

# DISCURSOS

LEIDOS ANTE

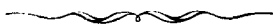
LA ACADEMIA DE CIENCIAS

EXACTAS,

FÍSICAS Y NATURALES

EN LA RECEPCION PÚBLICA DEL SEÑOR

D. ILDEFONSO SIERRA Y ORANTES.



MADRID:

IMPRESA DE LA VIUDA DE AGUADO É HIJO, CALLE DE PONTEJOS, NÚM. 8.

—  
1869.

# DISCURSO

DEL SEÑOR

**D. ILDEFONSO SIERRA Y ORANTES.**

## ADVERTENCIA.

---

Este Discurso fué remitido por el Sr. Sierra á la Secretaria de la Academia el dia 10 de diciembre de 1866.

---

---

## Señores:

**E**NTRE los actos solemnes de esta naturaleza que ha presenciado la Real Academia, ninguno con más desventajosas circunstancias que el actual, si en él se esperan de mí mente pensamientos dignos de la acreditada ilustración que me rodea, y además pruebas comparables con las de aquel que poco tiempo há dirigía como presidente los consejos siempre de gran valía, los informes de gran estima, y los trabajos especiales de ciencias concluidos por esta respetable Corporación.

Si al elejirme para ocupar este codiciado puesto académico se tuvo en cuenta mi deseo y constante afición á las ciencias, mi laboriosidad y cariño por el saber, ora estudiando, ora enseñando, puede llegar un día en que considereis vuestra elección ménos desacertada; pero si el móvil de esta, si su fundamento fué una ventajosa idea de mi instrucción, y la esperanza de que con ella pueda contribuir al adelantamiento, desarrollo y progreso de esas ciencias

que os son tan conocidas, temo ver defraudadas en el porvenir tan nobles aspiraciones.

Al expresarme así no me mueve aquella estudiada modestia, bajo cuyo tupido velo se cubre la ignorancia; tampoco un excesivo orgullo, que á veces se disfraza con la máscara de la hipocresía: es la íntima conviccion de que mis merecimientos no son acreedores á tal premio, y de que mis esfuerzos no serán jamás bastantes para corresponder á vuestra benévola acogida.

En cualquiera otra circunstancia que hubiera recibido tan satisfactoria distincion, habria pensado del mismo modo; pero hoy con doble motivo, comparando en el terreno de la ciencia los conocimientos que poseo, con los de la dignísima persona que la Academia ha tenido la desgracia de perder. Ahora no reemplaza solo al académico el neófito, puesto que además este es el súbdito, que desde los grados inferiores de la milicia se ve elevado y colocado en el puesto que ocupaba una de sus primeras dignidades: es el discípulo que sin oposicion, y acaso sin aptitud, es llamado por el ventajoso concepto de sus jueces, á sentarse en la honrosa silla de su maestro; es el subordinado, el deudo que sustituye al ilustre general de quien por muchos años recibiera cariñosas pruebas de afecto, consejo ilustrado, instruccion fecunda..... ¿Cómo olvidar sentimientos tan obligatorios? ¿Cómo expresarlos dignamente á la Academia, testigo competente del mérito de aquel que por tanto tiempo la dirigió?

Nuestra historia contemporánea consagrará al recuerdo del venerable General D. Antonio Remon Zarco del Valle, la página brillante que merece un español ilustre que, dotado de esclarecido talento, de espíritu organizador inteligente, de gran conocimiento del mundo, de probidad ejemplar y de

elocuencia persuasiva, se distinguiera lo mismo en las armas que en las letras, conquistando siempre reputacion envidiable entre nuestros militares, entre nuestros políticos y entre nuestros sábios; á todos consta que fué incansable en el estudio, así en los dias de sus desgracias personales, como en aquellos otros que señalaron períodos más felices de la pátria. La dilatada série de los servicios que prestó en estos variados conceptos al pais se conexiona de tal suerte con sus evoluciones política, social y científica en el siglo actual, que será difícil no hallar el nombre del general Zarco ocupando aventajado lugar en los acontecimientos de importancia que en su tiempo pasaron. Por esto, entre otras nobles distinciones, le vimos pertenecer un dia á esta Academia, ser elegido en el acto su Presidente, y permanecer en tan honorífico puesto hasta el término de su carrera.

