicha sustancia, resulta que con esta proposición, M. Clausius, no adelanta nada para la solución de la cuestión, de cuáles son las verdaderas relaciones del calor, la luz y la electricidad.

LIBRO TERCERO.

Sistema solar.

CAPÍTULO PRIMERO.

TEORÍA NEBULAR.

Gracias á los trabajos de Copérnico, de Képler, y sobre todo al gran descubrimiento de la gravitación universal de Newton, conocemos ya perfectamente el mecanismo de nuestro sistema solar, con tanta precisión que permite predecir los eclipses, con una exactitud admirable en todos sus detalles.

La comprobación de estas ideas, ha llegado ya hasta el extremo que ha permitido á Le Verrier, descubrir en su gabinete, á Neptuno, estudiando las fórmulas analíticas que expresaban las perturbaciones que la atracción de unos cuerpos del sistema ejercían sobre otros.

Pero si el ritmo de los movimientos actuales del sistema solar, nos es tan perfectamente conocido, su origen, la causa de estos movimientos, la disposición actual del sistema, sus condiciones de estabilidad, y su modo de concluir, encierran todavía muchos misterios por resolver, como vamos á ver.

A M. W. Herschell, se debe la gran idea de que las nebulosas planetarias, cuya existencia había descubierto con su telescopio, era la representación actual y efectiva, del estado primitivo de nuestro sistema solar.

Después, Laplace, adoptando esta idea y estudiándola ad-

mirablemente, ha fundado su célebre hipótesis nebular, en que supone que nuestro sistema solar era en un principio una nebulosa animada de un cierto movimiento de rotación, que al condensarse por el aumento de su rotación, debido á la condensación, la fuerza centrífuga ha ido dejando anillos separados, que después, rotos y condensados, han formado los planetas, y éstos á su vez, al condensarse, han abandonado sus satélites, por el mismo mecanismo.

A pesar del mérito indiscutible de estas grandes concepciones, quedan aún por resolver grandes problemas, que constituyen todavía objeciones de mucha importancia, contra la teoría nebular.

Según M. C. Wolf, después de los trabajos de los astrónomos posteriores á Laplace, particularmente los de M. G.-H. Darwin y de M. Roche, la hipótesis nebular de Laplace, presenta un conjunto casi enteramente satisfactorio, no quedando más, á su parecer, que dos puntos oscuros. Primero: Cómo la materia de un anillo ha podido condensarse en un planeta de gran dimensión. Segundo: Cómo se ha producido la fuerte inclinación de los ecuadores, y de las órbitas de los satélites de muchos planetas, sobre los planos de sus órbitas. Haciendo observar al mismo tiempo, que estas dos dificultades no son particulares á la concepción de Laplace, pues se encuentran en toda hipótesis en que se hacen nacer los planetas, de anillos interiores ó exteriores, de una nebulosa en rotación.

Bajo el punto de vista puramente astronómico en que se coloca M. C. Wolf, no debe pasarse de la nebulosa primitiva, según lo declara terminantemente en el párrafo siguiente:

«Parece, pues, sabio, el no subir en la historia de los sistemas celestes, más allá de la nebulosa primitiva. Esta nos representa el caos original, es decir, la materia, tal como ha salido de las manos de su creador, con sus propiedades y sus leyes. Ella estaba en un estado de tenuidad extrema, absolutamente fría y animada de un movimiento de rotación.»

Pero si para M. C. Wolf, colocado en este punto de vista, no debe pasarse de la nebulosa primitiva, un criterio filosófi-

co más general, no puede limitarse, en los estudios cosmogónicos, á los detalles de la condensación de una nebulosa. Esto explicaría una de las partes del Universo, durante un cierto período, pero no la totalidad durante el tiempo infinito, puesto que así no se explica el origen de las nebulosas, ni por qué las nebulosas no se han condensado todas al mismo tiempo, ni da ninguna idea sobre su fin. Además, en la misma teoría nebular, quedan todavía bastantes más puntos oscuros; por ejemplo: El origen de la rotación de las nebulosas. El origen del calor solar. Por qué en el centro del sistema existe una zona de asteróides. Cómo se concilia la invariabilidad histórica de la duración del año con la existencia del medio que trasmite la luz. Cómo se explica que haya satélites, como el primero de Marte, que circula alrededor del planeta en menos tiempo que gira el mismo planeta. Qué son los cometas. Qué las estrellas fugaces. Qué la luz zodiacal. En la misma historia de la Tierra, cómo se explica el calor interior y su fusión. Cómo después de haberse enfriado, hasta el extremo de invadir el período glacial toda la Francia, ha podido después calentarse, y hacerse benigno su clima, donde no lo era antes. Cómo se comprende que un enfriamiento superficial haya modelado la superficie terrestre, en forma de arrugas, que suponen una contracción interior y no exterior, contrariamente al modo de enfriarse de toda materia fundida. Cómo puede admitirse la fluidez interior de la Tierra, sin que las mareas que la Luna desarrollaría en esta masa líquida, dislocase constantemente su superficie. Por último; en la astronomía del vacío, que hoy se profesa, cómo se explica la relación hoy demostrada de los máximum de intensidad de las manchas del sol, con las auroras boreales y el magnetismo terrestre.

Vemos, pues, que aun sin ocuparnos por ahora, de cómo la nebulosa solar había adquirido su rotación, ni de los enigmas que nos presenta la totalidad del Universo, dentro del sistema solar, quedan todavía muchos misterios, que como vamos á ver, no están aún resueltos.

CAPÍTULO II.

COMETAS.—RESULTADO DE SU ESTUDIO RESPECTO AL MEDIO UNIVERSAL.

CONSIDERACIONES GENERALES.

En la hipótesis de Laplace, los cometas son originariamente extraños al sistema solar. Esta es hoy día la opinión más acreditada entre los astrónomos, según M. C. Wolf, y la más en relación con los trabajos de Le Verrier y de Schiaparelli.

La otra opinión, sostenida por M. Faye, de que los cometas son parte de la nebulosa solar, que han escapado á la condensación anular, es completamente inadmisibile, pues por pequeño que se suponga el movimiento de la materia de los cometas, producido por la atracción de la masa de la nebulosa, nunca puede admitirse que sea inferior á la disminución de volumen excesivamente lenta, de la contracción de la nebulosa.

Estudiemos, pues, la idea de Laplace. Cualquiera que fuese el lugar que ocupase un cometa en su origen, no pueden hacerse más que dos hipótesis sobre la razón de su movimiento: ó el cometa se mueve por las atracciones exteriores ó recibe una impulsión. Si su movimiento es debido á la atracción del centro material más preponderante para él, dada su masa y su posición, el cometa marcharía hacia él y continuaría perteneciendo al sistema de dicha masa, sin que pudiese pasar á otro sistema, aunque se suponga que los movimientos se hacen en el vacío absoluto.

Si el movimiento del cometa se supone debido á una impulsión, ¿cómo puede haberse producido ésta? Si un cuerpo sólido con gran fuerza viva, y por consecuencia con gran masa, chocase con él, su atracción lo retendría además de la del cuerpo central, y no podría de ningún modo por esta razón, salir del sistema primitivo. Además, este choque y esta impulsión, no puede admitirse que para todos los cometas, ha sido precisamente igual para todas las partes de su masa, lo que es necesario admitir, puesto que de otro modo, los cometas, con estas impulsiones, hubiesen adquirido movimientos de rotación, y como se sabe por la observación, los cometas todos carecen de este movimiento. Vemos, pues, que el origen de los cometas, es todavía en el estado actual de la ciencia, completamente incomprendible.

MASA DE LOS COMETAS.

Otro de los enigmas que nos presentan los cometas, es la pequeñez de su masa, comparada con sus inmensos volúmenes.

En efecto, se sabe, que varios cometas se han aproximado mucho á la Tierra, y á los planetas Júpiter y Saturno, hasta tal punto, que sus movimientos experimentaron perturbaciones sensibles: sin embargo, ni los movimientos de los planetas, ni de los satélites, fueron alterados. Por ejemplo: el cometa de Lexell que en 1770 pasó de nosotros á una distancia casi de unas seis veces la distancia de la Luna, debía de haber aumentado según Laplace la duración del año sidéreo, unos 11.612 segundos. Sin embargo; como de la comparación de las observaciones de Delambre y Burekhardt, resulta que desde 1770 el año no ha aumentado ni tres segundos, la masa del cometa no puede llegar á $1/5.000$ de la masa de la Tierra.

Aun cuando las investigaciones de M. Roche, parecen demostrar, que la apreciación de Babinet, que consideraba los cometas como unas nada visibles, es exagerada; sin embar-

go, según sus investigaciones, el cometa de Encke tendría una masa igual á $1/20.000$ de la masa de la Tierra.

En el cometa de Encke, se ha observado una particularidad muy notable, que es, que sus dimensiones disminuyen, á medida que se aproxima al Sol, de tal modo, que en 1828 su diámetro aparente disminuyó del 28 de Octubre al 24 de Diciembre, de 130.000 leguas á 5.000, y en 1838 del 9 de Octubre al 17 de Diciembre, de 112.000 leguas á 1.200.

Esta disminución de su diámetro aparente, á medida que el cometa se aproxima al Sol, y por consecuencia éste lo calienta más, no puede comprenderse, sino admitiendo que la nebulosidad del cometa está en un estado análogo al de nuestras nubes, que el calor solar hace también transparentes é invisibles.

De modo que este fenómeno nos indica, que la materia del cometa tiene que constar en gran parte, de vapores próximos á su grado de licuación.

Pero esta explicación tan natural, es inconciliable con la pequeña masa atribuida al cometa; pues entonces, ¿cómo un volumen de vapor, más de sesenta mil veces mayor que la Tierra, puede tener una masa inferior á $1/20.000$ de ésta? Esto supondría próximamente una densidad 280.000 veces menor que la de nuestra atmósfera, valor incompatible con la idea de todo vapor próximo á su estado de licuación. Vemos, pues, que en este punto, los enigmas y contradicciones, no están aclarados tampoco en el estado actual de la ciencia.

COLA DE LOS COMETAS.

Que la forma de la cola de los cometas, no es una forma de equilibrio, de una masa gaseosa, que se mueve en el vacío bajo las solas leyes de la atracción, es una cosa tan evidente, que basta para convencerse de ello, mirar los dibujos de las colas de los principales cometas. Que dichas formas se deben principalmente á la resistencia de un medio, como lo

ha supuesto Olbers, sería evidente para todos los astrónomos, si por otras consideraciones pudieran admitirlo: de modo que la insuficiencia de la Astronomía del vacío, aparece aquí nuevamente.

Pero hay más: otro fenómeno que nos presenta la cola de los cometas, que es el dirigirse al lado opuesto del Sol, cuando pasan por sus perihelios, es también un enigma indescifrable, pues admitiendo una fuerza repulsiva en el Sol, como lo hace M. Faye, esta circunstancia se explicaría si no existiese la atracción, puesto que es evidente que si de un mismo punto parten dos acciones proporcionales á las masas, una atractiva y otra repulsiva, ambas acciones se compondrán, y su resultado será únicamente el de la resultante, es decir, simplemente una atracción algo menor que la que existiría sin la fuerza repulsiva. Si la fuerza repulsiva obra proporcionalmente á las superficies, es necesario explicar cómo puede ser esto; cosa que no hace M. Faye. La idea de una impulsión debida á los rayos del Sol, ha sido ya rechazada por Arago, calificándola de una hipótesis sin valor real.

ACELERACIÓN DEL COMETA DE ENCKE.

Otra de las dificultades que se ha presentado últimamente en esta intrincada cuestión, es la siguiente. Se sabe, que la revolución alrededor del Sol, del cometa de Encke, se acelera, siendo éste el único caso en que los astrónomos creían ver la intervención de un medio resistente; pero habiendo probado las últimas observaciones, que dicha aceleración disminuye, contrariamente á lo que debía ser, en el caso de un medio resistente, este nuevo descubrimiento ha venido á oscurecer aun más la cuestión.

En vista de estas dificultades, M. Haerdtl, al terminar una segunda parte de su memoria sobre la órbita del cometa de Winnecke, de que hablaremos después, hace algunas reflexiones sobre la causa que produce la aceleración del cometa

de Encke. Después de desechar la hipótesis de un medio resistente, combatida ya por Bessel, Zöllner y Faye, cree que esta aceleración debe atribuirse á una acción particular ejercida por el Sol, puesto que las anomalías del movimiento del cometa, parecen estar en relación con los periodos de las manchas solares, como han hecho ya notar M. Berberich y M. O.-T. Sherman. Pero como M. Haerdtl no nos dice qué clase de acción particular sea ésta del Sol, ni cómo puede producirse, la cuestión queda evidentemente sin resolver.

FALTA DE ACELERACIÓN DE LOS COMETAS DE FAYE
Y DE WINNECKE.

En fin, los últimos estudios de M. Haerdtl sobre el cometa de Winnecke, parece concluir la cuestión en opinión de los astrónomos, decidiéndose en definitiva por admitir el vacío absoluto de los espacios celestes.

En efecto, de los estudios detenidos de la trayectoria del cometa de Faye, resultaba ya, que este cometa no tenía ninguna aceleración en su marcha; pero como este cometa queda constantemente mucho más apartado del Sol que el de Encke, M. Haerdtl ha creído conveniente estudiar con mucha precisión, la marcha del cometa de Winnecke, que se acerca al Sol, á una distancia menor que la Tierra. En efecto, este cometa, bien estudiado y vuelto á ver en los años 1858, 1869, 1875 y 1886, tiene precisamente la misma marcha que la determinada por el cálculo, por M. Haerdtl, en la hipótesis del vacío absoluto: el acuerdo es admirable, pues no hay más que algunos segundos de diferencia, entre las posiciones calculadas y las posiciones observadas, de modo que según la opinión de M. Haerdtl, el cometa de Winnecke, mejor todavía que el de Faye, prueba que no hay medio resistente en el cielo.

En la segunda parte de la memoria de M. Haerdtl, de que ha dado cuenta á la Academia de ciencias M. Faye, en No-

viembre de 1889, el autor aborda una nueva cuestión que es la determinación de la masa de Mercurio.

En esta segunda parte de su memoria, el cálculo de las perturbaciones de la órbita del cometa de Winnecke, ha sido modificado de dos maneras: Primero: Adoptando valores más exactos de las masas de Venus, la Tierra y Marte, y: Segundo: Añadiendo las perturbaciones debidas á Mercurio, que habían sido primitivamente despreciadas. En estas condiciones, la resolución de las ecuaciones de condición, le han dado para la masa de Mercurio $1 : 5.012842 \pm 697863$. La magnitud del error probable, muestra que esta determinación es bastante incierta; pero debe observarse, que este resultado se aproxima mucho al de Le Verrier (5.310000). En cuanto á los números hallados por d'Asten (7.636440) y por M. Backlund (2.668700) en los cálculos del cometa de Encke, M. de Haerdtl se ha asegurado, que son inconciliables con las observaciones del cometa de Winnecke.

Sin embargo, esta enorme discordancia, ha animado al autor para someter la cuestión á un nuevo examen. Considerando que el cometa de Winnecke, como el de Faye, no acusa ninguna alteración imputable á la presencia de un medio resistente, ha resuelto hacer abstracción de dicho medio, en las ecuaciones de M. Von Asten y Backlund, relativas al cometa de Encke, habiendo obtenido así para el valor de la masa de Mercurio:

Para las apariciones de 1819 á 1868 . . . 1 : 5.649000 \pm 2000.

Para las de 1871 á 1885 1 : 5.670000 \pm 60000.

El acuerdo así obtenido, por el abandono de la hipótesis del medio resistente, es bastante notable. Unido esto á la imposibilidad en que se han encontrado los continuadores de M. Encke, de hacer concordar las aceleraciones deducidas de estos dos periodos para su cometa, este nuevo acuerdo en concepto de M. Faye, parece condenar definitivamente la hipótesis de todo medio resistente, contra la cual se eleva también según dicho señor, la objeción siguiente:

Si se trata del éter imponderable de los físicos, no se puede admitir que la resistencia de este medio, sea mayor en las

proximidades del Sol, y que sea insensible á las distancias de los perihelios de otros cometas periódicos; si se trata de un medio ponderable, se sabe que no puede existir alrededor del Sol, sino solamente enjambres de corpúsculos, tales como las estrellas fugaces, describiendo órbitas más ó menos excéntricas alrededor del Sol, y como con ninguna de estas hipótesis se concilian los hechos observados, es necesario optar en definitiva según M. Faye, por la hipótesis del vacío absoluto.



CAPÍTULO III.

PLANETAS Y SATÉLITES.—MEDIO UNIVERSAL.

DISTRIBUCIÓN DE LOS PLANETAS.—ZONA DE LOS ASTEROIDES.

Cualesquiera que sean las leyes á que obedezca la condensación de una nebulosa, cuya masa se supone constante, es evidente que esta condensación debe obedecer á la ley de la continuidad, de modo que la magnitud de los planetas formados debería variar de una manera continua, sin saltos bruscos y sin retrocesos; de modo, que, ¿cómo puede comprenderse que después de haberse formado los grandes planetas exteriores, cuyo sistema de formación explica M. Roche, por qué no ha seguido este mismo sistema de formación en la región de los asteroides? ¿Por qué después se formaron planetas relativamente grandes, como la Tierra, Venus, etc.? Queda, pues, en pie esta dificultad, á pesar de los trabajos de M. Roche.

INCLINACIÓN DE LAS ÓRBITAS PLANETARIAS DE SUS ECUADORES Y ÓRBITAS DE LOS SATÉLITES.

Otro punto oscuro, que presenta la teoría nebular de Laplace, es la de por qué las órbitas de los planetas, no están todas en el mismo plano de rotación del ecuador solar.

Tanto esta dificultad, como las dos que presenta M. C. Wolf, trata de resolverlas Laplace, cuando dice:

«Si el sistema solar se hubiese formado con una perfecta regularidad, las órbitas de los cuerpos que lo componen, se-

rían círculos, cuyos planos, así como los diversos ecuadores y anillos, coincidirían con el ecuador solar; pero se concibe, que las variedades sin número, que han debido existir en la temperatura, y la densidad de las diversas partes de estas grandes masas, han producido las excentricidades de sus órbitas, y las desviaciones de sus movimientos del plano de este ecuador.

«Si algunos cometas han penetrado en la atmósfera del Sol y de los planetas, al tiempo de su formación, han debido, describiendo espirales, caer sobre estos cuerpos, y por su caída separar los planos de las órbitas, y de los ecuadores de los planetas, del plano del ecuador solar.»

Evidentemente, estas indicaciones de Laplace, son insuficientes, como dice M. C. Wolf; pero á la segunda, que se refiere á la intervención de los cometas en la formación del sistema, se le daría mucha más importancia, si no se creyese por los astrónomos, que la masa de los cometas, es insignificante para producir estos efectos, y si se supiese qué son los cometas, y cuál es su origen, lo que según hemos visto, se ignora por completo.

MOVIMIENTO DE LOS SATÉLITES.—INVARIABILIDAD HISTÓRICA DE LA DURACIÓN DEL AÑO.—RETARDO DE LAS REVOLUCIONES DE MERCURIO.—MEDIO UNIVERSAL.

La formación de los planetas y de los satélites, por las zonas abandonadas en la condensación de una nebulosa, impone la condición que la circulación del planeta, ó satélite, debe hacerse en mayor tiempo que la rotación del cuerpo central.

Sin embargo, en el sistema solar, tenemos dos ejemplos, que no satisfacen esta condición necesaria, que son: el primer satélite de Marte y el anillo interior de Saturno.

Laplace, parece haber previsto esta objeción al mismo tiempo que la que presentan los medios movimientos de los satélites de Júpiter, cuando dice:

«En nuestra hipótesis, los satélites de Júpiter, inmediatamente después de su formación, no se han movido en un vacío perfecto; las moléculas menos condensables de las atmósferas primitivas del Sol y el planeta, formaban entonces un medio raro, del cual, la resistencia, diferente para cada uno de estos astros, ha podido aproximar poco á poco, sus movimientos medios, á la relación de que se trata.»

La necesidad de la intervención de un medio resistente en la formación de nuestro sistema solar, está clara y terminantemente invocada por Laplace, si bien no puede admitirse hoy día, que este medio sean los restos de las atmósferas del Sol y los planetas.

A estos restos de materia ponderable que dada la ley de la atracción es imposible permanezcan diseminados en el espacio, sin reunirse en masas, que se confundan más ó menos pronto con el centro de atracción más inmediato, ó circulen á su alrededor, es necesario sustituir hoy día, el éter imponderable universal, que trasmite la luz y el calor por todo el espacio.

La necesidad de un medio resistente en los espacios siderales, no se demuestra solamente por estas consideraciones astronómicas, sino también porque la luz y el calor, siendo un movimiento que atraviesa el espacio, no puede propagarse sin la intervención de un medio que lo trasmita.

Además, la aceleración secular de la rotación de la Luna, la aceleración del cometa de Encke, y sobre todo la formación de la cola de los cometas, que no son formas de equilibrio, sino evidentemente de resistencia que encuentran en el movimiento, prueban completamente la existencia de un medio resistente en el espacio.

Sin embargo; á pesar de la necesidad de la existencia de este medio resistente para explicar estos fenómenos, la astronomía actual, prescinde en absoluto de él, y estudia los movimientos de los cuerpos, como si se efectuasen en el vacío absoluto. Esta anomalía resulta, de que la idea de un medio resistente en el espacio, hace nacer varias objeciones de gran importancia.

En primer lugar, el estudio de los movimientos de los cometas, que era donde parecía más natural que se hiciese más perceptible la existencia de un medio resistente universal, da resultados completamente opuestos, como hemos visto, á la existencia de este medio.

En segundo lugar, si la Tierra se moviese en un medio resistente, su movimiento alrededor del Sol debería acelerarse, y por consecuencia disminuir la duración del año; pero desde las observaciones más antiguas que se conocen, es decir, desde hace 2.000 años, desde los tiempos de Hipparco, la duración de la revolución de la Tierra alrededor del Sol, no ha variado sensiblemente, puesto que la diferencia de seis minutos, que hay entre las evaluaciones más distantes, pueden atribuirse á errores de observación.

Tratando de la influencia de un medio resistente, dice M. Faye:

«La estabilidad del sistema solar, reposa sobre la invariabilidad de los grandes ejes, ó de las revoluciones siderales. Como ésta existe de hecho, es necesario concluir que no hay medio resistente, ó que si los físicos tienen necesidad de un éter universal, para explicar los fenómenos de la luz, este éter es demasiado raro para ejercer en 2.000 años una acción apreciable, sobre un sistema tan sensible á la acción de las menores fuerzas, como es el sistema solar. Los astrónomos suprimen, pues, este último término, cuando se trata de los movimientos celestes.»

Otra dificultad que modernamente se ha presentado á los astrónomos, contra la existencia de un medio resistente, resulta del reciente estudio de O. F. Sherman, que ha encontrado que el paso de Mercurio por su perihelio, experimenta un retardo, resultado opuesto al que debería producir un medio resistente.

Por último, M. G. A. Hirn, acaba de publicar una obra titulada *Constitución del Espacio Celeste*, cuyo objeto, según lo indica el mismo autor, es demostrar la proposición fundamental siguiente:

«El análisis escrupuloso de los hechos más diversos, desvelados hoy día por la ciencia, permiten responder por la negación más absoluta, á la cuestión de si el espacio está lleno por un medio material: no es de ningún modo la materia difusa, la que llena el espacio, y la que establece las relaciones entre los cuerpos celestes.»

En esta obra, el autor expone un gran número de argumentos y dificultades, contra la existencia de todo medio material resistente en el espacio: bajo este punto de vista, dicha obra es una ampliación de esta parte del presente trabajo.

La mayor parte de los argumentos que presenta M. Hirn, contra la existencia de todo medio material en el espacio, los hemos ya expuesto, ó los expondremos bajo una ú otra forma; pero dicho autor presenta dos nuevos argumentos de que no pensábamos hablar, pero que por la importancia que parecen tener á primera vista, debemos ocuparnos en este lugar.

El primero de dichos argumentos, es el siguiente: Si los astros se moviesen en un gas, ya formado de partes solidarias, ya discontinuo, su movimiento debería calentar este gas de tal modo, que aplicando al caso de la Luna las fórmulas de la termodinámica, se encuentra, que dicha temperatura, debía alcanzar el enorme valor de 38.280 grados en el primer caso, y de 279.630 grados en el caso del gas discontinuo. Como estas inmensas temperaturas no podrían menos de calentar excesivamente la Luna, y de hacer luminoso el gas así recalentado, contrariamente á lo que se observa, M. Hirn concluye que no puede haber en el espacio ninguna traza de materia ponderable, simulando un gas, ni bajo la forma continua, ni en el estado cinético.

El otro argumento se refiere, á los efectos que debía producir la resistencia de un gas inter-estelar, sobre las atmósferas de los planetas, del Sol, y de los cometas.

En primer lugar, hace observar, que si existiese un gas inter-estelar, éste se mezclaría con las atmósferas, modificando su composición, y recalentándolas, si se le supone en esta-

do cinético, lo que exigiría, que dicho gas tuviese la misma composición que nuestra atmósfera, y que todas las atmósferas planetarias tuviesen idéntica composición, cosa evidentemente inadmisible.

En segundo lugar, que si las atmósferas planetarias tuviesen que sufrir los efectos de la resistencia de un gas en el espacio, bastaría que la densidad de dicho gas fuese de 0,000.000.000.000.000.0533 para que sus efectos sobre dichas atmósferas fuese el mismo que el de un huracán cuya velocidad fuese de 200 metros por segundo, que como se sabe no dejaría nada en su lugar sobre la Tierra, de modo que las atmósferas serían disipadas en pocos instantes en el espacio.

Después demuestra, que las partes así arrancadas á la atmósfera terrestre, no podrían volver á caer sobre la Tierra por la atracción de ésta, puesto que la velocidad de la Tierra, es casi doble que la de 11.175^m por segundo, necesaria y suficiente para que un cuerpo proyectado verticalmente no vuelva á caer sobre la Tierra.

Si á esto se une que la parte superior de las atmósferas no debe ser una capa de nivel regular, sino que por el contrario, deben formarse en ellas inmensas olas, estas irregularidades de nivel, deben facilitar la dispersión. Concluyendo por fin el autor de este modo: «En una palabra, bajo cualquier forma que se mire el problema, la existencia y la duración de las atmósferas planetarias, son absolutamente inconciliables con la presencia de un gas cualquiera en el espacio.»

Las mismas dificultades que existen para la duración de las atmósferas planetarias, existen también en concepto de M. Hirn, para la posibilidad de la existencia de la atmósfera solar; pero para éste bajo una forma notablemente amplificada, dado el movimiento propio del Sol, y su gran temperatura, que debe hacer que la parte exterior de la atmósfera, sea muy poco densa y esté muy agitada.

También hace notar el autor, que este efecto de la resistencia de un medio, debía hacerse muy sensible, sobre los inmensos chorros de gas, que constituyen las protuberancias, lo que debía producir un movimiento determinado, en un

mismo sentido, de todas las protuberancias, cosa que no ha confirmado de ningún modo la observación.

Esta circunstancia es muy significativa en concepto de M. Hirn, y hace absolutamente insostenible en su opinión la hipótesis de la existencia de un medio gaseoso y material en el espacio.

De estas mismas consideraciones, deduce, que las atmósferas cometarias, dada la gran velocidad de los cometas, no podrían existir, si encontrasen éstos un medio resistente en el espacio.

Para resolver estos problemas, M. Hirn se coloca por completo dentro de la escuela espiritualista: en efecto, para él, los elementos del Universo, no han existido siempre; han empezado á existir en un momento dado; su aparición en este momento, es precisamente lo que ha constituido la creación. Después, la formación de los mundos, no es más que una evolución graduada y natural. También admite que el espacio no está vacío, sino lleno de un principio inmaterial, que llama elemento dinámico, que es el que pone en relación los astros entre sí.

Como con este elemento dinámico inmaterial, lejos de aclararse y facilitarse la solución de los problemas de que nos ocupamos, no se hace más que echar sobre ellos un nuevo velo, puesto que dicho elemento dinámico es menos inteligible que todos ellos, resulta, que las soluciones de M. Hirn, no adelantan nada, en el terreno de la filosofía natural en que estamos colocados, la solución de estos problemas.

Vemos, pues, en definitiva, que en su estado actual, la física y la astronomía, están completamente en oposición, en sus principios fundamentales: ni los físicos pueden explicar los fenómenos que ellos estudian sin la existencia de un medio material en el espacio, ni los astrónomos pueden explicar los suyos con la existencia de él.

CAPÍTULO IV.

CONOCIMIENTOS ACTUALES SOBRE EL SOL.

CONSTITUCIÓN FÍSICA DEL SOL.

La teoría de Wilson, que supone que el Sol está formado de un núcleo oscuro, rodeado de una atmósfera nebulosa, y sobre ésta una atmósfera luminosa, ó foto-esfera, es sin disputa, la que mejor explica la apariencia de las manchas.

Esta hipótesis ha recibido últimamente un gran apoyo, con los trabajos recientes de Wilsing, del observatorio de Postdam, pues, en efecto, este astrónomo ha deducido del estudio de las fáculas, hecho sobre pruebas fotográficas, obtenidas durante el año de 1884, que la casi totalidad de la masa solar, gira unida con una velocidad constante, y que la ley de rotación deducida de las manchas, está limitada á una capa bastante delgada de la envolvente solar; sin embargo, la teoría de Wilson, está hoy día abandonada casi por completo, pues la existencia de un núcleo oscuro y frío, rodeado por una capa de una temperatura evidentemente enorme, se halla en contradicción con lo que la física nos enseña, sobre la irradiación del calor. Además, no se comprende que una fuente tan escasa de calor y de luz, irradie durante siglos y siglos, sin disminuir su intensidad. Y por último, puesto que en el Sol se ha comprobado la existencia de metales, éstos deberían encontrarse en mayor cantidad, en un núcleo sólido, lo que daría para el Sol, una densidad muy superior á la que resulta de los cálculos astronómicos.

Últimamente M. Hermann Schulz, ha dado otra teoría del Sol en que supone que el Sol está constituido por un núcleo líquido al estado incandescente, cuyos elementos están constantemente removidos por corrientes de convección, rodeado por una vasta atmósfera donde flotan nubes igualmente incandescentes.

Esta atmósfera está formada en gran parte por un gas más ligero que el hidrógeno: el gas coronal. Las explosiones que dan lugar á las manchas y á las protuberancias, son producidas, según el autor, por la evacuación súbita de vastas burbujas del gas coronal, que para que puedan producir la salida de chorros gaseosos con una velocidad de cien kilómetros por segundo, necesitaría, según el mismo, una presión inicial de diez millones de atmósferas. Por último, M. Schulz cree que la razón de los diversos fenómenos solares, debe ser buscada en la circulación de las corrientes ascendentes y descendentes que existen en cada hemisferio.

Que esta nueva hipótesis deja el problema tan oscuro como antes, es evidente, puesto que en primer lugar, no se comprende que el estado líquido del núcleo sea compatible con las inmensas presiones que deben existir en el interior de la masa solar: en cuanto á las corrientes ascendentes y descendentes, contrarias al equilibrio de toda masa líquida, no se indican las causas que las producen, y respecto á las explosiones constantes de las grandes burbujas del gas coronal, tampoco se concibe cómo puedan haberse formado dichas burbujas, ni qué razón pueda introducir un gas tan ligero en el interior de una masa líquida, á una presión de diez millones de atmósferas.

CORONA.

La primera dificultad que presenta la constitución física del Sol, es la explicación de la corona, pues se sabe que ésta no es una atmósfera propiamente dicha, sino que está constituida por materia muy rara en estado de proyección, siendo

necesario admitir para explicar su aspecto, velocidades de ochenta leguas por segundo.

¿Qué fenómenos físicos producen estas proyecciones?

No es posible, hasta ahora, determinarlos; puesto que las explosiones debidas á nuestras materias fulminantes, producen sus efectos por combinaciones químicas, lo que no puede tener lugar en el Sol, dada su inmensa temperatura, que lejos de permitir dichas combinaciones, debería disociarlas si existiesen.

MANCHAS Y PROTUBERANCIAS DEL SOL.

Otra de las formas de la actividad solar, cuya causa continúa todavía sin conocerse, es la que nos acusa las manchas y protuberancias que nos presenta la superficie solar con tanta frecuencia.

La hipótesis para explicar estos fenómenos de M. Faye, que compara las manchas del Sol á los movimientos giratorios, ó tornados de nuestra atmósfera, no es ni suficiente, ni admisible, porque, aun admitiendo que fuesen movimientos giratorios, es necesario indicar una causa suficiente que pueda producir unos fenómenos tan enérgicos y momentáneos, y segundo, porque el movimiento ciclónico no es perceptible en todas las manchas, y aun en una misma cambia de dirección con gran frecuencia. Otra diferencia también capital entre los tornados terrestres, y las manchas solares, es que los torbellinos terrestres acaban esparciéndose por dilatación, lo contrario que en el Sol.

Además, estos movimientos giratorios, no explican tampoco las protuberancias que suelen acompañar á las manchas, ó presentarse aisladas en la superficie solar, puesto que en ellos no se ve ninguna causa que pueda lanzar inmensas masas de vapores á las prodigiosas alturas de 20.000 leguas y con velocidades de unas cien leguas por segundo, que nos presentan las protuberancias. Por último, para demostrar que esta cuestión se halla por resolver, basta citar las conclusiones que presen-

ta D. Augusto Arcimis, en su notable obra *El Telescopio Moderno*, cuando trata de la rotación y de las manchas del Sol:

«Es difícil hallar la causa que produce estas convulsiones, estas crisis extraordinarias; en el movimiento de rotación del Sol, ó en el de la foto-esfera sobre el núcleo; estas causas son permanentes, á diferencia de las manchas, cuyo carácter principal puede decirse que es la variabilidad; se asegura por algunos, que los poros que se manifiestan en la superficie del Sol, son otros tantos huracanes, análogos á los terrestres, pero esta opinión no descansa sobre ningún fundamento sólido, antes al contrario, el P. Secchi ha estudiado este asunto con perseverancia, y no ha podido descubrir nada que haga suponer la existencia de un movimiento vertiginoso.»

En la misma página dice:

«Varios de estos fenómenos se explican, por la teoría de los movimientos vertiginosos ó ciclónicos, otros por la del enfriamiento, particularmente la mayor velocidad de la capa superficial del ecuador; pero en suma, debemos confesar nuestra ignorancia, y declarar que no sabemos nada sobre las circunstancias que determinan su formación.»

Otra de las particularidades que presentan las manchas, es la de sus máximos y mínimos, que guardan ciertos períodos. De los estudios detallados y minuciosos de varios astrónomos, parece resultar, que estos períodos tienen mucha analogía con el de la revolución de los planetas alrededor del Sol, puesto que el período de los mayores máximos, coincide casi con el de once años y trescientos catorce días, de la revolución de Júpiter.

Pero como no puede comprenderse que la sola diferencia que en la magnitud de las mareas que produzcan los planetas en el Sol, debidas á las pequeñas diferencias de distancias que permiten las escentricidades de sus órbitas, sea causa suficiente para influir en unos fenómenos tan intensos y repenti-

nos, es necesario concluir como lo hace Arcimis al fin del mismo capítulo, donde dice:

«Grande es nuestra ignorancia respecto á las causas que pueden producir las variaciones de la actividad solar, y en el estado actual de nuestro conocimiento, es imposible relacionarlas con ninguna función astronómica, pues las manchas se manifiestan de un modo irregular y repentino, y en completo desacuerdo con la acción constante y progresiva de las perturbaciones de la mecánica celeste.»

RELACIÓN DE LAS MANCHAS DEL SOL CON LAS AURORAS
BOREALES Y EL MAGNETISMO TERRESTRE.

Se sabe que una barra imantada, suspendida libremente, no queda fija, sino que su dirección respecto á nuestro globo, presenta variaciones, tanto diurnas como anuas, en relación evidente con la posición del Sol.

Además de las variaciones periódicas, se hallan las barras sujetas á variaciones extraordinarias, que dependen de las auroras boreales y de las borrascas eléctricas de la atmósfera terrestre.

La amplitud de las oscilaciones diurnas, es muy variable, y en un período próximamente de diez años, hasta se duplica; pero la circunstancia más extraordinaria de este fenómeno, es que sus máximos y sus mínimos, coinciden con los de las auroras boreales, y con los máximos y mínimos de las manchas visibles del Sol.

Varias teorías se han propuesto por los astrónomos para explicar la relación de estos fenómenos terrestres con los solares. Los unos admiten que el Sol pudiera hallarse rodeado por corrientes eléctricas, cuya acción se extendiese hasta la Tierra. Otros admiten que las oscilaciones periódicas de la aguja, depende de las corrientes eléctricas de la atmósfera, periódicas también, y dependientes de la marcha de la tem-

peratura, del estado del vapor de agua y de algún otro elemento meteorológico.

Que estas teorías no son suficientes para explicar estos enigmas, es evidente, puesto que en la primera, no se dice cómo pueden engendrarse las corrientes eléctricas en el Sol; cómo su acción puede extenderse hasta la Tierra, y cómo las manchas solares pueden alterar estas corrientes eléctricas.

La segunda hipótesis, que quiere explicar estos fenómenos por las variaciones eléctricas de nuestra atmósfera, prescinde de sus relaciones con los fenómenos solares, que es lo más notable que presentan. En definitiva, que estos fenómenos están por explicar, lo prueba la siguiente conclusión de Arcimis, al terminar el capítulo en que se ocupa de esta cuestión, donde dice:

«En suma, cuanto hemos expuesto á la consideración del lector sobre este asunto, se apoya sólo en simples conjeturas, más ó menos fundadas, y á la verdad, únicamente podemos esperar la resolución del problema de las generaciones futuras, cuando se hayan acumulado largas series de observaciones, ejecutadas con instrumentos más perfectos que los actuales. Mucho distamos de haber alcanzado este descubrimiento, pero no debemos desanimarnos, que si bien es mucho lo que ignoramos sobre las acciones y constitución del Sol, también es verdad, que no pasa año, sin que algo se descorra el tupido velo que tantos misterios nos oculta.»

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR.

Para explicar la conservación de la energía solar, se han hecho varias hipótesis desde la introducción en las ciencias de la teoría mecánica del calor. Su fundador Mayer, y después Waterston, han supuesto, que materia, viniendo del exterior, cae constantemente sobre la superficie del Sol, donde deteniéndose bruscamente, engendraría una fuerza viva calórica determinada. A la materia meteórica supuesta por

Mayer, W. Thomson sustituyó la materia que produce la luz zodiacal; pero como todas estas caídas de materias en el Sol aumentarían su masa, resultando en la revolución de la Tierra una aceleración contraria á los hechos observados, ha sido necesario renunciar á estas hipótesis.

Para explicar la conservación de la energía solar, el P. Secchi supone, que las materias primitivamente disociadas del Sol, al combinarse químicamente, deben producir una gran cantidad de energía.

Pero si las materias del Sol son por lo general análogas á las de la Tierra, y los demás cuerpos del Universo, como lo ha demostrado el análisis espectral, y puesto que sabemos por la química, que á 2.000 ó 3.000 grados de calor, se disocian todos nuestros compuestos químicos conocidos, ¿cómo pueden admitirse combinaciones químicas, en la superficie del Sol, cuya temperatura, según el mismo P. Secchi, y otros astrónomos, que la han evaluado, alcanza á millones de grados?

Esta misma observación es aplicable á la teoría que modernamente ha emitido el Dr. Sien, para explicar la conservación del calor solar, si bien á esta teoría, hay que objetar además la imposibilidad de que en el espacio interplanetario pueda permanecer extendida y en movimiento la materia ponderable, como exige la hipótesis del Dr. Sien.

Por último, renunciando á toda alimentación del Sol, y á las combinaciones químicas, M. Helmholtz ha demostrado, que una contracción anual de 75 metros en el diámetro del Sol, produciría una cantidad de calor suficiente á compensar sus pérdidas.

Este problema de la condensación solar, lo ha planteado y resuelto M. W. Thomson, de una manera más general, extendiéndolo á la contracción de la nebulosa primitiva, desde un volumen infinito hasta el volumen actual del Sol, habiendo encontrado que esta contracción podía producir, diez y ocho millones de veces, el calor que el Sol irradia anualmente hoy día.

Que esta evaluación es un máximun, es indudable, puesto

que en primer lugar, por grande que fuese la extensión de la nebulosa primitiva, no era infinita.

Además, si en los principios de la condensación, por las menores temperaturas de irradiación, era ésta menor, en cambio las superficies eran inmensamente mayores.

De este estudio, ha resultado una nueva objeción contra toda hipótesis nebular. En efecto, se ha calculado por los geólogos que para la formación y la extractificación de los terrenos sedimentarios serían necesarios unos 500 millones de años. Si á este tiempo se une el del período en que la Tierra estuvo en el estado de nebulosas secundarias, en el que se formó la Luna, y el de la formación, duración y rompimiento de los anillos nebulosos, que formaron la Tierra y los planetas, tiempos de una magnitud que no pueden admitirse menores que el del simple período geológico de la Tierra, que todos están comprendidos en los diez y ocho millones de años calculados por M. W. Thomson, resulta evidentemente imposible, que la energía gastada por nuestro sistema solar, en toda su vida, hasta la actualidad, y la que aun puede emitir el Sol en lo sucesivo, puedan explicarse por la sola condensación de la nebulosa primitiva.

De modo, que la energía de posición, contenida en la nebulosa primitiva, y que ha podido manifestarse por la fuerza viva engendrada por la aproximación de cada par de moléculas, que se atraen en razón inversa del cuadrado de las distancias, que es la que ha calculado M. W. Thomson, no basta, ni con mucho, para explicar la totalidad de la energía que ha gastado y posee nuestro sistema.

Movido de estas mismas consideraciones, ha emitido M. Croll las ideas siguientes.

Admite que la nebulosa solar no estaba fría en el origen, porque la supone formada por la colisión de dos masas sólidas y frías. Todas las estrellas actuales, sacarían así su calor del encuentro de masas frías y oscuras, circulando en el espacio. Las nebulosas actuales serían el producto de los choques más recientes. Las estrellas serían el resultado de la condensación de las antiguas nebulosas. Cuando con el tiem-

po los soles y sus planetas se hayan enfriado, bastará el encuentro de dos soles apagados, para engendrar una nueva nebulosa, de donde nacerá un nuevo Sol y nuevos planetas. Los mundos renacerán así incesantemente por la colisión, hasta que toda la materia que constituye el Universo esté reunida en una masa única, fría y oscura.

Las ideas de M. Croll, no han sido aceptadas apesar de su posibilidad absoluta, bajo el punto de vista puramente mecánico, porque los fenómenos que nos presenta el Universo, no concuerdan con ellas. En efecto, como dice M. C. Wolf, en la historia de la Astronomía, no hay ningún ejemplo de la colisión de dos cuerpos oscuros, que debía dar origen á una nebulosa nueva muy luminosa en el principio. En los sistemas de estrellas múltiples, los cuerpos circulan unos alrededor de otros sin encontrarse. Las velocidades medidas, son generalmente de ochenta kilómetros, y no exceden nunca de trescientos. En fin, el objeto que se propone el autor, de explicar la conservación del calor solar, no lo consigue, puesto que gran parte del calor producido por el choque, se disiparía antes de formarse la estrella y sus planetas. Por último, debe hacerse á este sistema cosmogónico, la objeción de que por mucho que fuese el tiempo que las atracciones empleasen en reunir los cuerpos, éste no sería nunca infinito, como el que hay ya trascurrido hasta la fecha: por consecuencia el Universo no debía ser más hoy día, según M. Croll, que una masa única, fría y oscura, lo que es evidentemente contrario á la realidad.

Si consideramos ahora la cantidad de calor que en la actualidad emite el Sol, que según Tyndall es suficiente para hacer hervir en una hora una masa de agua de 29.000 millones de kilómetros cúbicos, dada la poca conductibilidad para el calor de las materias gaseosas, en cuyo estado necesariamente está la parte exterior del Sol, la mayor parte de esta inmensa cantidad de calor, tiene que producirla una capa superficial relativamente poco espesa; pero como esto traería necesariamente por consecuencia, el rápido enfriamiento de la superficie solar, M. Faye admite que existen en el Sol co-

rientes ascendentes y descendentes, que traerían el calor del centro del Sol á la superficie. Aun cuando ya hemos visto que con todo el calor de la condensación nebular, no se explica el calor de nuestro sistema, esta hipótesis de las corrientes, tampoco explicaría este enigma, pues estas corrientes no podrían prolongarse muy al interior, dada la densidad y grandes presiones á que está sometida la masa solar, situada algo profunda, que haría imposibles dichas corrientes. Además, como para mantener dichas corrientes no admite más causa que la diferencia de densidad de las materias frías de la superficie, al caer hacia el centro, la temperatura media de la parte móvil, decreciendo constantemente, disminuiría su fluidez, y haría que las corrientes, cada vez menos intensas, concluyeran por completo, lo que traería también el inmediato enfriamiento de la superficie solar.

Vemos, pues, que el origen de la energía solar, está aún desconocido.



CAPÍTULO V.

OTROS FENÓMENOS DEL SISTEMA SOLAR.

AEROLITOS Ó URANOLITOS.

Se sabe que el origen extra-terrestre de los uranolitos, está demostrado por la gran altura á que se presentan sus manifestaciones luminosas, y por la gran velocidad con que penetran en nuestra atmósfera.

En cuanto á la teoría que actualmente se profesa, sobre el origen de estos cuerpos, la reasume Arcimis del modo siguiente:

«Los uranolitos, lo mismo que las estrellas fugaces, son cuerpos que se mueven en el espacio planetario, ora circulando en órbitas cerradas alrededor del Sol, ya en curvas parabólicas ó hiperbólicas, y en este caso, provienen de las profundidades sidéreas. Un geólogo francés, Meunier, ve en estos cuerpos, los restos de un antiguo satélite de la Tierra ó de un cuerpo planetario, hendido y despedazado por la acción del tiempo, porvenir que reserva á la Luna y á todos los planetas incluso el nuestro.»

Como se ve, los astrónomos actualmente, no separan completamente los fenómenos conocidos por estrellas fugaces, de los que se llaman bólidos ó aerolitos. Respecto á la hipótesis de un origen extraño al sistema solar, se pueden hacer contra ella los mismos razonamientos que para el origen sidéreo de

los cometas; y en cuanto á la hipótesis de M. Meunier, de que los uranolitos sean los restos de un antiguo satélite de la Tierra, ó de un cuerpo planetario hendido y despedazado por la acción del tiempo, tiene la dificultad, que no se comprende cómo el tiempo puede despedazar un planeta ó satélite, y mucho menos cómo puede lanzar sus fragmentos á grandes distancias, unos de otros, para que puedan describir órbitas independientes alrededor del Sol.

Vemos, pues, que el origen de los aerolitos, dista mucho de estar explicado de una manera satisfactoria.

ESTRELLAS FUGACES.

La teoría admitida actualmente, sobre el origen de este fenómeno, es la de Schiaparelli, que supone que una nebulosa situada á gran distancia, pero sujeta á la atracción del Sol, se descompondría por la atracción de éste, en una inmensa corriente continua de corpúsculos de forma parabólica. El apoyo principal de esta teoría, está en la concordancia que se encuentra entre la forma de estas corrientes de corpúsculos, y las órbitas de algunos cometas.

A la teoría de Schiaparelli, pueden hacerse observaciones tan importantes, que la hacen inacceptable. En efecto, si una nebulosa ó cometa debiera segmentarse, al ser atraído hacia el Sol, esta división debía ser más enérgica y acentuada en las proximidades del mismo, que es donde los cometas tienen mayor velocidad, y por consecuencia, las colas de los cometas, ó no debían existir, ó debían aparecer segmentadas, puesto que el desarrollo de éstas se hace todo á nuestra vista, pues se sabe que cuando los cometas aparecen á gran distancia del Sol, no tienen colas; sobre todo, no se las vería reunirse de nuevo al cometa, cuando se aleja del Sol. La cita en apoyo de esta idea, de la división comprobada del cometa de Biela, no tiene importancia, pues se trata de un cometa periódico de movimiento directo, que se aleja solamente del Sol un poco más allá de la órbita de Júpiter, y sobre todo, que atraviesa la

zona de los asteroides, donde ha podido encontrarse con alguno pequeño de éstos, que llevándose consigo una parte de la masa del cometa, ha podido producir su división.

Por otra parte, esta teoría tampoco resuelve el problema del origen de las estrellas fugaces, puesto que al suponerlas procedentes de cometas ó nebulosas deshechas, su origen queda en el mismo misterio que el origen de los cometas, puesto que si se supone á éstos como parte de la primitiva nebulosa solar, todas sus partes, ya unidas, ya divididas, deberían haberse reunido á los anillos nebulosos que formaron los planetas. La hipótesis de que constantemente están llegando á nuestro sistema, nebulosas ó cometas de otros sistemas, hemos visto también que es imposible admitirla. Además el gran número de estrellas fugaces que no pertenece á estos grupos de movimientos paralelos, para los que no existe punto radiante determinado, y cuyo movimiento no ha podido identificarse con el de ningún cometa, hace ver que las estrellas fugaces no proceden de nebulosas ni cometas deshechos.

LUZ ZODIACAL.

La mayor parte de los sabios, piensan hoy día, que la luz zodiacal, es debida á corpúsculos de la materia meteórica de las estrellas fugaces que se dirigen hacia el Sol, según unos, ó que circulan alrededor de él, según otros.

En la primera hipótesis de la simple caída de corpúsculos hacia el Sol, no se ve la razón de la forma lenticular que afecta la luz zodiacal.

La teoría de un anillo de corpúsculos, que circule alrededor del Sol, explica esta circunstancia. Pero ¿de dónde proceden estos corpúsculos? Si como lo admite M. Roche, son restos de la nebulosa primitiva, puesto que ocupan el lugar de las órbitas de Mercurio y Venus, ¿cómo no se han unido á los anillos que formaron estos planetas, puesto que sabemos que en el vacío todos los cuerpos caen con la misma velocidad? Suponer

que esta materia es procedente de cometas, no es explicar su origen, puesto que se ignora el origen de los cometas, y hemos visto que tampoco puede admitirse la división de éstos, como contraria á los hechos observados y á la acción constante de la atracción.



LIBRO CUARTO.

Historia de la Tierra.

CAPÍTULO PRIMERO.

CONSIDERACIONES SOBRE SU CALOR PRIMITIVO.

Si como se admite hoy día, el calor del sistema solar, se debe á la condensación de la materia de la nebulosa, á que debe su origen, según la teoría conocida en termodinámica, de la conversión del trabajo en calor, dada la excesiva lentitud de los fenómenos que se producen en las nebulosas, resulta que el anillo nebuloso que dió lugar á la Tierra, no podía tener una gran temperatura en el momento de su rotura, puesto que las condensaciones que puede admitirse que fuesen muy enérgicas en el centro del sistema, para calentar el núcleo, no pueden suponerse lo mismo para los anillos nebulosos, que según Laplace debían ser abandonados exteriormente, por la acción de la fuerza centrífuga.

Por otra parte, la reunión del anillo, después de su rotura, en un solo cuerpo esférico, no ha podido producir gran cantidad de calor, puesto que la energía de posición, que por la atracción de su sola masa podía convertirse en calor, era pequeña, dado el equilibrio que en todas sus partes existía, entre la fuerza centrífuga, y la atracción del Sol, y como al mismo tiempo dicho anillo presentaba una gran superficie al espacio, y por consecuencia debía enfriarse mucho, tanto en

el estado de anillo, como en el de nebulosa secundaria, para formar la Luna, resulta que no se ve de dónde puede provenir el calor, y la alta temperatura necesaria para fundir toda la masa de la Tierra, como se admite actualmente que estaba en un principio.

Por otra parte, si se supone que la Tierra estuvo primitivamente en un estado de fusión ígnea, y que después se ha enfriado sucesivamente, se cae en otras dos dificultades de gran importancia. En efecto, una masa esférica fundida, no puede enfriarse en el espacio más que por la superficie, de modo que dada la temperatura que á profundidades relativamente pequeñas se han observado, y nos demuestran las lavas que arrojan los volcanes, casi la totalidad de la parte interior de la Tierra, no puede haber perdido su fluidez primitiva. Pero, ¿cómo admitir esta fluidez, sin que las acciones del Sol y de la Luna produjeran en ella grandes mareas, que dislocaran constantemente su superficie? Además, según los estudios de M. Roche, resulta que la hipótesis de la fluidez interior del Globo, no puede ser admitida, puesto que está en contradicción con los datos recientes sobre el aplanamiento superficial y la magnitud de la precesión. Según el mismo autor, la única hipótesis que satisface á las condiciones de la precesión y del aplanamiento, es la de que la Tierra es en su mayor parte sólida, y está formada de un núcleo sensiblemente homogéneo, con una ligera condensación hacia el centro, y de una capa exterior mucho más ligera, y que está fluída á una cierta profundidad.

Esta hipótesis á que ha sido conducido M. Roche, por la discusión analítica de los datos de la precesion y del aplanamiento, en que rechaza la fluidez actual del Globo, está como vemos, en contradicción con las ideas admitidas por los astrónomos y geólogos, sobre el origen del calor de la Tierra.

FORMA DEL ENFRIAMIENTO DE LA TIERRA.

Mirando esta cuestión bajo otro punto de vista, resulta otra dificultad. En efecto, sabemos que los materiales que constituyen la superficie de la Tierra, se contraen cuando pasan del estado de fusión ígnea al estado sólido, por el enfriamiento. Según esto, si la Tierra primitivamente líquida por el fuego, se ha enfriado superficialmente, la costra exterior al contraerse, debía presentar grandes grietas ó hendiduras, puesto que el núcleo central, enfriándose con mucha más lentitud que la superficie, y conservando su fluidez, ha debido contraerse mucho menos que ésta; pero precisamente, la forma de los accidentes de la superficie terrestre, son lo contrario que exige esta hipótesis, puesto que nos presenta el aspecto de una capa que se arruga, y no que se contrae, lo que exige, ó que los materiales de la corteza se dilataran al enfriarse, ó que el núcleo se contraiese más que la superficie, hipótesis ambas inadmisibles.

TERRENOS METAMÓRFICOS.

Otro de los enigmas que nos presenta la historia geológica de la Tierra, es la existencia de los terrenos llamados metamórficos, que dominan en espacios inmensos. Se sabe que los terrenos metamórficos, son antiguos sedimentos marinos, que han experimentado profundas modificaciones por el fuego, hendiéndolos en todos sentidos, modificando su composición y haciendo desaparecer los vestigios de fósiles.

La formación de sedimentos inmensos, exige necesariamente un trascurso de tiempo muy grande. La temperatura de las aguas que los depositaron, siendo necesariamente muy inferior á 100 grados, debió producir en los fondos primitivos, ya enfriados á menos de 100 grados, para hacer posible el depósito de agua sobre ellos, un enfriamiento

que debía avanzar tanto más hacia el interior, cuanto mayor fuera la duración del fenómeno. De modo que, ¿cómo puede conciliarse que por la sola conductibilidad, hayan podido pasar los sedimentos metamorfoseados de una temperatura de 50 ó 60 grados, á una temperatura de varios cientos de grados, que supone la transformación de estas rocas, cuando por otra parte la superficie terrestre es tan aisladora, que después de tantos millones de años de enfriamiento, la costra sólida de la Tierra es tan delgada con relación á sus dimensiones?

ÉPOCA DILUVIANA.

Se sabe que el principio del período cuaternario ó contemporáneo, se distingue por la infinidad de huellas que han dejado en él formidables diluvios, como son los enormes depósitos de cantos rodados y de gruesas arenas, colocadas á altura que jamás podrían alcanzar las aguas actuales. En todas partes se encuentran testigos á quienes interrogar sobre estas inundaciones inmensas. La intensidad de estos cataclismos, supera en mucho á los que, según el estudio de los anteriores terrenos, han podido realizarse en épocas anteriores. En esta misma época se han levantado las cordilleras de los Andes y otras muy importantes.

Ahora bien; ¿cómo puede explicarse que en el último período geológico de la Tierra, cuando ésta había tenido ya muchos millones de años de enfriamiento, y cuando su corteza sólida debía tener mucho más espesor, sea cuando se hayan verificado los mayores cataclismos que nos acusan los terrenos sedimentarios? La hipótesis de un enfriamiento sucesivo de la Tierra, exige que los fenómenos de contracciones y dislocamientos, sean menos intensos, cuanto más avance dicho enfriamiento; de modo que aquí aparece otra dificultad contra la idea de la fluidez ígnea primitiva de la Tierra.

PERÍODO GLACIAL.

Otro de los enigmas que nos presenta el período cuaternario, son los fenómenos glaciales, que se han comprobado en casi todas las partes de la Tierra, y que han debido tener una larguísima duración.

Para explicar estos fenómenos tan notables y contrarios á la hipótesis de un enfriamiento sucesivo de la Tierra, se han hecho varias hipótesis. Se ha supuesto que el centro de gravedad del Globo y los Polos, hubiera podido experimentar una dislocación, y también que durante algún tiempo se hubiese podido interponer entre el Sol y la Tierra, sirviendo como de pantalla, una materia cósmica desconocida. Otros autores invocaron el movimiento de traslación de nuestro sistema, al través de espacios celestes congelados. Otros tratan de explicar los fenómenos glaciales, y los cambios de climas, por la desaparición de ciertos continentes, y la elevación de otros, y por las corrientes marinas que estos movimientos pudieran producir.

Como los bloques arrastrados por las nieves se encuentran en todas partes, no es posible imaginar para cada punto un levantamiento ó una depresión, ni tampoco suponer que una corriente marina, oriunda de los Polos, llegaba á cada sitio donde se verificaran estos fenómenos.

Ninguna de estas hipótesis tiene razones suficientes que la apoyen, ni son hoy día admisibles.

La hipótesis de M. Croll, en que admite que los fenómenos glaciales son debidos á las diferentes combinaciones que pueden tener los elementos astronómicos del movimiento de la Tierra, merece más consideración y detenido examen.

Admite M. Croll, muy racionalmente, que cuando los inviernos de un hemisferio terrestre coincidan con que la Tierra recorra en esta época las partes de su órbita inmediatas al afelio, este hemisferio debe tener el invierno más rigoroso que el opuesto, puesto que no solamente en estas circunstancias el Sol se encuentra más lejos, sino que la Tierra necesita más

tiempo para recorrer esta parte de su órbita. Como esta circunstancia se realiza actualmente en el hemisferio Sud, los hechos comprueban esta parte de su hipótesis. Pero aunque esta circunstancia explique que el hemisferio Sud sea actualmente más frío que el Norte, su temperatura dista sin embargo mucho de ser tan baja como es necesario suponer era en la época glacial, para que los hielos alcanzasen hasta tan bajas latitudes.

Como la anterior consideración no es suficiente para explicar la intensidad de los fríos del periodo glacial, M. Croll hace notar que según los cálculos de la mecánica celeste, la excentricidad de la órbita de la Tierra es variable, y que teóricamente esta variación puede llegar á hacer que los inviernos del hemisferio que los tenga en los afelios, sean treinta y tantos días mayores que los estíos.

Aun cuando no está comprobado que los máximos de excentricidad de la órbita terrestre hayan coincidido en el tiempo con la época glacial ni tampoco pueda asegurarse hasta dónde esta circunstancia pudiera influir para bajar la temperatura de un hemisferio, esta última parte de la hipótesis no está suficientemente comprobada, puesto que se funda en un dato puramente teórico del máximun de la excentricidad de la órbita terrestre, deducida de unas fórmulas que suponen que los movimientos de la Tierra se hacen en el vacío absoluto, lo que imposibilita la explicación de todos los fenómenos físicos, y muchos astronómicos, y que está contra la observación de la tendencia general á la disminución de las excentricidades de las órbitas, que prueba el hecho de que todos los cometas periódicos tienen actualmente en sus órbitas excentricidades notablemente inferiores á las que debe admitirse que tuvieron en un principio.

Además, el considerar los fenómenos glaciales de este modo, trae la consecuencia necesaria de admitir que sean periódicos, y en este caso, ¿cómo en todos los terrenos sedimentarios de las épocas anteriores á la cuaternaria, cuya duración es inmensamente mayor, no se ven los efectos de los hielos y de los diluvios que con tanta intensidad se acusan en el periodo cuaternario?

Vemos, pues, que concediendo todo el mérito que merecen las ideas de M. Croll, la primera parte de su hipótesis explica las alternativas que han debido tener las temperaturas medias de los dos hemisferios; pero la segunda parte de su hipótesis, no parece suficiente para explicar, que en el período relativamente corto de la existencia del hombre, que como se sabe es contemporáneo del período glacial, haya podido la temperatura media del hemisferio Norte, variar de modo que los hielos invadiesen casi toda la Francia, y que habitase en ella el rengífero, cuyos restos se encuentran con tanta abundancia, cuando ahora este animal está relegado mucho más al Norte, en el clima de la Laponia; y que la Francia sea actualmente, un país desprovisto de hielos, y con magníficas condiciones de temperatura, para la vida del hombre y de los animales de las regiones templadas.

ORIGEN DE LOS CICLONES.—HURACANES Y RAYOS.

Se sabe que el calor del Sol, calentando el aire de la zona tórrida, produce una aspiración de las partes bajas de la atmósfera, la cual, desviada de la dirección N. S., por las diferentes velocidades que tiene el aire, á causa de la rotación terrestre, en los diferentes paralelos, produce los vientos aliseos, los monzones y demás vientos generales.

Llevados por estos vientos generales, marchan grandes torbellinos ó ciclones, que se caracterizan por una depresión barométrica en el centro, que agitan y mezclan porciones de aire, dotadas de temperaturas y grados diferentes de humedad, de cuya mezcla resultan las nubes y las lluvias.

Dentro de estos grandes ciclones, aparecen otros de mucha menos extensión, pero muchísimo más enérgicos, que constituyen los huracanes, y otras veces en las regiones de las nubes de los ciclones primitivos, aparecen los fenómenos eléctricos del rayo, granizo, &c.

Se sabe también, por las experiencias de M. M. Colladon y Weyher, que si en una masa flúida se hace girar un pequeño

ventilador, se producen dos torbellinos, uno ascendente y otro descendente, teniendo el inferior todos los caracteres que presentan los grandes ciclones en la superficie de la Tierra.

Para explicar el origen de estos torbellinos ó ciclones, se ha emitido la idea de que estos torbellinos pueden nacer de dos corrientes encontradas de aire, explicación evidentemente insuficiente, puesto que ni las corrientes generales de la atmósfera, tienen intensidades suficientes para hacer comprender el nacimiento de estas grandes giraciones, ni estas corrientes pueden establecerse repentinamente para que puedan nunca encontrarse próximas corrientes de aire, animadas de grandes velocidades opuestas.

Además, esta hipótesis, nunca explicaría los segundos torbellinos ó huracanes que se presentan en los grandes ciclones, en partes donde las corrientes de aire son casi paralelas, dada la pequeña amplitud de los huracanes, y el gran radio de los grandes ciclones ó temporales.

Por último, para explicar los fenómenos eléctricos que acompañan á los ciclones, como el rayo, &c., se admite que son fenómenos producidos por la electricidad de las nubes.

A esta explicación le falta explicarse ella misma. En efecto, ¿de dónde proviene la electricidad de las nubes? ¿cómo es posible que un pequeño cambio de estado físico en el vapor de agua de la atmósfera, pueda engendrar una energía como la que representa la descarga eléctrica del rayo?

Vemos, pues, que si la marcha y conservación de los grandes ciclones está ya explicada, por el conocimiento de las corrientes atmosféricas, y la variación de velocidades de la atmósfera en los diferentes paralelos, en cambio se ignora por completo, cómo principia el movimiento ciclónico, y de dónde procede la gran energía que les da origen, y la que se evidencia en los huracanes y rayos.

LIBRO QUINTO.

Estructura del Universo.

CAPÍTULO PRIMERO.

DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTRELLAS.—VÍA LÁCTEA.

La observación telescópica del cielo, nos demuestra que las estrellas no se presentan repartidas uniformemente en él, sino por el contrario, se hallan reunidas en grupos más ó menos regulares, con intersticios comparativamente vacíos; pero estas condensaciones tampoco se nos presentan repartidas uniformemente, sino que por el contrario, según los trabajos de Herschell y Struve, se encuentran condensadas en una zona no muy ancha relativamente, cuyo medio lo ocupa la gran condensación visible á simple vista, llamada Vía láctea.

El sistema solar se halla no muy lejos del centro de esta zona estelar.

A cada lado de la región galáctica y estelar, encontramos una región nebulosa, en la que no se perciben casi estrellas, sino un gran número de nebulosas, las que disminuyen á medida que nos aproximamos á la región galáctica, en la cual se distinguen muy pocas.

Para explicar esta distribución de las estrellas en la región del Universo que ocupamos, Kant y después Lambert, han emitido la hipótesis de que el Universo estelar estaba constituido bajo el mismo plan general que el sistema solar, y que

todas las estrellas que veíamos agrupadas hacia la vía láctea, formaban un gran disco, en donde cada estrella giraba alrededor de un mismo centro, que, según Lambert, debía ser algún gran cuerpo oscuro.

La cuestión de si hay algunos cuerpos inmensos que sean centros de atracción, á cuyo alrededor circulan las diversas agrupaciones de estrellas, ó si existe algún centro á cuyo alrededor giren todas las estrellas que componen el universo visible, está perfectamente contestada por Arcimis en los tres párrafos que copiamos á continuación:

«Con arreglo á nuestros conocimientos actuales, estas preguntas hay que contestarlas negativamente; á juzgar por analogía, todo nos induce á creer que si existiesen esas masas centrales, no sólo serían mayores que las demás estrellas, sino mucho más brillantes en igual proporción; nada nos impide, sin embargo, admitir la existencia de cuerpos oscuros inmensos, como suponía Lambert; pero este supuesto es en verdad muy improbable, aunque hay, como hemos visto, grandes diferencias entre las estrellas en lo respectivo á sus magnitudes; en ninguna se advierte esta preeminencia sobre los demás que presenta el Sol, respecto de los planetas que le rodean.

»Pero la prueba más concluyente de que las estrellas no circulan alrededor de ningún centro atractivo determinado, se halla en la variedad é irregularidad de sus movimientos propios, que en otro lugar describimos; hemos demostrado, que cuando los movimientos de un gran número de estrellas se toman en conjunto, formando un promedio, se nota una preponderancia de movimiento hacia la constelación de Hércules, que según se supone, se debe al movimiento de nuestro sol y sus planetas en esa dirección; y que cuando se comparan los movimientos de las estrellas en la misma región, se observa á menudo entre ellos, cierto parecido.

»Esta tendencia hacia una ley regular, sólo afecta á masas muy grandes de estrellas, y no implica que tal regularidad exista igualmente en los movimientos de las estrellas individuales; puesto que si así fuera, las veríamos girar en órbitas

circulares, de igual manera que giran los planetas alrededor del Sol. El movimiento de cada estrella individual, es por lo común tan distinto del que ofrecen sus vecinas, que esta sola consideración basta para rechazar como muy improbable, la idea de que estos cuerpos giren en órbitas definidas en torno de grandes centros de atracción.»

A estas consideraciones sobre la imposibilidad de que las estrellas giren alrededor de grandes centros de atracción, debe añadirse que como estos centros, dada la infinidad de masas que girasen á su alrededor, no podrían estar unos respecto á otros en un equilibrio estático, la atracción de las grandes masas que representan estos sistemas, acabaría por reunirlos á todos, deshaciendo la armonía de estas rotaciones supuestas y concluyendo en la infinidad del tiempo, por reunir todos los cuerpos en uno solo, lo que ya debía haberse efectuado.

M. Proctor, en su nueva teoría de la vía láctea, empieza por manifestar, que ni la teoría de un disco hendido, ni la de un anillo plano, basta para explicar satisfactoriamente las principales particularidades que presenta la vía láctea.

De la discusión de las observaciones de los dos Herschell y de las suyas propias, deduce que la vía láctea no tiene una gran profundidad comparativamente á su espesor, puesto que las corrientes de estrellas que emergen de la vía láctea, tienen según toda probabilidad, una sección próximamente circular, de modo que considera la vía láctea como una gran corriente de estrellas, en medio del sistema sideral. En cuanto á la forma de esta corriente, la de una doble espiral, es la que le parece explicar mejor, las particularidades que nos presenta la vía láctea. Después dice con toda ingenuidad:

«Es necesario, sin embargo, admitir que la explicación de esta maravillosa corriente astral, es un problema lleno de enormes dificultades; quizás es uno de los que no será nunca dado al hombre obtener una solución verdaderamente satisfactoria. No hay más que contemplar ese maravilloso dédalo de corrientes de estrellas, que se enredan alrededor del Scorpión,

y leer la descripción que da John Herschell en sus observaciones del cabo, del aspecto telescópico de esta región, para sentir cuán lejos estamos todavía de poder sondar con algún éxito el misterio del círculo galáctico.»

En efecto, tiene razón M. Proctor, al decir que con su hipótesis de la doble espiral, la explicación de la vía láctea queda en un misterio absoluto; porque, ¿cuál puede ser la razón del movimiento en corriente de ese inmenso número de estrellas, cuál es su equilibrio, cómo la inmensa masa que representa la concentración física de tantos millones de soles... no produce su reunión inmediata, y sobre las estrellas más próximas velocidades inmensas, puesto que dichas velocidades no pueden tener un límite en el vacío absoluto, lo que debía ya haberlas reunido á la vía láctea, ó por lo menos hacer muy perceptibles estas velocidades?

DISTRIBUCIÓN DE LAS NEBULOSAS.

Se sabe que de los estudios de M. M. Proctor, Abbé y John Herschell resulta que las nebulosas se encuentran concentradas hacia los polos de la vía láctea, es decir, de un modo totalmente opuesto al de las estrellas; pero ninguna de las teorías sobre la distribución de las estrellas, de que hemos hablado, nos da cuenta de la razón de esta aglomeración de nebulosas hacia los polos de la vía láctea, ni de la oposición que resulta entre las grandes agrupaciones de estrellas, y de nebulosas, ni creo se haya intentado dar una explicación de este extraordinario é importante resultado de la observación, puesto que no puede llamarse así el suponer que esto es un efecto casual de perspectiva.



CAPÍTULO II.

LA EDAD DE LAS ESTRELLAS.

Sobre este tema, ha pronunciado M. Janssen en la Sorbona, en fin de Febrero de 1887, una importante conferencia, en que ha emitido las siguientes ideas:

«La edad supone un principio de existencia, que debe tener un fin, el todo, abrazando un ciclo, ó una evolución, de la cual los seres animados de la Tierra nos dan la noción.

»La idea de evolución se halla en germen en las antiguas escuelas griegas. Esta misma idea, después de dormir en la Edad Media, ha revivido en el Renacimiento. En el siglo XVII, Galileo, gracias al antejo astronómico que acababa de construir, reconocía que los planetas tenían un disco sensible, descubriendo al mismo tiempo las montañas de la Luna, el mundo de Júpiter, las fases de Venus, &c.»

El inmortal Descartes, tuvo sobre este objeto una concepción fecunda, afirmando que la Tierra es un Sol enfriado y cubierto de una costra, de donde se deduce esta consecuencia: que el Sol se enfriará como nuestro globo, al cabo de un tiempo que no es posible fijar; en fin, por los nuevos trabajos de Galileo, la Tierra es asimilada á los planetas.

Es necesario aguardar más de un siglo, para hallar un observador, que fué quizás el más grande de todos, W. Herschell, que prosiguiese la idea de la evolución de las estrellas. Las nebulosas han permitido á W. Herschell proporcionar á la idea

de la evolución de los astros, bases extremadamente probables. Se debe á este astrónomo ilustre, el descubrimiento de 2.500 nebulosas: hoy día, este número está más que duplicado. Estas inmensas aglomeraciones de materias, presentan formas muy variadas, y muchas entre ellas dejan ver centros de condensación; ellas hacen, por decirlo así, asistir á la formación de estrellas.

Aquí M. Janssen, hace con Laplace una comparación muy expresiva: «Herschell ha seguido los progresos de la condensación, sobre la unión de las nebulosas, próximamente como se puede en un vasto bosque, seguir el crecimiento de los árboles, sobre los individuos de diversas edades que él encierra.»

Así es como la idea de evolución pasa al extremo límite del mundo visible. El análisis espectral ha probado que las estrellas están compuestas de los mismos elementos químicos que los que constituyen nuestro sistema solar.

Se ha reconocido también por este medio, que muchas nebulosas están formadas por gases incandescentes, lo que confirma la idea de Herschell. Así el universo material, está formado de los elementos que nosotros conocemos; la materia se muestra en todas partes de una composición constante, tomada tan lejos como puede penetrar la vista. Por esto, la idea de la evolución, debe extenderse á todas partes.

En cuanto á la edad de las estrellas, debemos guardar una cierta reserva. La ciencia está en camino de hacerse sobre este punto, pues los sabios no están de acuerdo sobre las consecuencias de los resultados generales adquiridos.

Del estudio de los espectros de las estrellas, se deduce que las tres clases principales de espectros responden á estados calóricos diferentes. Las estrellas á espectros ricos en violeta, responden á una temperatura excesivamente elevada, como Sirio; estos son soles teniendo envolventes llevadas á una alta temperatura, con una enorme atmósfera de hidrógeno.

Después vienen los espectros á rayas finas, entre los cuales está el de nuestro Sol; y por último, los espectros á anchas bandas, á violeta poco desarrollado, indica que el astro está rodeado de una vasta atmósfera absorbente.

La riqueza de nuestro sol en rayos violeta, es un buen signo puesto que indica que nuestro astro central no está próximo á apagarse. La segunda porción de su espectro, es invisible, pero es dada por la fotografía. El sol se coloca así en el medio de las estrellas, ricas en calor oscuro.

Por último, M. Janssen termina con la reflexión siguiente:

«Fuera de las ventajas materiales que se obtienen de los progresos de la ciencia, hay una consecuencia que resalta, sobre todo, de los estudios astronómicos: y es que el espíritu humano adquiere la conciencia de su valor. El lee en la inmensidad del tiempo y del espacio, y puede sacar enseñanzas para la conducta de su existencia terrestre.»

En un todo conformes con M. Janssen, respecto á que la idea de evolución ó de principio y fin, debe aplicarse á los astros como á los seres orgánicos, debemos, sin embargo, hacer notar que esta idea no aclara nada el enigma de la constitución del universo; porque, si como admite el mismo M. Janssen, las materias y las leyes del universo son las mismas en todas partes, ¿cómo es posible que haya unos soles, no solamente concluidos de formar, sino muy antiguos, y que algunas nebulosas no presenten casi ningún signo de concentración central?

¿Por qué estas nebulosas, en un tiempo infinito, como el que ya ha transcurrido, no se han condensado todavía?

Por otra parte, si los soles deben enfriarse, ¿por qué no están ya todos fríos, y por qué no está lleno el espacio de un número inmenso de estos cuerpos fríos, que indudablemente no existen?

Vemos, pues, que las ideas de M. Janssen, aunque demuestren su gran talento y erudición, no adelantan nada la solución del problema del universo, como lo declara él mismo, cuando dice que «respecto á la edad de las estrellas, la ciencia está en camino de hacerse todavía, puesto que los sabios no están de acuerdo sobre las consecuencias de los resultados generales adquiridos.»

LIBRO SEXTO.

Vida del Universo.

CAPÍTULO PRIMERO.

ORIGEN DEL UNIVERSO.

Kant, Descartes y otros filósofos y astrónomos, admiten, para explicar la formación de los diferentes cuerpos del Universo, la existencia de un caos primitivo, es decir, que en un principio, estaba toda la materia del Universo diseminada en todo él. Para muchos, este caos poseía una alta temperatura. Últimamente, M. Faye, adoptando esta misma idea, le supone frío y oscuro. La segmentación de este caos ó nebulosa primitiva, en diversas partes, y la condensación ulterior de cada una de estas partes, ha dado lugar á los diversos sistemas estelares.

En cuanto á la rotación de cada una de estas nebulosas parciales, hay varias hipótesis. M. Faye admite que en el caos general existían, desde el origen, grandes movimientos, que le han subdividido y engendrado las rotaciones.

Esta hipótesis nada explica, puesto que deja en el mayor misterio la razón de esos movimientos primitivos, y sobre todo su irregularidad, que ha permitido el encuentro de masas animadas de velocidades diferentes.

El P. Braum, para explicar la rotación de las nebulosas, supone que un cierto número de nebulosas globulares, llegadas

á un estado de condensación bastante avanzado, y cediendo poco á poco á sus atracciones mutuas, se precipiten las unas sobre las otras, y que estos choques, en general excéntricos, darían lugar á rotaciones. Pero como la reunión final de todos los cuerpos de un sistema, no puede dar lugar más que á una rotación nula, supone que el núcleo central sea chocado por cuerpos, que, viniendo de muy lejos, han experimentado en el camino desviaciones por la acción de otros centros de atracción extraños al sistema.

Esta idea no parece admisible, toda vez que las nebulosas son los cuerpos que tienen menos movimientos en el espacio, puesto que no se conoce ninguna que tenga movimiento propio: lo contrario debía suceder si la reunión de las nebulosas, fuese el origen de la rotación de todas ellas, y por lo demás, este sistema, como el de M. Croll, de que hemos hablado, conduce necesariamente á la reunión final de todos los cuerpos del Universo, y como esto debía ya haberse efectuado, están en contradicción con la evidencia.

CAPÍTULO II.

FIN DE LOS MUNDOS Y ESTADO FINAL DEL UNIVERSO.

Hemos visto que la opinión general de los astrónomos, respecto al calor de la Tierra, es que en un principio poseía una muy alta temperatura, que después ha ido perdiendo en los espacios, hasta llegar á su estado actual, y que, continuando este enfriamiento, llegará á hacer imposible la continuación de la vida en su superficie.

Extendiendo esta misma idea á todo el Universo, reasume Arcimis la cuestión del modo siguiente:

«De lo que hemos dicho, parece resultar que las amplias indicaciones de la ciencia moderna, concuerdan con las especulaciones de los espíritus pensadores de los tiempos pasados, y que la creación del Universo material, más que como un acto, se nos presenta como un proceso natural, que comenzó cuando el Universo era una masa de vapor ígneo que llenaba los espacios estelares, aun prosigue su curso inevitable, y terminará cuando el Sol y las estrellas se reduzcan á masas frías y oscuras de materia muerta.

»El atento lector deseará saber á la altura á que hemos llegado, si esta opinión cosmogónica puede recibirse como un hecho científico demostrado, ó si sólo es un resultado más ó menos probable, que la ciencia indica, pero de cuya validez no sale garante: esto último, á nuestro juicio, es lo más acertado, pues todas las conclusiones se apoyan necesariamente, en el postulado, de que las leyes de la naturaleza no pueden modi-

ficarse, y que en sus operaciones, jamás intervinieron poderes sobrenaturales; esto es, poderes ó causas distintas de las que ahora conocemos, y que obrasen de diverso modo.»

Estas mismas son las ideas expuestas por Faye, en su obra ya citada, sobre el origen del mundo. Admitiendo la eterna estabilidad mecánica del sistema planetario, cree que el enfriamiento del Sol, llegará á formar una costra oscura en su superficie. Que la Tierra, reducida á las radiaciones estelares, será invadida por el frío y las tinieblas del espacio, desapareciendo todo movimiento y vida en su superficie.

En cuanto al sistema mismo, los planetas oscuros y fríos, continuarán circulando alrededor del sol apagado; salvo éstos movimientos, representantes últimos del torbellino primitivo de la nebulosa, que nada puede borrar, nuestro mundo habrá gastado toda la energía de posición, que la mano de Dios había acumulado en el caos primitivo.

Como estas consideraciones son aplicables á todos los demás sistemas, resulta que llegará un tiempo en que el Universo entero habrá perdido toda luz, todo calor y toda vida, y no se compondrá más que de globos oscuros y helados, circulando silenciosamente en las tinieblas de una noche eterna.

Que estas ideas no son admisibles, es casi evidente, puesto que cualquiera que fuera el tiempo necesario para esas transformaciones, como el que puede contarse desde el momento actual hacia atrás, es infinito, el Universo debía haber llegado ya á ese estado final.

Por lo demás, como esta conclusión es la consecuencia de admitir la eterna estabilidad del sistema solar, que para M. Faye está demostrada, por los cálculos de la mecánica celeste, y esta demostración ha perdido toda su fuerza, con los últimos trabajos analíticos de M. Poincaré, sobre el problema de los tres cuerpos, premiado por la Academia de Ciencias de Stockolmo, en 1889, que ha establecido rigorosamente, que las series de que se ha hecho uso hasta aquí en mecánica celeste para el cálculo de las perturbaciones, son divergentes para grandes valores del tiempo, y que es necesario renunciar á

servirse de ellas, en las cuestiones en que el tiempo debe recibir grandes valores, como en la estabilidad del sistema del mundo, resulta que la conclusión de M. Faye carece de todo fundamento.

Por otra parte, estas ideas pugnan con toda filosofía natural.

Veamos lo que dice M. C. Wolf, después de citar las ideas de Faye:

«A los ojos del filósofo, la duración eterna de seres materiales, que han tenido un principio, es un contrasentido; todo nace, vive y muere. Los astros se han formado del caos primitivo; durante algún tiempo, forman sistemas animados de movimientos regulares, pero para ellos, como para los seres que viven en su superficie, viene el día de la destrucción y la muerte.

»Newton, Buffon y Kant han enunciado esta idea de la destrucción final y completa de los sistemas que componen el Universo, y éste último, en particular, ha consagrado á la exposición del fin de los mundos, magníficas páginas, en su teoría general del Universo, donde dice: «En el seno del caos, que llena el espacio, y limita la creación de los mundos, ó más exactamente, su formación, va progresando ésta sin cesar, alrededor de un centro, donde el movimiento se ha manifestado en primer lugar. A cada instante, mundos nuevos nacen al límite exterior de una vasta esfera, que contiene los mundos ya formados, y al mismo tiempo, al interior de esta esfera, los mundos envejecen y mueren.»

»Cuando un sistema de mundos ha agotado en su larga duración todas las series de las transformaciones que su constitución puede abrazar, cuando ha llegado á ser así un miembro superfluo en la escala de los seres, nada más natural que hacerle jugar en el espectáculo de las metamorfosis incesantes del Universo, el último papel que pertenece á toda cosa finita, es decir, pagar su tributo á la muerte. Parece que este fin necesario de los mundos y de todos los seres de la naturaleza, está sometido á una ley determinada. Según esta ley, los astros que están más cerca del centro del Universo, desapare-

cerán los primeros, puesto que son los que primero han nacido. A partir de aquí, la destrucción y la ruina se extenderán sucesivamente hasta las regiones más lejanas, por la destrucción sucesiva de sus movimientos, para enterrar en un caos único, todos los mundos que han atravesado el período de su existencia.

»Por otra parte, la naturaleza sobre los límites opuestos de los mundos ya formados, está incesantemente ocupada en hacer mundos, con los materiales de los elementos descompuestos, y durante que ella envejece alrededor del centro, en otro lado es siempre joven y fecunda en nuevas creaciones. Pero, ¿qué es de la materia de los mundos así destruidos? ¿No es permitido creer que la naturaleza, que ha podido una primera vez hacer salir del caos el orden regular de sistemas, tan hábilmente contruidos, puede muy bien renacer de nuevo, tan fácilmente del segundo caos, donde la ha sumergido la destrucción de los movimientos, y regenerar nuevas combinaciones? Después que la impotencia final de los movimientos de revolución en el Universo, haya precipitado los planetas, y los cometas en masas sobre el Sol, la incandescencia de este astro, recibirá un incremento prodigioso, de las mezclas de estas masas tan numerosas y tan grandes. Este fuego así vuelto á poner en espantable actividad, por este nuevo alimento, no solamente resolverá de nuevo toda la materia en sus últimos elementos, sino la dilatará y la disipará con una potencia de expansión proporcionada á su calor, y con una velocidad que no debilitará ninguna resistencia de medio, en el mismo espacio inmenso que había ocupado antes de la primera construcción de la naturaleza. Luego, después que la vivacidad del fuego central se haya calmado, por esta difusión de la masa incandescente, la materia volverá á comenzar por la acción unida de la atracción y de la fuerza de repulsión, con la misma regularidad las antiguas creaciones y los movimientos sistemáticos relativos, y así volverá á formar un nuevo mundo. Y cuando cada sistema particular de planetas, haya así caído en ruina, luego se haya regenerado por sus propias fuerzas, cuando este juego se haya reproducido un cierto

número de veces, entonces, en fin, llegará un período que arruinará y reunirá en un mismo caos el gran sistema, del cual las estrellas son los miembros. Mejor todavía que la caída de los planetas fríos sobre su Sol, la reunión de una cantidad innumerable de focos incandescentes, tales como son estos soles, inflamados con las series de sus planetas, reducirá en vapor la materia de sus masas, por el inconcebible calor que ella producirá, la dispersará en el antiguo espacio de su formación, y en él producirá los materiales de nuevas creaciones, que contruidos por las mismas leyes mecánicas, poblarán de nuevo el espacio desierto, de mundos y de sistemas de mundos.»

Después continúa M. C. Wolf:

«No se puede leer sin profunda admiración las páginas elocuentes que el filósofo de Kœnigsberg ha consagrado á la exposición de sus ideas, sobre el fin y la regeneración de los mundos. Sin duda, ellas llevan el sello de las teorías todavía muy vagas, que reinaban á mediados del siglo XVIII, respecto á la combustión y el mecanismo general de las fuerzas naturales. Pero, ¿no es admirable ver á un joven de 25 años, confinado en una pequeña villa del Norte de la Prusia, á una época donde las comunicaciones científicas eran todavía lentas y difíciles, exponer de un modo tan magistral, ideas á las cuales las ciencias más avanzadas de nuestros días, va á conducirnos? ¿No hay en esta concepción del Universo renaciendo incesantemente en sus cenizas, una noción más grandiosa y más filosófica de las leyes más generales de la naturaleza, que en la eterna estabilidad de los sistemas, que les haría sobrevivir, inanimados y desiertos, á los seres vivientes, á los cuales habían servido de habitación, durante un instante solamente de su inmortal duración?»

Los cálculos de Laplace, de Lagrange, y de Poisson, han demostrado, que, apesar de las acciones perturbatrices que los cuerpos del sistema solar ejercen los unos sobre los otros, sus distancias medias al Sol, no cambiarán en el curso de los

siglos, de manera que se acerquen ó se alejen de este astro de un modo continuo. Pero en estos cálculos, los globos celestes son considerados como absolutamente rígidos é indeformables, ó más exactamente como reducidos á puntos materiales. Además, estos cuerpos se supone que se mueven en un vacío perfecto, ó en un medio del cual la resistencia es absolutamente nula, y en fin, la gravitación es la sola fuerza que obra sobre ellos.

Aunque la existencia de un medio resistente no haya parecido todavía manifestarse, más que por la aceleración del movimiento del cometa de Encke, y no parece haber alterado los movimientos de los planetas y de sus satélites, desde los tiempos históricos, no es menos verdadero, que el sentimiento unánime de los astrónomos, admite que los espacios interplanetarios no están absolutamente vacíos. Newton escribía que los movimientos de los grandes cuerpos celestes, se conservaban más largo tiempo que los de los proyectiles lanzados en el aire, porque ellos tenían lugar en espacios menos resistentes. De que millares de años no bastan para hacer sensible la resistencia del medio etéreo, sobre el movimiento de los planetas, ¿es permitido afirmar que esta resistencia es nula, y que ella no se manifestará por un estrechamiento de sus órbitas, al cabo de un tiempo suficientemente largo?

El estado eléctrico del Sol, y de los planetas, parece hoy día demostrado por las concordancias, al menos muy singulares, que se manifiestan, entre las variaciones de aspecto de la superficie solar, de una parte, y de las auroras boreales y las variaciones del magnetismo terrestre de otra. De aquí resulta, acciones inductrices, que se ejercen entre el Sol y los planetas, de las cuales M. Quet ha hecho un estudio profundo. Pero semejantes acciones, engendrarán corrientes de sentido contrario, de las cuales el efecto electro-dinámico, será de reducir los movimientos reales de rotación y de revolución de los planetas. Estas corrientes obrarán, pues, necesariamente á la manera de un freno, para disminuir á cada instante las cantidades de movimientos de estos astros. Si los trabajos de Laplace no permiten considerar la atracción newtoniana como una cau-

sa de desorden en el sistema solar, la inducción eléctrica, parece al contrario, introducir una causa de perturbación gradualmente creciente, de la cual los astrónomos deben hoy día preocuparse.

En fin, hay todavía otra resistencia indirecta, resultante de los movimientos relativos de los cuerpos próximos que quitan incesantemente á estos cuerpos una parte de su energía. Los astros no son puntos materiales: son esferas en parte sólidas y en parte flúidas; la rigidez de las partes sólidas no es absoluta. La atracción newtoniana, produce, pues, sobre ellos, deformaciones continuas, y puesto que las porciones sólidas no son perfectamente elásticas, y las flúidas no tienen una movilidad absoluta, de esto resultan frotamientos que alteran los movimientos relativos y absorben una parte de la energía del movimiento, transformándola en calor. El estudio de este efecto de las mareas, ha sido hecho sobre todo, por MM. W. Thomson y Tait y por M. G. H. Darwin, y el resumen de los trabajos de este último autor, que he dado en el capítulo precedente, muestra cuáles pueden ser las consecuencias del frotamiento de las mareas, sobre las posiciones y los movimientos relativos de los cuerpos de nuestro sistema, cuando su acción es prolongada durante un tiempo suficientemente largo. Si se considera solamente dos cuerpos, la Tierra y la Luna, girando las dos sobre ellas mismas, y alrededor de su centro común de inercia, un análisis muy simple, de la acción de cada una de ellas, sobre la protuberancia que levanta sobre la otra, hace ver, que esta acción acabará por reducir la Tierra y la Luna, á girar las dos con un mismo movimiento angular, alrededor de un eje, pasando por su centro de inercia, como si ambas hiciesen parte de un mismo cuerpo rígido. Si no existiese ningún otro cuerpo en el Universo, estos dos astros continuarían, pues, indefinidamente, describiendo órbitas circulares alrededor de este centro, y girando sobre ellos mismos, en el mismo tiempo, presentándose constantemente la misma cara, y quedando, desde entonces, la forma de cada uno de ellos invariable. Pero la introducción de un tercer cuerpo, el Sol, cambia este estado de cosas. Las mareas solares, que se

producían dos veces en el espacio de un día solar, que habrá llegado á ser igual al mes, determinarán una nueva pérdida de energía, por los frotamientos que producirán. El primer efecto será hacer caer la Luna sobre la Tierra, al mismo tiempo que la distancia de estos cuerpos al Sol, aumentará; el astro único resultante de la reunión de la Luna á la Tierra, verá su movimiento de rotación disminuir, hasta tomar un período igual á la duración de su revolución, que habrá llegado á ser así la duración de la rotación del Sol. En este nuevo estado, la Tierra y el Sol, más alejados el uno del otro, que lo estaban en primer lugar, girarán alrededor de su centro común de inercia, como si su conjunto formase un cuerpo rígido, mirándose constantemente por la misma cara. Si un nuevo astro interviene, la Tierra se acercará poco á poco al Sol, y acabará por unirse á él. La conclusión definitiva será, pues, la de W. Thomson. «No poseemos en el estado presente de las ciencias, ningún dato para estimar la importancia relativa del frotamiento de las mareas, ni la de la resistencia del medio á través del cual se mueve la Tierra y la Luna; pero cualquiera que ella pueda ser, no hay más que un estado final, para un sistema constituido como el del Sol y los planetas, si su existencia se prolonga durante un tiempo suficientemente largo, bajo el imperio de las leyes actuales, y si no es perturbado por el encuentro de otras masas en movimiento á través del espacio. Todos los cuerpos de este sistema se reunirán en una sola masa, que girará sobre ella misma todavía por algún tiempo, pero que acabará por entrar en reposo relativo en el medio que la rodea.

»Vednos aquí, bien lejos ya del resultado final al cual ha sido conducido M. Faye, por la sola aplicación de las leyes de Laplace. Pero es necesario detenerse aquí, y según la expresión de Kant, ¿es necesario considerar la destrucción del sistema solar como una verdadera pérdida de la naturaleza? Hemos visto á este gran genio hacer renacer este sistema de sus cenizas, por la vuelta al estado de nebulosas, resultante de la incandescencia del foco solar, reanimado por la llegada de la materia combustible de los planetas. Basta cambiar algunas

palabras á su expuesto de la resurrección de los mundos, para ponerlo en completo acuerdo con los datos de la ciencia actual. La Luna acabará por caer sobre la Tierra; ésta y todos los planetas, se unirán al Sol. Cada una de estas colisiones será el origen de un desarrollo mecánico de calor, puesto que los dos cuerpos no llegarán el uno sobre el otro sin velocidad, y la Tierra volverá á tomar quizás el estado nebuloso, ó al menos, una temperatura bastante elevada, para poder reproducir satélites por el modo de generación que indica M. G. Darwin. El Sol podrá del mismo modo reproducir planetas. Los mundos no perecerán más que para renacer de sus cenizas, y preparar quizás nuevas habitaciones á las nuevas criaturas que colocará en ellas la providencia divina.

»Por más temerarias que sean estas miras sobre el porvenir del Universo, he querido proseguirlas hasta su extremo, para poner bien en relieve las ideas nuevas, que tienden á introducirse hoy día en la astronomía. La mecánica celeste, fundada sobre la aplicación de las solas leyes de Newton, considerando los planetas como puntos materiales, ó como cuerpos indeformables, en movimiento en el vacío absoluto, basta para darnos cuenta de los movimientos de los astros, desde la época de las primeras observaciones precisas. Pero ya cuando nosotros queremos remontar hasta las épocas remotas de la historia, la comparación de los eclipses, hace ver en el movimiento de la Luna, una aceleración, cuya explicación, no parece que pueda ser pedida á la mecánica celeste de Laplace. La influencia del frotamiento de las mareas, según los unos, la resistencia del medio interplanetario, según los otros, deben ser tomadas en seria consideración. Las ideas que nosotros nos habíamos hecho de la estabilidad del sistema de los mundos, reciben de la introducción de estas causas de perturbación, golpes serios. Sin duda su acción, no siendo sensible más que al cabo de un número enorme de años, no parece interesar más que muy débilmente, los movimientos y las posiciones relativas de los astros, durante la duración de la vida humana, y quizás de la vida de la humanidad. Ya en efecto, las condiciones climatológicas, asignan á la presencia del hombre sobre

la Tierra, una duración bastante limitada: la vida no ha podido aparecer sobre nuestro globo, más que largo tiempo después del principio de la formación del sistema, cuando el calor resultante de la condensación de la nebulosa primitiva se había ya disipado en parte. La continuación incesante de esta pérdida, pone otro límite; cuando la acción calórica y luminosa del Sol llegue á ser impotente para entretener la vida sobre la Tierra. Entre estos dos límites, no parece que las causas perturbatrices que acabo de enumerar, puedan influir de un modo sensible sobre los movimientos de los grandes planetas; el análisis de Laplace basta y bastará todavía por largo tiempo, para calcular las posiciones de estos astros. Se puede, pues, decir, que relativamente al hombre, el sistema planetario es estable. Pero en los grandes períodos que han precedido á la creación de los seres vivientes, en los períodos ilimitados que transcurrirán después de su desaparición, por consecuencia, en estos tiempos, que son del dominio propiamente dicho de la ciencia cosmogónica, es necesario tener en cuenta, la influencia de las causas que añaden su acción, á la de la gravitación. El establecimiento definitivo de una hipótesis cosmogónica completa, exige, pues, el estudio, completo también, de estas influencias. Nosotros no podemos todavía hoy día, más que señalar la existencia de fuerzas mecánicas, que han debido intervenir en la formación de los mundos; que presidirán á su fin, y quizás á su renovación.»

Hemos hecho una cita tan extensa de las ideas de M. C. Wolf, porque en ella se condensan todos los progresos hechos hasta el día en la astronomía, en la cuestión cosmogónica, puesto que está tomada de la obra publicada en 1886, ya citada por este distinguido miembro del Instituto, y astrónomo del observatorio de París.

Aun cuando en un todo conforme con sus apreciaciones, en cuanto á las tendencias de la astronomía moderna, disiento, sin embargo del mismo, en lo que se refiere á la apreciación de las ideas de Kant, que si tiene un gran mérito filosófico, como explicación científica, no tienen hoy día valor.

En efecto, no basta cambiar algunas palabras al expuesto de Kant sobre la resurrección de los mundos, para ponerlo en completo acuerdo con los datos de la ciencia actual, como dice M. C. Wolf.

En primer lugar, cómo se comprende que la materia de los antiguos mundos, que ocupan el centro primero de la creación, según Kant, pueda pasar á la parte exterior de la vasta esfera, donde deben formarse los nuevos mundos, esto es absolutamente imposible, dada la existencia de la atracción, que no creo pueda admitirse que se suspenda por ningún tiempo. En segundo lugar, si la Luna debe acabar por caer sobre la Tierra, y la Tierra y los planetas deben unirse al Sol, desarrollando en estas caídas una gran cantidad de calor, sin embargo, como estas caídas tienen que efectuarse en un tiempo inmenso, describiendo espirales en un medio resistente, la fuerza viva con que se efectuará el choque, no podrá nunca producir una cantidad de energía igual á la que poseía la nebulosa primitiva.