Semejante prueba dice mucho en favor de los méritos del eminente General; y cuando tengo la honra de dirigirme á la misma corporacion que la dispensára, apreciadora más inmediata de su mérito que cualquiera otra de las muchas sociedades científicas, nacionales y extranjeras á que pertenecia; cuando se recuerdan sus elocuentes frases contestando al mayor número de los discursos de las académicas recepciones, en cuyos actos hizo fácil ostentacion de la fecundidad de su ingénio, de lo vasto y universal de su instruccion, del entusiasta anhelo con que procuraba los adelantamientos de las ciencias á que se rinde culto en estos lugares, y de su ardiente deseo de verlas cada dia mas cultivadas en nuestra pátria, ¿qué podré añadir yo, no digo digno de su respetada memoria, sino capaz de mejorar en algo el favorable concepto que justamente adquirió persona tan ilustrada?

La pérdida de vuestro dignísimo primer Presidente,

debe para mí contarse entre esa clase de dolores que no es posible manifestar cual corresponde; y el recuerdo de sus méritos científicos, es un verdadero motivo de desaliento para el que viene á llenar el primer deber que imponen los Estatutos, y mucho más invencible que lo ha sido para otros académicos la memoria del que habian de sustituir. Así es que no hubiera dudado en renunciar el honroso cargo, para el que fuí elegido, sin la persuasion de que, al favorecerme con vuestros sufragios, no habeis podido concebir siquiera la esperanza de ver reemplazada la persona á que me refiero, excepcional por sus eminentes dotes.

Animado, pues, con este pensamiento, y en la necesidad de ocupar la atencion de la Academia discurriendo sobre uno de los infinitos puntos que comprenden las ciencias á que consagra sus afanes, trataré de dar cumplimiento á mi delicada mision, ya que no con la lucidez y saber profundos de los que me han precedido en este lugar, con el deseo de presentar motivos de discusion de que pueda resultar algun conocimiento útil.

Versará mi discurso sobre los principios que envuelven las dos siguientes preguntas: La explicacion de los fenómenos generales de la Física por la existencia de los fluidos imponderados ¿está conforme con el espíritu de eminente racionalidad impreso á la filosofía natural por los preceptos de Bacon, Descartes, Newton y otros sábios en la época de la regeneracion de esta ciencia? ¿Debe esperarse que con la aplicacion del análisis matemático á las teorías fundadas en meras hipótesis, adquiera la Física el carácter de realidad que imprime aquel poderoso instrumento á las cuestiones que se someten á su accion filosófica y trascendente?

No desconozco las dificultades de un asunto que, desarrollado por el célebre Augusto Comte en su curso de Filosofía

positiva, resume necesariamente la Física en la parte más sublime de sus indagaciones filosóficas; pero como no debo considerarlo nuevo, no pretendo más que llamar la atención sobre su importancia, esperando que suplirá con creces vuestro saber á mi falta de fuerzas, y al laconismo que me impone la consideracion de no abusar de vuestra condescendencia.

---

La Física en su acepcion más lata, y las Matemáticas, auxiliar poderoso de aquella y de todas las demás ciencias que constituyen los conocimientos de la naturaleza, ofrecen en su origen, progreso y desenvolvimiento puntos de contacto tan notorios, relaciones tan íntimas, que las vemos siempre marchar reunidas en consorcio inseparable y recíproco. Una misma fué su cuna, juntas emigraron en busca de la civilizacion verdadera; en sus vicisitudes y decadencia siguieron la misma suerte, se acogieron á los mismos centros; y cuando llegó la época de su engrandecimiento, tambien fué comun el impulso que recibieran ambas, y debido con cortas excepciones, á las mismas privilegiadas inteligencias. Y no debe atribuirse este hecho histórico á que sean comunes á las dos ciencias los medios de exploracion, ó á que sean idénticos sus caracteres, sino á que, relacionada la marcha progresiva del espíritu humano en sus diferentes evoluciones científicas con el desarrollo moral y social de las distintas edades, por necesidad debe haber cabido una suerte análoga á aquellos ramos del saber que, sin sujetarse á los mismos principios fundamentales, dirijen sus tendencias hácia la perfectibilidad del entendimiento en igual sentido, el cual está fuertemente