Todas estas colisiones, podrán retardar más ó menos la paralización de los movimientos, y el enfriamiento final, quedando, por consecuencia, sin réplica, la conclusión de M. W. Thomson, que cita M. Wolf, es decir, que el sistema, de todos modos, deberá concluir por reunirse en una sola masa, en reposo relativo, con relación al medio que le rodea.

Considerada la cuestión bajo el punto de vista de las pérdidas de calor, se llega también á una conclusión opuesta á la de la resurrección de los mundos por estos procedimientos; puesto que en el inmenso tiempo necesario para la reunión de los cuerpos, todos ellos pierden constantemente fuerza viva en forma de calor irradiado en el espacio, de modo que de la energía total que poseía en un principio el sistema, hay que descontar estas pérdidas, para tener la energía que pueden producir al máximun, todas las colisiones posibles; pero como la energía total la pierde el sistema solar, según los cálculos de M. W. Thomson, en diez y ocho millones de años, dada la inmensa duración de estas caídas, muy poca energía en forma de calor le puede quedar al sistema, y como el des-

arrollo de calor por las colisiones, hemos visto que no puede restituir la energía primitiva, resulta siempre que el sistema perderá con el tiempo toda su fuerza viva.

De la observación de M. Thomson, cuando hace notar que si el trabajo se transforma en calor con la más grande facilidad no hay método en poder del hombre que permita transformar todo el calor en trabajo, que el fenómeno no es recíproco; resulta también, que la energía mecánica del Universo, se cambia cada día más y más en calor.

Si este fenómeno se efectúa siempre en una misma dirección, su resultado está fuera de duda. La energía mecánica del Universo, se transformará más y más en calor universalmente difuso, y éste acabará por no ser ya habitable para los seres vivientes.

De modo que el equilibrio final del cuerpo único con el medio que le rodea, se establecerá, no solamente para los movimientos, sino también para las temperaturas, siendo desde entonces toda manifestación de energía, completamente imposible.

Tiene, pues, razón M. C. Wolf, en llamar temerarias á sus ideas, sobre el porvenir del Universo, que resultan de las modificaciones que propone, á las ideas de Kant, puesto que ellas no resuelven el problema de la eternidad del Universo, á cuya solución aspiran evidentemente, la astronomía y la filosofía moderna.

A todos los sistemas cosmogónicos que parten de la hipótesis de un caos primitivo, pueden hacerse las observaciones siguientes, ya indicadas en varias ocasiones en este trabajo, pero que conviene hacer resaltar.

1.^a Por mucho que sea el tiempo que necesiten las fuerzas naturales para transformar el caos primitivo y llevarlo al estado final que hemos antes indicado, este tiempo será siempre finito; y como de este momento hacia atrás, dada la infinidad del tiempo, en todos sentidos, podemos contar un espacio de tiempo infinito, y como las conclusiones presentadas para los cuerpos del sistema solar, sin más diferencia que la de la magnitud de los tiempos finitos, necesarios para ca-

da fenómeno, son aplicables á todos los cuerpos del Universo, resulta que el estado final de éste, debía haber llegado, y que en el Universo no debía existir, más que una masa única en reposo relativo, y en equilibrio de temperatura con el medio general, sin ninguna manifestación de energía.

2.^a Si las leyes ó fuerzas naturales, tienden constantemente á modificar el modo de ser del caos primitivo, para llevarlo á un estado final como el que hemos estudiado, esencialmente diferente del primitivo, cuando estas fuerzas hayan acabado de producir todo su efecto, es evidente que ellas mismas serán insuficientes para hacer lo contrario que han realizado durante todo el tiempo anterior; por consecuencia, estas fuerzas serán completamente impotentes, para deshacer el estado final á que ellas mismas han llevado á la materia, y por consecuencia, para reproducir el estado caótico primitivo.

Como la aparición en el estado final, de nuevas fuerzas, que antes no hubiesen existido, es una hipótesis completamente inadmisibile en toda filosofía racional, la conclusión es la misma, es decir, que el Universo se nos debía presentar actualmente, en su estado final y definitivo.

Como esta conclusión es completamente opuesta á la evidencia, resulta que M. Faye tenía razón al estampar en la misma obra que propone, en el año 1884, un nuevo sistema cosmogónico, el párrafo siguiente, ya citado en la Introducción:

«Tal es la inmensidad de este universo, insondable á la vez para los ojos y para la inteligencia. Hoy día, el astrónomo, espantado de esta inmensidad, respecto de la cual nuestro sistema solar, no le aparece más que como un punto, se refugia en este pequeño sistema, que por lo menos es accesible á la observación, al cálculo, y donde halla todas las leyes de la Geometría y de la Mecánica.»

SEGUNDA PARTE.

LIBRO SÉPTIMO.

Revisión de los principios de las ciencias físicas y exposición de una nueva hipótesis.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Hemos visto que en el estado actual de las ciencias físicas, muchos de los grandes problemas que nos presenta el Universo, están aún por resolver.

Que la impotencia de las ciencias actuales, para resolver estos enigmas, depende de la falta de armonía que reina en sus principios, y no de sus procedimientos, es cosa evidente para todo el que se ocupa de su estudio.

Esta idea la expone de una manera clara M. Faye, en el principio del capítulo XI de su obra, cuando dice:

«Las ciencias me parecen llegadas á una era de confusión, que llama una reforma. Cada una de ellas se forja hipótesis, sin preocuparse de saber, si todas estas hipótesis, son compatibles entre sí. Así, la doctrina de Newton ha llegado á su desarrollo más completo (Mecánica celeste de Laplace), sin

haber podido explicarnos lo que es la atracción. La física, por una vuelta formal al cartesianismo, ha llenado el vacío Newtoniano de una sustancia elástica: el éter. La hipótesis del éter imponderable que desmiente la universalidad atribuida en primer lugar á la atracción, no figura en mecánica: esta hipótesis es reemplazada por otras concepciones, de las cuales es imposible seguir la relación.

»La Química ha vuelto á la doctrina de los átomos. En cuanto á las ciencias biológicas, de las cuales no podría admirarse demasiado su desarrollo actual, me parece también no tener más que una constitución provisional.»

Después de esto, M. Faye dice que no conoce más que dos tentativas de renovación, ó de sistematización de las ideas generales, comunes á todas las ciencias. La de los positivistas, que consiste precisamente en eliminar estos grandes problemas, bajo pretexto que ellos son inaccesibles á la inteligencia humana.

La otra tentativa es la de M. Hirn, que hace en su libro titulado *Análisis elemental del Universo*, el cual, en sus conclusiones sobre el Universo inanimado, dice:

«Lo que nosotros llamamos mundo físico, y algunas veces tan impropriamente, el mundo material, está constituido por dos familias de elementos distintos: el elemento material, y el elemento intermediario, ó dinámico. El finito, es el atributo esencial de la primera clase; el infinito es el atributo de la segunda.»

Basta con este párrafo, para ver que M. Hirn entra por completo en el terreno de la filosofía especulativa, y que su sistema, no podrá nunca satisfacer las necesidades de la ciencia.

Esta misma apreciación hace M. Faye de las ideas de M. Hirn, cuando dice:

«La bella tentativa de síntesis científica de mi amigo M. Hirn, me inspira una estimación profunda; pero lo debo con-

resar: no hallo en ella la respuesta á la cuestión que me preocupa aquí. Admitamos que la atracción sea debida á la acción de un principio trascendente, es decir, distinto de la materia, y no dependiendo ni del tiempo ni del espacio, que pondría en relación las moléculas materiales más distantes. ¿Por qué y cómo la acción de este principio, sobre dos moléculas, está en razón directa de su masa, y en razón inversa del cuadrado de su distancia? No me queda más, pues, que seguir á mis predecesores, en las ideas que nos han llegado á ser familiares, y razonar como si la materia dispersada en el espacio absolutamente vacío, no tuviese más que obedecer á la ley de la gravitación Newtoniana.»

Ya hemos visto, que colocado en este punto de vista, M. Faye, no ha conseguido resolver ninguna de las dificultades pendientes.

Veamos ahora, cuáles son las ideas y las aspiraciones que sobre esta cuestión expone D. José Echegaray, al principiar el segundo artículo de su notable obra ya citada, titulado: *El método racional y el método empírico en las ciencias físicas*:

«Vimos en el artículo anterior, que la física moderna había conseguido encerrar en unas cuantas hipótesis—el éter, la ley Newtoniana de la gravitación, las vibraciones moleculares, etcétera—la mayor parte de los fenómenos físicos y químicos del Universo. De estas hipótesis parte la ciencia, como de otros tantos postulados, y por medio del análisis matemático, desentraña la infinita riqueza de verdades que en sí contienen. Pero hemos hablado, no de una hipótesis, sino de muchas; pues hé aquí otro nuevo trabajo que ha de cumplir el eterno Hércules de la ciencia: el espíritu.

»Se condensaron los hechos en leyes empíricas; se han reducido éstas á un corto número de hipótesis, que son en rigor grandes síntesis, pero falta completar la obra, reducir todas las hipótesis á una, y si es posible, hacer que esta ley única pierda su carácter empírico, se racionalice por completo, y busque en la filosofía su verdadero origen y su natural deducción.



«Esta aspiración noble y levantada no se ha realizado todavía: este divino ideal de la ciencia, fulgura allá entre nieblas, en los últimos límites del horizonte: ¿podrá llegarse á él? ¡Qué importa! Por alcanzarlo se trabaja.»

La necesidad de establecer una nueva hipótesis, que comprenda todas las que se han hecho, para cada ciencia particular, que las explique y armonice, está, pues, perfectamente demostrada para todos los hombres pensadores.

Ya hemos indicado, que en la revisión de los principios de las diversas ciencias físicas, y en el estudio de sus condiciones esenciales, para distinguir y averiguar los que deben ser mirados como exactos y los que contienen algún error, es donde podrá encontrarse la solución de tantas dificultades; por lo tanto, vamos á proceder á este estudio.

CAPÍTULO PRIMERO.

EL ESPACIO.

Aunque la idea de extensión nazca en nosotros por la continuidad que á la vista y al tacto nos parecen tener las superficies de los cuerpos, continuidad que sabemos ya es una ilusión, sin embargo, la idea de la existencia del espacio, se impone, tanto como necesidad racional, como evidencia física. Basta con el sentimiento que tenemos de nuestra existencia, y de nuestra limitación, para comprender que ocupamos un lugar del espacio, y como constantemente vemos que podemos cambiar de posición, y que este cambio podemos concebirlo sin limitación, resulta que no solamente es una evidencia física la existencia del espacio, sino también su infinitud, puesto que nos es imposible asignarle ningún límite, porque siempre nuestra inteligencia comprende el más allá, y el absurdo de tal limitación; de modo que sobre la existencia real de un espacio infinito, no puede haber ninguna duda, pudiendo, por consecuencia, tomarse esta evidencia física, como primer axioma para edificar una nueva hipótesis.

EL TIEMPO.

Aunque la imposibilidad de concebir el absoluto, se aplique al tiempo también, (como dice M. G. Jouffret en su obra ya citada) que no conocemos, y no figura en nuestras fórmulas más que por su valor relativo, sin embargo, la sucesión de los

fenómenos, tanto interiores, como exteriores á nuestro organismo, nos dan la prueba más evidente que cabe, sobre la existencia real del tiempo, y además, como á esta sucesión no podemos tampoco ponerle ningún límite, tanto en lo pasado como en lo futuro; como la concepción de todo límite, es evidentemente absurda, resulta que la idea de un tiempo infinito en todos sentidos, puede tomarse con toda seguridad, como segunda evidencia física, ó axioma en el estudio que nos ocupa.

MATERIA Y ENERGÍA.

El célebre silogismo de Descartes, *Cogito ergo sum*, que podría ofrecer algunas dificultades en su modo de entenderlo, aplicado al orden moral, no tiene seguramente ninguna, si se aplica exclusivamente á la existencia de nuestra parte física, es decir, que el sentimiento de nuestra existencia, no solamente nos muestra que existe algo en nosotros, sino que las impresiones que constantemente recibimos del exterior, son debidas también á alguna cosa.

Este algo, no es seguramente simple, pues que se nos presenta como sustancia, y como movimiento; es decir, como materia y como energía, de modo que la existencia real de estas dos cosas, nos lo demuestra la conciencia de nuestra propia existencia, y las impresiones que constantemente recibimos del exterior.

Esta cuestión de la existencia real de la materia y de la energía, está tratada admirablemente por M. Jouffret en el capítulo VIII de su obra ya citada, donde dice:

«En despecho de los filósofos, que profesan que nada existe, y aunque nosotros no podamos concebir la esencia, ni de la materia ni de la energía, aunque no podamos saber nada de la una sin recurrir á la otra, sin embargo, tenemos necesidad de concluir que las dos existen realmente, fuera de nosotros é independientemente de nosotros.

»Solas en el Universo físico, la materia y la energía, poseen esta existencia objetiva, y son los factores de todas las otras cosas, tales como la extensión, las formas, los sonidos, la luz y los colores, las fuerzas de toda naturaleza, &c. Estas á menos que no sean seres de razón, no son más que sensaciones, es decir, el producto de la reacción de nuestra alma, contra la energía dinámica, que le es trasmitida, por los diversos sistemas de nervios, á los que ha sido dado el nombre de sentidos.

»¡Qué diferencia entre el universo, que la ciencia nos revela, y las imágenes que nosotros nos creamos, por un movimiento del pensamiento, llevando y localizando estas sensaciones fuera de nosotros!

»Es necesario no asimilar á los principios de la conservación de la materia y de la energía, diversos teoremas de mecánica racional, que tienen un enunciado análogo, por ejemplo, el de la conservación de la cantidad de movimiento, el de la conservación del momento de esta cantidad de movimiento &c., y concluir que estas otras cosas son también seres reales. Mientras que la materia y la energía, son magnitudes absolutas en el sentido algébrico, no llevando en sí, ni la idea de dirección ni la de oposición de sentidos, indicados por los signos $+$ y $-$; las otras magnitudes, á las cuales se ha hecho alusión, son esencialmente algébricas, y se presentan siempre con el uno ú otro signo (independientemente de las operaciones de adición y de sustracción); si el total permanece invariable, es que se admite que dos valores iguales, y de signos contrarios, se neutralizan.

»Como ejemplo, volvamos al cañón cargado. Antes del tiro, la cantidad de movimiento del sistema, es cero. Una vez que se ha puesto el fuego á la carga, el cañón, los gases de la pólvora, los materiales de la cureña y el proyectil, se hallan animados de cantidades de movimientos, dirigidas las unas en un sentido, y las otras en sentido contrario.

»Al cabo de un cierto tiempo, todas volverán á ser nulas como antes, y en el intervalo, la suma de las primeras quedará igual á la de las segundas, es decir, que la suma algébrica, será siempre cero. Así es, que la cantidad de movimiento del

sistema, permanece constante; pero es claro que la conservación de la materia y de la energía, tiene un sentido completamente diferente.

»No más que la cantidad de movimiento, la fuerza incommensurable como ella con la energía, no podría ser una cosa real. Nosotros hemos visto que la fuerza es la derivada de la cantidad de movimiento, con relación al tiempo, y de la fuerza viva con relación al espacio; en otros términos, es la variación adictiva ó sustractiva que el agente motor ó retardador, imprime por segundo á la cantidad de movimiento, y por metro corriente á la fuerza viva. Esto no es, pues, una cosa real, como el tres por ciento no es una suma de dinero; como éste, no es más que un tanto por ciento, tanto tomado con relación al tiempo, ó al espacio, según que se ha tenido como punto de vista, la cantidad de movimiento ó de trabajo.

»Esto para la manifestación dinámica de la fuerza. Ved aquí para su manifestación estática: la presión. Apretando sobre el pistón de una prensa hidráulica, desarrollamos una fuerza infinita, puesto que una superficie de un centímetro cuadrado, tomado en un punto cualquiera de la masa líquida, y según una orientación cualquiera, recibe una presión igual á la que se ha ejercido sobre el pistón, dividida por el número de centímetros cuadrados que tiene la superficie del mismo. Desde el momento que se cesa de apretar sobre el pistón, este infinito se reduce á nada. ¿Se puede decir que esta presión era un ser real?»

LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA MATERIA.

Pero la materia no solamente existe en la actualidad, sino que es indestructible y eterna, y lo ha sido siempre.

La idea de la indestructibilidad de la materia, la ha establecido Lavoisier, y sentado como base de la química. Pero la demostración experimental de esta idea, aplicada exclusivamente á la materia ponderable, que es el modo de comprenderla, de la química actual, es insuficiente é inexacta.

En efecto, de que la materia ponderable sea indestructible,

por los medios de acción que poseemos, para obrar sobre ella, nada puede deducirse, porque estos medios de acción están encerrados entre límites muy estrechos.

En primer lugar, la pequeñez de los átomos y moléculas materiales es tal, que nuestros instrumentos son excesivamente toscos para penetrar entre átomos que han llegado al contacto inmediato. Los choques que podemos producir son debidos á cuerpos animados solamente de una velocidad de cuatrocientos á quinientos metros por segundo, en los proyectiles; pero en este caso, las medidas de las masas son muy inciertas, por las proyecciones que se producen, y por último, el calor, que es el mejor medio de disociación que poseemos, no podemos manejarlo más que en una extensión de tres á cuatro mil grados, y á estas grandes temperaturas, el pesado de las masas es muy inexacto.

¿Qué distancia tan colosal no hay entre la potencia de estos medios de acción, y la que dispone la naturaleza en el Universo, que cuenta con velocidades de 300.000 kilómetros por segundo, en las acciones eléctricas, luminosas y del calor radiante, y que en la escala de las temperaturas, puede obrar desde el cero absoluto hasta muchos millones de grados?

Nos encontramos, pues, en esta cuestión, en el mismo caso que el químico que no conociese el fuego, y que no dispusiese más que de las variaciones de temperatura que produce el calor solar; para éste, la mayor parte de las sales y compuestos químicos, cuyas fórmulas de composición son hoy día perfectamente conocidas, serian indestructibles, y los tomaria necesariamente como cuerpos simples.

Que el espacio no está completamente vacío, lo demuestra las relaciones mutuas que existen entre los cuerpos que lo pueblan; pero lo que contiene no puede ser materia ponderable, puesto que ésta está ya condensada en los sistemas solares. Lo que llena el espacio no puede estar sujeto á la atracción, y como su naturaleza material está demostrada por los cambios constantes de energía que se hacen entre este medio y la materia ponderable, resulta que el espacio está lleno de una materia imponderable, á que se ha llamado éter.

Ahora bien: ¿la materia ponderable y el éter, son modos de ser de una materia única, ó dos materias esencialmente diferentes? Esto último repugna no solamente á la razón, sino que destruye la unidad esencial, que toda filosofía racional exige.

La unidad esencial de la materia ponderable é imponderable, es la única idea aceptable, y veremos que esta es precisamente la expresión de la realidad.

Extendida de este modo la idea de la materia, las experiencias de Lavoisier, sobre la indestructibilidad de la materia ponderable, pierden su valor filosófico.

Pero la indestructibilidad y eternidad de la materia, bajo todos sus estados, es decir, de las masas, puede demostrarse directamente, por consideraciones racionales evidentes.

En efecto, es completamente evidente que la materia no puede salir de la nada; pero si en cualquier fenómeno físico pudiera destruirse en absoluto cualquier parte de la materia, no pudiendo ser compensadas estas pérdidas de ningún modo, la materia en el Universo habria desaparecido, puesto que toda clase de fenómenos se han repetido constantemente en el Universo, durante un tiempo infinito, de modo que la materia única es indestructible y eterna.

LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA.

En la antigua mecánica, cuando dos cuerpos blandos chocaban, se demostraba que había pérdida de fuerza viva. Esto resultaba de que en los choques no se tenía en cuenta más que los movimientos totales, prescindiendo por completo de los movimientos invisibles de los átomos y moléculas.

Modernamente, se ha fundado por Mayer, un nuevo ramo de las ciencias, llamado termodinámica, que desarrollado después por los trabajos de Joule, de Thomson, de Clausius, de Zeuner, de Helmholtz, de Rankine, de Reech, de Grove, de Laboulaye, de Favre, de Hirn, de Tyndall, &c., tiene por

objeto probar la inexactitud de este resultado, á que nos conducía la antigua mecánica.

Según esta nueva ciencia, el calor desarrollado por el rozamiento, por la presión, por la percusión, en una palabra, por todo trabajo mecánico, no es más, como hemos dicho, que la transformación de la fuerza viva, consumida al parecer, en estos fenómenos, en otros movimientos moleculares equivalentes.

Al exponer de este modo D. José Echegaray la solución que la moderna termodinámica da al problema de la pérdida de las fuerzas vivas, concluye diciendo:

«Nada se anula en esencia en el Universo: nada se extingue y deja de ser; ni el más insignificante átomo, se hunde en la nada. Todo es eterno, pasa, se transforma, se divide, se condensa; pero en el fondo, queda idéntico á sí mismo.

»Es, pues, el mundo material, un magnífico oleaje de fenómenos, que se cruzan y se combinan, sin que jamás *algo* salga de la *nada*, ni torne á la *nada* lo que *es*.»

Sin embargo; experimentalmente no es probable que podamos nunca comprobar de una manera exacta, esta gran ley de la conservación de la energía, porque en las experiencias que pueden hacerse para estudiar la transformación del trabajo en calor, por ejemplo, no se puede conseguir que todo el trabajo se convierta en calor, sino que al mismo tiempo, hay otras transformaciones que se manifiestan más ó menos sensiblemente, como son la electricidad, el calor radiante, la luz actínica, cuyas formas de la energía, no podemos ni recoger ni medir exactamente hasta la fecha.

La misma complejidad de fenómenos, se produce en las experiencias inversas; por eso decíamos que la comprobación directa de la exactitud de la ley de la conservación de la energía, por las experiencias de laboratorio, es hasta la fecha imposible.

Hay sin embargo, un inmenso laboratorio, que es el Universo, que con su inmensidad y su eternidad, nos evidencia muchas cosas, que no podremos nunca demostrar en los nuestros.

El mismo razonamiento que hemos hecho para la materia, puede hacerse para la energía, puesto que si en los choques necesarios, que constantemente se producen, y se han producido durante una eternidad, en el mundo físico, entre los últimos átomos de la materia, hubiese habido pérdida de fuerza viva, la energía habría desaparecido ya del Universo, y el cosmos, no sería *algo* que agoniza como dice D. José Echeagaray, sino que estaría ya completamente muerto.

Vemos, pues, que en el Universo físico, solamente la materia y la energía poseen una existencia eterna, real ú objetiva, cuyo modo de ser no puede admitirse ni para las formas de los cuerpos, ni para los sonidos, ni para la luz y los colores, ni para ninguna clase de fuerzas. Todas estas cosas son puramente seres de razón, sensaciones que la materia y la energía producen en nuestro organismo.

Pero aun cuando la existencia de la materia y de la energía y su eternidad, pueda admitirse como una cosa cierta, y como base segura de toda teoría, sin embargo, estas ideas no son simples como las del espacio y el tiempo; son ideas complejas, que necesitan para su perfecta inteligencia, estudiarlas más en detalle.

PROPIEDADES DE LA MATERIA.

Si la materia y la energía existen al mismo tiempo, y se manifiestan en todas partes, es evidente que la materia no puede ser continua, ni llenar todo el espacio, puesto que de este modo, todo movimiento, y por consecuencia toda manifestación de energía, sería imposible.

La experiencia diaria y científica, nos muestra en efecto, que la materia posee la propiedad llamada divisibilidad, es decir, que todos los cuerpos pueden ser separados en partes distintas.

Aunque los medios de experimentación que poseemos son insuficientes para decidir si la divisibilidad de la materia tiene un límite ó es indefinida, sin embargo, la estabilidad de

las propiedades físicas, y de las formas geométricas que nos presentan los cuerpos en sus cristalizaciones, y la invariabilidad de las relaciones que existen entre las cantidades de los cuerpos que se combinan, en cuyo fenómeno están fundadas todas las fórmulas químicas, perfectamente comprobadas por los hechos, demuestran que hay un último elemento material, que no es divisible, á que se ha llamado átomo.

IMPENETRABILIDAD DEL ÁTOMO.—INERCIA DEL MISMO.

La primera propiedad necesaria é indiscutible del átomo material, es la impenetrabilidad. En efecto, si dos átomos pudiesen ocupar al mismo tiempo el mismo lugar del espacio, lo mismo podría decirse de un número cualquiera de átomos, de modo que toda la materia podría reducirse á un punto, lo que equivaldría á negar la existencia real de la materia.

La segunda propiedad inherente y necesaria del átomo material, es la inercia, propiedad puramente negativa de la materia, puesto que se define diciendo que es la ineptitud de ella para pasar por sí misma del estado de reposo al de movimiento, ó para modificar su movimiento anterior.

La inercia de la materia, se manifiesta de una manera tan general, en los efectos del movimiento adquirido, como en los volantes; en los del choque, como en los martillos, &c., que se puede decir que esta propiedad es evidente; pero además, la existencia de la inercia, está comprobada completamente, porque todas las consecuencias que en la mecánica racional se han deducido, partiendo de ella, han sido confirmadas sin ninguna excepción, por los hechos, y por experiencias directas.

Con el átomo finito, impenetrable é inerte, hemos llegado al terreno de donde parte la moderna teoría atómica.

En la primera parte, se ha visto el estado actual de esta

teoría, en la magnífica exposición que hace de ella D. José Echegaray, y que á dicha teoría, la física, la química y la metafísica dirigen preguntas terribles, á las que ni contesta, ni puede contestar hoy, que son, según dicho autor:

«¿Cómo se explica la conservación de la fuerza viva? Imposible parece explicar este gran principio de la mecánica, en la teoría atómica: en todo choque de cuerpos no elásticos, hay pérdida de fuerza viva; luego el universo tiende al reposo absoluto; muere el movimiento por instantes; el impulso inicial se agota; el cosmos es algo que agoniza, un inmenso péndulo que se pára, una hoguera que se extingue.

«¿Cómo se explica la elasticidad? La elasticidad no existe en la teoría atómica: es una pura apariencia.

«¿Cómo se explica el átomo? No se explica tampoco: al querer comprenderlo se desvanece: al analizarlo se deshace: es polvo que se desmenuza en polvo más y más pequeño, sin otro límite que la nada. Porque, en efecto, si tiene dimensiones y es macizo, es divisible en partes, y puesto que no existe en la naturaleza fuerza alguna de cohesión, nada une y traba estas partes entre sí; luego el átomo no puede ser un elemento primitivo; debe dividirse lógicamente, y prácticamente debe estar dividido en otros más pequeños; pero de cada uno de éstos, puede decirse lo que del anterior, y así la lógica nos fuerza á triturarlos y á desmenuzarlos más y más, sin otro límite que su aniquilamiento absoluto.

»El átomo de la teoría atomística, encierra en sí su propia negación.

»Afirmarlo y definirlo, es negarlo al propio tiempo.»

Según Echegaray, la teoría atómica no ha intentado todavía eludir estas gravísimas dificultades. El único camino que encuentra este autor, para parar los recios golpes de las escuelas rivales, es romper de una vez con el materialismo, ir más allá de la continuidad sólida, y siguiendo á Hegel, prescindir de la materia, idealizar el átomo.

No seguiremos al Sr. Echegaray en este camino, á que le

conduce su gran imaginación, porque esto sería entrar de lleno en el terreno de la metafísica, y si la ciencia ha de conservar su nombre, es necesario que no se pierda en este oscuro laberinto.

Pero volviendo á las tres objeciones que el Sr. Echegaray presenta de la teoría atomística, veamos si se puede contestar á ellas de una manera satisfactoria; principiando así á exponer algunas nuevas ideas, que nos han de servir de datos para fundar después nuestra nueva hipótesis.

La primera y principal, que es: «¿Cómo se explica la conservación de la fuerza viva?» viene á ser simplemente una modificación de la segunda: «¿Cómo se explica la elasticidad?»

En efecto: se admite en mecánica que en los choques de los cuerpos no elásticos, hay pérdida de fuerza viva; pero esta consecuencia es hija de que se prescinde en dichos choques de todas las formas de la fuerza viva que no son aparentes. Además, los cuerpos no elásticos son cuerpos blandos, y el átomo material es absolutamente duro, puesto que es impenetrable; de modo que sería un error insigne el aplicar á sus choques, las leyes de los cuerpos blandos, no elásticos.

Por otra parte, aun cuando no se conoce ningún cuerpo perfectamente elástico, sin embargo, los que poseen esta propiedad en más alto grado, son generalmente los más duros.

La elasticidad perfecta no depende de la mayor ó menor dureza, es decir, de que la deformación en el choque sea mayor ó menor, sino de que el cuerpo vuelva íntegramente á su estado primitivo, con las mismas presiones con que se hizo la compresión, para que el trabajo, ó la fuerza viva de las masas no varíe. De modo que dos cuerpos pueden ser perfectamente elásticos, con estas condiciones, aunque la deformación de uno de ellos en el choque, sea mil veces menor que la de otro, sin más diferencia, que las presiones desarrolladas en el primer choque, serán mucho mayores que en el segundo.

Pero el choque de dos cuerpos absolutamente rígidos é impenetrables, no es más que el límite de esta serie de cuerpos

perfectamente elásticos, cuando las deformaciones van disminuyendo de amplitud, y las presiones aumentando en intensidad; de modo que en el choque de estos dos cuerpos, no habrá deformación ninguna, pero en cambio se desarrollará una presión infinita. Esta presión, no habiendo quien la contrarreste, no puede subsistir, y al desaparecer, (como una fuerza infinita, aun multiplicada por un desplazamiento cero, puede dar un producto finito), esta presión infinita, puede, pues, engendrar cualquier trabajo, ó fuerza viva finitos, de modo que en el choque de dos cuerpos absolutamente rígidos é impenetrables, no puede, ni debe haber pérdida de fuerza viva.

Por otra parte, el principio conocido en mecánica con el nombre de independencia de las fuerzas, que equivale al de la independencia de las velocidades, demuestra, que la dirección de una velocidad dada, no es una cosa accesoria en el movimiento, sino esencial y que lo caracteriza. Cuando á un móvil en movimiento, se le comunica una velocidad, en una dirección diferente á la velocidad que poseía, la dirección con que continúa marchando, es la de la diagonal del paralelógramo formado sobre longitudes proporcionales á estas velocidades: si después en un instante cualquiera se le quita una de las dos componentes de su nueva velocidad, sigue marchando en la dirección de la otra componente, intacta, sin alteración, es decir, que cada nueva velocidad que se comunica á un móvil en distintas direcciones, no se fusiona con las anteriores, perdiendo su carácter propio fijado por su dirección, sino que obra sobre el móvil al mismo tiempo que las demás, pero con completa independencia en su modo de ser.

De modo, que si dos átomos impenetrables é inertes, se chocan, animados de velocidades en la misma dirección, pero en sentidos opuestos, para conservar la velocidad de cada uno de ellos, su valor y su carácter propio, no deben sumarse algebricamente, anulándose si son iguales, sino que al desaparecer, la presión infinita, que se ha desarrollado en el momento del choque, debe comunicar á cada átomo velocidades opuestas; pero como ambos átomos tienen que retroceder, pa-

ra que cada velocidad conserve su dirección, es necesario que haya cambio de velocidades entre ambos átomos, es decir, que el choque de dos átomos absolutamente rígidos, impenetrables é inertes, debe hacerse con todas las condiciones del choque, de los cuerpos perfectamente elásticos.

Esta consecuencia está comprobada completamente á posteriori por los hechos, puesto que el átomo elemental, no pudiendo tener la elasticidad de deformación que conocemos, en los cuerpos compuestos de muchas partes separadas; para que la gran ley de la conservación de la energía, que hemos reconocido ser una verdad necesaria, se realice en el Universo, es necesario que los choques de los átomos elementales, se efectúen como el de los cuerpos perfectamente elásticos, sin pérdida de fuerza viva.

A la tercera objeción, «¿Cómo se explica el átomo?» puede contestarse, que el átomo no se explica; que es una evidencia física; que no es necesario explicarlo, para basar sobre su existencia, con entera seguridad, cualquiera hipótesis ó teoría física.

El átomo, es la consecuencia de la divisibilidad finita de la materia, que nos acredita tanto la física como la química: en cuanto á su esencia, es la de la materia única, la cual existe, entiéndase ó nó su esencia, y ya hemos dicho, que á las preguntas, por qué existe la materia, cuál es su esencia, por qué existe la energía, no podrá contestar nunca la inteligencia humana; que el hombre encontrará siempre mudas estas gigantescas esfinges, como dice en otro lugar el mismo Don José Echegaray.

Otra objeción importantísima, que no cita D. José Echegaray, se hace por las escuelas rivales, á la teoría atómica, que al resolverla, nos dará la clave, para fundar una nueva hipótesis ó teoría atómica, exenta de las gravísimas dificultades que presenta la actual.

Si no existen las fuerzas, ¿cómo se explica que las moléculas de los cuerpos, no solamente se reúnan primero, sino que después se mantengan á distancia, como nos lo prueba la porosidad y la compresibilidad, y que además, presenten una

gran resistencia á su separación en los cuerpos sólidos, y á su completa aproximación en todos los cuerpos?

Que esta objeción no la ha resuelto de una manera satisfactoria la actual teoría atómica, es indudable: para resolverla, tenemos que entrar en la exposición de nuestra nueva hipótesis.



CAPÍTULO II.

EXPOSICIÓN DE UNA NUEVA HIPÓTESIS FÍSICA.

La materia y la energía existen simultánea é inseparablemente unidas en el Universo; pero ¿de qué modo puede estar unida la energía al átomo material? únicamente bajo la forma de movimientos de traslación y de rotación. Ahora bien, si suponemos cada átomo material, animado de una grandísima velocidad, tal como la velocidad de la luz, dado su inmenso número, se chocarán constantemente unos con otros, cambiándose sus fuerzas vivas, como cuerpos perfectamente elásticos: en este estado de disociación absoluta, la materia constituirá una especie de gas elemental, cuyo modo de ser será el que se ha llamado estado cinético de los gases. En este estado dinámico de la materia, que no puede dar lugar más que á repulsiones, la materia no puede tener límites, debiendo necesariamente llenar todo el espacio, constituyendo así lo que se conoce con el nombre de éter universal.

Esta concepción cinética del éter universal, no presenta ninguna de las dificultades, como veremos en lo sucesivo, de la teoría cinética de los gases ponderables, fundada por Clausius y Maxwell; pero gran parte de las consecuencias que estos físicos han deducido del estudio del estado cinético, son aplicables al éter constituido de este modo; pero en este caso los efectos alcanzan valores inesperados.

Sabemos desde luego, que en un gas constituido de este modo, si suponemos un espacio cualquiera, cerrado por paredes impermeables al gas, y absolutamente vacío, el bombar-

deo operado por esta multitud de pequeños proyectiles, contra las paredes de dicho espacio, desarrollará una presión de fuera á adentro, que es lo que constituye la tensión del gas.

Como lo hace notar M. Jouffret, en un gas constituido cinéticamente, las velocidades que animan á sus moléculas, no tienden de ningún modo á igualarse, como se podría creer á primera vista. Estas velocidades permanecen escalonadas encima y debajo de un cierto valor medio, según la ley general de los desvíos de Maxwell representada por la curva, en forma de campana, tan conocida de los artilleros.

Pero hay una cosa, que en una masa gaseosa llegada al estado de régimen permanente, se ha igualado en virtud del inmenso número de moléculas que existen en un espacio dado, por pequeño que sea, con relación á nuestras facultades para percibir las dimensiones, dada la excesiva pequeñez de las moléculas; y es el número de velocidades de cada magnitud, que atraviesan un milímetro cuadrado ó un milímetro cúbico, en cualquier región de la masa gaseosa que se tome esta superficie ó este volumen. Como se puede decir otro tanto para el número de moléculas de cada especie ó de cada peso, se puede concluir que en cada región, no solamente se halla la misma composición, sino también:

- 1.º La misma presión por milímetro cuadrado.
- 2.º La misma cantidad de materia por milímetro cúbico. (Densidad.)
- 3.º La misma suma de fuerzas vivas por milímetro cúbico.
- 4.º La misma cantidad de calor por milímetro cúbico.
- 5.º La misma temperatura.

Aun cuando estas consecuencias han sido deducidas de la concepción cinética, aplicada á los gases ponderables, las tres primeras son aplicables sin ninguna variación al gas imponderable, ó éter que consideramos, puesto que no dependen más que de la inercia que persiste en todos los estados de la materia. En cuanto á las dos últimas, necesitan una diferente interpretación que la que se le da para los gases ponderables.

Para empezar el estudio de los fenómenos ó propiedades que nos presenta la materia, en este primer estado de disociación y dinámico, debemos hacer observar, que nuestro organismo, está constituido de un modo, que pudiendo percibir las más pequeñas alteraciones de un régimen dado de movimientos, es completamente insensible el valor absoluto de dichos movimientos, por grandes que sean, cuando el equilibrio dinámico normal no se ha alterado. Por ejemplo; sabemos que la presión atmosférica, que ejerce un esfuerzo sobre cada metro cuadrado, de diez mil kilogramos, comprime nuestro cuerpo con un esfuerzo de seis ú ocho toneladas; pero como este esfuerzo está equilibrado por la tensión de los líquidos y gases del interior, esta gran presión queda para nosotros completamente desapercibida; en cambio, si se mueve el aire por una ligera brisa, este movimiento produce sobre nuestro cuerpo una pequeña diferencia de presiones, que sentimos perfectamente, percibiendo con toda claridad la existencia de este ligero desequilibrio. Si se hace vibrar el aire de un modo cualquiera, se produce el sonido, que con sus pequeñísimos movimientos y variaciones de presión, impresiona distintamente nuestro oído, que permanece sin embargo, completamente sordo para los choques de las moléculas del aire, animadas de velocidades mayores que las de una bala de cañón, en su estado de equilibrio cinético.

Fundados en estas consideraciones de analogía, podemos admitir, que por grande que sea la energía de la materia, en estado dinámico ó etéreo, esta gran potencia, no produce en nosotros ninguna impresión, en tanto que su estado es el de régimen del equilibrio dinámico; pero desde el momento que por cualquiera causa, dicho equilibrio es alterado, estas alteraciones producen en nosotros diferentes clases de sensaciones.

Cuando los movimientos cinéticos del éter se realicen en el espacio indefinido, lejos de todo obstáculo que los altere, las velocidades de traslación se arreglarán naturalmente, según la ley de los desvíos, de Maxwell, y como por otra parte las fuerzas vivas de los movimientos de rotación, de que pudie-

ran estar animados los átomos, tienden constantemente á convertirse en los choques sucesivos entre los mismos, en fuerzas vivas de traslación, resulta que podemos admitir, que el estado de equilibrio dinámico del éter, se realiza cuando sus átomos tienen las velocidades de traslación que corresponde á su régimen permanente, y carecen de movimientos de rotación.

De tres maneras puede alterarse este estado de equilibrio dinámico, sea aumentando ó disminuyendo en un espacio dado el valor medio de las velocidades de traslación, sea haciéndose más grandes, y arreglándose á ser periódicas las diferencias de las velocidades de traslación de los átomos, permaneciendo el mismo valor medio de las velocidades, sea adquiriendo los átomos, movimientos de rotación. Estas tres alteraciones del equilibrio, pueden presentarse aisladas, ó combinadas unas con otras.

Cada una de estas tres clases de alteraciones produce en nuestro organismo un género distinto de sensaciones. La primera, como veremos en lo sucesivo, produce todos los fenómenos atractivos y repulsivos del Universo, que se observa entre las masas, en la atracción Newtoniana, en los fenómenos eléctricos, &c.; la forma periódica de la segunda alteración, constituye el calor radiante, y la tercera da lugar á todos los fenómenos luminosos.

Aun cuando todo lo que tenemos que decir en lo sucesivo, respecto al éter, tendrá exclusivamente por objeto demostrar estas tres proposiciones, sin embargo, podemos desde luego, para demostrar la exactitud de estas hipótesis, hacer la siguiente consideración, que nos proporcionará ya un dato de gran importancia.

En un medio gaseoso, constituido cinéticamente, cualquier clase de alteración de los movimientos atómicos que se realice en un punto, debe propagarse en el medio, por los cambios sucesivos de velocidades, efectuados entre los átomos, en sus choques, con una misma velocidad; que es precisamente la velocidad media de que están dotados los átomos del medio. Pero precisamente, los tres órdenes de fenómenos tan diferentes al parecer, para nosotros, como son los eléctricos,

los del calor radiante, y los de la luz, nos enseña la experiencia, que se propagan con la misma velocidad, tanto en el vacío, como en los medios ponderables, ó sea con la de 300.000.000 de metros por segundo próximamente, en el vacío, de modo que esta es la velocidad de que deben estar animados, por término medio, los átomos de la materia elemental que constituyen el éter universal.

Se sabe que en un medio constituido cinéticamente, las presiones son proporcionales al cuadrado de las velocidades atómicas, de modo que desde luego se comprende la inmensa presión que debe desarrollarse, por un medio constituido cinéticamente, por poco denso que sea, cuyos átomos estén animados de la prodigiosa velocidad de trescientos millones de metros por segundo. Pero antes de hacer una evaluación cuantitativa, más ó menos aproximada, de estas presiones, tenemos que ocuparnos de otro estado, que nos presenta la materia, y que constituye lo que conocemos por materia ponderable.

FORMACIÓN DE LA MATERIA PONDERABLE.

En el seno de un medio cinético, cuyos átomos con su impenetrabilidad, se chocan según las leyes de cuerpos perfectamente elásticos, estos átomos, podrán cambiar entre sí velocidades más ó menos grandes, pero ninguno puede perderla en absoluto, mientras los choques se efectúen entre dos solos átomos, con movimientos anteriores; pero supongamos que en el instante infinitamente pequeño del choque de dos átomos, que para mayor sencillez supondremos que se efectúa con velocidades iguales y contrarias en dirección, viene á chocar precisamente contra los dos, al mismo tiempo, con una velocidad cuya dirección sea perpendicular á la de los dos átomos que consideramos, y que pase precisamente por el punto de contacto de éstos, un tercer átomo; en este caso, el tercer átomo puede comunicar su fuerza viva á los dos primeros, pero él no puede recibir ninguna de ellos, quedando por consecuencia,

después del choque, privado de toda velocidad, siendo invadida su esfera de acción, por los demás átomos.

En cuanto al exceso de velocidad de los dos otros átomos, se cambiará y dispersará en el éter, con la velocidad de la luz, haciendo desaparecer del sitio del choque, cierta cantidad de energía.

Aun cuando este caso exija condiciones precisas en el tiempo y dirección de los choques, sin embargo, en un medio cinético en que los átomos son muy numerosos y toda clase de colisiones frequentísimas, este caso y otros análogos, más ó menos complejos, puede realizarse, mucho más, si el lugar del medio que consideramos está apartado de los puntos donde puede ser alterado el régimen dinámico; y los átomos están privados de rotaciones, es decir, que en las regiones etéreas, donde existe el régimen dinámico, deberá ser frecuente el que una parte de los átomos pierdan sus velocidades de traslación, cediéndolas á otros y quedando privados de toda fuerza viva: No debe entenderse sin embargo, que el átomo que en una colisión múltiple, perdió su fuerza viva, sea el mismo que continúe en estado estático; por el contrario, cambiará constantemente este estado, con los contiguos, á su primer esfera de acción; pero entonces uno de éstos le comunicará su velocidad perdiéndola, y entrando él en dicho estado estático; de modo, que una vez que un átomo haya tomado este estado, aunque él lo pierda, será la causa de que en el mismo lugar del medio, continúe por algún tiempo, habiendo un átomo en este estado.

Pero este estado estático de un átomo etéreo, entre una inmensidad de otros, animados de grandes velocidades, no puede ser permanente; por el contrario, se comprende, que si puede cambiar su estado á otro, en todos los choques entre dos solos átomos, pueden existir otros choques múltiples tales, que en un mismo momento, vengan á chocar con él, otros con velocidades en diferentes direcciones, distribuyéndose la fuerza viva entre los átomos que han chocado en el mismo instante, en cuyo caso, el átomo estático, adquiriendo alguna velocidad, perderá su primitivo estado, tendiendo á adqui-

rir la fuerza viva media, como exige la ley de Maxwell.

Pero hay una diferencia importante en los resultados de los choques múltiples, puesto que en estos choques, un átomo puede perder toda su fuerza viva en un solo instante, y esta fuerza viva dispersarse en el medio con la velocidad media cinética; pero una vez disipada esta fuerza viva, no desaparece en una sola pulsación, un átomo, sin la velocidad media en este punto, sino que tiene que adquirir la velocidad normal del medio poco á poco, de modo que la presencia de un átomo estático, en un medio cinético, produce por algún tiempo, un centro de absorción de fuerza viva, mientras no adquiere la que le corresponde para entrar en el régimen permanente.

Supongamos ahora que en dos puntos próximos del medio, se produzcan dos choques múltiples, que hagan perder sus velocidades á dos átomos al mismo tiempo: hemos visto que, á partir de este momento, en cada uno de estos puntos, se produce un centro de absorción de fuerza viva, y por consecuencia, de disminución de velocidades atómicas.

Si estudiamos las cantidades de movimientos que se propagan en el medio, en la línea que une los dos puntos que consideramos, vemos que la cantidad de movimiento que recibe uno de los átomos del lado del otro, debe ser menor que la que le impulsa del lado contrario, de modo que los dos átomos estáticos, ó los que en lo sucesivo tengan sus velocidades disminuidas, tenderán á aproximarse.

Si concebimos ahora una esfera cuyo centro sea el primer átomo estático, y si tomamos en un elemento cualquiera de la superficie de esta esfera, la componente de las cantidades de movimientos cinéticos que lo atraviesan de fuera á adentro, durante un tiempo finito, que comprenda varias pulsaciones, si el medio está en equilibrio dinámico, todas estas componentes serán iguales, y por consecuencia, los efectos producidos por todas ellas, por los cambios y choques sucesivos, siendo simétricos en todos sentidos, la resultante de estos cambios, sobre el centro de la esfera, será cero; pero si suponemos que en esta esfera está situado el segundo átomo estático, he-

mos visto que en este caso, la devolución de la cantidad de movimiento de este elemento de la superficie de la esfera, es menor que en todos los demás; de modo que en este punto, su componente centripeta, será menor en el mismo tiempo; y como esta acción debe componerse con todas las cantidades de movimiento que atraviesan de fuera á adentro, la esfera que consideramos, para producir su efecto final sobre el centro, su influencia sobre este centro, será tanto menor, cuanto mayor sea la superficie de la esfera en que está situado, puesto que las cantidades de movimiento que atraviesan en un tiempo dado, cada uno de los demás elementos de superficie, son iguales, es decir, que la acción de un átomo estático sobre otro, debe decrecer en la misma proporción que aumenta la superficie esférica, cuyo radio es la distancia entre ambos, ó lo que es lo mismo, la acción de dos átomos estáticos, uno sobre otro, debe estar en razón inversa del cuadrado de su distancia.

Aun cuando sea imposible seguir en todos sus detalles, esta inmensidad de cambios de fuerzas vivas, y accidentes de movimientos atómicos, con lo dicho se comprende perfectamente, que en un medio cinético, en su estado de régimen permanente, puede una parte de sus átomos perder sus velocidades, y que en este estado, el movimiento general del medio tiende á reunirlos.

Esta tendencia concluirá por hacer que los átomos estáticos contiguos, lleguen hasta el contacto inmediato, reuniéndose y adoptando una cualquiera de las formas geométricas, que pueden formarse con esferas de igual diámetro (suponiendo que los átomos materiales sean esféricos é iguales, lo que se deduce de la propagación en línea recta del movimiento cinético del éter, que nos evidencia la dirección rectilínea de los rayos luminosos): en esta agrupación de átomos en inmediato contacto, no pudiendo penetrar ningún nuevo átomo en estado cinético, todo movimiento es imposible; de modo que este conjunto atómico de formas geométricas simétricas fijas y definidas, será mantenido, por toda la presión que es susceptible de producir el cinetismo del éter, puesto que los áto-

mos, al llegar á este grupo, son reflejados ó rechazados en absoluto.

Vemos, pues, que la materia única y elemental, puede afectar dos estados: el estado de disociación completa, con grandes velocidades atómicas, constituyendo lo que se ha llamado el éter universal imponderable, y el estado de grupos geométricos estáticos, mantenidos por la presión etérea, cuyo estado constituye lo que conocemos por materia ponderable, puesto que dichos grupos, al adquirir movimientos, están constantemente solicitados unos hacia otros por el cinetismo del éter.