caracterizado en aquellas ciencias por la exacta apreciación lógica de ciertas verdades primordiales, por la libertad del pensamiento en sus más abstractas concepciones, y por la emancipación completa de toda idea sistemática preconcebida.

El Peripato, cuyos fundamentos eran radicalmente contrarios á estas condiciones, no pudo ménos de esterilizar los gérmenes científicos transmitidos de otras edades, ó que empezaron su evolución en el seno del mundo filosófico á quien dominó; y como desde su origen alcanzó la supremacía, no concedida á sistema alguno, de ser considerado como expresión de la verdad indiscutible por todas las escuelas de Europa y Africa, llegó á contar dos mil años de absoluto imperio, y á tener raíces demasiado profundas que no podían ser fácilmente destruidas por los razonados preceptos de Bacon, aunque en ellos se prometiese á la humanidad su regeneración científica completa. Para derribar un edificio que, sin sólidos fundamentos, se había sostenido por el solo apoyo de tantas generaciones, era necesario levantar otro á su lado de más deslumbradora magnificencia, que ofreciese á la imaginación recreaciones más seductoras, aunque uno y otro debiesen venir á tierra desde el momento en que el verdadero espíritu de investigación, reconociendo los cimientos de ambos, los encontrase sentados sobre arena movediza y deleznable.

El gran génio de Descartes comprendió la necesidad de variar el rumbo de la antigua filosofía; y en su virtud, á la vez que, aplicándose á sí mismo los principios de la nueva, demostraba la torcida marcha del escolasticismo, imponiendo atrevidamente la necesidad de borrar todos los conocimientos heredados de la antigüedad; con su sistema del mundo, por la ficción de sus tres elementos, y de los torbellinos impul-

sados por un esfuerzo único, sorprendió á los filósofos, y los arrastró á su doctrina, sin dejarles sentir el abandono en que quedaban las veneradas ideas del que hasta entonces habian respetado como principe de la ciencia.

Franqueado así en la Física el gran obstáculo que se opusiera al ejercicio del principio de libre exámen, simultáneamente proclamado y puesto en práctica, el espíritu humano recorrió, con actividad impaciente y voluntad sin ejemplo, todas las partes de la filosofia natural, y dejó en ellas impresos los caracteres del nuevo método analítico, en cuyo seno se guardaban los progresos más extraordinarios.

Las matemáticas, preparadas como estaban con la generalizacion del Algebra, realizada por Viette, le debieron la invencion de la analítica, con la que se engrandeció el campo de su accion filosófica, se rompió el estrecho círculo en que se habian encerrado doctrinas que no podian marchar desunidas, se prepararon los elementos que, en un porvenir no lejano, habian de conducir al conocimiento del cálculo infinitesimal, y quedó organizada la relacion entre las concepciones abstracta y concreta, de que dependia su aptitud para todas las aplicaciones, especialmente para las que se refieren á las ciencias físicas.

En los diferentes ramos de estas, los adelantamientos correspondientes á tan radical impulso no podian ser iguales, porque ni su índole respectiva era la misma, ni en la lenta elaboracion de los siglos anteriores, habian podido todas acopiar datos para obtener un desarrollo igualmente proporcionado. La Astronomía, la Mecánica y la Optica reunian condiciones para participar desde luego de la influencia inmediata de este movimiento, porque todas tres, con el auxilio de las Matemáticas, habian llegado á constituir-

se á cierta altura bajo el aspecto geométrico; pero mientras que la primera de estas ciencias, en que el objeto de las investigaciones está circunscrito á la observacion directa de los fenómenos más elementales de la forma y movimiento de los cuerpos celestes, contaba en sus anales, desde Hiparco hasta Ticho, numerosas séries de observaciones, de gran exactitud por lo repetidas y comprobadas, la Mecánica necesitaba de la experimentacion directa para dar solucion á las más sencillas cuestiones de la Dinámica, y la Optica solo habia podido tratar un corto número de problemas de la reflexion, que desde la antigüedad habian entrado en el dominio de la Geometría.

Descubrimientos capitales, como el telescopio, refraccion, caida de los graves, péndulo, barómetro, etc., verificados por los mismos contemporáneos de Descartes, harán para siempre memorable la gran actividad científica del siglo XVII; pero sobre todos descuellan, por la profundidad de ingenio que supone y la naturaleza de la reforma que promovió, las admirables leyes de Kepler, que siendo á la vez compendioso resumen de séries seculares de observaciones y expresion verdadera del orden eterno á que obedecen los cuerpos celestes en sus movimientos, convirtió el estudio de la Astronomía en un problema de Geometría dinámica, apto para participar, como otros de su especie, de los adelantamientos ulteriores de las Matemáticas.

Trabajos tan eminentes merecian un gran génio que los coordinase, y el génio y la actividad de Newton necesitaban nada ménos que objetos tan colosales para ocuparse dignamente. Aplicando este distinguido geómetra, y otros de su tiempo, el Algebra á las antiguas cuestiones de la Geometría, y proponiéndose públicamente la resolucion de algunas relativas á las leyes del movimiento, á la gene-

racion de las curvas y á los lugares geométricos, se maduró la invencion del cálculo diferencial, á punto de venir á ser este consecuencia necesaria de principios laboriosamente establecidos por varios ingénios; tuvo nacimiento la mecánica racional, como resultado preciso de la índole de los problemas á que se aplicaban los nuevos métodos de análisis; y se originó, por la concurrencia de ambas creaciones, la mecánica celeste, que como cuestion de movimiento se referia á uno de los casos más elementales del curvilíneo, pero en que era necesario vencer la dificultad siempre grande, propia de todas las aplicaciones matemáticas, de pasar de la idea concreta, gráficamente representada por las leyes de Kepler, á la abstracta y primordial, de que las mismas debian ser precisa consecuencia.

Esta fué la gran concepcion de Newton; que, analizada bajo el punto de vista de los adelantamientos reales que verificó en la Astronomía y en la Física, tiene toda la importancia de las ideas creadoras, que de un solo trazo enjendran una ciencia nueva, ó perfeccionan profundamente el carácter de las que no han llegado á adquirir constitucion definitiva. Si aquella se examina con relacion á los conocimientos de su época, ya partiendo de estos para elevarse gradualmente á la idea primordial, ya sentando esta *à priori*, y deduciendo analíticamente las leyes conquistadas por la observacion directa, no puede ménos de causar admiracion por el lógico encadenamiento de las verdades, por la eleccion oportuna de los casos, y por el acierto con que se hace uso del instrumento analítico, cuando caen en defecto procedimientos más elementales. Por último, considerada respectivamente á su influencia en el espíritu filosófico reinante, se ve que debió por necesidad hacerle cambiar de

rumbo, en presencia de ejemplos en que se lograba dar á todos los fenómenos naturales del mismo orden, el carácter constitutivo que distingue las verdades matemáticas mejor demostradas, partiendo de una noción que se fundaba solo en observaciones, y que habia de ser cierta con todas sus consecuencias, aunque permaneciese desconocida su causa primordial.