PRIMERAS CONSECUENCIAS DE ESTA NUEVA HIPÓTESIS.

De este modo de concebir el éter y la materia ponderable, se deducen inmediatamente dos consecuencias notables y nuevas, de gran importancia: la primera es, que los grupos de átomos elementales que constituyen las moléculas de los cuerpos ponderables, aun cuando en el principio de su formación tengan pocos movimientos propios, no pueden continuar en este estado, más que en el caso de que las impulsiones que reciben en cada momento, sean exactamente iguales en todos sentidos; pero si estas impulsiones en una dirección cualquiera, varían de un momento á otro, de modo que sus efectos no se compensen, la molécula ponderable tendrá necesariamente que tomar fuerza viva y aumentar sus movimientos de traslación y de rotación, de modo que los efectos de estas pequeñas diferencias de impulsiones, acumulándose, acabarán por imprimir á la molécula ponderable, un movimiento que su inercia le hará conservar, y que irá aumentando hasta que la energía media del movimiento de las moléculas, sea la misma que la de los átomos del éter, como lo ha demostrado Maxwell en su notable trabajo sobre la teoría cinética.

Estos movimientos de las moléculas ponderables, son precisamente los que dan lugar, según veremos, á los fenómenos de presiones y temperaturas que nos presentan los cuerpos.

Mientras las fuerzas vivas de las moléculas ponderables, son

pequeñas, con relación á la de los átomos etéreos, las presiones de éste conservan separadas á dichas moléculas, continuando los movimientos cinéticos del éter, en los espacios intermoleculares, siendo así posible la continuación de los movimientos de las moléculas. Pero cuando los movimientos de las moléculas ponderables aumenten, hasta alcanzar el estado de régimen de Maxwell, entonces sus fuerzas vivas, siendo iguales á las de los átomos del éter, el movimiento cinético de éste no podrá impedir sus colisiones mutuas; de modo que las agrupaciones atómicas, que constituyen las moléculas, cuyo límite de resistencia está en las presiones del éter que las mantiene reunidas, no pudiendo resistir ya á estas colisiones irregulares, y con grandes fuerzas vivas, serán dislocadas, y lanzados algunos de sus átomos constituyentes, con velocidades independientes, entrando de este modo á formar parte del éter; es decir, que la idea de la indestructibilidad de la materia, restringida á la materia ponderable, es inexacta, y que una masa de materia ponderable, puede disociarse y volver á tomar el estado etéreo imponderable, cuando está sometida por bastante tiempo, á la acción de un medio que le cede fuerza viva.

La segunda consecuencia que se deduce de este nuevo modo de concebir el éter, y la materia ponderable, es que la inmensa provisión de energía del Universo, no reside en la materia ponderable, como han creído los autores del átomo torbellino y todos los físicos hasta ahora, y en este error, tan universalmente admitido hoy día, está la dificultad que se ha encontrado hasta la fecha, para comprender la infinidad de enigmas naturales, que la ciencia no ha resuelto.

La imposibilidad de explicar el origen de la energía universal, al querer encontrar sus causas, en la materia ponderable, es análoga á la que tendría el hombre más sabio, si tratase de encontrar en el mecanismo de un péndulo, la causa de su movimiento, prescindiendo de la gravedad, ó en el de un molino de viento, prescindiendo en absoluto de la existencia y de los efectos del aire, la causa de la energía consumida en el trabajo, que dicho molino realiza.

La misma observación es aplicable á los organismos formados por la materia ponderable, puesto que la actividad ó la energía que se ve en los mismos, no reside ni en los elementos de sus órganos, ni en su conjunto, no siendo más que complicadas y delicadísimas máquinas, cuyas variadísimas formas de sus elementos, transforma de diferentes modos, la fuerza viva del océano infinito de energía, en que están sumergidos, haciendo como todas las máquinas, que no producen fuerzas, sino solamente transforman la fuerza motriz que se les aplica, siendo tan natural encontrar energía en el interior de los seres orgánicos, como encontrar aire en el interior de los que viven en la atmósfera, ó agua en los que viven en el mar.

Esta idea de que la causa de la vida orgánica no reside en el organismo, sino que es la consecuencia de la transformación de la energía etérea que hacen los elementos de dichos órganos, tiene una notable prueba en el descubrimiento de M. Lippmann, que ha probado, que la variación eléctrica que acompaña á la contracción ó á la dilatación de un músculo, es debida á la variación de forma de los elementos de dicho músculo; esto mismo acaba de ser comprobado también por los trabajos de M. Arsonval, sobre fisiología, premiados por la Academia de Ciencias de París en 1889, que ha demostrado, que sobre un músculo muerto, se hacen nacer corrientes en sentidos diversos, según se le somete á tracciones ó á contracciones alternativas.

LIBRO OCTAVO.

Consideración general sobre la aplicación de la nueva hipótesis á los problemas tratados en la primera parte.

En el capítulo anterior hemos expuesto nuestra nueva hipótesis, deduciéndola por consideraciones racionales, de hechos físicos evidentes y bien comprobados: para estudiar ahora más detenidamente, todas las consecuencias que de ella pueden deducirse, iremos desarrollándola, y aplicándola sucesivamente á los diferentes problemas que hemos presentado en la primera parte de este trabajo; y la nueva luz que ella derrama sobre todos ellos, y la solución satisfactoria que con este nuevo criterio se dará de los mismos, constituirá una prueba completa á posteriori de dicha hipótesis.

Debemos observar, sin embargo, que nuestro objeto en el estudio que nos va á ocupar en lo sucesivo, no es aplicar las fórmulas analíticas á problemas dinámicos tan complejos, como son el de la constitución de la materia, y el de los movimientos siderales: sin decir que esto sea imposible, debemos confesar que este trabajo sería superior á nuestras fuerzas; la solución completa y analítica de estos grandes problemas, será obra de los matemáticos y astrónomos del porvenir.

CAPÍTULO PRIMERO.

DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN DEL ÉTER.

Para darnos cuenta más exacta y detallada de los fenómenos que puede producir la materia en cada uno de sus dos estados, bajo el nuevo criterio que hemos expuesto, principia-remos por hacer una evaluación cuantitativa, de la presión que el éter puede producir con su energía cinética.

Se sabe según la teoría cinética de los gases ponderables, establecida por Clausius y Maxwell, que la presión que un gas puede desarrollar, es dada por la fórmula

$$P = \frac{1}{3} \frac{d}{g} u^2$$

en que $\frac{d}{g}$ es la masa del gas por unidad de volumen, y u la velocidad media, de que están animadas sus moléculas.

Las dos hipótesis en que se funda esta fórmula, son: que las moléculas se chocan como si fueran cuerpos perfectamente elásticos, y que la presión la constituye los choques de estas mismas moléculas, debidos á los velocidades de traslación de que están animadas. Como estas dos hipótesis hemos visto que son aplicables á la concepción cinética del éter imponderable, podremos, pues, calcular la presión desarrollada por el éter, por esta misma fórmula.

En cuanto á la velocidad de que están animados los átomos del éter, hemos visto que debe ser la misma, con que se transmiten en el vacío, la luz, el calor radiante y la electricidad, ó sea la de 300 millones de metros por segundo, de modo que $u = 3 \times 10^8$

Para determinar ahora la cantidad de materia que existe en un metro cúbico de éter, es decir, para tener el valor de $\frac{d}{g}$ tendremos que recurrir á las célebres experiencias, sobre la viscosidad de los gases, del inventor del radióscopo, de S. W. Crookes, que es el único que ha extendido el estudio de la resistencia de los gases, hasta menos de una millonésima de atmósfera, pero separándonos de él, en cuanto á la interpretación que hace de sus experiencias.

Que la resistencia de un gas, á un cuerpo que lo atraviesa, consta de dos partes, del trabajo gastado en desplazar los átomos ó moléculas del gas, y del frotamiento interior del gas, es indudable, y lo reconoce el mismo S. W. Crookes; el frotamiento interior, podrá ser independiente de la densidad del gas, como Maxwell ha establecido teóricamente, pero la primera causa de resistencia, dependiendo exclusivamente del número de átomos ó moléculas á que el cuerpo tiene que comunicar su misma velocidad, tiene necesariamente que ser proporcional á la densidad del gas.

En el aparato de M. Crookes, se mide la resistencia del gas, por el mayor ó menor efecto que produce, para disminuir las oscilaciones de un péndulo de torción, constituido por un hilo de cristal, con una placa de mica á su extremidad.

La resistencia que se opone á este movimiento, es la resistencia total del gas, y esta, hemos visto que no puede ser independiente de la densidad.

Si para los vacíos comprendidos entre una atmósfera, y un milésimo de atmósfera, S. W. Crookes admite que las resistencias varían poco con la densidad, y que en esta extensión la ley de Maxwell es sensiblemente exacta, en cambio para las presiones de sólo algunas millonésimas de atmósfera, las diferencias logarítmicas decrecen casi proporcionalmente á las densidades; pero sin embargo, de las experiencias de S. W. Crookes, resulta un hecho de la mayor importancia, y es, que las curvas de diferencias logarítmicas que ha construido, no tienden hacia cero, es decir, que de las experiencias de S. W. Crookes, y de la interpretación de ellas que hace su autor, re-

sulta que en el vacío absoluto se encuentra todavía alguna resistencia.

La causa de este resultado tan notable, la atribuye el autor á la falta de elasticidad del cristal.

Para demostrar esta falta de elasticidad, S. W. Crookes, cita el hecho siguiente:

Dice que en 1862 compró unos encages hechos con hilo de cristal, y algunos hilos de los que habian servido para hacerlos, cuyos hilos eran rectos; pero durante diez y ocho años, los dibujos del encage, han cambiado la dirección de los hilos, encorvándolos, y quedando así aun después de estar libres, y después añade: «Si el cristal fuese perpetuamente elástico, la disminución logarítmica en un vacío absoluto, sería probablemente cero; entonces no habría disminución en los arcos de oscilación, y una vez puesta en movimiento, la placa no se detendría jamás.»

Esta última consideración de M. Crookes, es siempre exacta, aun cuando la curva que represente la verdadera resistencia del gas, no coincida con la de las diferencias logarítmicas; de modo que de las experiencias de M. Crookes, siempre resulta, que aun cuando en su aparato se extrajese toda la materia ponderable, el péndulo acusaría alguna resistencia.

Queda ahora por discutir, si esta resistencia que acusa el aparato, es un resultado de la falta de elasticidad del cristal, como lo cree S. W. Crookes, ó si es debida á otra causa.

Pero se sabe por las experiencias de Coulomb, hechas con una balanza de torción, en el aire, que aun con la resistencia de éste, las pequeñas oscilaciones de la balanza, son sensiblemente hisócronas, y que la aguja se detiene después de concluir las oscilaciones, en el mismo cero del cuadrante, lo que supone, que la posición de equilibrio de las moléculas del hilo no ha variado durante la experiencia. De que el hilo de cristal pierda su primitiva dirección rectilínea, después de diez y ocho años de estar obligado á permanecer con otra forma, durante cuyo tiempo ha estado necesariamente expuesto á algunas diferencias de temperatura, y sus moléculas, desviadas más hacia el límite de elasticidad, que las del hilo del apar-

to, no puede deducirse lógicamente, que en unos cuantos segundos que dura una experiencia, la influencia de la falta de elasticidad del cristal, se haga tan sensible como indican las curvas de S. W. Crookes. Si se concibe la elasticidad como un efecto del movimiento cinético del éter intermolecular, que como veremos, es lo que debe admitirse, esta falta de elasticidad del cristal, en un tiempo tan corto, y para tan pequeñas desviaciones, es mucho menos admisible.

La otra causa á que puede atribuirse la resistencia que acusan las experiencias de S. W. Crookes, cuando se haya extraído toda la materia ponderable del aparato, es que en este caso el aparato no queda vacío, sino lleno de materia imponderable ó éter, puesto que éste sabemos que atraviesa todos los cuerpos, y que la resistencia indicada por las curvas para este caso, es debida, por lo menos en parte, al éter que llena el aparato.

Admitiendo, pues, que la resistencia límite que acusan las curvas de las diferencias logarítmicas de M. Crookes, es debida al éter, tenemos ya un dato para fijar la masa de éste por unidad de volumen. Si toda la resistencia no es debida al éter, el resultado obtenido será un límite superior, que nos dará ya una idea cuantitativa, más ó menos aproximada, sobre esta difícil cuestión.

Observemos en primer lugar, que las medidas de presiones que se hacen en el aparato de S. W. Crookes, reduciendo un volumen dado de gas rarificado, á otro volumen conocido á mayor presión, suponen exacta la ley de Mariotte, y mide mejor las densidades que las presiones.

En el diagrama C. que S. W. Crookes da en su trabajo, sobre la viscosidad de los gases, en que indica las partes extremas de las curvas de las diferencias logarítmicas, se ve en primer lugar, que la curva del hidrógeno encuentra á la línea del cero de las presiones ó densidades, con menos indeterminación que ninguna otra, aunque sensiblemente en el mismo punto que la del aire, que es el que su diferencia logarítmica, está representada por 0,012.

Si consideramos ahora el punto de la curva correspondien-

te á una diferencia logarítmica de 0,024, y á una presión de seis millonésimas de atmósfera, es decir, donde la resistencia sería doble que la que da el aparato para el éter, vemos, que siendo la resistencia que acusa el aparato, la suma de las dos resistencias, del éter y del gas ponderable, la resistencia del hidrógeno á una presión de seis millonésimas de atmósfera, ó más bien á una densidad que sea las seis millonésimas partes de la que tiene á la presión atmosférica, sería igual á la del éter normal.

Admitiendo también, que en los gases muy rarificados, la resistencia que oponen al movimiento de un cuerpo, depende casi exclusivamente de la fuerza viva gastada en comunicar la velocidad del cuerpo, á los átomos ó moléculas, es decir, que el valor absoluto del frotamiento interior es casi nulo, resulta que la cantidad de masa del éter, por unidad de volumen, sería las seis millonésimas partes de la del hidrógeno á la presión atmosférica.

Ahora bien; como el peso de un metro cúbico de hidrógeno, á la presión atmosférica, es en kilogramos 0,089, el peso del metro cúbico de hidrógeno, á la presión de seis millonésimas de atmósfera, admitiendo como exacta, para este gas, en estos límites, la ley de Mariotte, sería $d=0.000.000.534$ kilogramos, es decir, poco más de medio miligramo. Dividiendo ahora este número por 9,80, que es el valor de g , para obtener la masa que corresponde á este peso, tendremos

$$\frac{d}{g} = \frac{0,534}{9,80 \times 10^6} = \frac{0,054}{10^6}$$

Conociendo ya, aunque no sea más que aproximadamente, los valores de u y de $\frac{d}{g}$, que entran en la fórmula que da la presión cinética del éter, podemos ya calcular esta. Se tiene, pues, para P en kilogramos:

$$P = \frac{1}{3} \frac{d}{g} u^2 = \frac{1}{3} \frac{0,054}{10^6} \times 9 \times 10^{16}$$

$$\text{ó } P = 3 \times 0,054 \times 10^{10} = 0,162 \times 10^{10}$$

pero P es una presión en kilogramos por metro cuadrado; pa-

ra tener la presión en kilogramos por centímetro cuadrado, ó sea en atmósferas, dividiremos ambos términos por 10^4 , número de centímetros cuadrados, del metro cuadrado; se tiene así:

$$\frac{P}{10^4} = 0,162 \times 10^6 = 162.000 \text{ atmósferas,}$$

es decir, que el cinetismo normal del éter, produce una presión de ciento sesenta y dos mil atmósferas.

Aun cuando este valor sea solamente una aproximación, su significado es muy importante, pues nos demuestra desde luego, la importancia de los efectos que pueden producirse, por las menores variaciones en el régimen normal de los movimientos cinéticos del éter.

Por otra parte, apesar de lo grande que á primera vista nos parecen estas presiones, tenemos varias razones para admitir que alcancen hasta esta enormidad, y por consecuencia para creer que no son creaciones fantásticas, derivadas de errores de cálculo.

En efecto, en una comunicación presentada á la Academia de Ciencias, en 4 de Julio de 1887, por M. Vaschy, sobre la naturaleza de los fenómenos electro-capilares, hace mención de las enormes presiones electro-estáticas, y como ejemplo, aplica sus fórmulas, y halla para un volta, una presión de 52.000 atmósferas; de modo que aunque no se admita que las presiones crezcan proporcionalmente á la fuerza electro-motriz, siempre resulta, que las presiones electro-estáticas para un gran número de voltas, calculada según las consideraciones de M. Vaschy, podrian alcanzar valores muy grandes, é iguales ó superiores al de ciento sesenta y dos mil atmósferas que hemos hallado anteriormente, para la presión máxima normal del éter.

Sin embargo, no puede admitirse que la presión máxima del éter, sea tampoco mucho mayor que la hallada, porque según la fórmula fundamental, de la teoría cinética de los gases, puesto que la velocidad atómica está bien conocida, las presiones crecen proporcionalmente á la cantidad de masa que existe en cada unidad de volumen del medio, y hemos

visto, que la cantidad asignada de poco más de medio miligramo por metro cúbico, debe ser un máximun. Además que la masa del éter, por unidad de volumen, es muy pequeña, lo demuestra evidentemente el hecho de las grandes velocidades que alcanzan los cometas en el espacio, apesar de sus grandes volúmenes.

Por otra parte, la presión máxima del éter, no puede ser tampoco muy inferior á la de ciento sesenta y dos mil atmósferas que hemos hallado; si se niega la existencia de las fuerzas abstractas, y se admite que todos los fenómenos atractivos son debidos á impulsiones exteriores, idea no solamente admitida ya por muchos físicos, sino que resultará probada completamente en este trabajo, puesto que la cohesión del acero, en esta hipótesis, es el resultado de la diferencia de la presión del medio que lo rodea, á la que existe en el interior de los espacios intermoleculares; y como se sabe que la carga de rotura de un prisma de acero, de un centímetro cuadrado de sección, es próximamente de diez mil kilogramos, ó sean unas diez mil atmósferas; para que estas diez mil atmósferas sean solamente la diferencia que en las presiones del medio producen las moléculas del acero, es necesario que estas presiones sean muy grandes.

CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE ENERGÍA QUE RESIDE EN CADA METRO CÚBICO DE ÉTER QUE OCUPA EL ESPACIO.

Otro de los datos que nos interesa, para podernos formar una idea de la infinita provisión de energía que contiene el Universo, es la de conocer la que reside en cada metro cúbico ocupado por el éter; pero esta determinación es fácil ya, puesto que la energía, siendo la mitad de la fuerza viva, será dada por la fórmula $E = \frac{1}{2} m v^2$; pero hemos visto que la masa m de un metro cúbico de éter normal, es $m = \frac{d}{g} = \frac{0,054}{10^6}$ y que v es igual á 300.000.000 de metros por segundo, de modo que

$$E = \frac{1}{2} m v^2 = 0,243 \times 10^{10} = 2.430.000.000 \text{ de kilográmetros.}$$

Es decir, que en cada metro cúbico del espacio, reside una energía equivalente á dos mil cuatrocientos treinta millones de kilográmetros, ó sea la que pueden desarrollar ardiendo 706 kilógramos de carbón; y como esta cantidad de carbón ocupa casi un m³, resulta que en el universo existe tanta energía, como la que podría desarrollar la combustión del espacio infinito lleno de carbón.

Esta infinita provisión de energía, cuya distribución es alterada constantemente por varios fenómenos, como veremos, tiende á igualarse en los espacios con la velocidad de la luz, y esta nivelación que hace pasar el exceso de la energía de los espacios hacia los centros ponderables, produce la atracción de éstos.

Con los datos ya conocidos, podría fácilmente determinarse el número de átomos de éter que existen en cada metro cúbico, y la masa de cada uno de ellos; pero como queda aún indeterminada la densidad de la materia elemental, puesto que se ignora el volumen de cada átomo, este cálculo no tendría ninguna utilidad; debiendo solamente observarse que la densidad de la materia única debe ser muy grande, puesto que para que en el platino pueda trasmitirse el movimiento cinético del éter, con la velocidad de la electricidad, es necesario que el volumen ocupado por los átomos materiales, sea pequeño con relación á los espacios intermoleculares.

La densidad de la materia única, podría quizás encontrarse, determinando la relación del volumen de las moléculas, al de los espacios intermoleculares, por el estudio analítico de la magnitud de los obstáculos necesarios, para disminuir la velocidad media, de un medio cinético, en una proporción determinada; que en este caso, sería la diferencia de la velocidad de la luz en el aire, y la velocidad de la electricidad en un metal dado; pero como la solución de este problema, por su dificultad, no podemos asegurar que lo llevaríamos á buen fin, y sobre todo, como esto nos retardaría notablemente la publicación de este trabajo, hemos decidido dejarlo para más adelante.

LIBRO NOVENO.

Aplicación de la nueva hipótesis á la constitución de la materia.

CAPÍTULO PRIMERO.

CUERPOS SIMPLES.

Según la hipótesis que hemos expuesto de los dos estados dinámico y estático de la materia única, hemos visto que una parte de los átomos del éter, puede perder sus velocidades propias y quedar en estado estático: que en estas condiciones, el movimiento del éter tiende á reunirlos, y si como parece natural admitir, dadas las perfectas condiciones geométricas de la propagación de la luz, los átomos del éter son todos esféricos é iguales, estos átomos concluirán por reunirse, formando poliedros geométricos, perfectos y simétricos, de tantas formas como combinaciones puedan producirse, con cualquier número de esferas iguales en contacto; de este modo los intersticios entre los átomos, siendo inferiores al volumen de un átomo, aun fuera de los puntos de contacto, la introducción de todo nuevo átomo del éter dinámico, en el grupo, es imposible, ni cabe por consecuencia, en su interior, ningún movimiento; de este modo, el grupo geométrico de átomos que consideramos, se halla mantenido y comprimido en todos sentidos, por una presión de 162.000 atmósferas, que es la

presión que desarrolla sobre cada elemento superficial, el cinetismo del éter universal: estas agrupaciones, por no dejar intersticios, donde pueda penetrar ningún cuerpo de la naturaleza, y por las inmensas presiones que las sostienen, son para nosotros completamente inatacables é indestructibles. Por otra parte, como las formas poliédricas que pueden afectar estos grupos, pueden ser muy variadas, cada una de ellas alterará de uno ó varios modos, el movimiento de los átomos del éter, que se refleja en ellos; y como estas alteraciones constituyen para nosotros las propiedades de los cuerpos, de esto procede, la existencia de diferentes grupos de átomos inatacables é indestructibles, para nuestros medios de acción, dotados de diferentes propiedades, que son los que se conocen en química, como átomos de los cuerpos simples.

Si consideramos ahora un gran número de estas agrupaciones, nadando en el éter, sabemos que al ganar energía, por los choques del éter, desarrollan en éste, depresiones que tienden á reunirlos con más intensidad hacia los puntos en que esta aglomeración es mayor; pero al concentrarse así hacia un espacio dado, dichos grupos estáticos ocupan una parte de este espacio.

Por otra parte, como la presión del éter en un espacio, depende de la velocidad y del número de átomos que se agitan en dicho espacio, y como cada átomo de éter mantiene con su fuerza viva un vacío á su alrededor, que podemos llamar su esfera de acción, cuyo volumen no varía cuando no varía la fuerza viva, resulta, que en el espacio hacia el que se han concentrado los grupos estáticos ó ponderables de que hablamos, el volumen disponible para la esfera de acción de cada átomo de éter, se disminuye, de donde nace una mayor presión etérea en dicho espacio, contraria á los efectos de condensación, ó de la atracción universal, como se dice en la actualidad, que lo equilibra, haciendo imposible que continúe la condensación, hasta que dicho exceso de tensión no vaya disminuyendo por los cambios de movimientos con los átomos etéreos del espacio, y por la expulsión de un cierto número de átomos de éter de dicho espacio, lo que tratándose de

grandes masas y extensiones, debe ser muy lento; este estado primitivo de la materia, constituye el estado nebuloso que con tanta frecuencia se nos presenta en el Universo, en las nebulosas y cometas.

Si seguimos ahora los efectos de estas dos causas, vemos, que la absorción de fuerza viva etérea por la materia ponderable, que produce su atracción y su condensación, debe aumentar cuando avanza ésta, aunque muy lentamente en el estado nebuloso como veremos, y que la tensión etérea interior va constantemente nivelándose con la presión general del éter: de modo que de este estado de cosas, debería resultar con el tiempo que todos los grupos ponderables se reuniesen hasta su inmediato contacto, si no hubiese otro límite definido y de gran importancia que se opusiese á ello.

En efecto, se sabe, que en un gas constituido cinéticamente, el término medio de la recorrida de los átomos, entre dos choques, tiene un valor determinado, que depende de la energía de cada átomo, y del número de éstos que existen en cada unidad de volumen; pero si suponemos que dos poliedros de los que constituyen las moléculas de los cuerpos simples de la química, se aproximan uno á otro, de modo que la distancia entre dos de sus caras sea menor que el término medio de la recorrida de los átomos del éter, el número de choques que en un mismo tiempo sufrirá cada una de estas facetas de los átomos del éter, que se agitan en su intermedio, crecerán rápidamente con su aproximación, de donde nacerá una repulsión enérgica, que impedirá su mayor aproximación, quedando así las moléculas á una distancia que variará poco del término medio de la recorrida de los átomos del éter, pero mantenidas y agrupadas á esta distancia, por la diferencia de presiones etéreas del exterior al interior, que su aglomeración produce, como vamos á ver.

En una reunión de grupos ó moléculas, hasta el límite de aproximación de que hemos hablado, las velocidades de los átomos del éter que se agitan entre ellos, en los espacios intermoleculares, conservarían exactamente sus valores, si dichos grupos fueran absolutamente inmóviles, puesto que las face-

tas de estos poliedros, siendo absolutamente impenetrables, produce en los átomos del éter que chocan contra ellas, una reflexión total y perfecta; pero como la presión del éter, en un espacio dado, depende de la velocidad y del número de estos átomos, que se agitan en él, y como no variando la velocidad atómica, no varía tampoco el volumen de la esfera de acción de cada átomo, resulta que en el espacio que ocupan los grupos estáticos ó ponderables de que tratamos, en que no quedan libres para el movimiento más que los espacios intermoleculares, el número de átomos de éter en estado dinámico, es menor que en el mismo volumen en el éter libre, de donde resulta en dicho espacio una presión menor que la del éter normal, siendo esta diferencia de presión, la que mantiene reunidas las partes de los cuerpos, tanto simples como compuestos, en su estado sólido, constituyendo la cohesión de los cuerpos.

ELASTICIDAD.

Vemos, pues, que las moléculas de los cuerpos ponderables sólidos aun cuando envueltas por el éter, se encuentran solicitadas y mantenidas á distancia, por las grandes diferencias de presiones etéreas, que su presencia produce, al alterar las condiciones del movimiento cinético de éste, encontrándose de este modo, como mantenidas por fuertísimos resortes opuestos, en un cierto estado de equilibrio, y si por cualquier causa exterior se le obliga á salir del lugar que le asigna dicho equilibrio, presentará una fuerte tendencia á volver á ocuparlo, dando así lugar, á lo que se conoce por elasticidad de los cuerpos sólidos. Debemos hacer notar, en apoyo de este resultado, que de este modo de considerar la constitución de los cuerpos sólidos, resulta que sus moléculas se encuentran solicitadas de tal modo, que la atracción es nula á una distancia sensible; que á distancias insensibles, esta acción es atractiva hasta la distancia común de las moléculas, que es como hemos dicho, la recorrida media de los átomos del éter, donde

ella es cero; y que á toda distancia inferior á esta, existe una repulsión que llega á ser infinita, al contacto de las moléculas, es decir, que de este modo se llega, y se explica al mismo tiempo, la hipótesis tan cumplida de las fuerzas, de que según S. W. Thomson, han tenido que partir Boscovich y Braibais en sus teorías matemáticas de la elasticidad.

CUERPOS COMPUESTOS.—AFINIDAD.

Si consideramos ahora un inmenso número de moléculas ponderables, en el estado de diseminación que nos presentan las nebulosas, vemos que la impulsión universal producirá en ella una condensación hacia su centro, donde á causa de la inmensa cantidad de materia ponderable, pueden producirse grandísimas presiones; y si por esta misma condensación, y por otra causa que estudiaremos después, las moléculas de estos centros condensados entran en movimiento, dichas moléculas podrán vencer la repulsión que las tiene á distancia, y llegar varias de sus caras al contacto inmediato, quedando así unidas por la presión etérea, y formando moléculas de una estructura más complicada; de modo, que no es extraño, que el espectróscopo nos demuestre, que la materia de las nebulosas, es más elemental que la de los planetas, que ha sufrido ya los efectos de las grandes presiones y temperaturas.

Adquiridas ya por las moléculas las formas más complicadas á que pueden dar lugar las adherencias que son compatibles con sus formas geométricas elementales, dada la presión y la temperatura á que han estado sometidas, toda nueva alteración de formas, es ya imposible, si no varía dicha presión ó temperatura.

Pero sin embargo, si á una presión y temperatura dadas, se ponen en presencia de unas moléculas, que deban su origen á un cierto tipo geométrico primitivo, en las que ya es imposible nuevas adherencias, otras moléculas, que partiendo de otro tipo geométrico diferente, tienen formas finales diferentes; esta diversidad de formas, puede permitir nuevas

adaptaciones que no eran posibles entre moléculas de la misma especie, resultando así moléculas de construcción mixta, por la reunión de dos ó más construcciones originales, de diferentes tipos, cuya adherencia será tanto más enérgica, cuanto mayor sea la extensión de la superficie de contacto, donde no pueda ejercerse la presión etérea. A estas nuevas adherencias que resultan en estas construcciones mixtas; es á lo que se ha llamado afinidad química.

CRISTALIZACIÓN.

Hemos visto en la primera parte, que M. Gaudin, partiendo de la hipótesis de que tanto los elementos geométricos de los cristales, como las moléculas químicas, deben satisfacer á la condición de ser sólidos, simétricos, equilibrados, se da así cuenta de la construcción de las fórmulas químicas, que representan la composición de dichas moléculas.

En las ideas que venimos sustentando, se comprende desde luego, que si una molécula química es una reunión hasta el contacto de los átomos del éter, cuyas agrupaciones están mantenidas por las grandes impulsiones etéreas, dichas moléculas no pueden tener formas arbitrarias, sino que dichas formas para que sean estables, es necesario que sean simétricas, para que las impulsiones del éter sobre todas sus caras, se equilibren completamente.

Por otra parte, el equilibrio dinámico que constituye el estado sólido de los cuerpos, que sostienen estas agrupaciones de moléculas sin contacto, no puede producir como resultado final, si las acciones que intervienen obran libremente, formas arbitrarias, sino que estas formas finales, serán naturalmente geométricas y simétricas, como las moléculas que las constituyen, teniendo una relación necesaria con las formas de dichas moléculas, y con las propiedades de los cuerpos; lo que es natural, puesto que las propiedades de los cuerpos dependen también de las formas de sus moléculas.

Este modo de darse cuenta de las formas cristalinas de los cuerpos, no solamente explica la hipótesis de M. Gaudin, de que las moléculas químicas son sólidos simétricos equilibrados, sino que hace que los trabajos de dicho autor, sobre la construcción de las fórmulas químicas, vengan á ser una gran comprobación de nuestra hipótesis, sobre la constitución de la materia ponderable.

TEORÍA CINÉTICA DE LOS GASES.

Hemos visto, que á la teoría cinética actual de los gases, se hacen objeciones, que hasta la fecha no han sido satisfactoriamente resueltas por sus autores; pero si se añade á esta teoría la concepción del éter cinético, que hemos expuesto, entonces todas las dificultades desaparecen.

En efecto, admitiendo que las moléculas ponderables de los gases, se mueven en un medio etéreo constituido cinéticamente, y cuyos átomos están animados de velocidades incomparablemente mayores que las de las moléculas ponderables, se ve facilmente, que las partes que constituyen las moléculas de los gases simples ó compuestos, pueden ser mantenidas inseparablemente por la enorme presión del éter, y que dichas moléculas al aproximarse unas á otras, en su movimiento de traslación, no pueden llegar á tocarse, puesto que cuando su distancia sea menor que la del camino medio de los átomos del éter, el número de impulsiones de éstos, sobre las caras de las moléculas contiguas, aumentará rápidamente, tendiendo á alejarlas, es decir, produciendo el efecto de la fuerza repulsiva de Maxwell, y haciendo que las moléculas no se toquen, sino que se repelan como cuerpos perfectamente elásticos.

En cuanto á la dificultad que presenta el mismo M. Clausius, de que la fuerza viva del movimiento de traslación de las moléculas de los gases, no basta para explicar toda la fuerza viva contenida en un gas, desaparece también, si se considera el calor sensible de los gases ponderables, como producido por los movimientos de rotación de sus moléculas,

como demostraremos que debe admitirse al tratar del calor. De este modo, la fuerza viva contenida en un gas, estaría representada por la fuerza viva de traslación, que produce la presión, y que se conoce por calor latente, y la otra parte, por la fuerza viva de los movimientos de rotación de las moléculas, que constituyen el calor sensible.

Este modo de considerar el calor, hace desaparecer también la grave objeción que á la teoría cinética de los gases, han hecho los Sres. Jochmann y Hoppe, sobre la dificultad de explicar en ella, la poca conductibilidad de los gases para el calor.

En efecto, cuando por el movimiento de traslación de las moléculas de un gas, éstas se aproximan unas á otras, hemos visto que el movimiento cinético del éter las separa antes de tocarse; de este modo las velocidades de traslación pueden cambiarse íntegramente, pero las rotaciones de las moléculas, no pudiendo cambiarse directamente, sino únicamente por las variaciones de dirección que las rotaciones moleculares puedan producir en las velocidades atómicas del éter intermedio, es claro que dichas rotaciones, no trasmitiéndose de una molécula á otra por contacto inmediato, sino por el intermedio de las desviaciones de los átomos del éter, no se propagarán en la masa gaseosa con la misma velocidad que se propaga el movimiento de traslación, que constituye las presiones, explicándose así satisfactoriamente, la aparente contradicción de que en un gas cinético el calor se propague con lentitud.

Respecto á las dos objeciones de M. Hirn, de que la velocidad de salida por un orificio, de un gas, y el choque sobre una pared, debían ser una función de la temperatura, como esta objeción resulta de admitir que la temperatura es proporcional á las fuerzas vivas de traslación de las moléculas del gas, que es precisamente el error en que han caído los autores de la teoría cinética de los gases; dicha objeción desaparece, si se admite, como demostraremos, que el calor sensible, es proporcional á la fuerza viva de rotación de las moléculas, y no á la de traslación.

El límite de velocidad que según M. Hirn impone esta teoría, á la salida de un gas, resulta de la fórmula de Weisbach, que admite; pero como esta fórmula se ha obtenido, y se interpreta por él, admitiendo el error de que el calor sensible es la fuerza viva de traslación de las moléculas de los gases, resulta que los argumentos de M. Hirn, que han parecido á M. Faye tan concluyentes, quedan destituidos de todo fundamento, para la teoría cinética así modificada.

Respecto á la objeción de M. Hirn, de que los sonidos más intensos, debían propagarse con más velocidad que los débiles, en un gas cinético, ya hemos visto, que donde es evidente que debía suceder así, es en un gas estático, donde el sonido se propagase por ondas, cuyo movimiento de traslación fuese producido por el cuerpo sonoro.

Pero el sonido y su propagación, no es posible admitir que afecten esta forma, en un gas cinético; en primer lugar, los grandes movimientos de las moléculas, debidos á las velocidades del régimen permanente, pasan para nosotros completamente desapercibidos; nuestro organismo no siente más que las alteraciones de dicho régimen normal.

Según esto, las vibraciones de un cuerpo sonoro, deberán aumentar las velocidades de las moléculas que chocan contra él, cuando se mueve en un sentido, y disminuirla en sentido opuesto, el movimiento así alterado, de tal modo, que á unas moléculas con mayor velocidad, siguen otras con una disminución de velocidad exactamente igual al aumento de las primeras, debe propagarse con la velocidad media cinética del medio, cualquiera que sea el valor del aumento ó disminución de velocidades, de dos grupos de moléculas consecutivos, puesto que la suma de ambas velocidades es siempre la misma; pero al llegar este movimiento así alterado á nuestro oído, este órgano siente y aprecia esta variación de movimientos, de modo que vemos, que aceptando esta explicación del sonido, única posible en un gas cinético, el fenómeno inexplicable en la teoría actual de que los sonidos fuertes y débiles marchen con la misma velocidad, queda completamente explicado.

Pero este modo de concebir el sonido resuelve también la otra dificultad que se presenta en la teoría ordinaria, que es el por qué la velocidad de sonido varía con la temperatura del aire. En efecto, puesto que la velocidad de propagación de toda alteración de los movimientos longitudinales de las moléculas del aire, debe propagarse con la velocidad media cinética de éste, en todos sentidos, es decir, según esferas concéntricas, formando ondas de alteración, y como la velocidad media cinética debe aumentar con la temperatura, toda vez que los movimientos de rotación de las moléculas, que constituyen el calor sensible, no pueden aumentar sin el aumento también proporcional de las velocidades de traslación de las moléculas; resulta que el sonido debe marchar con más velocidad en un aire caliente, que nó en un aire frío, como lo acredita la experiencia.

Por último, la dificultad de comprender cómo la cantidad tan insignificante de fuerza viva necesaria para hacer vibrar un cuerpo sonoro, puede poner en movimiento una masa de aire tan considerable, desaparece también por completo, puesto que la gran energía necesaria para mover las moléculas del aire, con tan grandes velocidades, existe anteriormente en el gas, y este movimiento, es precisamente el que traslada las alteraciones de los movimientos moleculares que produce el cuerpo sonoro, de modo que la velocidad de esta traslación, no solamente es completamente independiente de la intensidad de la alteración, sino que se produce por energías muy grandes y preexistentes á la alteración, lo mismo que si en la superficie de una corriente de agua, se hiciesen caer al mismo tiempo, dos cuerpos pesados, uno pequeño y otro grande; el primero produciría una pequeña alteración en la superficie de la corriente, y el segundo, una mucho mayor, pero ambas alteraciones serian arrastradas por la corriente, con la misma velocidad de ésta, independientemente de la importancia ó intensidad de cada alteración.

Vemos, pues, que las modificaciones introducidas por la hipótesis de un éter cinético, á la teoría cinética actual, de los gases ponderables, no solamente resuelve las objeciones que

con fundamento se han hecho á ella hasta el día, sino que armoniza dicha teoría con la de los estados líquido y sólido, puesto que de este modo, el estado sólido de los cuerpos, se realizaría, cuando las moléculas sostenidas á distancias invariables, por las diferencias de las presiones etéreas, entre el interior y el exterior, no tuviesen más movimientos que los oscilatorios, alrededor de sus centros de gravedad, que constituyen el calor sensible, y el estado líquido, cuando las moléculas, siempre á la distancia de la recorrida media de los átomos del éter, conviertan sus oscilaciones en rotaciones, tomando el estado de gas, cuando las moléculas adquieran movimientos de traslación, además del de rotación.

Que las moléculas de los líquidos están en movimiento, se demuestra en el reciente estudio de M. Gouy, presentado á la Academia de Ciencias de París en Julio de 1889, sobre el movimiento browniano; donde prueba dicho observador, que en este movimiento se hace visible un estado constante de agitación interna de los líquidos, en ausencia de toda causa exterior.

DISOLUCIÓN: SUS RELACIONES CON LOS PUNTOS DE FUSIÓN.

Este modo de considerar los estados de los cuerpos, no sólo explica perfectamente los fenómenos de disolución, sino que éstos, y particularmente las relaciones encontradas entre la solubilidad y los puntos de fusión, por M. A. Etard, expuestos recientemente ante la Academia de Ciencias, el 28 de Enero de 1889, son la comprobación más completa de estas ideas.

En efecto, puesto que para hacer pasar un cuerpo sólido al estado líquido, basta que las oscilaciones de sus moléculas se conviertan en rotaciones, es evidente que si se pone en contacto un sólido, cuyas oscilaciones moleculares sean ya de alguna importancia, con un líquido, cuyas moléculas están animadas de las rotaciones que constituyen su estado, es natural que una parte de la fuerza viva de dichas rota-

ciones, se comunique á las moléculas del cuerpo sólido, haciendo que las oscilaciones de éstas, al aumentar, se conviertan en rotaciones, es decir, haciéndolo pasar al estado líquido; pero al mismo tiempo, las rotaciones de las moléculas del líquido habrán disminuido, y como éstas son las que constituyen el calor sensible del mismo, su temperatura disminuirá, que es lo que nos demuestra la experiencia, por el descenso de temperatura que acompaña á las disoluciones, en que no hay combinaciones químicas, cuyo calor pueda compensar dicho descenso.

Volviendo ahora á los trabajos de M. A. Etard, este físico ha demostrado, que si se toma por ordenada la porción de sal contenida en cien partes de solución saturada, la línea de solubilidad, tal como resulta de los análisis, es una recta, ó un sistema de rectas, que se suceden prácticamente, sin que se pueda poner en evidencia una curva de unión. En este sistema de representación, se ve que la línea de solubilidad, se extiende desde la temperatura de congelación, hasta el punto de fusión de la sal anhydra, cuando este punto puede ser alcanzado; de modo que se halla, que los límites de este sistema de líneas, son el punto de congelación y el punto de fusión de la sal anhydra.

Esta continuidad entre la congelación ó estado sólido, la solubilidad y el estado de fusión ó estado líquido del mismo cuerpo, se comprende perfectamente en la hipótesis admitida anteriormente, puesto que esta sucesión de fenómenos, no son más que el aumento sucesivo de las rotaciones de las moléculas del cuerpo.

CAPÍTULO II.

AGENTES FÍSICOS.

CALOR.

Hemos visto, que para darse una cuenta exacta de lo que es el calor, no basta decir de una manera general que el calor es un movimiento de la materia; en primer lugar, porque movimientos de la materia son también el sonido, la luz y la electricidad, y sin embargo, es evidente que cada uno de estos fenómenos es diferente, sin que pueda admitirse la identidad ni aun para el calor radiante y la luz, como lo quiere M. Clausius.

En segundo lugar, porque se llama calor á tres fenómenos diferentes, como son, el calor radiante, el calor sensible y el calor latente.

Respecto al calor radiante, sabemos que es un movimiento del éter, pero hasta la fecha, hemos visto que se admite que son vibraciones transversales del éter, como las de la luz, pero de mayor longitud; la dificultad de esta explicación, consiste, no solamente en darse cuenta de las vibraciones transversales, sino también, cómo estas vibraciones transversales pueden transformarse en calor, en la materia ponderable.

Además, en el espectro debía corresponder el máximun de calor á la mayor longitud de ondas, es decir, el calor debía crecer continuamente con la longitud de onda, lo que no es verdad, puesto que existe un máximun de calor, que según

M. Langley, corresponde á la línea D. del amarillo, ó á la longitud de onda 5.800, disminuyendo después, según aumenta la longitud de onda.

Hemos visto al exponer la hipótesis de un éter universal en estado cinético, que si el movimiento atómico que se propaga en todos sentidos en semejante medio, penetra en los intersticios de una inmensidad de moléculas ponderables animadas de ciertos movimientos de rotación y de traslación, el régimen de las velocidades atómicas del éter será alterado necesariamente; estas alteraciones, pueden ser de tres especies, ya aumentando y arreglándose periódicamente las diferencias de velocidades que animan á los átomos etéreos, ya adquiriendo estos átomos rotaciones, ya disminuyendo ó aumentando el valor medio de las velocidades atómicas.

La primera de estas alteraciones, hemos indicado que es la que constituye el calor radiante.

Para exponer las razones en que se apoya esta opinión, tenemos que fijar antes la clase de movimientos que constituye el calor en la materia ponderable.

Hemos visto en la primera parte, que no puede admitirse con M. Clausius, y los demás partidarios de la teoría cinética de los gases, que el calor sea en los gases la fuerza viva de los movimientos longitudinales de las moléculas, porque de esta manera no se explica la lentitud de la propagación del calor en ellos, ni tampoco el calor latente; tampoco puede admitirse que lo constituya, ni en parte, el movimiento de las partes integrantes de las moléculas.

Si el calor fuese debido á la fuerza viva del movimiento de traslación, como indudablemente es la presión, no se transmitiría al través de los sólidos, cuyas moléculas no pueden desplazarse, como no se transmiten las presiones.

El calor, en los sólidos, no puede consistir tampoco en una vibración de las moléculas, en que se desplacen sus centros de gravedad; primero, porque esta clase de vibraciones son indudablemente las del sonido, y éste se propaga en los sólidos con mucha más velocidad que el calor, y segundo porque esta variación de posición de las moléculas, no se concilia con

la estabilidad que exige la perfección geométrica que nos presenta la naturaleza, en las formas cristalinas de los cuerpos sólidos, que sin embargo, pueden estar calientes entre ciertos límites.

Pero si admitimos que el calor sensible de la materia ponderable, lo constituyen los movimientos oscilatorios ó rotatorios de las moléculas, sin variación de sus centros de gravedad, lo que hemos visto es compatible con el estado sólido y líquido, y que el calor latente de vaporización, no sensible, lo constituye el movimiento de los centros de gravedad de las moléculas, que no se nos manifiesta como calor, sino como presiones, que es el movimiento á que hasta ahora se ha atribuido el calor sensible; entonces todas las dificultades desaparecen, quedando también explicada la hipótesis de Fourier de la radiación de cada molécula, en los espacios intermoleculares, de que ha partido en su análisis de la teoría de la conductibilidad.

En efecto, hemos dicho, que un cuerpo sólido es un conjunto de poliedros, de formas complicadas, mantenidos á distancia unos de otros, por el juego de las presiones cinéticas del éter, y que el efecto de estas presiones, es mantenerlos en sus posiciones fijas, como entre fuertes resortes.

Supongamos, que á una parte de la superficie de un conjunto de moléculas en semejante estado, llega un movimiento etéreo, en donde existan fuertes diferencias periódicas, en las velocidades atómicas, es evidente que el equilibrio de las moléculas ponderables, no podrá menos de ser alterado, y éstas conmovidas, adquiriendo los dos movimientos que les son posibles en el estado sólido, que son la vibración y la oscilación; pero á causa de la diferencia de masa que hay entre las moléculas y los átomos etéreos, y de que los efectos producidos sobre las moléculas, no pueden provenir más que de las diferencias de velocidades, puesto que los efectos de la velocidad media total se equilibran, los movimientos de las moléculas ponderables, no podrán aumentar sino poco á poco; pero á medida que aumentan estos movimientos, el vibratorio se pierde, tanto en el cuerpo como en todo lo que



le rodea, con la velocidad del sonido, por más que no se perciban por el oído, á causa de la pequeñez de sus amplitudes; convirtiéndose finalmente su fuerza viva, en fuerza viva de oscilación; el otro movimiento de oscilación, no pudiendo comunicarse tan directamente de una molécula á otra, por las presiones elásticas del éter intermolecular, sino por la alteración en la dirección de los movimientos de los átomos del éter, y necesitando para trasmitirse á una tercera capa de moléculas, que la segunda capa haya adquirido ya bastantes oscilaciones; se comprende que al cabo de algún tiempo, en el sólido sometido á la alteración del movimiento etéreo que hemos supuesto, queden las moléculas animadas de un movimiento de oscilación, cuyo estado es el que nos produce la impresión del calor que sentimos al tocarlo.

Supongamos ahora que se continúa enviando á este cuerpo calor radiante, siempre en mayor proporción que el que pierde por conductibilidad; los movimientos de oscilación tenderán á aumentar, puesto que son los únicos que pueden quedar en las moléculas del cuerpo sin dispersarse, pero se comprende que el estado de equilibrio en que se encuentran las moléculas de un sólido, no es compatible con un aumento indefinido de estos movimientos; de modo que cuando estas oscilaciones lleguen á 180 grados, y se conviertan en rotaciones, el equilibrio etéreo que constituye el estado sólido será modificado profundamente.

Si solamente una porción de las moléculas del sólido, han adquirido las rotaciones completas, éstas tienen necesariamente que ceder siempre por el intermedio de los átomos del éter, una parte de sus fuerzas vivas, á las demás contiguas, cuyas oscilaciones no han pasado aún de 180 grados; de este modo, la temperatura no puede subir aun cuando siga llevando fuerza viva exterior, porque las rotaciones moleculares, tendiendo á igualarse, no pueden aumentar dicha temperatura, hasta que todas las moléculas del sólido hayan alcanzado las rotaciones completas, ó adquirido el estado líquido; siendo la fuerza viva gastada en este trabajo de conversión de oscilaciones en rotaciones, lo que

constituye lo que se conoce por calor latente de fusión.