Pero así como eran indestructibles las consecuencias que resultaban para la constitucion real de la Astronomía y de la Física en virtud de los dos primeros modos de considerar la ley general de la gravitacion newtoniana, el nuevo criterio filosófico á que conducia directamente la aplicacion de dicha ley, fué desde luego desconocido, y rudamente combatido por los partidarios de un sistema esencialmente contrario. Limitar el objeto de la Física á la observacion de los fenómenos; desechar la idea de que las causas primeras ó finales eran el principal término de todo análisis; circunscribir el campo de las conjeturas á los mismos puntos en que se detiene la accion directa de nuestros medios, debió mirarse por los cartesianos como una abdicacion completa del fin más elevado de la filosofia. El mismo Newton dudó por mucho tiempo, si era ó no dado calificar la atraccion como causa fisica ó cualidad primitiva de la materia (1), y mucho despues de ser conocidos sus principios filosóficos, propusieron sus más ardientes defensores (2) diferentes explicaciones sobre la naturaleza de esta fuerza desconocida. Ha sido necesario ver cómo la ley de la gravitacion respondia en todas las observaciones astronómicas, no solo á los movimientos de los planetas

---

(1) Newton, Princip. math., defín. 8.

(2) Maupertuis, t. I, *Discours sur les différents figures des astres.*

conocidos, sino á los nuevamente descubiertos; tocar la exactitud matemática con que por ella se han calculado sus masas, su figura, sus órbitas, sus perturbaciones; descender á la Tierra, y reconocer la accion de la pesantez en todas partes; ejecutar por ella mediciones más exactas que por la observacion directa; examinar, uno por uno, todos los cuerpos conocidos, y medir su intensidad aun en los que se consideraban desprovistos de ella; demostrar materialmente la rotacion de nuestro globo, para proclamar universal la fuerza de la gravitacion, y adquirir el convencimiento de que es una propiedad inseparable de la materia, y de que el peso de un cuerpo es el medio principal de demostrar su materialidad.

Mientras se ha formado poco á poco convencimiento del verdadero alcance filosófico de la concepcion de Newton, las demás partes de la Física, que habian entrado en la senda experimental sábiamente aconsejada por Bacon, progresaron con la rapidez consiguiente á la actividad de los dos últimos siglos; pero no existiendo en ellas, como sucedió en la Astronomía, suficientes trabajos anteriores que pudieran enlazarse por una ley general, é ignorándose si fenómenos, al parecer debidos á diferente causa, llegarían á aproximarse y confundirse en un mismo orden, preciso era seguir afanosamente consultando la naturaleza por medio de la experimentacion directa, y reunir ó agrupar los resultados por alguna hipótesis que los coordinara provisionalmente, y les diera la posible consistencia científica.

Nada más necesario que el empleo en las ciencias de observacion de estas hipótesis, que no son otra cosa que anticipaciones conjeturales, fundadas en las nociones, necesariamente incompletas, de los primeros trabajos. Re-

nunciar á este medio, sería lo mismo que reducir las ciencias indicadas á una porcion de hechos inconexos, en que quedaria en suspenso toda discusion, ínterin los fenómenos observados no pudieran referirse á leyes anteriormente establecidas para otros, ó que el análisis inmediato de un corto número, no diera desde luego una ley á que fortuitamente se fueran conformando. Ambas condiciones caen evidentemente en defecto, cuando se trata de hechos á la vez nuevos y de cierta generalidad; y entonces, pudiéndose prolongar durante generaciones enteras el estado transitorio ó de experimentacion de la ciencia, la hipótesis vendrá á ser de utilidad efectiva, cualquiera que sea el grado de racionalidad que haya presidido á su establecimiento (1).

Tan indispensables han sido siempre las hipótesis en las ciencias de observacion, como difícil y aventurado es fijar reglas seguras que sirvan de guia para fundarlas; porque si pretendiésemos desechar como anticientífico, nulo y nocivo todo lo que por conjetural y arbitrario puede ir más allá de ciertas conclusiones deducidas de un criterio analógico determinado, destruiríamos sin crear, y por ceñirnos á reglas demasiado exstrictas, contrariaríamos tal vez la marcha efectiva de la ciencia, limitando el horizonte, siempre vasto é indefinido, de nuestra inteligencia.

Ninguna hipótesis más general, metafísica y al pare-

---

(1) Mais les faits seuls ne constituent point la science, quoiqu'ils en forment à la fois les fondements nécessaires et les indispensables matériaux. Pour tout esprit philosophique, la science consiste essentiellement désormais dans la systématisation réelle, la plus complète et la plus exacte possible, des phénomènes observés, d'après certaines lois générales irrecusablement constatées. (A. Comte, *Cours de philosophie positive*, tome II, p. 466.)

cer contraria al espíritu positivo de la filosofía moderna, que la de Descartes sobre la formación del mundo, calificada de poema filosófico por su mismo autor; y sin embargo, apreciada con relación á su época, hay necesidad de reconocer en ella el primer embrión de un sistema mecánico del universo, que, insostenible á todo análisis sério, preparó de una manera eficaz la resolución verdadera del problema astronómico considerado mecánicamente. La hipótesis de la combustión de Stahl, basada en el desprendimiento de un fluido inaccesible, organizó la Química como ciencia, por la coordinación que dió á los hechos aislados hasta entonces conocidos; y hubiera sido la representación verdadera de todo un orden de fenómenos, si se hubiera hecho una simple inversión de sentido en la combinación del supuesto fluido y el cuerpo combustible. Ambas hipótesis han formado época en las ciencias á que se refieren, y á las dos han debido éstas progresos positivos de primer orden; pero si, antes de haber cumplido enteramente su misión, se hubieran desechado solo por ser contrarias á un criterio diferente del admitido cuando se establecieron, acaso se hubiera privado la ciencia de los adelantamientos realizados en virtud de la constitución científica transitoria á que dieron lugar, la cual facilitó la comparación de los hechos, y permitió discutir y apreciar el principio más ó ménos trascendente, que siempre debe suponerse contenido en la concepción más arbitraria, destinada á fundar una teoría científica cualquiera.

Pero donde más sobresale lo indispensable de las hipótesis, la utilidad que han proporcionado, y lo difícil que es sujetarlas á reglas de limitación, es en el estudio de las que se han ideado desde el origen de la Física para explicar los fenómenos de la luz, del calor y de la electricidad,



que constituyen los llamados *flúidos imponderados*, verdadera piedra de toque de la filosofía doctrinaria, y último recurso de los físicos y analistas para dar, si no razón suficiente de los hechos más principales del mundo exterior, cierto aspecto teórico á los trabajos que á cada momento aumentan el catálogo de descubrimientos, que con razón hacen el orgullo de nuestro siglo.

Necesitamos retroceder hasta las primitivas escuelas de Italia y Grecia, y es probable que se remonte á más antiguo origen la idea del flúido etéreo, incorruptible, que, llenando el espacio, interviene en la formación del universo, y en la propagación de la luz que recibimos de los astros; ó la de ciertas emanaciones sutiles, que, escapando á todo medio de verificación, y ejerciendo acciones simpáticas ó repulsivas, son la causa de los fenómenos que presentan los cuerpos exteriores: pero haríamos una injusticia á la Física moderna si, al evocar este recuerdo histórico, pretendiésemos equiparar el carácter filosófico con que han corrido las mismas ideas en la antigüedad y en nuestro tiempo.

El éter y las emanaciones sutiles de la filosofía escolástica eran entes puramente metafísicos, porque su existencia, sin relación determinada con los fenómenos naturales, se deducía de consideraciones abstractas, tomadas del orden moral, en que nada se suponía problemático, como consecuencia necesaria de premisas del mismo orden, sentadas como verdades infalibles. En cambio, los flúidos de la física moderna se han admitido en el concepto de poder aplazar la demostración de su materialidad, siempre supuesta aunque difícil de verificar, tomando en cuenta analogías con otros cuerpos más ó menos conocidos, y sin perder nunca de vista la subordinación indispensable de las hipótesis

á los resultados de las experiencias ulteriores. Dichos fluidos han sido anticipaciones á descubrimientos que no se creían irrealizables en el órden natural de los fenómenos; y si en este sentido la concepcion hipotética ha excedido los límites de la regla deducida por Mr. A. Comte (1) para distinguir las hipótesis admisibles de las que deben desecharse como nulas ó perjudiciales, es porque la verdadera dificultad para anticipar ideas sobre leyes de fenómenos que no se comprenden, ha de consistir precisamente en la justa apreciacion del punto en que se encontrará detenida la accion de nuestros medios; en prever con acierto dónde concluirá la exploracion y empezará la naturaleza inaccesible del fenómeno: y como esta apreciacion *à priori* no puede sujetarse á cálculo alguno, la regla que supone el conocimiento de una verificacion necesaria, aunque remota, caerá en defecto siempre que, habiéndose juzgado posible, llegue á ser irrealizable.