Una vez adquirido por las moléculas este movimiento rotatorio, producirá por las impulsiones centrifugas sobre los átomos del éter, una presión, ó mejor, repulsión, que equilibrará la diferencia de presiones etéreas, que constituye la cohesión, y mantienen el estado sólido, de cuyo equilibrio resultará que las moléculas del cuerpo no presentarán ninguna resistencia á su separación, sino por el contrario, necesitarán otra presión exterior que las mantenga unidas; estas presiones que mantienen el estado líquido de que nos ocupamos, son generalmente la gravedad y la presión atmosférica.

Supongamos todavía, que continúa llegando á este cuerpo un exceso de fuerza viva, cedida por el calor radiante; en este caso, las rotaciones de las moléculas irán necesariamente aumentando, pero este aumento está limitado por las resistencias exteriores, que impiden que las moléculas obedezcan á la acción de las fuerzas centrifugas, que tiende á lanzarlas con movimientos de traslación.

Cuando las rotaciones han llegado á este limite, ya no pueden aumentar, por su tendencia natural á la nivelación; de modo que toda nueva fuerza viva que se comunique al cuerpo, en este estado, se gastará en lanzar una parte de sus moléculas con movimientos propios de traslación, que no percibimos como calor, sino como presiones, siendo precisamente la fuerza viva gastada de este modo, la que constituye el calor latente de evaporación, convirtiéndose así el líquido en vapor ó gas.

Una vez formado el vapor, si se continúa haciendo llegar fuerza viva, es decir, recalentándolo, los dos movimientos de las moléculas continuarán aumentándolo al mismo tiempo; pero dados los cambios mutuos de fuerza viva que necesariamente tienen que existir entre ambos movimientos, estos aumentos tendrán una relación constante en cada cuerpo, que dependerá de las formas de sus moléculas, lo que explica el error cometido por los autores de la teoría cinética de los gases, al interpretar la fórmula de Gay-Lussac, porque si en

efecto, el calor sensible es proporcional á la fuerza viva de los movimientos de rotación de las moléculas, y ésta tiene una relación constante en cada cuerpo con la fuerza viva de los movimientos de traslación, resulta que el calor es también sensiblemente proporcional á esta última fuerza viva, como lo indica la fórmula de Gay-Lussac, en los límites en que ha sido establecida; de modo que el calor comunicado á un gas ó vapor, se emplea siempre en una proporción determinada, parte en aumentar las rotaciones ó la temperatura, y parte en aumentar las velocidades de traslación, ó la presión.

Que el calor lo constituye la fuerza viva de los movimientos de oscilación ó de rotación de las moléculas de los cuerpos, lo prueba también el hecho experimental de que el frotamiento es el movimiento que se convierte casi exclusivamente en calor.

Estas ideas acaban de recibir una notable comprobación analítica, en la reciente comunicación presentada ante la Academia de Ciencias de París, en 2 de Diciembre de 1889, por M. Chaperón, titulada: «*Imagen mecánica de los fenómenos termodinámicos.*»

En dicha comunicación, M. Chaperón, dice: que se pueden imaginar sistemas puramente mecánicos, que presentan para las transformaciones que hacen experimentar á los movimientos finitos, una analogía notable con las máquinas térmicas. Enseguida describe uno de estos sistemas que es de la más grande simplicidad.

Este se compone de un punto material, ó de una pequeña esfera de masa uno, móvil sobre una recta tornante; la fuerza centrífuga se supone que está equilibrada por un hilo al cual está aplicada una fuerza variable F .

Este sistema, tiene tres variables: la fuerza exterior, F ; r , el radio ó distancia del punto á la recta, y ω la velocidad angular; estas variables están ligadas por la relación $F=r\omega^2$, que se puede llamar la ecuación característica del sistema. En este sistema, se puede evidentemente, por la acción de una fuerza exterior, hacer variar á F y á r ; admite también que se puede hacer variar á la velocidad angular ω , por la

acción de uno ó muchos volantes, obrando sobre el eje como una trasmisión de fricción. Es claro que estos volantes, fuentes de energía, pueden comunicarla al sistema, cuando su velocidad es superior á la del eje, ó recibirla en el caso contrario.

Después de esto, M. Chaperón entra en el estudio de las diferentes transformaciones que puede experimentar el movimiento de este sistema, hallando las ecuaciones de las líneas de igual velocidad, de trasmisión nula, y del ciclo cerrado con dichas líneas, llegando á la conclusión siguiente :

«La expresión del rendimiento que acabamos de hallar, justifica el nombre de *«Imagen de los fenómenos termodinámicos»* dado á nuestra concepción. Consideremos en efecto un gas, y el sistema descrito, experimentando transformaciones semejantes; en considerando F , r y ω como las imágenes de p , v y T , los resultados dados por el sistema térmico, tendrán también como se ha visto, por imágenes, los del sistema mecánico, y este último obedecerá á una ley que no es más que una consecuencia elemental de la dinámica, y que es sin embargo la imagen del principio de Carnot.

«La analogía se continúa bien entendido, en las consecuencias: las líneas que nosotros hemos estudiado, corresponden á los isotermas, y á las adiabáticas. La fuerza viva de rotación, que es necesario transmitir al sistema, para una variación infinitamente pequeña, está representada por la ecuación de las fuerzas vivas de las líneas de trasmisión nula. Dicha fuerza viva de rotación, es la imagen de dQ , que no es integrable; pero si se la divide por ω , puede integrarse y da la imagen de la entropía $s=r^2 \omega$. Para hacer más estrecha la analogía de las propiedades de la variable ω y de la temperatura, se puede suponer, que las fuentes de energía de rotación, consisten en un gran número de pequeños volantes. El curso r y la fuerza F , quedando sin embargo finitas, se puede aún admitir que el contacto de los volantes y del eje, no es enteramente coordinado, sino que está sometido en parte á las leyes de las probabilidades.»

Vemos, pues, que la variación de la fuerza viva de rotación de este sistema, representa analíticamente la variación de calor, en las máquinas térmicas; de modo que por un camino tan diferente, M. Chaperón llega á la misma conclusión que nosotros hemos llegado, por la aplicación de nuestra nueva hipótesis á esta cuestión, es decir, que el calor en la materia ponderable, lo constituye la fuerza viva de oscilación ó de rotación de sus moléculas.

Ahora que conocemos la clase de movimientos de las moléculas ponderables, que constituye cada clase de calor, en esta materia, tenemos ya medios de distinguir y probar, cuál de las alteraciones del movimiento cinético del éter, debe corresponder al calor radiante.

En efecto, estudiemos en primer lugar el cuerpo de donde procede el calor radiante; sabemos que para que un cuerpo emita bastante calor radiante, es necesario que sus moléculas estén animadas de suficientes movimientos; pero tanto los movimientos de traslación, como los de rotación y oscilación, de que pueden estar animadas las moléculas de un cuerpo ponderable, en un régimen ya estable, obedecen necesariamente á la condición de ser periódicos, de modo, que al reflejarse sobre dichas moléculas, los átomos del éter que se agitan entre ellas, sus velocidades serán aumentadas ó disminuidas con el período medio que resulta de los movimientos de las moléculas de la materia ponderable, haciéndose así periódicas las diferencias de velocidades atómicas del éter intermolecular, el cual, al cambiar sus movimientos con el éter general, comunicará á éste velocidades sujetas á los mismos períodos á que obedecen las suyas, que al propagarse en todos sentidos, lo harán en forma de ondas, como las del sonido en el aire.

Esta sucesión periódica de los movimientos del éter, acaba de tener una comprobación completa, en el estudio sobre la constitución de los espectros lineales de los elementos químicos, presentado ante la Academia de Ciencias de París, en 24 de Febrero último, por M. R. Rydberg, en que apoyándose sobre los trabajos anteriores de M. M. Lecoq de

Boisbaudran, Mascart, Liveing y Dewar, Cornu y Balmer, prueba que en los espectros lineales de los elementos químicos, las rayas, y por consiguiente los movimientos vibratorios de las luces que las producen, se suceden según ciertos periodos.

En otro estudio más reciente, presentado por M. H. Deslandres ante la misma Academia en 8 de Abril de este año, este autor estudia bajo este mismo punto de vista, los espectros de bandas, y reconoce que una banda cualquiera, aparece formada por grupos semejantes de una, dos ó tres rayas, que se suceden á intervalos regularmente variables. Además todas las bandas de un mismo espectro, son semejantes, y formadas por los mismos agrupamientos. Esta estructura por agrupamientos semejantes, es, pues, una propiedad fundamental común á todos los espectros, según M. Deslandres.

Además, este autor ha reconocido, que la ley general de la distribución de las rayas, la serie completa de las agrupaciones semejantes, puede ser representada por una función de tres parámetros variables.

Pero la existencia en los espectros, de series de rayas á tres parámetros, dice M. Deslandres que no debe admirarnos, puesto que se halla en general tres grupos de periodos, y tres parámetros, en los problemas de variaciones periódicas, donde intervienen las tres dimensiones del espacio, los tres parámetros, correspondiendo justamente á estas tres dimensiones.

De estas condiciones generales del movimiento que las moléculas de los cuerpos simples de la química, comunican al éter, deduce el mismo autor, que en la hipótesis atómica, los átomos deben tener una forma determinada, y vibrar como cuerpos teniendo tres dimensiones, que es precisamente el mismo resultado á que hemos llegado nosotros por la aplicación de nuestra hipótesis á la constitución de la materia.

Si suponemos ahora que un movimiento etéreo, en que las diferencias de velocidades atómicas son periódicas llegue á un cuerpo ponderable sólido y frío, es decir, sin que sus moléculas tengan ningún movimiento, vemos que este movimiento del éter comunicará á las moléculas del cuerpo, en

primer lugar, pequeños movimientos de vibración y oscilación, que una vez puestos al unísono, ó con un acuerdo cualquiera con los períodos del movimiento etéreo, tenderán á aumentar constantemente; pero el movimiento vibratorio, hemos visto que no puede hacerse estable en las moléculas ponderables de los cuerpos sólidos, puesto que se disipa con la velocidad del sonido, aunque cediendo una parte de sus fuerzas vivas á los movimientos oscilatorios; de modo que como la fuerza viva no puede almacenarse en las moléculas de un cuerpo sólido, más que bajo la forma de movimientos oscilatorios, resulta que al cabo de algún tiempo, las moléculas del cuerpo, habrán adquirido un movimiento de oscilación, alrededor de su centro de gravedad, que es el estado que hemos visto constituye el calor sensible en la materia ponderable.

De modo que de las tres alteraciones que hemos indicado del movimiento cinético del éter, la única que tiende á producir rápidamente oscilaciones en las moléculas de la materia ponderable, es el aumento y arreglo rítmico ó periódico de las diferencias de las velocidades de los átomos, siendo por esta razón, por lo que hemos dicho, que el calor radiante lo constituye esta alteración del movimiento cinético del éter.

Con las nuevas ideas que hemos expuesto sobre la constitución de la materia, y la naturaleza de los movimientos, que constituyen las diferentes clases de calor, podemos ya resolver las dificultades que según hemos visto en la primera parte, existen aún en la teoría del calor.

En primer lugar, hemos visto, que las moléculas de los cuerpos ponderables, están mantenidas á distancia unas de otras, por los movimientos cinéticos del éter; de modo que sus movimientos son posibles, sin que para esto sea necesario admitir ninguna clase de fuerza repulsiva.

Se comprende también ahora, que puesto que los movimientos que constituyen el calor sensible, son oscilatorios ó de rotación, éstos deben comunicarse ó propagarse, con mucha más lentitud, que los vibratorios, que constituyen el sonido en los cuerpos sólidos y líquidos, ó que las alteraciones de los

movimientos cinéticos en los gases; y además, por qué el calor tarda mucho más tiempo en disiparse, que las vibraciones que constituyen el sonido.

Ahora se comprende también, por qué pueden existir agua y vapor á cien grados, puesto que sabemos que las rotaciones moleculares que constituyen el calor sensible, en estos dos estados son iguales, puesto que la diferencia del agua, al vapor á cien grados, consiste únicamente en que las moléculas de éste, están animadas de movimientos de traslación, que no poseían en el estado líquido; pero que estos movimientos no se nos hacen sensibles como temperatura, sino como presión.

La dificultad que presenta el mismo M. Clausius, de que la fuerza viva del movimiento de traslación de las moléculas no puede representar ni aun en los gases simples, más que el 63 o/o de la fuerza viva total que contiene el gas, queda explicada, sin necesidad de atribuir el 37 o/o restante, al movimiento de las partes constituyentes de los átomos, cosa completamente inadmisibile para los gases simples, puesto que este 37 o/o es precisamente la parte de fuerza viva almacenada en las moléculas de dichos gases en forma de rotaciones.

En cuanto á la dificultad de encontrar el origen del calor ó la fuerza viva que se produce en las combinaciones químicas ó combustiones, se resuelve también fácilmente con estas nuevas ideas. En efecto, hemos visto que la combinación química, es el resultado de la aproximación hasta el contacto de dos moléculas de diferente construcción geométrica; pero esta aproximación no puede hacerse sin que se produzca un desequilibrio en el estado anterior de las moléculas, y una alteración en el movimiento cinético del éter, siendo las alteraciones más preponderantes é inmediatas, que esto puede producir, el aumento de las oscilaciones y rotaciones de las moléculas, y el aumento y arreglo de las diferencias de velocidades atómicas del éter, que estas oscilaciones y rotaciones deben introducir en el movimiento etéreo, es decir, que debe producirse en esta aproximación, calor.

Pero por pequeñas que sean las alteraciones en el régimen

cinético del éter, que es tal que en un metro cúbico de espacio, y en poco más de medio miligramo de materia, reside una energía de dos mil cuatrocientos treinta millones de kilográmetros, ¿qué extraño tiene, que la alteración que produce la combinación de un kilógramo de carbón, y tres de oxígeno, que ocupan algunos metros cúbicos, transformen una parte tan insignificante de esta inmensa energía, como es la de tres millones de kilográmetros? Lo mismo puede decirse de los catorce millones de kilográmetros, que desarrollan la combustión de un kilógramo de hidrógeno y ocho de oxígeno, que ocupan tantos metros cúbicos.

Vemos, pues, que el estudio detallado de los movimientos que constituyen el calor, es indispensable, para darnos una idea clara de la teoría del calor, y para no caer en la oscuridad que producen esas explicaciones generales, que critica M. Bertrand.

LUZ.

Hemos visto que la alteración del movimiento cinético del éter, que constituye el calor radiante, consiste en el aumento y arreglo periódico de las diferencias de las velocidades atómicas; pero ya hemos hecho observar, que los choques debidos únicamente á los movimientos de traslación de los átomos del éter, no son percibidos directamente por nuestro organismo, por más que esta alteración, aumentando las oscilaciones ó rotaciones de las moléculas que lo constituyen, pueda aumentar su temperatura; pero si suponemos que además de estas diferencias de las velocidades atómicas, los átomos del éter vienen animados de grandes rotaciones, la acción de estos movimientos sobre el organismo, particularmente sobre la retina, es ya muy diferente, produciendo sobre ella la impresión que se llama luz. La intensidad de la impresión, dependerá indudablemente de la mayor ó menor fuerza viva rotatoria, que posean los átomos del éter, puesto que esta acción es la que nos impresiona; pero el modo de impresionarnos la retina, varía también con la intensidad mayor ó menor de los choques,

siendo esta circunstancia, la que produce las diferencias de colores, en las impresiones luminosas.

Pero antes de pasar adelante, tenemos que estudiar, en qué condiciones pueden propagarse en el éter, estos movimientos giratorios, para después ver cómo en este modo de concebir la luz, desaparecen todas las dificultades que hemos indicado en la primera parte, al ocuparnos de esta cuestión.

Observemos en primer lugar, que si dos átomos etéreos, animados de velocidades iguales y contrarias, y de rotaciones también iguales y contrarias, se chocan, en el choque de estos átomos, habrá cambio de velocidades, sin alteración en sus direcciones ni en sus rotaciones, puesto que los puntos de contacto, están animados de la misma velocidad en igual sentido. Si antes del choque de los átomos están éstos animados de rotaciones iguales y del mismo sentido, entonces dichas rotaciones, se destruirán íntegramente, puesto que la adherencia en el contacto es infinita, como la fuerza del choque, empleándose su fuerza viva, en aumentar y variar la intensidad y dirección de las velocidades de traslación de los átomos después del choque. Entre estos dos casos extremos, puede haber naturalmente todos los casos intermedios posibles.

Supongamos ahora, que en un lugar cualquiera del espacio, se altere el movimiento cinético del éter, de modo que adquieran los átomos bastantes rotaciones y diferencias de velocidades: dicha alteración se propagará en todos sentidos, disminuyendo como toda acción central, en razón inversa de las superficies de las esferas sucesivas, porque va pasando el movimiento, es decir, en razón inversa del cuadrado de las distancias.

Consideremos en un lugar bastante distante del centro de acción, para que los efectos se puedan suponer paralelos, un plano perpendicular á la línea que une dicho punto al centro de alteración; tomemos esta línea por eje de las z , y en el plano perpendicular á esta línea, trazaremos dos rectas perpendiculares, que partan del punto de encuentro de la li-

nea y el plano, que serán los ejes de las x y de las y .

Para ver como pueden propagarse las rotaciones de los átomos del éter, que en un momento dado ocupan este plano, estudiaremos, para simplificar los razonamientos, un color determinado del espectro, es decir, un movimiento etéreo cuyos átomos estén animados de iguales velocidades de traslación, y descompongamos tanto las velocidades como las rotaciones, en sus componentes paralelas á los tres ejes de coordenadas.

Consideremos primero las rotaciones cuyos ejes, siendo paralelos al de la z , se efectúan en el plano de las x é y ; dichas rotaciones no pueden ser concordantes, puesto que cada átomo, en sus movimientos en dicho plano, encontrará necesariamente unas veces átomos con rotaciones en sentido inverso, que no se destruirán, y otras veces átomos con rotaciones en el mismo sentido, que se convertirán en traslaciones; de modo, que si se tiene en cuenta los movimientos anteriores de estos átomos, se ve que la componente de las rotaciones en el plano de las x é y debe haberse anulado, y por consecuencia que los átomos no pueden estar animados, más que de rotaciones cuyos ejes estén en este plano.

Estudiemos ahora una fila de átomos situada en el eje de las x ; $a, b, c, d, e, \&c.$, que supondremos dos á dos próximas á sus choques transversales en dicho eje. Para que en estos choques, sus rotaciones no se anulen, es necesario que cada par de átomos que se choquen estén animados de rotaciones contrarias.

Veamos ahora lo que sucederá en los choques de estos átomos con los otros átomos, que de fuera del plano por los dos lados, vendrán á chocar con ellos. En primer lugar, debemos observar que los átomos que vienen del punto opuesto al centro de alteración están desprovistos de rotaciones; por consecuencia los átomos del plano $x y$ les ceden sus rotaciones, quedándose solamente con las velocidades de traslación comunicadas; pero al cambiar sus rotaciones y traslaciones, los átomos del plano $x y$ animados de rotaciones, no comunican una velocidad al siguiente en la misma dirección, sino que la

inclinan hacia el lado, por la velocidad rotatoria del punto de contacto, en el choque, cambiando él también la dirección de su velocidad en sentido contrario.

Vemos, pues, que para que los movimientos de rotación puedan propagarse, de la capa que consideramos á las capas sucesivas, situadas en los planos paralelos al de las $x y$, y distantes entre sí una distancia igual á la recorrida de los átomos según el eje de las z , en el intervalo de dos choques atómicos, es necesario que las rotaciones se cambien de capa á capa, de un modo concordante, para que los choques laterales se hagan siempre entre átomos animados de rotaciones contrarias.

De este modo de considerar la luz, resulta que ésta se propaga, cediendo las rotaciones, los átomos colocados en un plano perpendicular á la dirección de la propagación, á los situados en el plano paralelo siguiente á la distancia de dos choques atómicos, es decir, que la luz se propaga por verdaderas ondas, no ideales, sino constituidas por capas de átomos animados de rotaciones concordantes.

Las mismas consideraciones son aplicables al caso de la propagación de la luz en todos sentidos, de un punto luminoso, sin más variación que sustituir á los planos considerados, esferas concéntricas.

Supongamos ahora, que del punto luminoso parten los átomos de éter animados de rotaciones y de diferentes velocidades de traslación; en este caso, las capas esféricas de rotaciones concordantes, no serán ya paralelas, variando la distancia entre dos capas sucesivas, de un lugar á otro; pero como sólo en medio segundo, tiempo en que persisten las impresiones luminosas en la retina, según M. Plateau, pasa por cada punto un gran número de billones de movimientos atómicos, como hemos visto, resulta, que hay la misma probabilidad para que pase por cada punto el mismo número de velocidades de cada magnitud, y como el avance de la onda en este tiempo, es debido á la suma de todas las velocidades cambiadas en la dirección de su propagación, resulta que la velocidad de propagación de la luz, debe ser la misma para todos los

colores, en un tiempo finito, sin perjuicio que á cada color corresponda una velocidad atómica diferente, y sin que cada átomo del éter tenga en cada pulsación más que una velocidad dada, desapareciendo el absurdo de que un átomo de éter tenga que comunicar al mismo tiempo muchas clases de movimientos, como exige la teoría de las ondulaciones, puesto que una onda dada no puede engendrar más que otra igual á ella.

En cuanto á la impresión sobre la retina, ya hemos dicho que la intensidad de la luz sobre ella, depende de la magnitud de la fuerza viva de rotación de los átomos del éter, y que los diferentes colores los produce la diferencia de intensidad de los choques de los átomos; pero cuando la retina recibe sucesivamente muchas clases de impresiones en menos tiempo que el que las impresiones persisten en ella, la sensación es única é intermedia, como nos lo demuestra el disco de Newton; de modo que cuando llega á la retina un movimiento etéreo, en que los átomos tienen muchas diferencias de velocidad de traslación, además de las rotaciones, la retina percibe la sola impresión conocida de la luz blanca, á pesar de las diferentes velocidades que individualmente posee cada átomo de éter, y de la diferente intensidad de cada choque atómico, cuyas diferencias no puede percibir en su forma mecánica, pero que las siente bajo la forma de color.

Si consideramos ahora un solo punto de una onda luminosa, y estudiamos de qué modo debe continuar propagándose el movimiento de este punto solamente, vemos que la fuerza viva rotatoria que parte de él, que constituye la luz en el primer momento, es un máximun en la dirección normal á la onda, y nula en el plano tangente á la misma y en toda dirección retrógrada, y que al avanzar en los choques laterales en un éter privado de rotaciones, las del punto que consideramos deben irse ensanchando, disminuyendo de intensidad al repartirse en mayor número de átomos, y transformarse en dichos cambios laterales, es decir, que este modo de considerar la luz, satisface por completo las condiciones impuestas

por Fresnel en su complemento al principio de Huygens, explicando al mismo tiempo la posibilidad de la realización de dichas condiciones.

También se ve que la componente de las velocidades atómicas en el sentido de la propagación, sufre una variación de dirección inversa en cada choque sucesivo, de modo que esta componente que constituiría una sola línea recta, si los átomos no estuvieran animados de rotaciones, forma una línea en *zig zag*, es decir, que afecta una forma de vibración transversal.

Supongamos ahora que á una parte de la onda luminosa se hace que adelante ó retrase su camino, de una magnitud igual á la distancia media de libre recorrida de los átomos del éter en el sentido de la propagación, que es precisamente la magnitud que Fresnel ha llamado $\frac{\lambda}{2}$, y que ha encontrado

ser igual á 0,^m000.310 para el color rojo, en su célebre experiencia sobre las interferencias; los choques laterales, en la parte contigua de la onda dividida, en lugar de hacerse entre átomos animados de rotaciones contrarias, se harán entre átomos con rotaciones en el mismo sentido, desapareciendo estas rotaciones, y transformándose su fuerza viva rotatoria, en fuerza viva de traslación, es decir, que la luz desaparecerá en la línea de contacto de las dos partes de la onda luminosa.

Hé aquí un modo de explicar las interferencias, sin negar la elasticidad del éter, y sin pérdida de fuerza viva.

Vemos pues, que este modo de considerar la luz, tiene la ventaja de explicar los puntos oscuros de que parte la óptica matemática, puesto que en primer lugar, la concepción de un éter cinético, es infinitamente más clara que la de un éter estático y elástico, puesto que no exige la admisión de la fuerza repulsiva.

También desaparece de este modo el enigma que admite Fresnel, de que las vibraciones de las moléculas ponderables, siendo longitudinales, se conviertan en el éter en transversales, puesto que hemos visto que la marcha del movimiento

se efectúa por las velocidades rectilíneas de los átomos, pero que estas velocidades transmiten las rotaciones que constituyen la luz, las que á su vez, inclinando á un lado y otro las velocidades de traslación, dan lugar á una forma de vibraciones transversales.

El cinetismo etéreo, explicando la comunicación simultánea y sucesiva de los movimientos de traslación y rotación, por los choques atómicos, hace desaparecer la dificultad de que movimientos paralelos de átomos á distancia, puedan transmitirse, como exige la hipótesis de las vibraciones transversales en un éter estático.

Esta explicación de la luz no tiene la dificultad que presenta la idea del P. Secchi, cuando admite que los átomos del éter están constantemente animados de grandes rotaciones, estado imposible de conservarse, puesto que en la nueva explicación de la luz, que proponemos, en el movimiento cinético normal del éter libre, los átomos de éste no están animados de rotaciones, sino que cuando éstas se engendran en un lugar cualquiera del espacio, dichas rotaciones se transmiten de capa en capa, en forma de ondas, sin que las rotaciones que han pasado por un punto una vez, vuelvan á alterar dicho punto, puesto que los átomos del éter, al comunicar sus rotaciones á otros sin ellas, la pierden por completo.

La objeción de Newton á la teoría de las ondas, sobre la propagación rectilínea de la luz en la cámara oscura, hemos visto que no está resuelta por el principio de Huygens, ni aun modificado por Fresnel; pero admitiendo que la luz la constituye el paso por el éter de las rotaciones atómicas, en capas concordantes, la propagación debe hacerse en línea recta, mientras que la onda siga unida, ensanchándose en conos alternativos de luz y sombra, al penetrar por un orificio en la cámara oscura, por la anulación alternativa de las rotaciones atómicas, producida en los choques laterales, con un éter desprovisto de rotaciones, produciendo los anillos de interferencias, que es precisamente lo que acredita la experiencia.

La alteración que las diferentes formas de las moléculas de

los cuerpos ponderables debe producir en los movimientos, tanto de traslación como de rotación de los átomos del éter que penetran en ellos, ya disminuyendo las velocidades de traslación, anulando ciertas rotaciones, ó separando los átomos animados de rotaciones en planos perpendiculares, constituyen los fenómenos que se estudian en óptica bajo la denominación de refracción, polarización, doble refracción, &c., y explican estos fenómenos sin necesidad de admitir, como se ve precisado Fresnel, que la densidad del éter es mayor en los cuerpos más refrangibles, y que la elasticidad del éter varía en los cristales á doble refracción de un lugar á otro.

Por lo demás, hemos visto que todos los inmensos progresos analíticos de la óptica actual, nada dicen según M. Levy, respecto á la dirección de las vibraciones luminosas; por consiguiente, la nueva hipótesis que proponemos sobre los movimientos que constituyen la luz, no puede tener contra ella ninguna dificultad analítica.

Hemos visto también, que en las condiciones que exige la producción de la luz, en los fenómenos de combustión, no puede verse la causa de la energía que se comprende es necesaria para producir unos movimientos tan rápidos, como los que constituyen la luz, mientras se admita que la causa de dicha energía, está en la magnesia que se introduce en la llama oxídrica, ó en las partículas sólidas de las llamas luminosas en general. En la hipótesis de un éter cinético, una inmensa provisión de energía reside en todas partes bajo una forma que no nos es sensible, pero basta que dicha energía se transforme de algún modo, para que la percibamos, y nos produzca efecto.

Ahora bien; se comprende que el movimiento cinético del éter, al penetrar en la llama producida por el hidrógeno y el oxígeno, como el vapor de agua que es el producto de su combinación, no presenta obstáculos adecuados y suficientes, para convertir los movimientos de sus átomos en rotaciones, produzca poca luz, pero que la introducción de la magnesia en dicha llama, hará introduciendo en su interior con sus



moléculas sólidas, que al calentarse adquirirán grandes oscilaciones, superficies reflejantes en movimiento; que los átomos del éter, cuyos movimientos están ya alterados en sus diferencias de velocidades por el calor de la llama, al chocar sobre las facetas de las moléculas de la magnesia, puedan adquirir rotaciones, que no tomarían sin la presencia de ésta, es decir que la introducción de la magnesia en la llama, puede producir mucha luz, sin que su presencia produzca ninguna energía; por el contrario, consumiendo alguna en calentarse.

La idea de un éter cinético y el modo de considerar la luz que hemos expuesto, explican desde luego las luces fosforescentes, puesto que basta para que un cuerpo las produzca, que sus moléculas tengan formas á propósito para comunicar rotaciones á los átomos del éter que chocan contra ellas, sin que sea necesario que dichas moléculas comuniquen al éter ninguna energía, y sin embargo, las débiles rotaciones así engendradas, se transmitirán en el éter por su movimiento cinético, con la prodigiosa velocidad de 300.000 kilómetros por segundo, desapareciendo así el enigma de que circunstancias, en que es imposible ver ninguna producción de energía, sean suficientes para producir la inmensa que supone la propagación de la luz.

ELECTRICIDAD.

Para darnos cuenta de lo que es la electricidad en la hipótesis de un éter cinético, supongamos que á un conjunto de moléculas en equilibrio en este medio, llega en un sentido un movimiento etéreo alterado de tal modo, que el valor de la velocidad media de sus átomos es mayor ó menor que en el éter normal; es evidente que el cuerpo que consideramos recibiendo impulsiones mayores en un sentido que en otro, se alejará del centro de alteración en el primer caso, y se aproximará á él, en el segundo, es decir, que el efecto general de esta alteración, es el de producir repulsiones ó atracciones.

Veamos ahora lo que sucederá á esta variación del movimiento etéreo al llegar á un cuerpo ponderable.

Si las moléculas del cuerpo presentasen facetas planas perpendiculares á la dirección de propagación del desequilibrio etéreo, ó inclinadas á menos de 45 grados de esta dirección, los movimientos etéreos alterados, siendo reflejados, no penetrarán en el interior del cuerpo, sino con mucha dificultad por los espacios intermoleculares, y el cuerpo será lo que se llama mal conductor; si por el contrario las moléculas del cuerpo presentan dichas facetas ó parte de ellas con inclinaciones mayores de 45 grados, respecto á la dirección perpendicular á la propagación, los movimientos etéreos podrán penetrar en el cuerpo y transmitirse en su interior, al cambiarse sus movimientos con los átomos del éter intermolecular, de modo que dicho cuerpo sería conductor. Como estas condiciones no podrán llenarse en absoluto por ningún cuerpo, es claro que no puede haber cuerpos, ni absolutamente aisladores, ni perfectamente conductores.

Supongamos ahora que un centro de alteración se encuentra en el interior de un medio aislador, y que se hace llegar hasta dicho centro un cilindro ó alambre de un cuerpo conductor, que ponga en comunicación el centro alterado, con el éter en su estado normal; si suponemos que la alteración consiste en un aumento de las velocidades medias, por el éter intermolecular de dicho conductor, se establecerá un cambio de velocidades tales, que las que vienen del centro alterado, tendrán un valor medio superior á las que vienen en sentido contrario, estableciéndose en dicho conductor un paso constante de energía, que acabará por equilibrar los movimientos interiores y exteriores, si la alteración no se reproduce.

Vemos, pues, que en este modo de considerar la corriente eléctrica, se realizan las dos condiciones principales que se han reconocido por la experiencia, y que indica el buen sentido, puesto que de este modo, la corriente eléctrica es un verdadero transporte de energía, sin transporte de ninguna clase de materia, ni ponderable ni imponderable, puesto que los átomos etéreos intermoleculares, continúan agitándose siempre

en el mismo lugar del cuerpo, sirviendo únicamente para transmitir las mayores velocidades que forman la corriente.

El fenómeno fundamental de la electro-dinámica, de que dos corrientes que marchan en el mismo sentido, se atraen y que se repelen si marchan en sentido opuesto, que no se ha explicado hasta ahora, se comprende con este modo de considerar la electricidad.

En efecto, como no existen cuerpos completamente aislados, el movimiento de una corriente eléctrica, tiene necesariamente que cambiarse y alterar el movimiento del éter del medio que la aísla; pero si dos corrientes próximas marchan en el mismo sentido, acabarán por comunicar al éter de la materia aisladora intermediaria, un movimiento en el mismo sentido que ellas; pero si en un medio aislador y continuo se aumenta la velocidad de los átomos del éter en una dirección determinada, las esferas de acción de estos átomos se alargarán en este sentido, de modo que si consideramos los átomos que vienen á cambiar sus fuerzas vivas, con los así alterados, perpendicularmente á esta dirección, dichos átomos volverán con menos fuerza viva que la que han aportado, puesto que el número de átomos con que habían podido cambiar la suya, es menor en la misma extensión, y las velocidades perpendiculares al sentido de la corriente, no habiendo aumentado, no puede compensar su falta de número, de donde resulta una disminución de presión etérea, entre las dos corrientes, que es la que produce la aproximación de los dos conductores.

En el caso en que los conductores estén recorridos, por corrientes en sentidos contrarios, la alteración del movimiento etéreo del medio que los separa, no será ya el aumento de las velocidades en un sentido, sino que el paso de las corrientes aumentará un poco las velocidades medias de sus átomos, cuyo exceso de fuerza viva, al marchar hacia el exterior, producirá la repulsión de los conductores.

Lo que se llama electricidad de inducción, no es más que el resultado de las alteraciones, que en el movimiento del éter del cuerpo inducido, produce la variación del régimen de

los movimientos del éter del cuerpo electrizado por el intermedio del éter del medio que los separa.

Últimamente se sabe que M. Hertz, acaba de hacer unas célebres experiencias, que ha premiado la Academia de ciencias de París en 1889, que le han conducido á los tres resultados siguientes: 1.º Que la inducción eléctrica se propaga con la misma velocidad de la luz. 2.º Que los efectos de inducción que se producen por una corriente oscilatoria, se propagan bajo forma de ondas que se reflejan, se refractan y se difractan de la misma manera que las ondas luminosas. Y 3.º Que estas ondas eléctricas producen también franjas de interferencias.

En cuanto á las consecuencias teóricas que M. Hertz saca de sus experiencias, ya los miembros de la Comisión de la Academia de Ciencias de París, que le otorgaron el premio La Caze, hacían reservas formales, sobre el valor demostrativo de ciertos resultados: y últimamente M. Cornu al presentar el 13 de Enero del año actual, una nota de MM. Edouard Sarasin y Lucien de la Rive (de Génova) en la cual estos hábiles experimentadores anuncian una resonancia múltiple, y demuestran que la longitud de onda observada en un hilo, está estrechamente ligada al resonador; y que con un mismo excitador y resonadores, variando del simple al doble se hallan longitudes de onda que les son proporcionales; después de manifestar que el cálculo del período oscilatorio del excitador primario, está fundado sobre bases contestables, M. Cornu dice:

«Las experiencias de MM. Sarasin y de la Rive, nos enseñan que el estado oscilatorio de la carga eléctrica del hilo inducido, en lugar de ser invariable, como debe serlo el régimen vibratorio de una columna elástica, sometida á una acción de período único y determinado, depende esencialmente del resonador con el cual se le explora.

»Este resultado es extremadamente grave para la teoría de M. Hertz: en efecto, el solo elemento experimental, fijo é incontrastable parecía ser el valor de la longitud de onda de la

propagación eléctrica, correlativa de un periodo bien definido del excitador.

«Nosotros sabemos hoy día, que esta longitud de onda es variable con el aparato de observación; la teoría de M. Hertz está entonces encerrada en un dilema, del cual los dos términos son igualmente fatales; la experiencia muestra que $\lambda = VT$ es variable, ó bien es el periodo T el que no es fijo y único, conclusión contraria á la hipótesis fundamental, á la idea original del autor, ó bien es el factor V el que es variable con el explorador, consecuencia absurda, puesto que V debe representar la velocidad de propagación de la inducción, es decir, una constante específica.

«Se ve que es muy prudente proceder como lo han hecho MM. Sarasin y de la Rive, es decir, estudiar en primer lugar y con precisión el método experimental, muy curioso, imaginado por M. Hertz antes de tratar de presentarlo como una demostración de la identidad de la electricidad y de la luz.»

Indudablemente las experiencias de M. Hertz, prueban que entre la electricidad y la luz, existen muchos puntos de semejanza, pero como vemos no son suficientes para establecer su completa identidad, ni para ilustrar la cuestión de cuáles son los movimientos del medio que constituyen cada una de estas clases de fenómenos; puesto que si la luz fuese la parte de las oscilaciones eléctricas que ejercen acción sobre nuestro ojo, como cree el Dr. Rothen de Berna, toda luz debía estar acompañada de sus correspondientes efectos eléctricos, cosa que desmiente la experiencia. Por otra parte, la longitud de onda de varios metros que mide M. Hertz, no puede ser el camino que recorren los átomos del medio que propaga la electricidad; el excitador de M. Hertz provoca periodos de mayor y menor intensidad eléctrica, cuyos periodos pueden percibirse á distancia del excitador, como un timbre á movimientos rápidos, puede arreglarse de modo que la intensidad de sus sonidos aumente ó disminuya periódicamente; pero si se observa con un resonador estos periodos á cierta distancia y se mide su duración, estos datos no pueden dar por el cál-

culo, el desplazamiento de las moléculas del aire que transmiten el sonido, sino lo que el sonido ha marchado en el tiempo que mide el período de los máximos y mínimos de la intensidad del timbre, de modo que las longitudes de onda de M. Hertz, son lo que la electricidad marcha en el tiempo del período de máximos y mínimos de su excitador; pero esto no mide el desplazamiento atómico del medio que transmite la electricidad, que es precisamente como hemos visto, la mitad de lo que se conoce en óptica por longitud de onda. Por lo demás, decir que la luz no es más que una conmoción electro magnética, no es decir nada, puesto que se ignora actualmente, todo el mecanismo de estas transformaciones de movimientos.

Los tres resultados principales de las experiencias de M. Hertz, y las verdaderas analogías que existen entre la electricidad y la luz, se explican y comprenden fácilmente, con la nueva hipótesis que proponemos, viniendo á ser dichas experiencias una nueva comprobación de dicha hipótesis.

En efecto, en cuanto al primero de dichos resultados, la hipótesis cinética del éter lo explica inmediatamente, puesto que cualquiera que sea la clase de alteración de movimientos que se produzca en dicho medio, debe propagarse con la velocidad media de los átomos del mismo, como la luz y el calor radiante.

Respecto á que los fenómenos de inducción, producidos alternativamente, se propaguen bajo formas de ondas, en un éter cinético, es natural, si se recuerda que la luz se refleja y se refracta, no por los movimientos de rotaciones atómicas que la constituyen, y la hacen sensible, sino por las velocidades de traslación de que dichos átomos están también animados; de modo que se comprende que toda variación alternativa de dichos movimientos de traslación, que son los que constituyen estos fenómenos eléctricos alternativos, debe reflejarse y refractarse, del mismo modo que la luz, al reflejarse y refractarse el movimiento cinético del éter así alterado.

Por último, el que entre las ondas eléctricas se produzcan interferencias, se comprende también perfectamente, puesto

que consistiendo la electricidad, según nuestra hipótesis, en un aumento ó disminución de las velocidades medias de traslación de los átomos del éter, es claro que si á un espacio dado se hacen llegar dos corrientes de nombre contrario, de igual intensidad, el exceso de las velocidades medias de una corriente, se compensará con el defecto de las velocidades medias de la opuesta, tomando en dicho espacio los átomos del éter su velocidad media normal, y desapareciendo por consecuencia todo fenómeno eléctrico, es decir, que lo que se conocía anteriormente por neutralización de dos electricidades contrarias, no es más que un fenómeno de interferencias; de modo que no es extraño que en otros fenómenos eléctricos, se noten también los efectos de estas reconstituciones del estado normal.

Las atracciones y repulsiones que se manifiestan entre los cuerpos electrizados, ya directamente, ya por inducción, son fenómenos muy complejos, puesto que dependen de las formas de las moléculas de los cuerpos, de la naturaleza de sus movimientos, y de las alteraciones que producen todas estas causas en el movimiento cinético del éter, debiendo en lo sucesivo consistir la teoría de la electricidad en el estudio de estas alteraciones.

Respecto á los modos de producirse la electricidad, sea por el movimiento, por las acciones químicas ó por el calor, es también fácil de darse cuenta de ellos, en la hipótesis que estudiamos.

En efecto, si se hace pasar con rapidez una bobina muy próximamente á varios electro-imanés, formados por otras bobinas, cuyos hilos estén recorridos por corrientes eléctricas, se comprende, que los diferentes movimientos giratorios del éter que producen los electro-imanés, obrando sucesiva y alternativamente sobre la bobina en movimiento, produzca en el éter de la misma, no solamente circulaciones en ambos sentidos, sino que acabe por aumentar el movimiento medio de su éter intermolecular, viéndose así cómo el trabajo puede transformarse en electricidad, y por qué este medio es el más eficaz para obtenerla.

La producción de la electricidad por las acciones químicas, se comprende también fácilmente, pues que consistiendo éstas en la reunión de facetas de moléculas químicas diferentes con expulsión del éter intermediario entre dichas facetas, esta expulsión no puede producirse sin choques y sin una alteración de los movimientos del mismo, sea alterando las diferencias de velocidades, sea aumentando la velocidad media, resultando del cambio de los movimientos así alterados, con los del éter intermolecular de los conductores, las corrientes eléctricas.

En cuanto á las corrientes termo-eléctricas, que se producen en un conductor que se calienta, desigualmente, su origen en esta teoría, se ve fácilmente, puesto que en un punto del conductor, las oscilaciones de sus moléculas son mayores que en otro, el éter intermolecular aumentará sus velocidades medias en el punto más caliente, y dicho aumento al propagarse hacia la parte más fría, donde existen menores velocidades medias, formará las corrientes termo-eléctricas.

Como la explicación de todos los fenómenos eléctricos constituiría un tratado especial de electricidad, que ni podemos ni es nuestro objeto el hacer, basta con lo dicho para probar la gran ventaja que este ramo especial de la física puede sacar, partiendo de la hipótesis de un éter cinético, y estudiando las alteraciones de sus movimientos.

Ahora podemos ya contestar á la dificultad más grave que presenta D. José Echegaray, al ocuparse de la electricidad, cuando dice: «En los fenómenos eléctricos ¿el éter vibra ó marcha?»

La electricidad no consiste en un desplazamiento del éter, ni en el movimiento de régimen de sus átomos, puesto que éstos están constantemente animados de rapidísimos movimientos cinéticos, sin que estos movimientos nos impresionen ni como electricidad ni de ningún otro modo; los efectos eléctricos los produce, el paso de la energía cinética de una región del éter, en que existe en exceso, á otra que posee menos; de modo que en los fenómenos eléctricos, el éter, ni vibra ni marcha.

Vemos, pues, que nuestra hipótesis da cuenta de los fenómenos eléctricos, sin admitir reparticiones desiguales del éter imposibles de concebir, ni que el hierro sea atravesado por ninguna materia con la prodigiosa velocidad de la electricidad, como supone el P. Secchi, satisfaciendo por otra parte á la condición demostrada seguramente por éste, de que la corriente eléctrica no es un simple paso de vibraciones por el conductor, como supone M. Renard, sino un verdadero transporte de fuerza viva.

De modo que creo puede ya suprimirse el *prudente y tímido* QUIZÁ de D. José Echegaray, y decir que la electricidad, es una alteración del movimiento cinético del éter, que consiste en el aumento ó disminución de la velocidad media de sus átomos, cuya variación al propagarse por el éter cinético intermolecular de los conductores, constituye las corrientes eléctricas.

MAGNETISMO.

Hemos visto en la primera parte, que no es posible admitir la realidad física de las hipótesis de Ampère y de Weber sobre el magnetismo; pero si aplicamos á esta cuestión las nuevas ideas sobre la electricidad que hemos emitido anteriormente, la explicación del magnetismo no solamente es posible, sino que es la consecuencia natural de estas ideas y de ciertos hechos físicos.

En efecto, la identidad de los fenómenos de los imanes y los solenoides, demostrada por Ampère, nos prueba que un imán no es más que un torbellino etéreo, puesto que el paso de la corriente por el conductor en hélice que constituye el solenoide no puede tener otro efecto sobre su éter intermolecular y el del medio que lo rodea, que el de producir un movimiento de esta especie.

Por otra parte sabemos, por los fenómenos de la doble refracción, que los movimientos del éter no se transmiten con la misma velocidad en todos sentidos en ciertos cuerpos tras-

parentes, y nada más natural que admitir que esto mismo puede suceder en ciertos cuerpos opacos.

Ahora bien; si suponemos que las moléculas del acero tienen una forma primitiva, y además se las orienta por la imantación, de tal modo que los movimientos cinéticos del éter no puedan propagarse con la misma velocidad en todos sentidos, como sucede en los cristales á doble refracción; se comprende entonces, que si en una barra de acero la orientación de sus moléculas hace que el movimiento cinético del éter marche con más velocidad en un sentido que en otro en cada sección transversal; como dichas diferencias de velocidad hemos visto que constituyen las corrientes eléctricas, es claro que dicha barra se encontrará como recorrida por corrientes circulares que acabarán por formar un torbellino etéreo, más ó menos intenso en su éter intermolecular, y en las capas inmediatas del medio que lo rodee, lo que según hemos visto constituye precisamente un imán, según las experiencias de Ampère.

Vemos, pues, que en esta explicación de los imanes, no es necesario admitir la coexistencia de corrientes imposibles, ni ninguna clase de nuevas fuerzas atractivas, bastando solamente admitir la orientación de moléculas de formas determinadas, en ciertos cuerpos sólidos opacos, cosa perfectamente posible según nos demuestran los cristales á doble refracción.

RELACIONES RECÍPROCAS ENTRE LOS AGENTES FÍSICOS.

Las relaciones recíprocas que deben existir entre el calor radiante, la luz y la electricidad, y la manera como debe imaginarse el modo de ser del éter, cuestiones que M. Clausius propone en su discurso, sin resolver como hemos visto, quedan resueltas inmediatamente con la hipótesis de un éter cinético, puesto que el calor, la luz y la electricidad no son más que alteraciones del movimiento cinético del éter, como hemos expuesto, y estas modificaciones de dicho movimiento

pueden transformarse unas en otras, al penetrar y atravesar los diferentes medios.

En este modo de concebir la cuestión, desaparece el enigma de la constitución del éter, de M. Clausius, comprendiéndose al mismo tiempo que los átomos del éter pueden estar animados de rotaciones, sin variación sensible de las diferencias de sus velocidades; es decir, que puede existir luz sin calor radiante, como demuestra la experiencia en la llama del fósforo de calcio, y en las luces fosforescentes; y que los átomos del éter, pueden tener grandes diferencias periódicas de velocidades, sin estar dotados de rotaciones, es decir, que puede existir calor radiante sin luz, como en el calor oscuro; y por último, que la electricidad no es el mismo éter, ni ninguna materia ponderable ni imponderable, sino traslación de fuerza viva etérea, es decir, que el problema propuesto por M. Clausius, queda resuelto de este modo, sin que á esta solución puedan oponerse las objeciones que á la de M. Clausius.

LIBRO DÉCIMO.

Aplicación de la nueva hipótesis á la Astronomía.

CAPÍTULO PRIMERO.

ATRACCIÓN.

Al tratar de la formación de la materia ponderable, hemos visto que basta que dos átomos de la materia elemental pierdan sus fuerzas vivas y queden en estado estático, para que con este nuevo estado, al recuperar de nuevo su energía, produzcan un desequilibrio en el movimiento del éter, que tienda á reunirlos, con una intensidad inversamente proporcional al cuadrado de sus distancias. Lo mismo debe suceder entre dos grupos de átomos que constituyan dos moléculas ponderables, cuando no tienen aún cada grupo, la fuerza viva de los átomos del éter, que exige la ley de Maxwell.

Consideremos ahora el inmenso conjunto de moléculas que constituye un cuerpo ponderable sólido, y estudiemos el efecto que en este cuerpo debe producir el movimiento de un éter indefinido en su estado de régimen permanente.