Natural era que el gran Newton, despues de haber resumido toda una ciencia en los estrechos límites de una ley, hiciera los mayores esfuerzos para relacionar tambien á ella los fenómenos de la luz; y como de su simple inspeccion parecia que, ó debian atribuirse á las emanaciones corpóreas emitidas por los cuerpos luminosos, ó al choque de sus particulas materiales en movimiento contra algun cuerpo intermedio, una vez que en los dos casos era preciso anticipar hipotéticamente la existencia del cuerpo ó del medio, la primera explicacion debia lisonjear más á quien, por el estudio del movimiento de traslacion, habia llegado á penetrar el grandioso mecanismo del universo; pero tan lejos estuvo de dar á su hipótesis otro valor que el de

---

(1) *Cours de philosophie positive*, t. II, p. 299.

una conjetura, que en todos sus escritos, separando con especial cuidado los resultados de sus experiencias sobre la luz, de las explicaciones teóricas á que pudieran dar lugar, se le vió siempre dispuesto á admitir cualquiera otra, y hasta parecia dudar si era ó no lícito atribuir á sus partículas luminosas, existencia corpórea (1).

Descartes explicaba los fenómenos de la luz por los movimientos vibratorios del cuerpo luminoso, que, transmitidos instantáneamente en todas direcciones por las partículas duras, continuas y esféricas de su tercer elemento, venian á excitar nuestra vista, como lo hacen en la mano las partes extremas de una barra rígida, de las impresiones recibidas en el otro extremo; pero demostrado que la propagacion de la luz no era instantánea, por la experiencia fundamental de Rømer, fué preciso hacer intervenir en la explicacion la influencia de la elasticidad del medio, comparar la comunicacion á la del sonido por el aire, y crear al efecto el éter perfectamente elástico, repartido en los espacios celestes y en el interior de los cuerpos, con diferente y desconocida densidad. Esta segunda hipótesis contó

---

(1) Optimus enim et tutissimus philosophandi modus videtur, ut in primis rerum proprietates diligenter inquiremus et per experimenta stabiliamus, ac deinde tardius contendamus ad hypotheses pro earum explicacione. Nam, etc. (Newtoni opuscula, tomus secundus, opus XIX, art. XVI, pag. 329.)

Itaque per Lumen intelligo quodlibet Ens, vel Entis potestatem (sive sit substantia, sive quævis ejus Vis, Actio, vel Qualitas) quod à corpore lucido recta pergens aptum sit ad excitandam visionem; et per Radios Luminis intelligo minimas, vel quaslibet indefinitè parvas ejus partes, quæ ab invicem non dependent, quales sunt illi omnes Radii, quos lucentia corpora, vel simul vel successivè, secundum rectas lineas emittunt. (Ibidem, pag. 330.)

Si talem aliquam hypothesin adoptassem, id alicubi pateficcissem; at sciebam illas, quas palàm faciebam, lucis proprietates aliaquatenus explicari posse, non solum hac, sed pluribus aliis mechanicis hypothesibus; et ideo, etc. (Opus XIX, pag. 337.)

Interea de natura radiorum (utrum sint corpora nec ne) nihil omnino disputo. (New., Princ. math., schol., prop. 96.)

por partidarios á los físicos de la escuela cartesiana, y les sirvió de principal argumento, antes y despues de introducida la modificacion de la elasticidad, contra los principios filosóficos de Newton, sin duda por la mayor analogía, intuitivamente prevista, entre el movimiento vibratorio y la causa próxima ó remota de la luz.