Hemos visto que en el estado sólido, las moléculas no pueden tener más que un movimiento oscilatorio, que es lo que constituye el calor sensible; pero es evidente que con este solo movimiento, no puede una molécula ponderable almacenar la cantidad de energía que posee cada átomo de éter, animado de las inmensas velocidades que constituyen el estado cinético

del éter, de modo que un cuerpo sólido en cuyo interior, por los espacios intermoleculares, penetra el movimiento cinético del éter, no satisface á la condición que exige la ley de Maxwell, para que sus moléculas entren en el régimen permanente del medio cinético que las envuelve, de donde resulta, que el estado sólido no puede ser en el Universo más que un estado transitorio, y que las moléculas de un cuerpo sólido deben necesariamente tender á adquirir fuerzas vivas. Pero dado el estado de fuerte equilibrio en que se encuentran las moléculas en esta clase de cuerpos, pueden existir condiciones en que toda ganancia de fuerza viva de las moléculas, sea imposible; tal es el caso de un pequeño cuerpo sólido, que se mueve en el espacio ocupado por el éter en estado de régimen normal: en efecto, en este caso, al penetrar el éter por los espacios intermoleculares de dicho cuerpo, su movimiento no puede ser alterado sensiblemente, de modo que todas las moléculas del cuerpo, recibiendo impulsiones sensiblemente iguales en todos sentidos, no podrán adquirir sino poquísima fuerza viva, y como las pequeñas dimensiones del cuerpo permiten que los movimientos moleculares del centro se transmitan á la parte exterior donde el exceso de movimientos puede ser cedido á un éter no alterado, la temperatura del cuerpo ó su fuerza viva propia, puede quedar estacionaria.

Si ahora consideramos un cuerpo sólido de grandes dimensiones, entonces es evidente que los movimientos del éter que penetra por los espacios intermoleculares, tienen necesariamente que ser alterados y hacerse periódicos al atravesar una capa suficientemente espesa de moléculas ponderables animadas de las oscilaciones que constituyen el calor, puesto que desde el principio, por su misma condensación, todo cuerpo sólido debe tener alguno; de modo que la parte exterior del gran cuerpo se encuentra en el mismo caso que los pequeños cuerpos que antes hemos estudiado, es decir, que su temperatura puede continuar casi constante por mucho tiempo mientras no es recalentada por la parte interior; pero la parte interior á donde los movimientos del éter llegan siempre al-

terados periódicamente por las oscilaciones de las moléculas de la capa exterior, recibiendo sus moléculas rítmicamente impulsiones desiguales, pueden adquirir fuerza viva de rotación en mayor cantidad que la que puedan perder por conductibilidad por la capa exterior, mucho más si ésta se supone suficientemente espesa y no conductora, es decir, que la parte interior de los grandes cuerpos aumentará su temperatura constantemente.

La prueba de esto nos la proporciona la experiencia, puesto que sabemos que cuando la superficie de la Tierra cambia sus movimientos moleculares durante la noche con el éter universal, fuera de la influencia solar, dicha superficie se enfría, es decir, pierde fuerza viva, lo contrario de lo que le sucede durante el día, cuando los cambios se hacen con un éter cuyos movimientos han sido alterados por el Sol.

Esta propiedad que tienen los movimientos de las moléculas de la materia ponderable de hacer periódicos los movimientos continuos del éter, acaba de tener una comprobación en las recientes experiencias de M. C. Decharme sobre la imantación transversal ondulatoria comunicadas á la Academia de Ciencias de París en 12 de Mayo del presente año, de las que resulta que una corriente eléctrica continua, atravesando en su longitud un cilindro de acero templado, se hace ondulatoria á consecuencia de la resistencia que le oponen las acciones moleculares del medio magnético.

Las mismas consideraciones son aplicables á toda gran masa de materia ponderable aunque esté en estado líquido ó gaseoso cuyas moléculas no tengan la misma fuerza viva de los átomos del éter que la penetra como exige la ley de Maxwell, puesto que las rotaciones moleculares de la parte exterior que caracterizan estos estados, harán que las diferencias de las velocidades cinéticas se hagan periódicas; lo que hemos visto basta para hacer posible la absorción de fuerza viva por la parte interior. Por lo demás, se comprende que esta absorción de fuerza viva en el estado gaseoso debe ser muy lenta, puesto que no solamente las moléculas están más distantes unas de otras, sino que sus movimientos en los

cuerpos en este estado son mucho más irregulares que en el estado sólido, como lo demuestra la experiencia, puesto que se sabe que los movimientos etéreos pierden muy pocas velocidades al atravesar dichos cuerpos.

Respecto al estado nebuloso, como las moléculas ponderables en este estado no tienen casi movimiento y como el éter en que se encuentran las nebulosas está en su estado de régimen permanente en que las diferencias de velocidades no obedecen sensiblemente á ningún período, es evidente que las coincidencias de períodos de movimientos etéreos y de las moléculas nebulosas serán muy raras, y por consecuencia la absorción de fuerza viva etérea, por la materia en estado nebuloso, debe ser excesivamente lenta.

Resulta, pues, que en el universo los pequeños cuerpos pueden continuar sin aumento de su temperatura á partir de un cierto estado de equilibrio; pero la parte interior de los grandes cuerpos, ganan constantemente fuerzas vivas hasta que sus moléculas posean las que les corresponde para entrar en el régimen permanente del éter. Es decir, que la temperatura de la parte interior de los grandes cuerpos de la naturaleza crece constantemente.

Hasta ahora hemos estudiado las alteraciones que en el movimiento de las moléculas del cuerpo ponderable debe producir el movimiento cinético del éter.

Veamos ahora inversamente las alteraciones que el cuerpo ponderable produce en el régimen del movimiento etéreo.

En primer lugar hemos visto que el éter pierde fuerza viva al penetrar en los grandes cuerpos, por la parte que cede á las moléculas de los mismos al calentarlos, de modo que la velocidad media cinética de los átomos del éter debe disminuir.

Pero esta disminución de las velocidades medias de traslación de los átomos del éter, puede continuar existiendo, y aun siendo muy apreciable, aunque las moléculas del cuerpo estén animadas de grandes movimientos de traslación y de rotación, como en los cuerpos incandescentes.

En efecto, los átomos del éter, en su estado de régimen normal no poseen rotaciones, pero pueden adquirirlas en sus

cambios con los movimientos de las moléculas del cuerpo incandescente; de modo que una parte de la fuerza viva de traslación de los átomos del éter, puede transformarse en fuerzas vivas de rotación, y esta transformación de las fuerzas vivas de traslación en rotaciones, disminuirán también el valor medio de las velocidades cinéticas del éter intermolecular, cuyo movimiento al cambiarse con el del éter exterior, lo hará cediéndole las rotaciones; es decir, con emisión de luz, pero con una velocidad media menor.

Es también evidente que el ritmo de los desvíos de las velocidades del éter intermolecular, siendo periódico y diferente al arreglo de los desvíos del éter normal, harán el cambio cediendo á éste su movimiento, es decir, emitiendo calor radiante, pero sin que esto aumente tampoco el valor de la velocidad media de los átomos del éter. De modo que por grande que sea la temperatura de un cuerpo incandescente, devuelve siempre menos energía que recibe, aunque en una forma utilizable para la actividad y la vida en general.

En definitiva: la presencia de un gran cuerpo ponderable en el éter universal indefinido, absorbiendo constantemente energía etérea ó transformándola, hará que su éter intermolecular, al cambiar sus movimientos con el general, lo haga con una velocidad media inferior, lo que introducirá un desequilibrio en el régimen de las velocidades del éter, tal que en un punto cualquiera á una cierta distancia del cuerpo, las velocidades que pasen hacia él en la dirección que une este punto al cuerpo serán mayores del lado contrario al cuerpo ponderable que del lado del mismo, dando esto por resultado, que si en dicho punto se encuentra otro cuerpo, éste, recibiendo impulsiones menores del lado del primero, tenderá á aproximarse á él. Vemos, pues, que para que un cuerpo produzca atracción, no basta admitir que átomos en movimiento vengan á chocarle en todas direcciones como lo admitía Lesage, porque las reflexiones de los átomos mantendrían las presiones iguales alrededor del cuerpo; es necesario que además haya una verdadera absorción de fuerza viva por el cuerpo, que disminuya la energía etérea en el espacio que él

ocupa. Por otra parte, como dicha acción tiene que igualarse alrededor del cuerpo primitivo, la acción de dicho cuerpo debe hacerse sensible por igual en todos los puntos á igual distancia del centro del cuerpo que consideramos, y como la cantidad de fuerza viva absorbida, puede suponerse constante en tiempos no muy largos, su acción será tanto menor en un elemento de la superficie esférica que tenga por centro este cuerpo y que pase por el segundo, cuanto mayor sea la superficie de esta esfera, es decir, que la intensidad de la acción será inversamente proporcional al cuadrado de las distancias.

Una vez que la presencia del cuerpo ponderable por la absorción ó transformación de la fuerza viva etérea ha introducido en el éter que le rodea este nuevo estado de régimen, al cabo de un tiempo suficiente, su acción se extenderá en el espacio hasta equilibrarse con las acciones ejercidas en sentido contrario por otros cuerpos; pero una vez establecido este nuevo régimen de movimientos etéreos, á todas las distancias del cuerpo se ejercerán al mismo tiempo acciones inversamente proporcionales al cuadrado de las distancias, es decir, que el efecto atractivo aparecerá como independiente del tiempo, y que si se busca la velocidad de propagación de esta acción, se encontrará que dicha propagación es instantánea, como lo ha reconocido Laplace.

Esta proporcionalidad de la atracción á la razón inversa del cuadrado de las distancias, no es rigurosamente exacta más que cuando la velocidad del cuerpo atraído hacia el centro de atracción es nula, porque cuando esta velocidad es grande, para tener en cuenta la menor intensidad de las impulsiones y la resistencia del medio cinético, debe expresarse la atracción como fuerza electro-dinámica por una fórmula de atracción electro-dinámica, análoga á las propuestas por Gauss, Weber ó Riemann, que comprenden un término dependiente de la velocidad relativa del cuerpo atraído respecto del centro de atracción y de la velocidad de la luz.

Pero según el último estudio presentado por M. Tisserand en la Academia de Ciencias de Paris el 17 de Febrero del

actual, se sabe que la sustitución de estas leyes atractivas á la de Newton, no produciría en los elementos elípticos de los planetas de nuestro sistema solar más que desigualdades periódicas insensibles; exceptuando la longitud del perihelio que contiene un término secular más sensible para los planetas más próximos al sol que haría girar el gran eje de la órbita de Mercurio en el sentido directo, en la hipótesis de la ley de Weber, $14'',4$ en un siglo; para Venus esta variación sería de tres segundos por siglo, no pudiendo tener efecto apreciable durante muchos siglos en razón á la pequeña excentricidad de su órbita.

Con la ley de Gauss el movimiento de los perihelios sería sensiblemente el doble que con la ley de Weber, es decir, que se tendría para Mercurio $28'',2$ por siglo.

Por otra parte, Le Verrier ha encontrado que el movimiento real del perihelio de Mercurio que resulta de la observación del planeta, es $38''$ por siglo, superior al que da el cálculo de las atracciones planetarias sobre dicho elemento, resultado que ha sido confirmado recientemente por las investigaciones de M. Newcomb.

Esta es la razón que ha conducido á Le Verrier á la hipótesis de un planeta intramercorial que explicaría esta diferencia, pero que la observación tan cuidadosa de los últimos eclipses no ha demostrado. Como esta cuestión queda así sin resolver, M. Tisserand hace observar que la sustitución de la ley atractiva de Gauss á la de Newton explicaría los $\frac{3}{4}$ del excedente de que se trata, sin turbar de un modo apreciable, el acuerdo realizado por la ley de Newton en la teoría de los movimientos planetarios.

En cuanto al cuerpo atraído, si es pequeño, aunque no pueda tomar del éter fuerza viva ni producir atracción, al ser atraído por un gran cuerpo, lo será, sin embargo, proporcionalmente á su masa, si se admite que aun los cuerpos sólidos son muy permeables al éter, ó lo que es lo mismo, que el tamaño de las moléculas materiales, aun en los cuerpos sólidos, es pequeño con relación á la distancia que las separa. Esta gran permeabilidad de los cuerpos sólidos para los mo-

vimientos etéreos, lo demuestra el que la velocidad de la luz, al pasar del vacío al aire, disminuye muy poco, y al pasar del aire al vidrio, no pierde sensiblemente más que un tercio de su velocidad; de modo que en el interior de un cuerpo, tan compacto á nuestro parecer como el cristal, los movimientos etéreos se transmiten con una velocidad de cerca de 200.000.000 de metros por segundo; así como el que los movimientos eléctricos se propaguen en el cobre, según M. M. Fizeau y Gounelle, con una velocidad de 177.000.000 de metros por segundo.

Aun cuando las diferencias de impulsiones cinéticas del éter se ejercen sobre cada molécula del cuerpo atraído, de donde debe resultar que la acción de un centro de atracción debe ser sensiblemente proporcional á la masa del cuerpo atraído, cualquiera que sea el estado de este cuerpo; sin embargo, esta proporcionalidad se comprende que no puede ser rigurosamente exacta cuando se trata de cuerpos cuyas dimensiones son grandes y su estado muy diferente: así se explican las diferencias de atracción que se han encontrado para Júpiter, según los astros en que produce las perturbaciones, lo que hizo ya sospechar á varios astrónomos que la atracción newtoniana no se ejercía en la proporción exacta de las masas y que podía variar de intensidad como las atracciones magnéticas, según la naturaleza de los elementos presentes. Sin embargo, estas ideas se abandonaron cuando Bessel publicó sus observaciones sobre las idénticas longitudes de péndulos compuestos de materias desemejantes, como metales, minerales y esferas de marfil. Aun cuando estas experiencias de Bessel parecieran concluyentes en otros tiempos, según las ideas que hemos expuesto, se comprende su poca importancia para probar la proporcionalidad de la atracción á las masas, puesto que volúmenes pequeñísimos y casi iguales de metales, minerales y marfil, que todos son cuerpos sólidos, lejos de ser muy desemejantes como lo creía Bessel, son por el contrario perfectamente idénticos é insuficientes para estudiar las variaciones de los efectos de que se trata.

De este modo de considerar la atracción ó más bien la re-

pulsión universal, se deducen varias consecuencias importantes.

Desde luego la atracción no debe ser proporcional á las masas como lo establece la segunda parte del principio de Newton, porque no puede ser independiente del estado de los cuerpos ni de su volumen.

Como este resultado de que la atracción no es proporcional á las masas, está en contradicción con lo admitido hasta ahora, es necesario recordar la demostración que se hace de dicha proporcionalidad en los tratados de mecánica y discutirla para ver en qué consiste su inexactitud.

Respecto al cuerpo atraído ya hemos visto que Júpiter ejerce acciones diferentes según obra sobre cuerpos sólidos como los planetas ó nebulosos como los cometas, lo que se comprende, puesto que en el caso de grandes cuerpos existe una especie de protección de unas moléculas sobre otras de las diferencias de los movimientos del éter, análoga á la que admite M. Lessage, que será más sensible mientras más pequeña sea la distancia molecular con relación á la dimensión de las moléculas; sin embargo, la falta de proporcionalidad de la atracción á las masas no puede ser sensible en los cuerpos atraídos, sino en el caso de que éstos sean muy grandes.

Ahora nos ocuparemos del cuerpo que produce la atracción. En primer lugar se sabe que Newton, partiendo de la hipótesis de que dos moléculas cualesquiera de materia se atraen proporcionalmente á sus masas y en razón inversa al cuadrado de sus distancias; admitía que la Tierra podía ser considerada como compuesta de capas concéntricas homogéneas y que su acción sobre un punto situado en su superficie, ó más allá, sería la misma que si toda su masa estuviese reunida en el centro. Partiendo de estas suposiciones hizo la célebre comprobación de que en efecto, la fuerza que atrae á los cuerpos sobre la Tierra, era la misma que la que atraía á la Luna hacia la Tierra. En este resultado del cálculo se vió una confirmación notable de que todas las moléculas de la materia se atraen proporcionalmente á sus masas y en razón inversa al cuadrado de sus distancias.

Pero según los datos de que se ha partido en este cálculo, se ve que basta que la atracción sea simétrica alrededor del centro, es decir, que cada parte de masa de una capa concéntrica produzca el mismo efecto atractivo para que dicho acuerdo se realice, sin que esto nos demuestre que una misma cantidad de masa colocada á diferentes distancias del centro de la Tierra deba producir exactamente la misma atracción.

Por otra parte, en el cálculo de los movimientos elípticos de los planetas, se supone á éstos reducidos á un punto y en él concentrada toda su masa, expresando la fuerza total que atrae al planeta hacia el Sol por φm , en que φ , es la fuerza aceleratriz, y m , la masa del planeta, es decir, que se parte de hipótesis que prescinden por completo de una parte de la cuestión que nos ocupa, de que si una misma masa produce el mismo efecto atractivo ó no, según que el punto del planeta en que se halla situada, esté más ó menos distante de su centro.

Calculando después las fuerzas aceleratrices que obrarían sobre los diferentes planetas á la misma distancia del Sol, según la ley inversa del cuadrado de las distancias, se obtiene para esta fuerza la expresión $\varphi = \frac{4\pi^2 a^3}{T^2}$; pero como se

gún la tercera ley de Képler la relación $\frac{a^3}{T^2}$ es la misma

para todos los planetas, se deduce que la fuerza que solicita la unidad de masa de cada uno de ellos hacia el centro del Sol, es la misma á la misma distancia de éste.

Esta última consecuencia no es exacta, porque la igualdad de las fuerzas aceleratrices para todos los planetas, nos demuestra indudablemente que si la Tierra estuviese á la misma distancia del Sol que Júpiter, por ejemplo, sería atraída con una intensidad 1.048 veces menor que éste, ó que si Júpiter estuviese á la misma distancia del Sol que la Tierra, sería atraído con una intensidad 1.048 veces mayor que ella; pero esto no nos demuestra de ningún modo que si la masa de Júpiter se dividiese en 1.048 partes iguales y éstas se colocasen á la misma distancia del Sol que la Tierra, cada una

de estas partes fuera atraída por el Sol precisamente con la misma intensidad que la Tierra.

De modo que como en esta demostración se toma por unidad de fuerza aceleratriz, la fuerza que imprimiría á una cierta cantidad de materia, la unidad de velocidad en la unidad de tiempo á la unidad de distancia del Sol, y como no está probado de ningún modo que la cantidad de materia que realice ó que satisfaga esta condición, es la misma para todos los planetas ni para todas las partes de un mismo planeta, resulta que de la igualdad de las fuerzas aceleratrices, no puede deducirse lógicamente la consecuencia de que la unidad de atracción producirá el mismo efecto sobre idénticas cantidades de masas, en todas las circunstancias y condiciones posibles.

Veamos ahora la demostración que hace de este principio M. H. Resal en su *Mecánica celeste*, impresa en París el año de 1884:

«Principio de la gravitación universal: sea M , la masa del Sol.

m, m', m'' , las de los planetas.

r, r', r'' , las distancias de sus centros á el del Sol.

»Las dimensiones del Sol, siendo muy pequeñas con relación á sus distancias mutuas, se puede, en una primera aproximación, hacer abstracción y suponer que los astros están reducidos al estado de puntos materiales. Diremos, pues, que la masa M de un punto material ejerce sobre las

masas m, m', m'' , las fuerzas atractivas $\alpha \frac{m}{r^2} \alpha \frac{m'}{r'^2}$ designando por α una constante independiente de m, m', m''

»Si se considera esta atracción, como inherente á la esencia misma de la materia, es necesario admitir que inversamente las masas m, m', m'' , atraen de la misma manera la masa M , con una energía igual y contraria á la de las fuerzas precedentes, según el principio de la igualdad entre la acción y la reacción. Por analogía con lo que precede, la atracción de m

sobre M , será de la forma $\alpha \frac{M}{r^2}$ el coeficiente α' no pudiendo depender más que de m , y como $\alpha' \frac{M}{r^2} = \alpha \frac{m}{r^2}$ y que α es independiente de m , es necesario que se tenga $\alpha' = fm$, $\alpha = fM$, f , siendo una constante independiente de las masas atraentes y de sus distancias. Se es, pues, conducido á admitir que:

»Dos partículas materiales se atraen mutuamente según la recta que las une, proporcionalmente á sus masas y en razón inversa del cuadrado de su distancia.

»Tal es el principio de la gravitación universal debido á Newton, basado como todos los principios elementales de la Física sobre una extensión teórica de una ley observada.»

En primer lugar vemos que en esta demostración se suponen los astros reducidos á puntos materiales, de modo que se prescinde de la cuestión de si una misma cantidad de materia produce el mismo efecto atractivo ó no, según el punto del planeta en que se halla.

En segundo lugar se admite en ella que la atracción es inherente á la esencia misma de la materia, cuestión que es precisamente una de las que se trata de dilucidar. Como consecuencia de esta hipótesis se hace extensivo á las acciones atractivas, el principio de mecánica, de la igualdad entre la acción y la reacción; pero esta extensión no es admisible, puesto que de que la inercia de la materia desarrolle una reacción igual y contraria á toda acción que sobre ella se ejerza, reacción puramente negativa, no puede deducirse legítimamente, que cuando la acción cesa, persista sobre dicha materia una acción positiva y activa, como es la atracción de la materia ponderable, de modo que la igualdad $\alpha' \frac{M}{r^2} = \alpha \frac{m}{r^2}$

no es legítima ni exacta, y por lo tanto la consecuencia que se deduce de ella de que dos partículas materiales se atraen proporcionalmente á sus masas, queda sin demostración.

Que la idea de que la atracción es proporcional á las masas, resulta simplemente de analogías y generalizaciones que han parecido fundadas hasta ahora, dado el estado de los conocimientos científicos de la época, pero de ningún modo de una demostración rigurosa, se prueba en el párrafo que vamos á copiar de la *Dinámica*, de M. Duhamel, que dice así:

«Un planeta atrayendo al Sol proporcionalmente á la masa que posee, es natural de admitir que todas las partes que lo componen concurren á producir esta acción en la proporción de sus propias masas, y que así una molécula cualquiera de este planeta atraerá al Sol en la relación de la masa de esta molécula á la del planeta. Es también natural de admitir que es lo mismo para la atracción que ejerce el planeta sobre sus satélites, y que una molécula cualquiera de este planeta atraerá un satélite en la relación de la masa de esta molécula á la del planeta. Ahora los satélites de un mismo planeta, siendo atraídos por éste proporcionalmente á sus propias masas, por analogía se extenderá la misma propiedad á la materia del Sol y se admitirá que todas las partes que lo componen atraen la materia proporcionalmente á sus propias masas y en razón inversa del cuadrado de las distancias. Generalizando esta concepción se mirará como una ley común á toda la materia, que compone nuestro sistema planetario, que dos moléculas cualesquiera se atraen la una á la otra proporcionalmente á sus masas y en razón inversa del cuadrado de su distancia.»

Vemos, pues, que la primera parte de esta última ley, es decir, que la proporcionalidad de la atracción á las masas es simplemente resultado de una generalización de analogías, que ni son evidentes *à priori*, ni están rigurosamente demostradas; de modo que no puede afirmarse de ningún modo que una misma fracción de materia, tomada en los diferentes planetas ó en diferentes partes de un mismo planeta, sería atraída por el Sol puesta á la unidad de distancia de éste, con la misma intensidad que lo sería en el interior de cada uno de los planetas á la misma distancia.

En cuanto á la influencia de la temperatura de los cuerpos sobre sus efectos atractivos, se comprende desde luego que si sus moléculas poseen ya una gran cantidad de fuerza viva por encontrarse el cuerpo á una alta temperatura; en este estado, las moléculas ponderables absorberán menos fuerza viva etérea que si estuviesen animadas de menores movimientos; pero como en este estado pueden las moléculas ponderables transformar una parte de la fuerza viva etérea en rotaciones de los átomos del mismo, particularmente si el cuerpo incandescente es sólido, ó tiene partículas en este estado, resulta que la masa de un cuerpo á alta temperatura podrá ejercer un efecto atractivo, que aunque siempre menor, será, sin embargo, comparable con el que la misma masa fría produciría.

Puesto que hemos visto que la atracción de un cuerpo depende de la cantidad de fuerza viva etérea que absorbe y transforma en la unidad de tiempo, es evidente que si se trata de un cuerpo de un volumen muy grande, los movimientos etéreos podrán penetrarlo hasta una gran profundidad; pero en el centro de dicho cuerpo, donde las presiones exteriores pueden ser tan grandes, que venciendo á la repulsión del cinetismo etéreo, lleven las moléculas ponderables al contacto inmediato, en esta parte central, no será posible de este modo ninguna clase de movimientos, ni por consecuencia haber ninguna absorción de fuerza viva; de modo que una gran masa reunida en un solo cuerpo, puede producir mucho menos efecto atractivo, que si dicha masa estuviese en varias partes formando distintos cuerpos.

Otra consecuencia que se deduce de estas consideraciones, es que un cuerpo muy grande puede poseer una elevadísima temperatura en su superficie y parte media y estar completamente frío en su centro, puesto que si el calor es un movimiento, éste no puede existir donde todo movimiento es imposible.

La atracción no es tampoco recíproca, es decir, que un cuerpo puede ser atraído con gran intensidad por otro y él producir muy pequeños efectos atractivos; tal es el caso de

una gran masa en estado nebuloso ó gaseoso atraída por un gran centro de atracción, puesto que dependiendo la atracción de la diferencia de impulsiones etéreas que experimentan las moléculas del cuerpo atraído, la fuerza viva de estas diferencias de impulsiones, puede emplearse en comunicar á todas las moléculas de la masa nebulosa ó gaseosa, una gran velocidad hacia el centro atractivo sin que varíe sensiblemente el estado dinámico del cuerpo ó su fuerza viva propia, de modo que si dicha masa atraída no absorbe sensiblemente en estas condiciones fuerza viva, no podrá por consecuencia producir ningún efecto atractivo apreciable, ni sobre el cuerpo que le atrae, ni sobre ningún otro que le rodee.

Otra consecuencia que se deduce de estas ideas, es que la atracción no es tampoco constante en un mismo cuerpo, sino que ella disminuye con el tiempo; en efecto, si los grandes cuerpos de materia ponderable como hemos visto, deben tomar constantemente fuerzas vivas hasta alcanzar sus moléculas el estado de régimen de Maxwell, de cuya absorción depende su atracción, esta ganancia de fuerzas vivas no puede ser constante, sino que disminuirá con el tiempo á medida que las moléculas del cuerpo vayan poseyendo mayor cantidad de energía ó se hallen más cerca de su estado de régimen final.

En resumen: la atracción no es proporcional á las masas; ella depende de su estado, de su magnitud, de su naturaleza y de la cantidad de fuerza viva que posee dicha masa.

Tampoco es recíproca ni constante.

VIDA Y FIN DE LA MATERIA PONDERABLE.

Por último: otra consecuencia también importante que se deduce de las ideas que hemos expuesto sobre la constitución de la materia y la atracción, es que la materia ponderable, debiendo su formación á la pérdida de energía de los átomos del éter que forman las agrupaciones que constituyen sus moléculas, dichas moléculas en su estado inicial ó primitivo,

deben tener pocos movimientos propios ó poseer pocas fuerzas vivas; pero como dichos grupos ó moléculas están en todas partes sumergidos en un éter cinético, según el resultado de Maxwell de que hemos hablado, dichas moléculas ponderables deben constantemente aumentar su fuerza viva hasta alcanzar la fuerza viva media de los átomos del éter; aun cuando este aumento de fuerza viva hemos visto y nos demuestra la experiencia que se hace con suma lentitud en muchos casos; pero el término final y definitivo para todas las moléculas, con el tiempo, será alcanzar la fuerza viva de los átomos del éter, como exige el resultado de Maxwell; pero cuando un gran conjunto de moléculas llegue á este estado de régimen final, no puede afectar otra forma que la de un gas en estado cinético á una inmensa temperatura que será también la de disociación de la materia ponderable; de modo que todos los cuerpos ponderables de la naturaleza, constituidos por la condensación de la materia elemental en el seno del éter, pasan del estado primitivo de materia nebulosa al estado de aglomeración sólida y casi fría, y con el tiempo ganando constantemente sus moléculas fuerza viva, su temperatura crece, en primer lugar, hasta alcanzar la de fusión; después continúa creciendo hasta alcanzar la de vaporización; de aquí en adelante, la fuerza viva ganada, se emplea parte en comunicar á las moléculas movimientos propios de traslación que la hace pasar al estado de gas cinético, y parte en aumentar las rotaciones moleculares ó su temperatura. De modo que todos los cuerpos ponderables del Universo, lejos de tender á enfriarse, como se cree actualmente, tienden por el contrario á aumentar constantemente su temperatura; pueden en ciertas circunstancias perder alguna temperatura ciertos cuerpos ó partes de ellos; pero el resultado final, tanto por su aglomeración, producida por la atracción que transforma en energía cinética la energía de posición, como por su sumersión constante en el éter cinético, será siempre el de alcanzar el estado de gas cinético á altísima temperatura y después disociarse.

Como este resultado está en contradicción con el postulado

de M. Clausius, de que se parte actualmente en termodinámica para demostrar *à priori* el principio de Carnot, cuyo postulado dice:

«Es imposible transportar calor de un cuerpo frío á un cuerpo caliente sin gasto exterior de trabajo, ó sin que al mismo tiempo el calor sea transportado de un cuerpo caliente á un cuerpo frío.»

Debemos ocuparnos de esta contradicción.

Puesto que el calor es una forma de la fuerza viva, es claro que para obtener calor se necesita consumir fuerza viva; pero como la fuerza viva existe en el Universo en inmensas proporciones, sin que se nos manifieste como calor en los gases fríos en estado cinético, ó en un éter cinético frío, y como basta que dicha fuerza viva tome la forma que llamamos calor para que éste se nos manifieste, y como hemos demostrado que un gran cuerpo ponderable sumergido en un éter cinético en estado de régimen permanente, lo que para nosotros es el vacío completamente frío y oscuro; puede, alterando su régimen permanente, tomar del éter frío la energía necesaria para aumentar constantemente su temperatura, resulta que contrariamente al postulado de Clausius, es posible que se transporte, no calor, sino fuerza viva de un cuerpo frío como el éter á un cuerpo ponderable caliente, sin intervención de ningún otro trabajo que no sea las transformaciones mutuas de los movimientos atómicos y moleculares del medio y del cuerpo.

FORMACIÓN DE LAS NEBULOSAS Y COMETAS.

Hemos visto que el ritmo de los movimientos de nuestro sistema solar está bien conocido; pero que respecto al origen de dicho sistema, á las causas de sus movimientos, de su disposición actual, sus condiciones de estabilidad y su modo de concluir, no tenemos aún más que ideas insuficientes é incompatibles entre sí.

Estudiemos de nuevo estos problemas aplicando para su resolución nuestras hipótesis sobre un éter cinético universal y la formación de la materia ponderable, y veremos la nueva luz que estas concepciones arrojan sobre todos los misterios que existen sobre estas cuestiones, fijándonos especialmente en las dificultades que hemos señalado en la primera parte de este trabajo.

Hemos visto que en el seno del éter universal en todas sus partes se está constantemente produciendo el fenómeno de que una parte de sus átomos, por la pérdida de sus velocidades individuales ó cinéticas, se aglomeran en grupos de átomos en un estado relativamente estático, cuyos grupos son los que constituyen las moléculas de la primera materia ponderable. Hemos visto también que en este primer estado de la materia, la absorción de fuerza viva en un éter en su estado de régimen permanente es muy lenta, de modo que su tendencia á reunirse, debe ser en extremo pequeña.

Además, este paso de la materia del estado cinético al estático, es decir, del estado etéreo al ponderable, debe ser más frecuente en un éter cuyos movimientos no son alterados por la proximidad de grandes centros de materia ponderable.

Según estas ideas, en todo el éter que llena el universo, se está constantemente formando la materia ponderable en un estado de agrupación elemental y de gran diseminación sin movimientos propios notables, formando la materia en estado nebuloso. Las alteraciones que la presencia de estos grupos estáticos producen en los movimientos del éter general, hemos visto que tienden á reunir estas partículas dándole, al parecer, una propiedad atractiva, que aun cuando sea á consecuencia de la repulsión exterior del éter, continuaremos sin embargo, llamando atracción, siguiendo el lenguaje admitido.

La atracción mutua de estas primeras moléculas, aunque muy pequeña en un principio, tenderá á reunir las en pequeños grupos diseminados en primer lugar, constituyendo una especie de copos de materia cósmica fría, análogos en cuanto á su distribución á los copos de nieve que se forman en nuestra atmósfera.

Esta infinita y eterna nevada cósmica, por la misma ley de la atracción, tiende constantemente á reunirse y á aglomerarse en mayores masas; pero esta aglomeración no se hace en la misma forma en todas partes, variando según que el lugar de su formación, estaba más ó menos distante de los grandes centros atractivos.

En efecto, los copos de materia cósmica que se han formado próximos á un sol, son atraídos inmediatamente antes que tengan tiempo de reunirse, constituyendo lo que llamamos estrellas fugaces esporádicas cuando dichos copos atravesaran nuestra atmósfera.

Cuando la distancia primitiva de estos copos de nieve cósmica está muy distante del Sol que los atrae, de modo que dicha fuerza atractiva sea muy pequeña, y por consecuencia también pequeña la velocidad que dichos copos pueden adquirir, atendiendo también á sus pocas masas y á que tienen que vencer la resistencia del éter en sus movimientos, entonces sus atracciones mutuas pueden producir su aglomeración, y formar una nube cósmica, que al caer hacia el Sol que los atrae, forma un cometa de dicho sistema.

Por último: la materia cósmica, formada á inmensas distancias de los centros atractivos, donde las acciones de dichos centros casi se equilibran, y por consecuencia donde los movimientos producidos por las atracciones exteriores son excesivamente lentos; obedeciendo casi exclusivamente á sus débiles atracciones mutuas, siendo esta la causa preponderante de sus movimientos, tiende á reunirse hacia un punto de su interior para formar un núcleo, cuyo tamaño y densidad aumenta con el tiempo. Estas inmensas nubes cósmicas constituyen las nebulosas que pueblan el cielo, particularmente en ciertas regiones, y una de estas nebulosas, es precisamente el origen de nuestro sistema solar.

ROTACIÓN DE LAS NEBULOSAS.—TEORÍA NEBULAR.

Si la condensación de una nebulosa se hiciese en el reposo absoluto por las solas leyes de la atracción de sus partes,

el núcleo resultante no tendría ningún movimiento de rotación; pero como desde el momento en que ha empezado á formarse un núcleo en su interior, la densidad de la materia de la nebulosa disminuye de dicho centro hacia el exterior, y como por otra parte las acciones de los centros atractivos que rodean á dicha nebulosa, aun cuando sea á grandes distancias, no pueden estar repartidos sino en un caso extremadamente raro de modo que sus acciones den una resultante igual á cero, toda la materia de la nebulosa tiene necesariamente que tomar un movimiento en la dirección de dicha resultante; si este movimiento hubiera de efectuarse en el vacío, todas las partes de la nebulosa adquirirían por esta causa velocidades iguales y sensiblemente paralelas, dada la gran distancia de los centros de atracción; pero como dicho movimiento debe efectuarse en el éter, el núcleo de la nebulosa, siendo más denso encontrará relativamente menor resistencia que las demás partes de la nebulosa, de modo que con el tiempo adquirirá velocidades mayores en el sentido de la resultante que la de las demás partes en que la atracción del núcleo no se suma por completo á las atracciones exteriores; si el camino que recorre el núcleo fuese exactamente un eje de simetría de la forma primitiva de la nebulosa, la condensación de ésta se haría también sin rotación final, apesar del movimiento general y de la resistencia del éter; però como esto es casi imposible, dada la irregularidad característica de la forma de las nebulosas, es evidente que en la condensación ulterior de la nebulosa, producida por la atracción de su núcleo, las partes exteriores caerán sobre él excéntrica é irregularmente; excéntricamente por el retraso de sus movimientos, é irregularmente, porque la fuerza viva adquirida por la materia, al caer hacia el núcleo, no puede ser igual en todas las direcciones alrededor de la línea que constituye la trayectoria del núcleo; dichas fuerzas vivas, siendo mayores de un lado que de otro por la irregularidad de las formas primitivas, sus efectos no pueden equilibrarse, y como por otra parte los choques son todos excéntricos, dada la velocidad mayor del núcleo, éste tendrá necesariamente que

adquirir una rotación que se igualará después por los frotamientos interiores, puesto que toda la materia tiene que reunirse con el tiempo al núcleo nebuloso, en razón á que la acción de éste sobre la parte exterior de la nebulosa es mayor que la que producen las atracciones exteriores.

De este modo han adquirido sus rotaciones todas las nebulosas condensadas, mostrándonos el Cielo muchos ejemplos de los diferentes períodos por que han pasado las nebulosas al adquirir sus rotaciones, en las nebulosas cometarias y espirales.

Una vez adquirida por una nebulosa, rotación, su condensación ulterior formará los planetas y satélites por el proceso tan admirablemente descrito por Laplace, del que desaparecen todos los puntos oscuros con la aplicación de nuestra nueva hipótesis, como veremos en lo sucesivo, y su núcleo se recalentará con el tiempo por la misma condensación y por la energía etérea que absorbe constantemente, convirtiéndose en un Sol.



CAPÍTULO II.

TORBELLINO ETÉREO DEL SISTEMA SOLAR Y TORBELLINOS SECUNDARIOS.

Newton ha demostrado perfectamente que los movimientos de los planetas y de los satélites, no pueden ser efecto de la impulsión que sobre ellos pudieran ejercer los torbellinos etéreos admitidos por Descartes; pero ni Newton se ha ocupado de la proposición inversa, ni sus razonamientos pueden aplicarse contra la idea de que la rotación primitiva de la nebulosa solar, debió producir un torbellino ó giración en su éter intermolecular, y que este torbellino pueda haberse perpetuado por el movimiento de los planetas y por el movimiento de rotación del mismo Sol.

Esta idea del torbellino etéreo alrededor del Sol, fué ya admitida por Fresnel y aun parece comprobarse por las experiencias de Fizeau; sin embargo, como para mantener el movimiento espiral del éter en dicho torbellino, los planetas tienen que perder fuerza viva de traslación, así como los satélites para mantener los torbellinos parciales alrededor de sus planetas respectivos, y éstos perderían también fuerzas vivas de rotación, la constancia de las distancias medias de los cuerpos del sistema ó de los tiempos de sus revoluciones, que resultan de los estudios de Laplace, no se concilia tampoco según las ideas admitidas actualmente en astronomía, con la existencia de un torbellino etéreo, siendo esta la razón porque los astrónomos no han admitido las ideas de Fresnel sobre este particular.

Todas estas dificultades desaparecen con nuestra nueva hipótesis sobre los dos estados de la materia única. En efecto, hemos visto que la atracción no puede ser proporcional á las masas ni tampoco constante, sino que depende de la naturaleza y estado de los cuerpos. Hemos visto también que en el cambio constante de la energía entre el éter y la materia ponderable, ésta gana fuerza viva, y que de esto debe resultar que las velocidades adquiridas por las moléculas ponderables, lleguen á ser superiores á aquéllas en que el éter pueda mantener á estas moléculas sin llegar al contacto; cuando dichas velocidades sean mayores, las moléculas se chocaran y se destruirán mutuamente, adquiriendo alguno de sus átomos constituyentes velocidades propias é independientes, es decir, convirtiéndose en éter una parte de la materia ponderable; de este modo el Sol, no solamente pierde la materia por su disociación que en forma de explosiones sale constantemente de él, puesto que esta transformación se hace debajo de una capa gaseosa superficial más fría, disminuyendo su volumen, sino que la materia que queda en el Sol, es la más refractaria ó resistente por sus formas moleculares á la disociación; de modo que como el volumen del Sol disminuye y la fuerza viva molecular de su masa exterior ó poco profunda, aumenta constantemente, estas dos causas, tienen necesariamente que disminuir la cantidad de fuerza viva que en la unidad de tiempo puede el Sol tomar del éter, es decir, que su acción atractiva disminuirá lenta y constantemente con el tiempo.

Si la disminución de la atracción solar no tuviese una compensación inversa, los planetas se alejarían indefinidamente del Sol; pero como la resistencia del éter, debida á la mayor velocidad que poseen los planetas sobre la de la región del torbellino solar que ocupan, produce el efecto de aproximarlos al Sol, es evidente, que no solamente los planetas pueden perder una cierta cantidad de fuerza viva en mantener el torbellino solar, sino que esta pérdida es necesaria para que al cabo del tiempo se haya establecido el régimen estable de las revoluciones y distancias de los planetas al Sol que hoy día observamos. Además la rotación del Sol no puede

menos de comunicar á los átomos del éter que lo penetran, su misma velocidad de rotación, cuya velocidad, al cambiarse con el éter exterior, contribuirá á mantener el torbellino; otra causa más importante que aumenta este efecto, es que del Sol sale constantemente éter producto de la disociación de su materia, y como este éter sale también animado de la misma rotación que aquél, su fuerza viva tangencial debe contribuir también á mantener el torbellino solar con la circunstancia que esta causa de la conservación del torbellino solar, no disminuye la velocidad de rotación del Sol, puesto que el éter al salir de dicho Sol con su fuerza viva de rotación, disminuye la masa del mismo, de modo que la fuerza viva giratoria de la unidad de masa del Sol no se altera sensiblemente por esta causa.

Es necesario también observar que el torbellino solar no puede afectar la forma de un simple disco, cuyo plano central sea el plano medio de las órbitas de los planetas, porque la traslación del sistema solar en el espacio en una dirección casi perpendicular al plano de los movimientos, hace que la velocidad centrifuga de los átomos del éter se desvíe en sentido inverso del movimiento del Sol, al penetrar en un éter desprovisto de movimientos generales.

Como este efecto será tanto más sensible cuanto mayor sea la distancia al Sol, es evidente que la forma del torbellino solar será la de un paraboloides ó hiperboloides más ó menos regular.

Estas ideas sobre la existencia de un torbellino etéreo en el sistema solar, acaban de tener una notable confirmación en las observaciones de M. A. de La Baume Pluvinel, del eclipse de Sol del 22 de Diciembre de 1889, hechas en la Isla Real á 50 kilómetros al Norte de Cayena:

«La corona—dice dicho observador—ha presentado el mismo aspecto general que en el eclipse de 1.º de Enero de 1889.

»La corona era poco extensa y poco luminosa, sobresaliendo del disco de la Luna 18' próximamente según el ecuador solar, y 6' solamente en los polos. La poca extensión de la

corona en 1889, y su parecido con las coronas de 1867 y de 1878, vienen á confirmar la hipótesis de una relación íntima entre la intensidad de los fenómenos extrasolares y la frecuencia de las manchas del Sol.

»El aspecto de los rayos luminosos de la corona, y particularmente la forma curvilínea de dichos rayos, en la vecindad de los polos, parece probar la existencia de corrientes de materia sometidas á dos fuerzas: una fuerza de proyección normal á la esfera solar y una fuerza centrífuga desarrollada por la rotación del Sol alrededor de su eje.»

Todos estos resultados de la observación son completamente incomprensibles cuando se tratan de explicar por la existencia de fuerzas, cuyo origen queda en la más completa oscuridad; por el contrario, estos fenómenos son la consecuencia inmediata del torbellino solar y constituyen la prueba más completa que la observación puede dar de la existencia de dicho torbellino, puesto que en las proximidades del Sol, el plano medio de los movimientos del éter, debe coincidir sensiblemente con el del ecuador solar y el éter que alimenta el torbellino que es aspirado por las regiones polares del Sol, teniendo un movimiento centripeto, inverso al de las regiones ecuatoriales, tiende constantemente á acortar y á encorvar hacia el ecuador las proyecciones de materia que producen los rayos de la corona.

En cuanto á los torbellinos secundarios que deben existir alrededor de cada planeta y viajar con él en el gran torbellino solar, pueden también perpetuarse y tomar la fuerza viva necesaria para su continuación de la fuerza viva de rotación del planeta y de la de traslación de los satélites. Sabemos en efecto, que la materia ponderable es excesivamente permeable á los movimientos del éter; por consecuencia, una esfera sólida, animada de un gran movimiento de rotación que por sus poros es penetrada en todos sentidos por el movimiento etéreo, no puede menos de producir en éste como un molinete produce en el aire un torbellino de éter á su alrededor. Dicho torbellino, al prolongarse hasta los satélites, hará que

éstos experimenten una menor resistencia en sus movimientos alrededor del planeta, pero aunque menor, esta resistencia contribuirá también á mantener el torbellino secundario.

Como al comunicar la Tierra su movimiento de rotación al éter, debe resultar por reacción, un movimiento contrario en su éter intermolecular, cuyo máximum estará hacia el Ecuador; este movimiento deberá engendrar naturalmente corrientes eléctricas dirigidas sensiblemente según el Ecuador y los paralelos, y en el sentido del Este al Oeste, que es precisamente la hipótesis que ha servido á Ampère para explicar todos los fenómenos magnéticos de la Tierra.

Respecto á las pérdidas de fuerza viva de traslación de los satélites, su efecto se compensará con la disminución de la atracción del planeta, debida al aumento de su calor interior; y en cuanto á la pérdida de fuerza viva de la rotación del planeta, que tendería necesariamente á aumentar el tiempo de esta rotación, es compensada por la aceleración de dicha rotación que produce la condensación del planeta, debida tanto á la acción constante de las presiones interiores, como á la fusión y combinaciones químicas que el aumento de la temperatura de la masa interior, debe producir sobre la aglomeración de materia cósmica ó nebular fría de que el planeta está formado.

Esta disminución de volumen de la masa interior de los planetas, está perfectamente comprobada en la Tierra, por la forma de su superficie, que demuestra perfectamente que ésta es debida á las arrugas producidas en la misma por la contracción de su masa interior.

Ya veremos la importancia de estas observaciones para la explicación de muchos fenómenos del sistema solar.

CAPÍTULO III.

COMETAS.

Hemos visto que los cometas son el resultado de la condensación de los copos de materia cósmica que se han formado en las partes más distantes del Sol, pero dentro de su esfera de acción. Como la distribución de estos corpúsculos cósmicos, no puede ser exactamente la misma á las mismas distancias del Sol, y como dada la gran distancia supuesta de éste, su atracción sobre ellos debe ser pequeña y lo mismo las velocidades que los mismos corpúsculos tendrán al principio hacia el Sol, dada también la resistencia del éter, resulta que estas condiciones de excesiva lentitud de la marcha de los copos hacia el Sol, dará tiempo á que sus atracciones mutuas produzcan el efecto natural de condensarlos en varios núcleos, resultando de cada uno de estos núcleos de condensación, un cometa.

Como la marcha de todos los corpúsculos hacia el Sol es sensiblemente igual y paralela, dada la pequeñez de sus atracciones mutuas comparada con la del Sol, su condensación ulterior no puede dar lugar á ninguna rotación total, y aunque el cometa en su marcha se agranda constantemente, tanto por los corpúsculos que atrae lateralmente, como por los que encuentra en su camino, cuya velocidad es menor que la de dicho núcleo, como esta aglomeración se hace sensiblemente de una manera simétrica con relación á su trayectoria, resulta que su conjunto no puede tampoco adquirir

por esta causa ninguna rotación, dada su velocidad hacia el Sol, que es precisamente lo que nos demuestra la experiencia respecto á todos estos cuerpos.

Por otra parte, como desde el momento en que se ha formado un núcleo, éste empezará á caminar hacia el Sol adquiriendo velocidades relativamente grandes, dada la resistencia del éter, los corpúsculos comprendidos en la primitiva esfera de acción del núcleo, pero más distantes, apesar de ser atraídos por el Sol y por el núcleo cometario, no podrán alcanzar al núcleo, pero seguirán, sin embargo, aun cuando retrasados, la misma trayectoria, constituyendo una larguísima procesión corpuscular que debe seguir á todo núcleo cometario, y que se hace perceptible para nosotros bajo la forma de lluvias de estrellas fugaces cuando la Tierra atraviesa la trayectoria de los cometas: por eso las trayectorias de muchas procesiones corpusculares del sistema solar, coinciden con la de ciertos cometas, de modo que los rastros de corpúsculos que siguen á los cometas, no son como lo cree M. Schiaparelli debidos á la disgregación del cometa, cosa contraria á las leyes de la atracción, sino consecuencia de que el cometa ha emprendido su marcha hacia el Sol antes de la completa concentración de los corpúsculos que ocupaban todo el espacio en que ha tomado origen el cometa y á que alcanzaba su radio de acción.

Esta condensación incompleta ó no concluida de los cometas, la evidencia el hecho de que el gran cometa II de 1882 presentaba cinco núcleos distintos.

MASA DE LOS COMETAS.

Hemos visto en la primera parte de este trabajo, los problemas insolubles que se presentan, cuando se supone que la masa de los cometas es muy pequeña é insignificante, como se ha creído hasta ahora por los astrónomos; pero si se admite nuestra nueva hipótesis, todas estas dificultades desaparecen, puesto que hemos visto que el primer estado de la mate-

ria ponderable es el estado nebuloso ó cometario, y que este estado no es el estado gaseoso en que las moléculas están animadas de velocidades propias, chocándose constantemente: en el estado nebuloso las moléculas de la materia ponderable están aisladas, separadas y en reposo relativo; en este estado, el movimiento cinético del éter puede penetrar en grandes espacios ocupados de este modo sin que la fuerza viva de sus átomos disminuya sensiblemente por las reflexiones sobre las facetas de las primeras moléculas ponderables, y por consecuencia, sin que éstas adquieran sensiblemente fuerza viva; de modo que si la atracción es la consecuencia de la absorción de la fuerza viva cinética del éter por la materia ponderable, es evidente que grandísimas masas de materia en estado nebuloso ó cometario, pueden producir muy poca atracción. Así se explica que los cometas no produzcan perturbaciones sensibles sobre los planetas y sus satélites, apesar de poseer grandes masas. Esta poca atracción de la materia cometaria, la demuestra también el hecho de que hemos ya hablado, de que el gran cometa II de 1882 presentaba cinco núcleos; puesto que esta circunstancia de que varios núcleos tan próximos y caminando con igual velocidad, no estuviesen reunidos en uno solo, no puede explicarse más que admitiendo que su atracción es casi nula, lo que por otra parte admite también M. Tisserand, en su trabajo sobre dicho cometa, presentado en la Academia de ciencias de París en 3 de Febrero de 1890.

La observación de que los cometas pueden tener grandes masas, sin atracción sensible, es de gran importancia, como veremos, para apreciar debidamente el gran papel que los cometas han desempeñado en la formación del sistema solar, como lo creía Laplace.

TRAYECTORÍA DE LOS COMETAS.

Si el Sol no tuviese movimiento en el espacio, la trayectoria de los cometas, sería simplemente la línea que une el

centro de gravedad de su núcleo con el centro del Sol, puesto que dicho núcleo carece de velocidad propia anterior, de modo que todos los cometas caerían directamente en el Sol; pero como el Sol tiene movimiento propio, para obtener la curva que describirá un cometa con relación á un Sol en movimiento, es decir, para obtener la trayectoria relativa, es necesario suponer que el cometa está animado de una velocidad igual y contraria á la del sistema solar, para poder prescindir del movimiento del Sol.

Ahora bien; se sabe que la naturaleza de la curva que describe un móvil atraído por el Sol, depende exclusivamente de la magnitud de su velocidad inicial y no de la dirección de dicha velocidad, y que un móvil colocado á la distancia r del Sol, y animado de una velocidad V , describirá una elipse, una parábola ó una hipérbola, según se tenga

$$V^2 < \frac{2\mu}{r} \quad V^2 = \frac{2\mu}{r} \quad \text{ó} \quad V^2 > \frac{2\mu}{r}$$

μ , representando la fuerza de atracción central; aun cuando según hemos visto, μ no es constante, como se supone actualmente en astronomía, como sus variaciones son muy lentas, podemos en el caso actual admitir esta constancia: en cuanto á la velocidad V , puesto que para todos los cometas es la misma velocidad del sistema solar, y ésta entre límites muy extensos, no hay inconveniente en suponerla también constante, resulta que un móvil que parte de una distancia

$r = \frac{2\mu}{V^2}$ del Sol describirá una parábola, que todo móvil que

venga de una distancia mayor describirá una hipérbola, y que describirán elipses los que partan de una distancia menor, es decir, que la curva que describe un cometa, depende exclusivamente de la distancia del punto de que parte al principiar su movimiento.

Para darnos una idea más aproximada de las circunstancias de que depende la naturaleza de la trayectoria de los cometas, es conveniente calcular la distancia parabólica

$r = \frac{2\mu}{V^2}$ que separa los cometas que deben describir elipses, de los que describen hipérbolas.

Desgraciadamente esta determinación no puede hacerse con suficiente aproximación, pues si el valor de μ se conoce con bastante exactitud, no sucede lo mismo con el valor de la velocidad absoluta del sistema solar, que está aún incierta entre grandes límites, como lo prueban las diferentes evaluaciones que han hecho de la misma, astrónomos, todos de gran competencia, que copiamos á continuación, tomada del último trabajo de M. L. Etruve, hecho en 1887.

Velocidad anual aparente desde las estrellas de primera magnitud:

M. Ubaghs	0",112	M. Gylden	0",455
M. W. Herschel	0",150	M. Rancken	0",760
M. Brünnow	0",193	M. Maxwell Hall . . .	0",773
M. O. Struve	0",333	M. Airy	1",881
M. L. Struve, 1887 . .	0",337	M. Bischof	3",826
M. Dunkin	0",403		

Como vemos, la indeterminación de esta velocidad es tal, que unos astrónomos han admitido velocidades más de treinta veces mayores que otros.

Sin embargo, tomando el número hallado anteriormente por O. Struve, que es próximamente una velocidad media, y que se aproxima mucho á la hallada últimamente por L. Struve, resulta para la velocidad, tomando el día por unidad de tiempo, la distancia de la Tierra al Sol por unidad de longitud, y suponiendo con O. Struve que la distancia media de las estrellas de primera magnitud es un millón de veces mayor que esta distancia

$$V = \frac{0,339 \times 10^6}{206,265 \times 365,256}$$

y por consiguiente, efectuando los cálculos $r = \frac{2\mu}{V^2} = 29,23$.

Vemos, pues, que adoptando esta velocidad para el sistema solar, resulta para la distancia parabólica, un número muy

próximo á la magnitud de nuestro sistema, puesto que Neptuno, que es el último planeta, dista del Sol, 30.055. Sin embargo, se sabe que entre los cometas reconocidos por elípticos y periódicos, está el de Halley, que según los cálculos de M. Pontécoulant, debe tener su afelio á una distancia del Sol de 35,2238, todos los demás cometas de esta especie tienen sus afelios á una distancia notablemente inferior al número 29,23 que hemos encontrado.

La excepción que se nota en el cometa de Halley, cuyo afelio excede de la distancia hallada, no tiene importancia, vista la indeterminación de la velocidad de nuestro sistema, que entra en la fórmula por su cuadrado, y que bastaría disminuir un 25 % para que la distancia límite hallada se duplicase; de modo que podemos decir con seguridad, que todos los cometas cuyos afelios se alejan mucho de los límites de nuestro sistema, deben describir hipérbolas, y que aquellos cuyas distancias afelias no excedan mucho de los límites de nuestro sistema, deben describir elipses.

Puede objetarse contra esta conclusión, que de las observaciones y cálculos hechos por varios astrónomos, resulta para muchos cometas órbitas elípticas muy prolongadas; pero si se tiene en cuenta la incertidumbre de estos cálculos, dada la gran semejanza que existe entre las elipses muy prolongadas y las parábolas é hipérbolas, en la parte de las trayectorias próximas al Sol, que es la que puede observarse, y además que dichos cálculos están basados en la hipótesis de que no existe el Medio Universal, ni Torbellino Solar, que ambas causas tienden á disminuir las excentricidades, es decir, á asemejar las parábolas y las hipérbolas á las elipses prolongadas, nada tiene de particular que partiendo de hipótesis falsas, los hombres más competentes lleguen á resultados inexactos.

Vemos, pues, que la distancia límite entre los cometas elípticos é hiperbólicos, no puede estar mucho más allá de los confines de nuestro sistema; pero como la esfera de atracción del Sol alcanza á la mitad de la distancia que nos separa de las estrellas de primer orden, que se evalúa gene-

ralmente en un millón de veces la unidad astronómica, ó sea la distancia del Sol á la Tierra, resulta que muchos cometas pueden y deben describir hipérbolas, como se ha reconocido por la observación para muchos de ellos, sin que por esto tengan un origen extraño á nuestro sistema solar, es decir, que procedan de otro sistema, ni que tampoco puedan nunca abandonar el nuestro.

Para comprobar esta última aserción, debemos ocuparnos de un error que se comete en algunos tratados de astronomía, cuando se dice, que las perturbaciones que la atracción de los planetas producen en el movimiento de los cometas, pueden variar la naturaleza de sus órbitas, mucho más, cuando esta idea ha sido aceptada por M. Tisserand en su reciente trabajo sobre la captura de los cometas periódicos, por Júpiter. En efecto; se sabe, como hemos dicho, que la naturaleza de la órbita depende del valor de la velocidad inicial del cometa, ó lo que es lo mismo, de su fuerza viva propia, independientemente de la que le comunique la atracción solar; pero cualquiera alteración que la atracción de un planeta pueda producir en la dirección de la parte de la trayectoria en que pueda obrar sensiblemente el planeta, dicha alteración no puede aumentar de ningún modo la fuerza viva del cometa después de abandonada la esfera de atracción del planeta, porque la fuerza viva que le ha comunicado durante que el cometa se aproximaba al planeta, se la quita íntegramente al alejarse, de modo que las trayectorias de los cometas no pueden variar de naturaleza cualesquiera que sean las perturbaciones que dichas trayectorias experimenten por la acción de los planetas.

Esta conclusión es mucho más evidente si se considera el caso inverso, admitido por Tisserand, de que en un instante dado la perturbación de un planeta pueda arrojar fuera del sistema solar á un cometa ya periódico, porque en efecto, ¿cómo puede el planeta comunicar al cometa, la fuerza viva necesaria para vencer su atracción y la solar, hasta el límite del radio de acción de este último, puesto que él no tenía ya más fuerza viva que la necesaria para alcanzar su distancia

afelia, que en los cometas periódicos es tan pequeña con relación al radio de acción del Sol?

En definitiva, como la mayor parte de los cometas de nuestro sistema deben haberse formado entre los límites de la acción atractiva del Sol y de la distancia parabólica, dada la inmensidad de este espacio, resulta que los cometas, dado su gran volumen, y por consecuencia la gran resistencia que en su movimiento á través del éter deben experimentar, como lo prueban las colas que desarrollan cuando adquieren grandes velocidades en las proximidades del Sol; deben disminuir constantemente en sus revoluciones sucesivas sus distancias afelias; de modo, que un cometa que primeramente ha recorrido varias hipérbolas, recorrerá una parábola

cuando esta distancia llegue á ser igual á $r = \frac{2a}{V^2}$ y á partir

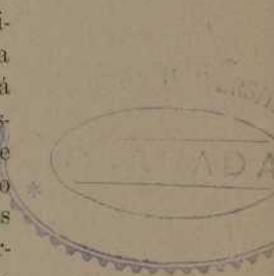
de esta revolución en sus vueltas sucesivas hacia el Sol, describirá elipses, cuyos grandes ejes y excentricidades disminuirán constantemente hasta que haya adquirido el movimiento de régimen permanente que le impone el equilibrio de las acciones y resistencias del sistema solar.

La hipótesis de la formación continua de nuevos cometas periódicos en el seno del sistema solar, se impone por los hechos observados, según M. M. L. Schulhof lo hace observar en su nota sobre algunos cometas á corto período, publicada en el «Boletín Astronómico» de M. Tisserand, en el número de Noviembre de 1889, si no se admite la captura de los cometas periódicos por los grandes planetas, idea que, como hemos visto, no es aceptable.

Estas ideas sobre las trayectorias de los cometas, se comprueban, y explican al mismo tiempo los resultados obtenidos en un trabajo publicado por M. Houzeau en 1873 en que deduce el movimiento de traslación del sistema solar, de la componente común á todas las trayectorias de los cometas que penetran en este sistema. En efecto; si los cometas describen sus órbitas alrededor del Sol, por el movimiento de éste, dicho movimiento debe ser una componente común á todas las órbitas.

Por otra parte, puesto que las trayectorias de todos los cometas no dependen más que de la posición del lugar de su primitiva formación y de la dirección del movimiento del sistema solar, resulta que los planos de dichas trayectorias primitivas deben contener y encontrarse, en la línea que recorre el Sol; y como esta línea no dista mucho, como se sabe, del polo de la elíptica, resulta que todas las órbitas de los cometas deben tener en su principio su plano inclinado sobre la elíptica, una cantidad igual ó mayor que ésta; pero como después en sus diferentes revoluciones alrededor del Sol, el torbellino solar tiende constantemente á disminuir esta inclinación, debe resultar, como lo demuestra la experiencia, que los cometas parabólicos ó hiperbólicos á largos ciclos, tengan sus órbitas en planos inclinados á más de 45° sobre la elíptica, y que los cometas elípticos, á cortos periodos, tengan los planos de sus órbitas por lo general en planos inclinados sobre la elíptica, menos de 45° .

Estas ideas explican también los resultados hallados últimamente por M. Holetschek, en que reconoce la tendencia que tienen los grandes ejes de las órbitas de los cometas, á dirigirse, según la trayectoria de traslación del Sol en el espacio, por más que para el mismo autor de este trabajo, este resultado no tiene importancia seria, seguramente porque no puede explicar la razón de dicha tendencia: con las ideas expuestas anteriormente, esto no solamente se explica perfectamente, sino que es una nueva comprobación de las mismas. En efecto; como la resistencia del éter tiene mucha influencia sobre la alteración de posición de la trayectoria de los cometas, y dichas trayectorias la describen los cometas generalmente; de modo que sólo una pequeña parte de ella se hace de un lado de la trayectoria solar, y todo lo demás del otro; es claro que esta diferencia en el tiempo que la resistencia del éter actúa para acercar los grandes ejes de las órbitas, á la trayectoria del sistema en un sentido, y en el opuesto, debe dar por resultado final la aproximación definitiva de estas dos direcciones.



FORMA Y DIRECCIÓN DE LAS COLAS DE LOS COMETAS.

Hemos dicho en la primera parte que para admitir la idea de Olbers, de que la cola de los cometas son el resultado de la resistencia que le opone el éter á su movimiento, no hay más dificultad que es, que los astrónomos no admiten un medio resistente; pero como nuestra hipótesis parte precisamente de la existencia de este medio, es claro que con ella esta dificultad desaparece por completo. Queda, sin embargo, que explicar el fenómeno que dichas colas se dirigen al lado opuesto del Sol, cuando pasan por las proximidades de éste, pero esto se comprende perfectamente, si se admite la existencia del torbellino etéreo solar, que debe existir en nuestro sistema, como hemos demostrado.

En efecto, dicho torbellino, tiene necesariamente que ser una rotación etérea en espiral; este movimiento puede descomponerse en dos; uno tangencial y otro centrifugo; el primero se opondrá más ó menos á la marcha del cometa ó acelerará esta marcha, según su dirección y su velocidad, y el segundo, tendiendo á alejar al cometa del Sol, constantemente, se hará naturalmente sentir mucho más sobre las colas, que sobre los núcleos, dada la menor densidad de aquéllas, de modo que el resultado de esta acción, será el que dichas colas se dirijan al lado opuesto del Sol haciendo el efecto de la fuerza repulsiva de Faye; que es precisamente lo que demuestra la observación.

ACELERACIÓN DEL COMETA DE ENCKE Y FALTA DE ACELERACIÓN DE LOS COMETAS DE FAYE Y DE WINNECKE.

Hemos visto que el único caso observado por los astrónomos, de la aceleración del movimiento de los cometas, se refiere al cometa de Encke, y que también se ha observado, que esta aceleración, disminuye, contrariamente á lo que debía suceder en el caso de un medio resistente; pero esta

dificultad desaparece en la hipótesis admitida por nosotros, del torbellino solar.

En efecto; se sabe que el cometa de Encke es el que recorre la mayor parte de su órbita más cerca del Sol; pero la velocidad giratoria del torbellino solar es naturalmente mayor, á medida que las distancias al Sol disminuyen; de modo que si el cometa de Encke en sus primeras revoluciones tenía un movimiento medio de circulación, inferior al movimiento medio circulatorio de las regiones del torbellino solar que recorría, sus revoluciones deberían necesariamente acelerarse; pero esta aceleración deberá disminuir constantemente hasta que el cometa haya adquirido un movimiento de régimen permanente, en que la resistencia que le oponga á su movimiento el éter del torbellino etéreo, se compense exactamente con la disminución de la atracción solar.

Esta explicación de la razón de la variación de los elementos del cometa de Encke, está plenamente comprobada por los estudios recientes de M. O. T. Shermann, sobre los elementos de dicho cometa. En efecto; el autor ha encontrado que la componente de la fuerza perturbatriz, dirigida según el Sol, calculada á posteriori, sufre perturbaciones, y que la causa de dichas perturbaciones reside en las manchas solares.

En nuestra hipótesis, esta variación de la componente centrífuga del torbellino solar, es la consecuencia de las grandes erupciones de éter, que forman las manchas, puesto que éstas deben necesariamente acelerar y alterar los movimientos del torbellino solar, quedando así explicada la acción particular del Sol, sobre el cometa, que M. Haerdtl admite también sin explicarla.

La circunstancia de que los cometas de Faye y de Winnecke no tengan en sus movimientos ninguna aceleración, resulta naturalmente de que se acercan mucho menos al Sol, que el de Encke, y de que se mueven en regiones del torbellino solar, más apartadas del Sol, puesto que las distancias medias al Sol de estos tres cometas y sus distancias perihelias, son las siguientes:

<u>Cometas.</u>	<u>Distancia media.</u>	<u>Distancia perihelia.</u>
Encke.	2,21	0,333
Winnecke	3,14	0,830
Faye	3,81	1,738

De modo que en estas condiciones han adquirido ya el régimen permanente que hemos indicado como estado final del cometa de Encke.

Vemos, pues, que de este resultado de la observación, no puede ni debe deducirse el vacío absoluto del espacio, puesto que queda completamente explicado con la existencia del torbellino solar, cuya existencia hemos demostrado por otras consideraciones.



CAPÍTULO IV.

DISTRIBUCIÓN DE LOS PLANETAS.—ZONA DE LOS ASTEROIDES.

Hemos visto que la sola condensación, debida á la atracción de una nebulosa en rotación, no explica las muchas irregularidades y anomalías que nos presenta nuestro sistema solar; pero ahora que ya sabemos, gracias á la aplicación de nuestra nueva hipótesis, al estudio de los cometas, que éstos pueden tener grandes masas sin atracciones sensibles, y que su formación y caída hacia el Sol es continua, se comprende ya inmediatamente la gran importancia que es necesario atribuir á la idea de Laplace sobre la intervención de los cometas, en la formación de nuestro sistema.

Que la estabilidad, y por consecuencia la duración de un anillo nebuloso es muy grande, lo acredita el hecho de la existencia actual de los anillos de Saturno; de modo, que puede desde luego asegurarse que la condensación de la nebulosa solar se ha hecho según las leyes admitidas por Laplace; es decir, abandonando al exterior sucesivamente anillos delgados de gran estabilidad, y por consecuencia, que han debido durar mucho tiempo, hasta que una causa exterior, suficientemente enérgica, ha roto uno ó varios de estos anillos al mismo tiempo, para formar con la materia de éstos las nebulosas secundarias que dieron lugar á los planetas y satélites.

Ahora bien; sabemos ya que en la trayectoria de los cometas, entra siempre como principal elemento el movimiento del sistema solar, que puede admitirse entre grandes límites, que es uniforme, lo que hace que las distancias perihelias de

los cometas estén comprendidas entre límites poco distantes, y que los puntos en que los cometas atraviesan el plano medio de rotación de nuestro sistema, estén también comprendidos por lo general, en una zona que se extiende de Marte á Júpiter; es decir, en la región de los asteroides.

Como estas mismas circunstancias han existido sensiblemente, durante la formación de los planetas, es evidente que la mayor parte de los cometas que han caído sobre la nebulosa solar, aun después de la formación de los anillos exteriores á la zona de los asteroides, se han confundido con dicho núcleo, sin romper los anillos, y que únicamente en el caso raro y remoto de que un gran cometa llegase á la nebulosa solar, casi en el mismo plano de los anillos, es cuando podría tocarles, rompiendo muchos al mismo tiempo, dando lugar por consecuencia á la formación de grandes planetas.

Durante el período en que la nebulosa solar abandonaba los anillos en la región de los asteroides, como dicha región era constantemente atravesada en todas direcciones por los cometas, cada anillo delgado que dejaba la nebulosa, era roto mucho antes que se formasen otros nuevos, y como cada uno de estos anillos tenía poca cantidad de materia, es claro que de este modo no pudieron formarse más que planetas muy pequeños.

Cuando ya los anillos que dejaba la nebulosa, estaban al interior de la región de los asteroides, las mismas circunstancias de rarezas de cometas que atravesasen dichos anillos, haciendo más larga su duración, permitió que varios fuesen rotos simultáneamente, y por consecuencia la formación de grandes planetas interiores.

Sin embargo, los asteroides formados por los anillos nebulosos de nuestro sistema, no debían ser tan pequeños, ni alcanzar el gran número que se ha observado ya. Respecto á esta dificultad debemos observar que los cometas periódicos tienen todas órbitas, que cuando con el tiempo por la resistencia del éter disminuyan sus excentricidades, quedarán comprendidas en la región de los asteroides; pero si un cometa es una porción de materia nebulosa, esencialmente idénti-

ca á la materia de la nebulosa que formó el sistema solar, y si ésta ha dado lugar por su condensación final, á planetas, ¿por qué la materia de un cometa, una vez asegurada su existencia independiente, para un gran periodo, por haber adoptado una trayectoria elíptica, y haberse ya adaptado á las condiciones del régimen del sistema, no se ha de condensar también lentamente y producir en definitiva un cuerpo sólido? Es decir, ¿por qué muchos de los asteroides no han de ser antiguos cometas elípticos condensados, que con el tiempo han perdido la mayor parte de sus excentricidades, y de sus inclinaciones, por la influencia del medio en que se mueven?

Esta idea está por lo demás comprobada, por la analogía de las trayectorias de los asteroides y de los cometas periódicos; por la aparición constante de nuevos cometas periódicos, y por el número relativamente pequeño de cometas periódicos del sistema solar, con relación de los asteroides.

INCLINACIÓN Y EXCENTRICIDADES DE LAS ÓRBITAS DE LOS
PLANETAS Y SATÉLITES,
É INCLINACIÓN DE LOS ECUADORES DE LOS PLANETAS.

En cuanto á la inclinación del plano de las órbitas de los planetas y sus excentricidades, resulta inmediatamente de las condiciones de su formación, puesto que la cantidad de movimiento de la materia del cometa que se unió á la del anillo nebuloso, al formar el planeta, debió componerse en magnitud y en dirección con la cantidad de movimiento de rotación del anillo, y la dirección de la velocidad resultante para la totalidad, no pudiendo coincidir con la tangente al anillo, debió producir las inclinaciones de las órbitas y sus excentricidades. Por la misma razón de la excentricidad del choque, el plano de la rotación resultante para la nebulosa planetaria, no podía coincidir con el plano de su órbita, de donde procede la inclinación de las órbitas de los satélites y la de los ecuadores de los planetas.

Sin embargo, las inclinaciones de las órbitas de los satélites, producidas por la escentricidad del choque de los cometas, al romper los anillos nebulosos, no pudieron ser excesivas, por la circunstancia de que la masa de los cometas siempre es muy inferior á la de los grandes planetas, de modo que las grandes inclinaciones de los satélites de Urano y Neptuno no resultan así suficientemente explicadas. Pero si se recuerda que el torbellino solar no puede ser plano ni hacerse muy sensible para los dos últimos planetas de nuestro sistema, es evidente que estos dos últimos planetas se mueven con el sistema solar en una dirección sensiblemente perpendicular al plano de rotación del sistema, en un éter casi sin movimientos, de modo que dadas las excentricidades de las órbitas de los satélites, el régimen permanente del movimiento de éstos no podrá realizarse sino cuando el plano de sus órbitas coincida con la dirección de la resistencia del éter á sus movimientos, y hemos visto que dicha resistencia es casi perpendicular á los planos de las órbitas de estos planetas; así se explica completamente las grandes inclinaciones de las órbitas de los satélites de Urano y Neptuno, y por la influencia de dichos satélites sobre las protuberancias ecuatoriales de los planetas, las grandes inclinaciones de sus ecuadores.

MOVIMIENTOS DE LOS SATÉLITES É INVARIABILIDAD HISTÓRICA
DE LA DURACIÓN DEL AÑO Y DEL DÍA.—RETARDO DE LAS
REVOLUCIONES DE MERCURIO.—MEDIO UNIVERSAL.

Hemos visto que tanto los medios movimientos de los satélites de Júpiter, como las circulaciones del primer satélite de Marte y el anillo interior de Saturno, no pueden explicarse, según Laplace, sin la intervención de un medio resistente; pero como en otros muchos casos no aparece la influencia de dicho medio resistente, de ahí la contradicción que existe en la actual astronomía.

Pero si se aplica á esta dificultad nuestra nueva hipótesis, veremos como desaparece por completo. En efecto, hemos visto que para que un astro conserve inalterable la duración de su revolución, alrededor de otro, es necesario que haya equilibrio entre la aceleración que produce el medio resistente, y el efecto inverso que produce la disminución de la atracción del cuerpo central, debida al aumento de su calor interior; pero se ve desde luego que este equilibrio no puede existir al mismo tiempo para todos los grupos del sistema solar; de modo que si el estado de régimen ha sido alcanzado ya sensiblemente por los satélites de los planetas principales, el primer satélite de Marte, que siendo muy pequeño, experimenta una mayor resistencia relativa; y como Marte es el más pequeño de los planetas que tienen satélites, su enfriamiento en el espacio por radiación, debe retardar más que en los otros, su calentamiento interior, de modo que la disminución de su atracción es menos rápida que en los demás; en estas condiciones, la influencia de la resistencia del medio, sobre el satélite, debe haber sido preponderante, y por consecuencia, acelerarse con el tiempo su circulación.

Respecto á los anillos de Saturno, su aceleración se explica por su gran volumen, con relación á su masa, que hace también que la resistencia del medio sea preponderante.

En cuanto á los medios movimientos de los satélites de Júpiter, basta para explicarlos el admitir la resistencia del éter universal, cuya existencia queda plenamente demostrada en este trabajo.

Respecto á nuestra Luna, aun cuando su movimiento alrededor de la Tierra, esté muy próximo de un estado de régimen permanente, sin embargo, basta una pequeña preponderancia en la resistencia del medio para explicar su aceleración secular.

En cuanto á la invariabilidad histórica de la duración del año, como la Tierra efectúa su movimiento en la región del torbellino solar menos expuesta á alteraciones, es claro que el estado de régimen permanente debido al equilibrio, entre

la pequeña resistencia que experimenta, al moverse en dicho torbellino y la disminución de la atracción del Sol, debe haberlo alcanzado desde hace mucho tiempo.

Por último, los resultados del reciente estudio de M. O. F. Shermann sobre Mercurio, que demuestran que dicho planeta experimenta un retardo constante en su paso por el perihelio, lo que es opuesto á la existencia de un medio resistente; en nuestra hipótesis no solamente se explica, sino que al mismo tiempo es una nueva prueba de la existencia del torbellino solar. En efecto, como el movimiento de dicho torbellino es sostenido no solamente por el movimiento de los planetas, sino por las grandes masas de éter que salen del Sol, animadas de sus mismas velocidades de rotación, es claro que si los demás planetas se mueven, en un éter cuyas velocidades circulatorias son menores que las suyas, á Mercurio que efectúa sus revoluciones en la región más activa del torbellino solar, debe sucederle lo contrario; es decir, que debe moverse en un éter cuya velocidad circulatoria es mayor que la suya, lo que debe necesariamente producir un retardo en sus revoluciones, al mismo tiempo que aumentar su distancia al Sol, de donde procede el retardo encontrado en el movimiento de Mercurio por M. O. F. Shermann.

Respecto á la invariabilidad de la duración de la rotación de la Tierra, se explica también por la compensación de las causas encontradas que tienden á alterar dicha rotación; en efecto, que la Tierra se ha contraído, resulta evidentemente de la forma arrugada de su superficie, lo que se sabe que ha debido producir una aceleración de su rotación; por otra parte, la acción de las mareas y la resistencia del éter en que gira, deben producir el efecto contrario; es decir, retardar la rotación; basta, pues, con que estas acciones opuestas se compensen, para que resulte la invariabilidad histórica de la duración del día.

Hemos visto que las dificultades que presenta la astronomía para la admisión de un medio universal resistente, desaparecen con nuestra hipótesis: nos falta sólo ocuparnos de refutar los argumentos especiales de M. Hirn, de que hemos

hablado en la primera parte, á la existencia de todo medio material resistente.

Respecto á la elevación de temperaturas que debía producirse, según M. Hirn, por el movimiento de los planetas y de los satélites, en el medio resistente en que se mueven, el error de esta consecuencia depende de que para M. Hirn toda pérdida de fuerza viva en el movimiento de un astro debe convertirse en calor; fundando esta interpretación en el error de que adolece la teoría cinética actual de los gases, de que el calor es la fuerza viva de traslación de sus moléculas, y de otro error también, que es el suponer, que el calor en el éter es lo mismo que en la materia ponderable, cosa que como hemos visto es inexacta.

Estudiando la transformación que puede experimentar la fuerza viva de traslación de un astro, por la resistencia del éter, bajo el nuevo criterio de nuestras hipótesis, resulta, que al impulsar un astro en su movimiento al éter, no puede hacer más que comunicar á todos los átomos de éste que desplaza su misma velocidad, de donde debe resultar en este éter, un aumento de sus velocidades medias cinéticas, que es lo que hemos visto constituye la electricidad, que se dispersará en el espacio con la velocidad de la luz, sin aumento de temperatura del astro, puesto que las impulsiones del éter, debidas á la velocidad del astro, sobre las moléculas de éste, siendo iguales, no pueden aumentar las oscilaciones de sus moléculas, necesarias para recalentarlo, y sin que este fenómeno sea luminoso ni visible, puesto que las rotaciones atómicas que constituyen la luz no pueden ser producidas por el solo paso de un gran cuerpo al través del éter.

En cuanto al otro argumento de M. Hirn, sobre la incompatibilidad de la existencia de las atmósferas, y de todo medio material resistente, debemos hacer notar, en cuanto á la mezcla de dicho gas con las atmósferas, que esta mezcla existe de hecho, pero que no por eso se altera la composición química de dichas atmósferas, ni deja de ser posible que ca-

da una de ellas, tenga su composición química particular, porque sabemos que la materia ponderable, está toda y constantemente sumergida en un éter esencialmente idéntico, de modo que los cambios de su éter con el universal, no puede alterar su modo de ser, ni mucho menos su composición química, para la determinación de la cual no entra para nada la naturaleza del éter.

En cuanto al argumento de M. Hirn, sobre la imposibilidad de la existencia de las atmósferas, si existiese en el espacio cualquier medio material resistente, debemos hacer notar que el medio resistente que llena el espacio, no es un gas ponderable muy difuso, como supone siempre M. Hirn, en su controversia, sino un medio material, sí, pero tan tenue, comparativamente con la materia ponderable en todos los estados, que sus movimientos atraviesan y penetran cuerpos tan densos como el platino, con una velocidad de cerca de doscientos millones de metros por segundo. Según esto, se comprende que la resistencia que un tal medio debe presentar á un cometa y á su atmósfera, compuesto de materias tan difusas, no puede ser proporcional á su superficie aparente, sino obrar sobre cada molécula casi separadamente, de donde resulta que dicha resistencia debe ser casi proporcional á la masa de cada parte del cometa.

Por otra parte, la atracción solar, que dada la gran permeabilidad de la masa cometaria para los movimientos del éter, se ejerce también proporcionalmente á la masa, obra también sobre cada molécula, de modo que dichas moléculas que se mueven todas hacia el Sol, por la diferencia entre la atracción y la resistencia etérea, que ambas son sensiblemente proporcionales á sus masas, no pueden tener una tendencia muy marcada á alterar en el movimiento general, sus distancias relativas, como sucede en la conocida experiencia de física, del tubo de cristal en que se extrae el aire, que todos los cuerpos, densos y ligeros, caen con igual velocidad. Sin embargo, como en el movimiento en el éter, de las moléculas del cometa, éstas tienen que desplazar á los átomos del éter, lo que no sucede en la acción impulsiva que produ-

ce la atracción solar, estas dos acciones no pueden estar constantemente en una misma relación, siendo precisamente esta diferencia la que hace más sensible la resistencia sobre las atmósferas de los cometas, que sobre sus núcleos, y la que da lugar al desarrollo de sus colas. Pero estas diferencias entre las fuerzas impulsivas y las resistentes, son de un orden muy inferior á las que supone M. Hirn, en la hipótesis que la resistencia fuese proporcional á la superficie aparente de las atmósferas cometarias, y por consecuencia, completamente insuficientes para dispersar dichas atmósferas.

Estas mismas consideraciones que hemos hecho, para las atmósferas de los cometas que se mueven en un éter que puede tener movimientos generales diferentes que el cometa, se aplican también completamente á las atmósferas planetarias; pero aquí hay otra razón de gran importancia que hace que dichas atmósferas no tengan que sufrir casi ninguna resistencia en sus movimientos en el espacio; en efecto, hemos visto que los planetas se mueven en sus órbitas, que están todas comprendidas en el torbellino solar etéreo, y que las velocidades del éter en la región de cada planeta, debe ser muy poco inferior á la velocidad del mismo; además, á todo planeta, hemos visto que debe acompañar un torbellino secundario, mantenido por la rotación del mismo, y la revolución de sus satélites; de modo, que si las atmósferas planetarias tienen que sufrir alguna resistencia en sus movimientos por parte del éter, esta resistencia debe ser tan insignificante, dada también la poca densidad del éter, que no solamente dicha resistencia es insuficiente para arrancar de los planetas la más mínima parte de sus atmósferas, sino que apenas podrá producir más que una pequeña rotación de dichas atmósferas sobre los planetas, que se confundirá con las mareas producidas por el Sol y los satélites, y con los demás movimientos generales que produce en dichas atmósferas el calor solar.

Estas mismas consideraciones se aplican aun más exactamente al caso de la atmósfera solar, que se mueve en un torbellino etéreo mucho más definido é importante, de modo

que no es extraño que las observaciones no acusen ningún movimiento general en un sentido determinado, en las protuberancias solares, resultado que parecía á M. Hirn tan concluyente contra la existencia de todo medio material resistente en el espacio.

Vemos, pues, en definitiva, que con nuestra hipótesis, desaparece por completo la oposición, entre los hechos observados por los astrónomos y la existencia de un medio material resistente en el espacio, y que ella pone así en armonía, la física y la astronomía, haciendo desaparecer su antagonismo actual.



CAPÍTULO V.

CONSTITUCIÓN FÍSICA DEL SOL.—ORIGEN Y CONSERVACIÓN DE SU ENERGÍA.

Que la constitución física del Sol permanece envuelta en la más profunda oscuridad, lo declara terminantemente Aramis al principiar el capítulo VI del libro II de su obra ya citada. En su concepto, puesto que las propiedades de la materia son las mismas en todas partes, el problema de la constitución física del Sol, quedaría resuelto únicamente, cuando pudiéramos explicar todos los fenómenos solares, por medio de las leyes de la física, que vemos obrar en nuestro planeta y á su alrededor.

Seguramente, si esto fuese posible, estaría ya conseguido por los trabajos de hombres tan competentes como Wilson, Herschel, Kirchhoff, el P. Secchi, Faye, Joung y Langley, et-cétera, que se han dedicado especialmente á estudiar esta cuestión.

Si estos sabios no han conseguido darse cuenta del estado físico del Sol, por la aplicación de las leyes físicas conocidas en nuestra Tierra, es porque en el Universo funcionan leyes que les son aún desconocidas, lo que nada tiene de particular, puesto que sabemos lo que varían las propiedades físicas y químicas, con las temperaturas y las presiones, y que nosotros no conocemos más que las que corresponden á una parte insignificante de las escalas de variación que en el Universo presentan estos elementos.

Además hemos visto que las principales razones que tienen los astrónomos, para no admitir con Wilson, que el Sol está constituido por un núcleo sólido y oscuro, rodeado de atmósferas, es la imposibilidad de explicar de este modo la conservación de la energía solar y su pequeña densidad. Pero si se recuerda que el calor es un movimiento molecular, ¿cómo puede admitirse que las moléculas que se hallan en las grandes profundidades de la masa solar, dadas las inmensas presiones que en dichas regiones deben existir, puedan tener espacio, ni condiciones para estar animadas de grandes movimientos? Si, pues, el movimiento molecular es muy difícil é imposible en el núcleo solar, y si el calor es un movimiento, dicho núcleo no puede tener ni mucho calor ni temperatura, pudiendo llegar á estar absolutamente frío, si todos los movimientos son imposibles. Esta idea de un núcleo sólido, acaba de tener una gran prueba á su favor, con los recientes estudios de M. Wilsing, sobre las fáculas que demuestran que la velocidad de rotación de las fáculas es constante para todos los paralelos, lo que prueba que el núcleo solar gira como un cuerpo sólido.

Pero admitiendo un núcleo frío y oscuro, quedan en pie las objeciones de la poca densidad del Sol y del origen de su energía.

En cuanto á la primera dificultad, nuestra nueva hipótesis sobre la causa de la atracción, la resuelve completamente, puesto que hemos dicho que un gran cuerpo puede tener mucha masa, y dado su gran volumen, y la gran temperatura de su superficie, tener proporcionalmente poca actitud para transformar ó absorber fuerza viva etérea, y como la masa solar la determinan los astrónomos, por la medida de su atracción á que suponen que es proporcional, debe resultar de este modo una masa muy inferior á la real, de modo que la densidad del Sol puede ser muy superior á la de nuestros metales, y sin embargo, su masa producir una acción incomparablemente menor que la que resultaría si la atracción fuese en todos casos proporcional á las masas.

Respecto al origen y conservación de la energía solar, he-

mos visto en la primera parte, que todas las hipótesis emitidas hasta la fecha, sea por una alimentación de materia exterior, ó por el gasto de su calor primitivo, presentan dificultades insuperables para ser admitidas; pero si se aplican á este problema las ideas que se deducen de nuestra hipótesis, la cuestión cambia de aspecto y se resuelve por completo.

En efecto; las cantidades de calor que el Sol pudiera deber á la condensación primitiva, hace mucho tiempo que ha sido ya emitida, y la que puede ganar por la caída de algunos cuerpos en él, es insignificante para su irradiación; pero como hemos visto que las velocidades propias de las moléculas ponderables, cualquiera que sea su temperatura, son siempre muy inferiores á las de los átomos del éter, resulta que la materia del Sol, lejos de dar fuerza viva, la absorbe del éter: una parte, para transformarla en luz, que emite haciendo así sensible esta porción de la energía etérea, que bajo su forma ordinaria no percibimos, y otra parte, para aumentar sus velocidades y fuerza viva de rotación ó calor, las moléculas de la parte exterior del Sol. Como la cantidad de energía que reside en el éter, hemos visto que es inmensa, las cantidades que así el Sol absorbe y transforma, por más que para nosotros parezcan grandes, es sin embargo una pequeña fracción de la energía del éter, que cambia sus movimientos con el Sol, siendo precisamente esta absorción la que da lugar á su atracción; de modo que en nuestra nueva hipótesis el Sol no es más que una simple máquina de transformación de la energía etérea; y como ésta es infinita, no es por falta de energía por lo que puede disminuir ó concluir la emisión solar, sino por la destrucción parcial ó total de la misma máquina, es decir, por la disociación en éter de la materia solar; pero como esta disociación se efectúa en una parte muy pequeña de la masa solar, y como la caída de algunos cuerpos compensa en parte estas pérdidas, la disminución de la masa solar debe ser muy lenta.

CORONA, MANCHAS Y PROTUBERANCIAS DEL SOL.
SUS PERÍODOS Y SU RELACIÓN CON LAS AURORAS BOREALES
Y EL MAGNETISMO TERRESTRE.

Hemos visto en la primera parte, que la dificultad para explicar las manchas y protuberancias del Sol, así como el estado de la corona, que según todas sus manifestaciones, son el resultado de grandes explosiones, estriba precisamente en hallar la causa de estas fuertísimas explosiones; pero en nuestra hipótesis esta dificultad desaparece por completo. En efecto, hemos visto que la capa exterior del Sol gana constantemente fuerza viva, por los cambios de sus movimientos moleculares con los del éter; pero en esta región superficial del Sol hay que distinguir dos partes: la exterior, que es la que se enfría por irradiación, no puede naturalmente alcanzar la temperatura de disociación etérea, quedando en su mayor parte en estado de gases incandescentes, con nubes metálicas, formando la fotosfera, en cuyo estado sabemos que la materia ponderable no permite fácilmente el paso de las tensiones etéreas; es decir, de la electricidad; y la interior en donde penetra el movimiento etéreo y donde el enfriamiento es muy lento por estar protegida por la capa exterior; en esta parte es donde la temperatura y el movimiento cinético alcanzarán las velocidades de disociación, y donde las tensiones etéreas aumentarán constantemente; pero este exceso de tensiones no puede salir al exterior, sin atravesar la capa exterior no conductora de dichas tensiones; de modo que cuando el equilibrio se rompa será por sacudidas ó explosiones, como se efectúa el paso de la electricidad al través en los gases no conductores. Al abrirse paso estas tensiones al través de la capa gaseosa superficial, lo hará necesariamente rompiendo dicha capa y elevando una parte de su materia, dando así lugar á las manchas y protuberancias que nos presenta la superficie solar con tanta frecuencia.

En cuanto á la oscuridad relativa que presenta el interior

de las manchas, aunque según esta hipótesis la parte oscura debe coincidir precisamente con la parte de mayor temperatura, no puede ser una objeción contra ella, puesto que sabemos que para que un gas sea luminoso, es necesario que contenga partículas sólidas, las que no pueden existir precisamente en los puntos de más alta temperatura.

En cuanto á la corona, su estado es mantenido por las salidas de éter de regiones menos profundas, de modo que dichas erupciones son pequeñas y numerosísimas. Esta comunidad de origen de la corona y las manchas solares, acaba de ser comprobada por M. E. S. Holden, del Observatorio de Lick, por el gran resultado del eclipse de 1.º de Enero de 1889, que ha mostrado que las formas características de la corona varían periódicamente con el número de las manchas solares, y de las auroras boreales, y por la observación de M. Baume Pluvinel del eclipse total de Sol de 22 de Diciembre pasado de que hemos ya hablado en otro lugar.

Hemos visto también que una de las particularidades más notables de las manchas, es la de que sus máximos y mínimos guardan ciertos periodos, y que el más acentuado de estos periodos es muy próximamente igual á la revolución de Júpiter; pero se comprende desde luego, según el punto de vista que vamos desarrollando, que cuando las tensiones etéreas de la región del Sol, en que se efectúa la disociación, haga casi equilibrio á la resistencia exterior, las más mínimas alteraciones de la capa exterior pueden producir las explosiones, y que nada más á propósito para producir estas pequeñas alteraciones, que las mareas que Júpiter debe producir en la capa gaseosa exterior del Sol; y como estas mareas deben ser más intensas en la época de los perihelios de Júpiter que en la de los afelios, resulta que en la primera de estas épocas, las grandes explosiones deben ser más frecuentes, viéndose así claramente la razón de que el período de los máximos de las manchas coincide sensiblemente con el de la revolución de Júpiter.

Respecto á la relación de los máximos y mínimos de las manchas del Sol, con las auroras boreales y el magnetismo

terrestre, se comprende ahora que en la época de los máximos de las manchas, siendo mayores y más frecuentes las erupciones de éter del Sol, éstas mantendrán en el éter, que ocupa el espacio entre la Tierra y el Sol, una tensión mayor que en otras épocas; de modo que la Tierra se mueve en dichas épocas, en un éter con más tensión; pero las auroras boreales, no son más que el paso de dichas tensiones por las regiones más conductoras de la atmósfera, que son generalmente las regiones polares, por el estado nebuloso que generalmente reina en ellas; de modo, que se comprende fácilmente que cuando la diferencia de tensiones etéreas entre el espacio y la Tierra sean mayores, este paso de tensiones que forman las auroras boreales, debe ser más frecuente.

En cuanto al magnetismo terrestre, como éste depende de las corrientes eléctricas que circulan en la Tierra, y estas corrientes nacen necesariamente de los cambios de los movimientos del éter exterior con el éter intermolecular de la Tierra, que está animado de sus mismos movimientos de rotación y traslación, es evidente que las corrientes eléctricas terrestres serán más ó menos intensas, según sean mayores ó menores las tensiones exteriores del éter del espacio con que cambia sus movimientos.



CAPÍTULO VI.

ORIGEN DE LOS AEROLITOS Ó URANOLITOS.

Se sabe que el número de los asteroides ya observados pasa de doscientos noventa, pero los que existen realmente deben ser muchos más, aunque su pequeñez impida que se les pueda observar, toda vez que como hemos dicho, todo cometa periódico por su condensación final con el tiempo, debe dar lugar á un asteroide, y que todos los cometas que constantemente se están formando en el seno del sistema solar, tienen necesariamente que caer en el Sol ó llegar á ser periódicos, por la resistencia del éter á su movimiento.

Además de este gran número de cuerpos sólidos que existen en esta región, se sabe que circulan en la misma actualmente, veintiún cometas periódicos. Por otra parte, como las órbitas que recorren todos estos cuerpos, tienen grandes excentricidades é inclinaciones, como procedentes en su mayor parte de antiguos cometas, cuyas órbitas se caracterizan por su gran irregularidad, no es extraño que entre ellos haya colisiones relativamente frecuentes, como nos lo demuestra la división del cometa de Biela, y la más reciente del cometa de Brooks, que según M. Bigourdan debió efectuarse hacia el 15 de Abril de 1889, como unos cuatro meses antes de su paso por el perihelio, es decir, que esta división debió tener lugar en la región de los asteroides, en donde el cometa encontraría á uno de tantos como circulan en esta región, de cuyo choque procede su división.

Pero si el encuentro de un cometa y un asteroide puede

ser observado, por la división que resulta del primero, no es seguramente lo mismo para el choque de dos pequeños cuerpos sólidos y fríos, como son los asteroides, cuyo choque y división debe estar acompañado de pocos fenómenos luminosos, y en todo caso dichos fenómenos no pueden ser duraderos; de donde resulta, que el choque y segmentación de los asteroides, puede haberse efectuado y aun realizarse actualmente, sin que este fenómeno sea observado.

De estas consideraciones resulta, que en la región de los asteroides circula una infinidad de pequeños cuerpos sólidos, fragmentos de antiguos asteroides que se han roto por sus choques mutuos.

Por otra parte, hemos visto que para que la distancia media al Sol de un cuerpo que circula alrededor de él no varíe, es necesario que haya compensación entre la resistencia que le opone á su movimiento el éter en que circula, y la acción inversa que resulta de la disminución lenta de la atracción solar; pero también sabemos que este estado de régimen es precisamente el de los grandes planetas, y como los efectos de la resistencia de un medio, aumentan en sentido inverso de las masas, para cuerpos sólidos de una densidad análoga, resulta que en estos pequeños fragmentos de asteroides, aun cuando se mueven en el torbellino etéreo solar, tiene que preponderar la resistencia del medio; y por consiguiente deben acercarse hacia el Sol en sus revoluciones sucesivas, describiendo grandes espirales centrípetas, hasta que acaben por caer en el Sol.

Como en estas revoluciones, pasan sucesivamente por todas las distancias al Sol, comprendidas entre la región de los asteroides y el mismo, resulta que en su marcha deben pasar con mucha frecuencia por la esfera de atracción de los planetas interiores, Marte, la Tierra, Venus y Mercurio, y al ser atraídos por éstos, pueden atravesar sus atmósferas ó caer sobre ellos, calentándose superficialmente al atravesarla, rompiéndose quizás con su resistencia, y produciendo las ráfagas luminosas en ellas, que caracterizan la caída de los aerolitos en la Tierra.

ESTRELLAS FUGACES.

Hemos visto que la hipótesis de Schiaparelli sobre el origen de las estrellas fugaces, presenta grandes dificultades para ser admitida; pero si se admite como se deduce de nuestra hipótesis, que en todo el éter que llena el espacio se están formando constantemente copos de materia ponderable en estado nebuloso; entonces, si la distancia á los centros de atracción es bastante grande para que la atracción de dichos copos pueda reunirlos, se formarán como hemos visto los cometas con sus correspondientes procesiones de corpúsculos que los siguen, que originan los máximos de estrellas fugaces á puntos radiantes determinados; pero todos los copos que se hayan formado á una distancia del Sol, que haga que la atracción de éste sobre ellos, los ponga en movimiento hacia el Sol antes que hayan tenido tiempo de reunirse, formarán una lluvia de copos que de todas direcciones caminarán hacia el Sol, y que al encontrar á la Tierra constituirán las estrellas fugaces esporádicas, es decir, sin punto radiante determinado; de modo que en nuestra hipótesis el origen de las estrellas fugaces y las circunstancias que acompañan su presentación, quedan completamente explicadas, en armonía con las leyes de la atracción, no en contra de dichas leyes, como en la hipótesis de Schiaparelli, constituyendo estos fenómenos una comprobación notable de nuestra hipótesis. Vemos, pues, que el origen de las estrellas fugaces es completamente distinto del de los acrolitos, puesto que éstos son partes de asteroides, que provienen de antiguos cometas, y las estrellas fugaces son simplemente copos de materia cósmica, que no han podido reunirse á ningún cometa.

Por último, nuestra hipótesis sobre la naturaleza de los movimientos que constituyen el calor, explica también la objeción que acaba de presentar M. Minary, ante la Academia de Ciencias, en Febrero de 1889, sobre la imposibilidad de admitir que la incandescencia de las estrellas fugaces, se

explique por la transformación de su movimiento en calor, fundándose en que en el choque de los cuerpos elásticos, hay comunicación de movimientos, pero no transformación de dicho movimiento en calor, y que la incandescencia debería aumentar progresivamente, lo que es contrario á la observación.

Con este motivo M. Cornu, ha indicado la idea de si la incandescencia de las estrellas fugaces, sería un fenómeno eléctrico, mejor que calórico, pero en este caso tampoco se comprende la transformación.

Pero si se admite que el calor lo constituyen las oscilaciones ó rotaciones de las moléculas de los cuerpos, es claro que un cuerpo con gran velocidad, no puede atravesar el aire, sin que el rozamiento con éste comunique á sus moléculas, oscilaciones primero, y después rotaciones, debidas á las eccentricidades de los choques laterales: y como esto es precisamente lo que constituye el calor en la materia ponderable, y dichas rotaciones al comunicarse á los átomos del éter producen la luz, se explica y se comprende perfectamente, la razón de la incandescencia, y de la luz, que puede producir un copo de materia nebular, al atravesar nuestra atmósfera, con gran velocidad, por la sola transformación de una parte de su fuerza viva.

LUZ ZODIACAL.

Hemos visto que la hipótesis que mejor explica las apariencias de la luz zodiacal es la existencia de un anillo de copos de materia nebular que circula alrededor del Sol; pero en las ideas admitidas hasta hoy, no se comprende ni el origen ni la posibilidad de la existencia de dicho anillo; pero si se admiten las ideas que se derivan de nuestra hipótesis, inclusa la del torbellino etéreo solar, se ve inmediatamente que los copos de materia nebular, que constantemente están caminando hacia las regiones ecuatoriales del Sol, no pueden alcanzar á éste directamente, tanto por el movi-

miento del Sol, como por la acción muy sensible sobre cuerpos tan ligeros del movimiento etéreo que constituye el torbellino solar, que en estas regiones produce sobre ellos un efecto repulsivo, que les obliga antes de llegar al Sol, á recorrer un gran número de espirales alrededor de éste, formando así en dicha caída en espiral, el anillo lenticular de corpúsculos que se nos manifiesta bajo el aspecto de la luz zodiacal.

En cuanto á los corpúsculos que caminan hacia las regiones polares del Sol, deben caer directamente en él, puesto que la aspiración del torbellino solar, hace que el movimiento del éter los impulse también hacia el Sol.



CAPÍTULO VII.

HISTORIA DE LA TIERRA.—SU CALOR PRIMITIVO.—ESTADO SÓLIDO ACTUAL DEL INTERIOR DE LA MISMA.—FORMA DE SU ENFRIAMIENTO. — TERRENOS METAMÓRFICOS.—PERÍODO DILUVIANO. — LEVANTAMIENTO DE LAS CORDILLERAS. — PERÍODO GLACIAL.

Hemos visto en la primera parte que en el estado actual de las ciencias, no puede explicarse ni de dónde procede el calor que pudo fundir á toda la masa de la Tierra, ni cómo es posible actualmente dicho estado de fusión; pero en las nuevas teorías que sustentamos, la cuestión cambia de aspecto por completo.

En efecto; para que un anillo nebuloso, casi frío, roto y condensado, afecte las formas de equilibrio de una materia líquida, no se necesita su fusión por el calor; basta con su estado de disgregación molecular, que constituye el estado nebuloso; pero una vez rotos los anillos que formaron la nebulosa secundaria, relativamente con poca temperatura, la condensación posterior, debió producir indudablemente, según las leyes de la Termodinámica, cuando la condensación estuvo bastante avanzada, el calentamiento de una capa exterior de un espesor relativamente pequeño; como el calor así producido y almacenado en esta capa exterior, era pequeño, y se irradiaba constantemente en el espacio, el enfriamiento de esta capa no pudo tardar mucho, permitiendo así que los mares se depositaran sobre la super-

ficie de la Tierra, en una época muy primitiva de su formación; desde entonces principiaron los períodos geológicos, que dieron lugar á todos los terrenos sedimentarios. En un principio, como todavía la capa exterior de la Tierra no había perdido bastante calor de condensación, su influencia era preponderante en la repartición de los climas, pudiendo por consecuencia en estas primeras épocas, producirse las grandes vegetaciones que caracterizan el terreno hullero, aun en climas hoy bastante fríos. Por más que el tiempo necesario para una época geológica, sea para nosotros muy largo, es sin embargo pequeño con relación á la vida total de La Tierra, de modo que con el tiempo debió ir disminuyendo la temperatura de la superficie terrestre hasta llegar al principio del período cuaternario, en que ya el enfriamiento había llegado á ser tan intenso, que produjo los fenómenos que nos evidencian la época glacial.

Mientras la superficie de La Tierra se enfriaba, las capas algo más profundas, que no podían perder su calor de condensación, por estar protegidas por la capa exterior, y que al mismo tiempo adquirían fuerza viva y temperatura, por los cambios de los movimientos etéreos, con su materia, aumentaban su temperatura, fundiéndose y comunicando por conductibilidad, parte de su calor á los terrenos sedimentarios primitivos; de este modo, esta época relativamente tardía de la evolución geológica de la Tierra, vino á ser la más activa para producir cataclismos geológicos; por una parte, la fusión de la materia nebulosa, disminuyendo su volumen, al adquirir el estado líquido de fusión, y por las nuevas agrupaciones producidas por las combinaciones químicas, que esta alta temperatura permitía, produciendo una contracción interior, hizo que se arrugara la capa exterior, fracturándose, formándose grandes cordilleras, y produciendo las erupciones de las rocas ígneas y todos los cataclismos del período diluviano.

Que las deformaciones de la corteza terrestre se deben á la contracción de su núcleo, lo ha expuesto ya magistralmente M. Elie de Beaumont; comprobándose también esta idea

por los resultados de las experiencias sobre las deformaciones que experimenta la envolvente sólida de un esferoide flúido, sometido á los efectos de la contracción, presentados á la Academia de Ciencias por M. Daubrée en 12 de Mayo del presente año, y por los nuevos estudios de M. L. Green, en que hace observar que la configuración de la parte sólida del globo recuerda groseramente la de un tetraedro, forma que debe tomar una corteza esférica que se aplasta por la contracción de su soporte. A esta acción debida á la contracción, se unía otra gran causa de perturbaciones. En efecto, las altas temperaturas alcanzadas por los primitivos sedimentos marinos, sea por conductibilidad del interior, sea por su profundidad que permitía que estas capas ganasen también fuerzas vivas del éter, debió producir la destilación de las materias orgánicas y del agua contenida en ellos, y las materias gaseosas así producidas, adquiriendo fuertes tensiones debieron tomar una parte importantísima en los grandes cataclismos de este período, al precipitarse hacia la atmósfera, por las fracturas que se producían al arrugarse la capa exterior. Al mismo tiempo que el calor producía por la destilación de los primitivos sedimentos los gases que debían dar lugar á los grandes cataclismos, metamorfoseaba dichos terrenos, alterando su estructura y haciendo desaparecer sus restos orgánicos.

Por otra parte, los gases de destilación, conteniendo hidrocarburos condensables, al atravesar por su permeabilidad las capas frías superiores, debieron dejar éstos condensados, dando así origen á los depósitos de petróleo.

La continuación de estos fenómenos no podía dejar con el tiempo de calentar, del interior al exterior, todas las capas sedimentarias, llegando así una parte de dicho calor á la superficie, para compensar las pérdidas debidas á la irradiación; este calor interior, unido al calor solar, hicieron que la irradiación fuese menor que su suma, produciendo así el recalentamiento último de la superficie terrestre, desde la época glacial hasta nuestros días.

Vemos, pues, que con este modo de ver la historia geoló-

gica de la Tierra, es decir, haciendo intervenir en ella la nueva idea del calentamiento interior, á que están sujetos todos los grandes cuerpos del Universo, por estar sumergidos en un éter cinético; quedan explicadas todas las dificultades que aparecen en esta cuestión, siendo ya posible admitir que la Tierra tiene un núcleo sólido relativamente frío, de materia nebular simplemente aglomerada, que este núcleo está recubierto de una capa en fusión, sobre la que está la superficie fría que habitamos, y donde han podido depositarse los mares en una época muy primitiva, dando así un larguísimo periodo de tiempo para el desarrollo de la serie orgánica.

Esta idea de que el núcleo de la Tierra está compuesto de materia nebular aglomerada, sin cohesión, explica y se comprueba al mismo tiempo, por las grandes cantidades de polvo ó ceniza que arrojan las erupciones volcánicas; desapareciendo también por último las objeciones de que las mareas de un núcleo líquido debían producir constantemente grandes dislocaciones de la superficie, y coincidiendo esta conclusión con la encontrada por M. Roche analíticamente, para hacer compatible el aplanamiento superficial observado y la magnitud de la precesión.

ORIGEN DE LOS CICLONES.—RAYOS Y HURACANES.

Hemos visto que el origen de los ciclones y de los huracanes, no está todavía conocido, ni basta con decir que estos fenómenos son producidos por la electricidad de las nubes, para explicar el origen de la gran energía que se evidencia en estos fenómenos y en el rayo; pero si se admite una de las consecuencias de nuestra hipótesis, es decir, que la tensión del éter del espacio en que circula la Tierra, es mayor que la del éter intermolecular de su masa, debido á la absorción de fuerza viva de ésta, entonces tendremos que dos tensiones eléctricas diferentes, positiva en el espacio y negativa en la Tierra, están separadas por una capa aisladora, que es la atmósfera, de modo que en donde quiera que se presente

en esta mejores condiciones para la conductibilidad eléctrica, allí habrá paso de electricidad del espacio hacia la Tierra. Esta consecuencia de nuestra hipótesis está comprobada, explicando al mismo tiempo el hecho universalmente reconocido (según M. Colladon la ha manifestado ante la Academia de Ciencias de París en su comunicación de Abril de 1886) de que la electricidad positiva, que reina en las partes superiores de la atmósfera, encima de las nubes, va aumentando con la altura, hasta un límite que no está aún determinado.

Las mejores condiciones de conductibilidad, se realizan en la cúspide de las altas montañas, coronadas por sus mantos de nubes, en las regiones de las nubes ecuatoriales, en las regiones polares, y en la región de las nubes de los ciclones ó temporales.

Por otra parte, sabemos que la electricidad cuando atraviesa la atmósfera, lo hace, como lo ha demostrado el mismo M. Colladon, en sus estudios sobre el granizo, bajo dos formas; por relámpagos ó líneas de rayos, que van de la nube al suelo, y por la grande conductibilidad eléctrica del aire mezclado de lluvia: este último modo, aunque invisible, siendo mucho más frecuente y más enérgico.

Además, este paso lo hace recorriendo un camino en espiral, como lo evidencia el aspecto en *zig zag* de los rayos, que no es más que la proyección lateral de una hélice, y como se ha visto por último en las fotografías instantáneas, que M. Moussette ha presentado en la Academia de Ciencias de París, el 5 de Julio de 1886, en donde se ve perfectamente la forma espiral de los rayos; de modo, que si la electricidad pasa por ejemplo en gran cantidad y durante algún tiempo al través de las nubes ó del aire muy mojado por la lluvia, este paso de velocidades en espiral, al través de una masa de aire, no podrá menos de comunicarle una parte de su movimiento giratorio, haciendo así las veces el paso de la electricidad, del molinete de M. Weyher, creando los dos remolinos, que forman los ciclones; y como sabemos que cuando en una gran corriente flúida, se forma un torbellino girato-

rio, éste es arrastrado por la corriente, hasta que su energía se gasta en los rozamientos, si como en el caso de las corrientes atmosféricas, el aire que alimenta el torbellino, llega con velocidades diferentes, según los paralelos de que parte, esta diferencia de velocidades puede compensar las pérdidas debidas á los rozamientos; y el movimiento ciclónico primitivo puede conservarse durante mucho tiempo, y recorrer grandes trayectorias sobre la superficie de la Tierra, produciendo en su camino la mezcla de aires de diferente humedad y temperatura, necesaria para la producción de las nubes y las lluvias.

Los movimientos ciclónicos primitivos, se conservarán durante largo tiempo, si la dirección de su rotación es la misma que la que tiende á comunicarle las diferencias de velocidades del aire que lo alimenta, desapareciendo el movimiento ciclónico muy pronto, si esta acción es contraria. Así se explica que en cada hemisferio la dirección de las rotaciones de los ciclones es la misma é inversa, de un hemisferio á otro.

En la región de las nubes de estos temporales, se realizan también, como hemos dicho, las mejores condiciones de conductibilidad de la atmósfera, para las tensiones etéreas del espacio; por consecuencia, en esta región de nubes debe realizarse con frecuencia el paso de estas tensiones, ya alternativamente en pequeñas cantidades, formando las chispas, que constituyen los rayos, ya en forma continua, durante algún tiempo, dando lugar á los huracanes, que con tanta frecuencia se presentan en la región de las nubes de los grandes ciclones, y que siguen trayectorias paralelas al ciclón principal.

Se ve, pues, que los temporales en su principio, huracanes y rayos, no son más que pasos de corrientes eléctricas en espiral, al través de la atmósfera, y que el origen de la gran energía de estos fenómenos, está en la energía etérea que hemos visto que es inmensa; de modo que la de los huracanes, que nos parece tan grande, no es más que la pequeña cantidad de fuerza viva, que el éter cede al aire, al vencer la resistencia de éste á su paso.

El origen eléctrico de los ciclones y huracanes, lo demuestra no solamente las varias manifestaciones eléctricas que los acompañan, como los rayos y granizos, sino también la claridad que se observa en la región de las calmas centrales de los ciclones; faltaba únicamente saber de dónde procede la electricidad que los produce, que es lo que resulta evidentemente de nuestra hipótesis, sobre la diferencia de tensiones eléctricas del espacio y la Tierra.



CAPÍTULO VIII.

ESTRUCTURA DEL UNIVERSO.

DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTRELLAS.—VÍA LÁCTEA.

DISTRIBUCIÓN DE LAS NEBULOSAS.

Hemos visto en la primera parte que las estrellas no están repartidas con igualdad en el Universo, sino que por el contrario, se hallan reunidas en grupos, y que éstos tampoco se nos presentan repartidos uniformemente, sino que se encuentran condensados particularmente en una zona llamada Vía láctea, y que nuestro sistema solar se encuentra no muy lejos del centro de esta zona estelar. Hemos visto también que de las dos hipótesis que se han hecho sobre la naturaleza de esta condensación, la de que es una verdadera reunión física de estrellas, de M. Proctor, es la más aceptable y sería casi evidente si no presentase la dificultad de que la reunión física á distancias planetarias, de un inmenso número de estrellas, sin grandes movimientos giratorios que mantengan las distancias, es incompatible con las leyes de la atracción.

Hemos dicho que sería evidente, porque en cualquier región del Cielo, fuera de la Vía láctea que se observa á simple vista, se ven pocas estrellas; pero si se sondea con un telescopio, el número de estrellas que aparecen en la misma región es grandísimo; pero esto no sucede en la Vía láctea, donde á simple vista, aparece el inmenso número de estrellas que forman su luz nebulosa, lo que prueba que en el primer caso el telescopio nos muestra una agrupación óptica en con-

diciones completamente diferentes á las de la Vía láctea, cuyas apariencias no se concilian, sino con la hipótesis de una aglomeración física.

La hipótesis de que la Vía láctea sea una aglomeración física de estrellas, tiene á su favor el argumento de que su constitución debe ser análoga á la de las nubes de Magallanes, y como la forma de éstas es próximamente esférica, como ha demostrado M. John Herschel, forma que es la de una verdadera aglomeración física y no óptica, resulta para la posibilidad de la existencia de las nubes de Magallanes, la misma incompatibilidad con las leyes de la atracción, puesto que el equilibrio de los cuerpos que las componen, no puede explicarse por ninguna rotación total de los sistemas, de que evidentemente carecen.

Si ahora aplicamos á estas cuestiones el nuevo punto de vista que emana de nuestra hipótesis, sobre los dos estados de la materia, y la causa de la atracción, todas estas dificultades desaparecen.

En efecto; si los soles y sus sistemas se han formado sucesivamente, y una vez formados, su materia desarrolla atracciones mutuas, estas atracciones no pueden menos de ponerlos en movimiento los unos hacia los otros, y dada la infinidad del tiempo, cualquiera que sea el necesario para su aproximación, habiendo ya transcurrido, la condensación de todos los sistemas solares antiguos debe haberse hecho ya, no en un solo punto del Universo, sino en muchos, puesto que el espacio infinito, no puede tener un solo centro, sino muchos. Esta condensación ya hecha, de inmenso número de sistemas solares, es precisamente la que se nos presenta en la Vía láctea, en las nubes de Magallanes, y en todas las nebulosas resolubles que no son más que Vías lácteas y nubes de Magallanes inmensamente alejadas.

Que las estrellas se reúnen con el tiempo, lo demuestra directamente la observación, por la circunstancia de que la mayor parte de las estrellas múltiples que giran unas alrededor de otras, tienen órbitas muy excéntricas, como debe resultar en un grupo formado por dos ó más estre-

las que se hayan aproximado, por efecto de sus atracciones mutuas, con movimientos anteriormente adquiridos; porque si las estrellas múltiples fuesen el resultado de la condensación de una sola nebulosa, como creía Laplace, sus órbitas no podrían tener grandes excentricidades, como sucede para nuestros grandes planetas. La idea que las estrellas múltiples son el resultado de la reunión de estrellas primitivamente aisladas, lo prueba también la singular circunstancia de ser más pronunciados los movimientos propios de las estrellas dobles, como resulta de los trabajos de Struve sobre dichos movimientos; puesto que se comprende desde luego que las estrellas, que han tenido tiempo para reunirse, lo han tenido también para adquirir grandes movimientos, que conservan naturalmente después de su reunión en sistema.

Por otra parte, el número de componentes de estos sistemas de estrellas múltiples, no puede ser muy grande, puesto que su reunión depende únicamente de que las estrellas en su camino hacia la Vía láctea que las atrae, se aproximen lo suficiente para que sus atracciones mutuas ejerzan sobre ellas un efecto preponderante; pero estas coincidencias no pueden ser muy numerosas, en la sola caída convergente de las estrellas, en una Vía láctea.

En cuanto á la constitución y equilibrio de estas inmensas condensaciones estelares, que constituyen las Vías lácteas, y nubes de Magallanes, debemos recordar que todos los cuerpos del Universo aumentan constantemente de temperatura, lo que necesariamente tiene que dar como consecuencia necesaria, el que la materia de los antiguos sistemas solares, que no ha sido disociada, afecte el último estado que produce el calor en la materia ponderable, es decir, el estado gaseoso; de modo que como el tiempo necesario para que una estrella llegue á su centro de condensación es muy largo, dadas sus pequeñas velocidades, resulta que todos los cuerpos deben llegar á su centro de condensación muy calientes y gaseosos en todo ó en parte; pero en la reunión de muchos millones de estos grandes proyectiles elásticos, con velocidades anteriormente adquiridas, no cabe más equilibrio que el

de sus choques mutuos, constituyendo así una especie de gas colosal en estado cinético, en el que las moléculas están reemplazadas por fragmentos de soles y mundos gaseificados: en los choques de estas grandes masas, se desarrollarán necesariamente grandes cantidades de calor, gastándose en ello parte de sus fuerzas vivas, y aumentando de este modo la temperatura y la fuerza viva molecular de toda la materia del sistema; de modo que en definitiva, tanto por esta razón, como por la fuerza viva que cualquiera que sea la temperatura de la materia ponderable, puede siempre absorber del éter, la temperatura de disociación de la materia ponderable, será alcanzada por mucha parte de ella, produciéndose grandes cantidades de materia en estado etéreo que pasará al espacio, para equilibrar las pérdidas de éter del mismo producida en la región de las nebulosas, manteniendo así el equilibrio de las partes relativas de materia que en el Universo existen, bajo los estados ponderable é imponderable

De modo que la Vía láctea es un inmenso océano de fuego, donde las antiguos soles y mundos, de la región estelar que ocupamos, se están destruyendo, y hacia donde camina para el mismo fin, nuestro Sol con su cortejo de planetas, y los demás soles que pueblan en la actualidad esta región.

En cuanto á la explicación de la forma de anillo irregular de la Vía láctea, y de la posibilidad de que continúen separadas las partes del sistema, debemos hacer observar, que la poca atracción de su masa, y la elasticidad debida á su estado gaseoso y fuerzas vivas propias de cada uno de los cuerpos de los sistemas solares que la constituyen, permite que sus partes continúen separadas por el mismo mecanismo de choques de un gas cinético, como hemos dicho, explicando al mismo tiempo las irregularidades de su forma. Respecto á su forma general de inmenso anillo, dado su gran diámetro, puede considerarse en primer lugar como una faja estelar indefinida, en la cual los efectos de las atracciones en un punto cualquiera, es casi nulo, porque las atracciones opuestas de las dos partes indefinidas de la faja, situadas á cada lado del punto que se considera, deben equilibrarse, y en to-

do caso los movimientos que por esta desigualdad de atracción puedan existir, deben ser muy lentos; y la mayor cantidad de masas que por esta causa pudiera acumularse en cualquier punto, tiene una compensación inversa, en la mayor actividad cinética y de disociación etérea, que esta misma condensación debe producir. Queda ahora por explicar la posibilidad de la existencia muy prolongada de la forma anular, sin que las atracciones mutuas hayan reunido todas sus partes en el centro. Respecto á esto, debemos observar que la parte interior del anillo galáctico, es más rica en estrellas que la parte exterior, por la condensación que la atracción de la misma Vía láctea ha producido sobre los sistemas solares, formados en su región; y como sabemos que los soles están emitiendo constantemente éter, por la disociación de su masa, esta causa debe mantener una tensión etérea superior en el interior de la Vía láctea; por otra parte, admitiendo como es natural que la faja galáctica, emita el éter producto de la disociación de su masa, de una manera simétrica con relación á su eje, en estas condiciones, una faja en forma de anillo debe mantener, al extenderse hacia el espacio el éter que emite, una tensión etérea superior, en su parte interior; de modo que si á estas dos causas de mayor tensión interior, se une la poquísima atracción de la masa de la Vía láctea, se comprende que su forma anular pueda conservarse por muchísimo tiempo, y en todo caso, la disminución de diámetro del anillo, debida á sus atracciones mutuas debe ser tan lenta, que los movimientos de sus partes deben ser muy inferiores á los de las estrellas; atendiendo también á la gran rarefacción de su materia, y á que dichos movimientos han de efectuarse en un éter que no puede tener movimientos generales, extraños á los que la misma Vía láctea produzca; por consecuencia, las deformaciones de la Vía láctea tienen que ser completamente imperceptibles para nosotros.

En cuanto á la bifurcación de la Vía láctea, se explica por la reunión no concluida de dos antiguos anillos galácticos. En efecto, que estas reuniones deben efectuarse, dada la infinidad

del tiempo, es indudable, puesto que aun cuando la situación primitiva de los cúmulos estelares, debe ser á grandísimas distancias unos de otros, sin embargo, como su repartición no puede ser tal que estén en un equilibrio estático, resulta que sus acciones mutuas tenderán á reunir entre sí, las condensaciones que ocupan regiones contiguas del espacio, sin embargo, estas reuniones ó condensaciones tienen un límite que hace que toda la materia del Universo no pueda estar reunida en un mismo punto, que es cuando la duración de la aproximación sea superior á la existencia del mismo cúmulo estelar, puesto que sabemos que la materia de dichos cúmulos está constantemente recalentándose y disociándose en éter.

Que la existencia de un cúmulo estelar es inmensa, es evidente, dada la lentitud de estos fenómenos, y que dichos cúmulos están constantemente alimentados por nuevos soles; pero como por otra parte la lentitud de sus movimientos generales es también muy grande, y el espacio es infinito, cuando dos Vías lácteas ó cúmulos estelares lleguen á reunirse, estarán ya muy extenuados de materia, puesto que los nuevos soles que deben alimentarlos, van disminuyendo á medida que se aproximan, porque esta parte de su camino la hacen por espacios que ellos mismos han vaciado de estrellas; lo que hará que los cúmulos resultantes de esta reunión no tengan dimensiones excesivas con relación á otros.

Por otra parte, como en los inmensos espacios dejados así vacíos de cúmulos estelares, continúan formándose nuevos soles, éstos con el tiempo formarán nuevos cúmulos, manteniendo así repartida en muchos centros la materia ponderable del Universo.

La alta temperatura de la materia que forma las Vías lácteas, no es incompatible con su poca luz; por el contrario, es la causa de ello, puesto que sabemos que los cuerpos gaseosos en que no existen materias sólidas, son muy poco luminosos, y como la altísima temperatura de las Vías lácteas y cúmulos estelares, impide la existencia en ellos, de materia

sólida, resulta que estas grandes aglomeraciones de materia ponderable, pueden poseer grandísimas temperaturas y ser muy poco luminosas.

Los soles antiguos se han reunido ya en las Vías lácteas y nubes de Magallanes; pero este trabajo de condensación continúa indefinidamente para los soles formados después sucesivamente con el tiempo; de modo que las Vías lácteas que constantemente atraen hacia sí todas las estrellas de la región del espacio en que se hace sentir su influencia atractiva, deben presentar á su alrededor á las estrellas que caminando hacia ellas, no han llegado todavía, tanto más condensadas, mientras más próximo se encuentre á las mismas, el punto que se considera, que es precisamente lo que evidencia, tanto la observación directa, como el estudio de las distancias, puesto que se sabe que la escala de distancias relativas, de las diferentes magnitudes de estrellas, calculada en la hipótesis de una distribución uniforme de las estrellas, no concuerda de ningún modo, con las escalas calculadas por los movimientos propios, y por las medidas fotométricas, y que estas dos escalas están concordantes; pero que la escala de distancias, calculada en la hipótesis de una aglomeración mayor hacia la Vía láctea, concuerda bastante bien con estas dos últimas.

Respecto á las nebulosas, aun cuando en todas las regiones del espacio se está formando constantemente la materia ponderable, sin embargo, la que se forma en las regiones muy ricas en estrellas, es atraída inmediatamente hacia éstas en forma de cometas y estrellas fugaces, no siendo así posible la formación de esos grandes espacios llenos de materia nebular, que constituyen las nebulosas, que originan por su condensación ulterior los sistemas solares. Estas condiciones son precisamente las que se realizan en las regiones muy pobres en estrellas, situadas hacia los polos de la Vía láctea; en estos grandes espacios, que la misma Vía láctea por su atracción, ha vaciado de estrellas, es donde pueden formarse las grandes nebulosas, y donde precisamente la observación ha demostrado que existen en mucho mayor número que en otras regiones del Cielo.

En efecto, esta concentración de las nebulosas hacia los polos de la Vía láctea, está perfectamente comprobada por las tablas de M. Abbe, y por las cartas de M. Proctor, formadas según dichas tablas, de modo que este resultado notable de la observación, cuya razón no se ve en las ideas admitidas hasta ahora, resulta perfectamente explicado con nuestra hipótesis.



CAPÍTULO IX.

ACTIVIDAD DEL UNIVERSO.—VIDA DE LAS ESTRELLAS

Y FORMA DE LOS MOVIMIENTOS DEL UNIVERSO.

Estas nuevas teorías resuelven también las dos objeciones que hemos hecho, á la idea de evolución de los astros, expuesta por M. Janssen, en su discurso de la Sorbona, de que nos hemos ocupado en la primera parte.

En efecto, como las nebulosas se forman sucesivamente con el tiempo, los progresos de su condensación dependen de su antigüedad ó de su edad, de modo que el Cielo debe presentarnos, como demuestra la observación, ejemplos de nebulosas en todos sus estados intermedios de condensación, como un bosque nos muestra todos los estados intermedios del desarrollo de sus árboles, porque éstos no han nacido al mismo tiempo, sino sucesivamente unos después de otros.

Si los soles han nacido unos después de otros, deben concluir también sucesivamente; los más antiguos que han llegado ya á su centro de reunión, se concluyen de disociar en éter en las Vías lácteas; los más modernos prosiguen su largo camino hacia estos centros, perdiendo materia, y recalentándose durante dicha caída, que constituye lo que podemos llamar su vida propia. De modo que los soles más antiguos, no son los más fríos, como cree M. Janssen, sino por el contrario deben estar más calientes, puesto que la materia que los constituye, siendo necesariamente la más refractaria para la disociación, necesita para disociarse una temperatura superior, á la de la materia de los soles nuevos; y como la temperatura que puede alcanzar la materia ponderable en el éter, no tiene más límite que la de su destrucción, resulta como hemos dicho, que los soles poseen una mayor temperatura, mientras más avanzada es su edad.

Hemos dicho que la vida de un sistema solar, está representada por el tiempo necesario para recorrer dicho sistema, el espacio que separa el punto donde se formó la nebulosa que le dió origen y el centro de condensación preponderante. Que este tiempo es excesivamente largo se deduce inmediatamente de la hipótesis que admitimos: en primer lugar, dicho movimiento, dada la inmensidad de las distancias siderales, es casi exclusivamente debido á la acción del centro de condensación, puesto que la acción individual de cada sol, es casi nula á las distancias siderales; pero esta acción no es proporcional á la inmensa masa que representa la aglomeración de muchos millones de soles, en una Vía láctea, sino únicamente proporcional á la parte de fuerza viva que la materia de la Vía láctea pueda tomar del éter, y esta absorción debe necesariamente ser muy pequeña, á causa de las grandes fuerzas vivas que poseen las moléculas de los cuerpos, que forman las Vías lácteas, debida á su antigüedad y á sus choques mutuos, de donde resulta, que la atracción que desarrollan las Vías lácteas, debe ser relativamente muy pequeña, con relación á sus inmensas masas: en segundo lugar, la marcha de un sistema solar, desde su punto de formación hasta el centro de condensación, tiene que hacerse al través de un éter dotado de un movimiento general en sentido inverso, puesto que hemos visto que en las Vías lácteas debe disociarse mucha materia ponderable, lo que dará origen á una gran producción de éter, que desplazando sucesivamente al éter que rodea á las Vías lácteas ó cúmulos estelares, producirá un movimiento en él, precisamente inverso al de la condensación de los soles; de modo que el Sol, al caminar hacia su centro de reunión, no solamente tiene que vencer la resistencia de un éter inmóvil, sino la de un éter con un movimiento opuesto al suyo; así se comprende que la vida de un sistema solar pueda alcanzar muchísimos millones de años, y que las velocidades de las estrellas en el Universo sean muy pequeñas, con relación á lo que serían, si se moviesen en el vacío atraídas por una aglomeración física de muchos millones de soles, que desarrollasen una atracción

proporcional á su masa, como exige la segunda parte de la hipótesis de Newton.

La trayectoria de un sol, que parte de un polo de la Vía láctea, y marcha hacia ella, si en un principio, cuando está á gran distancia, puede ser casi una recta, en las proximidades de un gran centro de condensación anular, tiene necesariamente por la inercia del sistema solar, que afectar la forma de una curva más ó menos sinuosa, antes de llegar á él; de modo que no es extraño que la tangente de la trayectoria de nuestro Sol en el tiempo actual, no pase por la misma Vía láctea, sino se aparte hasta la constelación de Hércules.

Respecto á que en el espacio no existen una infinidad de grandes cuerpos fríos, resulta inmediatamente de lo expuesto, que esto no es posible, dada la condición de la materia ponderable, de aumentar con el tiempo su temperatura, por el hecho de su sumersión constante en un éter cinético infinito; de modo que en el Universo no existen más grandes cuerpos, relativamente fríos, que las nebulosas y los planetas que no han tenido tiempo aún de calentarse. Respecto á los cuerpos pequeños, como su formación no se efectúa sino á pequeñas distancias relativamente de algún gran cuerpo, como los que proceden de la condensación de antiguos cometas, y como dada la poca fuerza viva que puedan almacenar, y la resistencia del éter, su existencia independiente sin unirse á un gran cuerpo que lo atraiga, ya cayendo sobre él directamente, ya circulando á su alrededor, en forma de planeta ó satélite, no puede ser muy larga, resulta que en el espacio no pueden existir cuerpos pequeños independientes más que de una manera transitoria, con relación á la larguísima vida de un sistema solar.

Vemos, pues, que la actividad del Universo no consiste en ningún equilibrio dinámico; sino en un movimiento continuo de concentración hacia varios centros, de los nuevos sistemas solares formados por la condensación de las nebulosas, en la sucesión de los tiempos.

DEMOSTRACIÓN DE QUE EL MODO DE SER ACTUAL DEL
UNIVERSO, ES ESENCIALMENTE ETERNO.

Hemos visto que todos los filósofos y astrónomos admiten que el Universo ha salido de un caos primitivo, y que los últimos progresos científicos conducen á la conclusión del fin de este mismo Universo, bajo la forma de un solo cuerpo en equilibrio relativo en el medio general.

Que esta conclusión no es admisible, ni satisface á ningún espíritu filosófico, lo hemos probado suficientemente en la primera parte. Por lo demás, este resultado no es más que una consecuencia necesaria de dos errores admitidos actualmente; que son: el suponer indestructible y eterna la forma ponderable de la materia, lo que hemos visto que no es exacto, y del principio de la degradación de la energía, que M. Clausius y W. Thomson han formulado, fundándose en que la energía tiende siempre á pasar de una especie más fácilmente transformable ó más elevada, á una especie menos fácilmente transformable ó menos elevada: que esta generalización al Universo, de los únicos fenómenos físicos que nos son conocidos actualmente, es infundada, lo prueba la consideración que ya hemos repetido varias veces, puesto que si la materia ponderable fuese eterna, como la duración del Universo es ya infinita, la atracción la habría ya reunido toda en un punto; y si la energía tendiese constantemente en el Universo hacia una última forma de degradación, toda la energía debería presentarse en esta única forma y no existir ni movimiento ni vida.

Indudablemente, el error de donde procede la idea de la degradación de la energía, depende de que no se conocen hasta el día, todas las transformaciones que ésta puede experimentar; pero precisamente, de nuestra hipótesis sobre los dos estados de la materia, resulta una nueva transformación de la energía, inversa y completamente opuesta á las conocidas hasta ahora, puesto que hemos visto que en un éter cinético, frío y oscuro, puede una parte de los átomos de éste, perder sus fuerzas vivas aumentando las de los demás, y que este exceso de fuerzas vivas, corre con la velocidad de la luz,

de la región de las nebulosas, en que se produce este fenómeno con más intensidad, en forma de grandes corrientes eléctricas hacia los centros de materia ponderable, produciendo la atracción de éstos, y donde esta energía se gasta y transforma en luz y en recalentar y disociar la materia ponderable, cerrándose de este modo el ciclo de las transformaciones de la energía, de modo que á la ley de la degradación de la energía, debe substituirse la de la circulación de la misma.

Aplicando, pues, estas nuevas ideas al Universo, resulta, que la actividad y la vida de éste, consiste en dos grandes circulaciones; la primera, la de la materia, que consiste en el paso del estado etéreo al estado ponderable, en todas partes y particularmente en las regiones de las nebulosas: esta materia ponderable, por las atracciones que desarrolla, se condensa sucesivamente en forma de copos, cometas y nebulosas, que con el tiempo se condensan también en sistemas solares, y éstos á su vez se concentran y reúnen en las Vías lácteas y cúmulos estelares, en estos centros por la transformación de las fuerzas vivas adquiridas con el tiempo, la materia ponderable es disociada, recuperando su primitivo estado etéreo, y este éter, al extenderse hacia el espacio, desplaza constantemente hacia las regiones de las nebulosas, el éter intersidereal, compensando así las pérdidas de éter producidas en la formación de las nebulosas, con lo que queda cerrado por completo el ciclo de la materia; y como el átomo elemental es indestructible, este fenómeno puede reproducirse eternamente.

En cuanto al ciclo de la energía, hemos visto que en las nebulosas, la que pierde la materia, que pasa al estado ponderable, corre hacia las grandes masas de materia ponderable, en forma de un aumento de las velocidades medias cinéticas de los átomos del éter, ó sea de grandes corrientes eléctricas, y que al caminar esta energía hacia las masas ponderables, produce la reunión ó atracción de ésta, de modo que las fuentes de energía del Universo están en el éter, particularmente en la región de las nebulosas, y los centros de absorción en los sistemas solares; al llegar este ex-

ceso de energía á éstos, una parte se transforma en luz, y otra se emplea en calentar y disociar la materia ponderable; la primera parte vuelve inmediatamente con la misma velocidad de la luz hacia el espacio, en donde las velocidades se normalizan, desapareciendo el calor radiante y las rotaciones atómicas que constituyen la luz, se transforman también en fuerzas vivas de traslación, por las interferencias que deben producirse entre las luces que proceden de tantos focos, cediendo así al éter general, la energía que, procedente del mismo, había producido la luz.

En cuanto á la parte de energía gastada en la disociación de la materia ponderable, ó en su transformación en éter; ésta, marcha lenta y sucesivamente hacia los espacios nebulosos, con el éter, por el desplazamiento sucesivo que produce el nuevo éter, en el que rodea á las masas ponderables, fenómeno que por la impenetrabilidad absoluta del átomo material, que hace imposible en los choques elementales toda pérdida de fuerza viva, debe reproducirse eternamente.

Así se cierra también el ciclo de la energía en el Universo, y las dos grandes series de fenómenos que constituyen su actividad y su vida, que consiste en la formación, concentración y destrucción de los soles y mundos, formando ciclos cerrados ó circulaciones completas, siendo esencialmente eternas, demuestran que el estado actual del Universo no es transitorio: que éste no ha partido de un estado inicial diferente del actual, y que no llegará tampoco á otro estado diferente, es decir, que el estado, la vida ó la energía del Universo y su modo de ser actual, son esencialmente eternos, y que nosotros somos en la actualidad testigos presenciales de la creación de los soles y mundos, en la condensación de las nebulosas, y de su destrucción, en las Vías lácteas y cúmulos estelares.

Por último, vemos que la idea de la pluralidad de los mundos habitados, debe generalizarse en el espacio y el tiempo, y admitir que no solamente en la actualidad existen una infinidad de ellos, sino que eternamente los ha habido, y eternamente los habrá.



ÍNDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE VOLUMEN.

	Pág.
INTRODUCCIÓN	5

LIBRO PRIMERO.

Constitución de la materia.

CAPÍTULO I.....	Átomos y moléculas de los cuerpos simples y compuestos.	9
CAPÍTULO II.....	Fuerzas.—Cohesión.—Afinidad.—Atracción.—Elasticidad.	13
CAPÍTULO III....	Cristalización.	23
	Teoría cinética de los gases.	25

LIBRO SEGUNDO.

Agentes físicos.

CAPÍTULO I.....	Calor.	33
CAPÍTULO II.....	Luz.	39
CAPÍTULO III....	Electricidad.	47
	Magnetismo.	51
CAPÍTULO IV....	Relaciones recíprocas entre los agentes físicos	55

LIBRO TERCERO

Sistema solar.

CAPÍTULO I.....	Teoría nebular.	61
CAPÍTULO II.....	Cometas.—Resultado de su estudio respecto al medio universal.—Consideraciones generales.	65
	Masa de los cometas.	66
	Cola de los cometas.	67
	Aceleración del cometa de Encke	68
	Falta de aceleración de los cometas de Faye y de Winnecke.	69
CAPÍTULO III....	Planetas y satélites.—Medio universal.—Distribución de los planetas.—Zona de los asteroides.	73
	Inclinación de las órbitas planetarias, de sus ecuadores y órbitas de los satélites.	73

	<u>Pág.</u>
	Movimiento de los satélites.—Invariabilidad histórica de la duración del año.—Retardo de las revoluciones de Mercurio.—Medio universal. 74
CAPÍTULO IV.....	Conocimientos actuales sobre el Sol.—Constitución física del Sol. 81
	Corona. 82
	Manchas y protuberancias del Sol. 83
	Relación de las manchas del Sol con las auroras boreales y el magnetismo terrestre. 85
	Conservación de la energía solar. 86
CAPÍTULO V.....	Otros fenómenos del sistema solar.—Aerolitos ó uranolitos. 91
	Estrellas fugaces. 92
	Luz zodiacal 93

LIBRO CUARTO.

Historia de la Tierra.

CAPÍTULO I.....	Consideraciones sobre su calor primitivo. 95
	Forma del enfriamiento de la Tierra. 97
	Terrenos metamórficos 97
	Epoca diluviana. 98
	Período glacial. 99
	Origen de los ciclones.—Huracanes y rayos. 101

LIBRO QUINTO.

Estructura del Universo.

CAPÍTULO I.....	Distribución de las estrellas.—Vía láctea. 103
	Distribución de las nebulosas. 106
CAPÍTULO II.....	La edad de las estrellas. 107

LIBRO SEXTO.

Vida del Universo.

CAPÍTULO I.....	Origen del Universo. 111
CAPÍTULO II.....	Fin de los mundos y estado final del Universo 113

SEGUNDA PARTE.

LIBRO SÉPTIMO.

Revisión de los principios de las ciencias físicas y exposición de una nueva hipótesis.

Consideraciones generales.	127
------------------------------------	-----

	Pág.
CAPÍTULO I.....	
El espacio.	131
El tiempo.	131
Materia y energía	132
Ley de la conservación de la materia.	134
Ley de la conservación de la energía.	136
Propiedades de la materia.	138
Impenetrabilidad del átomo. — Inercia del mismo.	139
CAPÍTULO II.....	
Exposición de una nueva hipótesis física.	145
Formación de la materia ponderable.	149
Primeras consecuencias de esta nueva hipótesis.	153

LIBRO OCTAVO.

Consideración general sobre la aplicación de la nueva hipótesis á los problemas tratados en la primera parte. 157

CAPÍTULO I.....	
Determinación de la presión del éter.	159
Cálculo de la cantidad de energía que reside en cada metro cúbico de éter que ocupa el espacio	165

LIBRO NOVENO.

Aplicación de la nueva hipótesis á la constitución de la materia.

CAPÍTULO I.....	
Cuerpos simples.	167
Elasticidad.	170
Cuerpos compuestos.—Afinidad.	171
Cristalización	172
Teoría cinética de los gases.	173
Disolución: sus relaciones con los puntos de fusión.	177
CAPÍTULO II.....	
Agentes físicos.—Calor	179
Luz.	190
Electricidad.	198
Magnetismo.	206
Relaciones recíprocas entre los agentes físicos	207

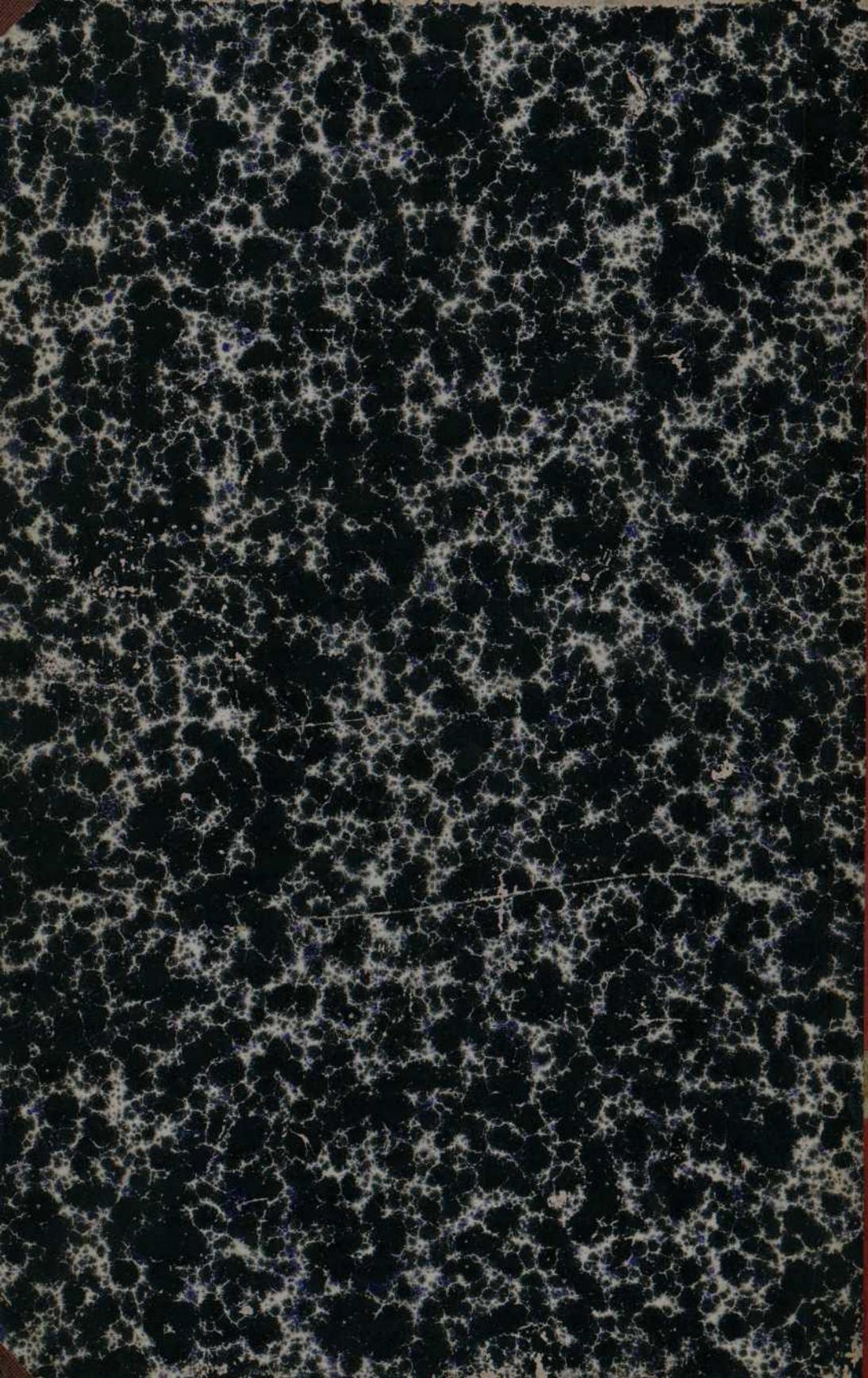
LIBRO DÉCIMO.

Aplicación de la nueva hipótesis á la Astronomía.

CAPÍTULO I.....	
Atracción.	209
Vida y fin de la materia ponderable.	223
Formación de las nebulosas y cometas	225
Rotación de las nebulosas.—Teoría nebular.	227
CAPÍTULO II.....	
Torbellino etéreo del sistema solar y torbellinos secundarios.	231

	Pág.
CAPÍTULO III.... Cometas.	237
Masa de los cometas.	238
Trayectoria de los cometas.	239
Forma y dirección de las colas de los cometas	246
Aceleración del cometa de Encke y falta de aceleración de los cometas de Faye y de Winnecke	246
CAPITULO IV.... Distribución de los planetas.—Zona de los asteroides	249
Inclinación y excentricidades de las órbitas de los planetas y satélites, é inclinación de los ecuadores de los planetas.	251
Movimientos de los satélites é invariabilidad histórica de la duración del año y del día. —Retardo de las revoluciones de Mercurio.—Medio universal.	252
CAPITULO V..... Constitución física del Sol.—Origen y con- servación de su energía.	259
Coronas, manchas y protuberancias del Sol. —Sus períodos y su relación con las au- roras boreales y el magnetismo terrestre.	262
CAPITULO VI.... Origen de los aerolitos ó uranolitos.	265
Estrellas fugaces.	267
Luz zodiacal	268
CAPITULO VII.. Historia de la Tierra.—Su calor primitivo.— Estado sólido actual del interior de la mis- ma.—Forma de su enfriamiento.—Terre- nos metamórficos.—Perfodo diluviano.— Levantamiento de las cordilleras.—Perío- do glacial	271
Orígen de los ciclones.—Rayos y huracanes.	274
CAPÍTULO VIII. Estructura del Universo.—Distribución de las estrellas.—Vfa láctea.—Distribución de las nebulosas.	279
CAPITULO IX.... Actividad del Universo.—Vida de las estre- llas y forma de los movimientos del Universo.	287
Demostración de que el modo de ser ac- tual del Universo es esencialmente eterno.	290





RESPOND

CIRCULARI

DE

MAURITIA

U. DE G

B
10
166