Los fenómenos debidos á los demás agentes físicos eran poco conocidos, á mediados del siglo XVIII, para que los esfuerzos de los sábios pudieran dirigirse á otra cosa que á reunir séries de observaciones experimentales que los diesen á conocer; y como de estas resultaban á cada paso relaciones más íntimas entre hechos que en su punto de partida se habian atribuido á causas muy diferentes, concurren los mismos elementos de la ciencia, que estaba naciendo, á robustecer la idea de una reduccion futura de las causas primordiales, lo que alejaba de ellas la discusion, remitiéndola al estudio de la Optica, que ha sido la parte de la Física más adelantada, al ménos hasta mediados del presente siglo.

Tal vez deba buscarse en la injustificable separacion introducida entre fenómenos tan correlacionados como los de la luz y el calor, la causa de que se haya prolongado en Optica un debate, que en Termologia quedaba dilucidado por experiencias concluyentes (1); quizás no se hubiera llegado á fundar una teoría matemática sobre el calor, aceptando la emision, cuando era ya insostenible en Optica (2); acaso sin ella se hubiera dado ménos importancia á la experiencia directa que propuso un físico ilustre para

(1) Recherches sur la source de la chaleur engendrée par le frottement, lu devant la société royale le 23 janvier 1798, par le comte Rumford.

(2) Poisson, *Théorie mathématique de la chaleur*, notions préliminaires. Paris, 1835.

dar término á una cuestion que hechos al ménos tan capitales daban por concluida (1); es posible tambien que no se hubiera introducido en las otras partes de la Física cierto indiferentismo en la cuestion de las hipótesis, concentradas en la Optica, que á la vez puede no haber sido el estudio más á propósito para decidir entre las dos reinantes: pero la marcha de las ciencias es resultado de los esfuerzos de muchos ingénios que, aunque se dirijan á un fin comun, suelen no seguir idéntico camino; y si en el caso actual, semejante desviacion ha ocasionado algun retraso, debe necesariamente haber sido corto respecto al porvenir de una ciencia cuyos primeros pasos se sienten aún, y pueden llamarse contemporáneos.

Es probable tambien que la preferencia dada á la Optica respecto á las otras partes de la Física para discutir la teoría de las hipótesis, dependiese de la particularidad propia de los fenómenos de la luz, que consiste en que estando destinado un órgano especial á la percepcion de los efectos luminosos, parece que adquiere respecto á ellos más fuerza el argumento, muy antiguo, que Euler expone con tan clara elocuencia (2), del que resultaria por exclusion la necesidad de admitir una de las dos hipótesis, si analizados los efectos con relacion á ambas, alguna de ellas caia en defecto en el terreno experimental. Pero

---

(1) Experiencia propuesta por Mr. Arago á la Academia francesa, para demostrar la relacion directa ó inversa de las velocidades de la luz en medios de diferente densidad.— Aparato presentado á la misma Academia, en abril de 1842.—Moigno, *Répertoire d'optique moderne*, p. 150, première partie. Paris, 1847.

(2) Duplici autem modo hoc fieri posse mox deprehendemus: vel enim ab his corporibus effluvia emanant, atque sensuum nostrorum organa feriunt; vel in circumjacentibus corporibus ejusmodi motionem excitant, quæ ad nostros sensus usque per omnia corpora intermedia propagetur. (Euleri opuscula, nova theoria lucis, cap. 1, de visione in genere.)

para que semejante argumento fuera exacto era preciso que se empezase por demostrar que indefectiblemente las cosas no pueden verificarse sino de una de las dos maneras que abrazan los términos del dilema, y esto está muy lejos de suceder, desde que en la apreciación del fenómeno físico se hacen intervenir consideraciones fisiológicas, que se escapan siempre á toda verificación real.

La reducción de todos los sentidos al tacto no pasa de ser una consecuencia analógica, que precisamente faltará en el órgano de la vista, si puede ser impresionado por la presencia sola de los cuerpos luminosos, sin necesidad de cuerpo intermediario; y desde entonces, la causa del fenómeno entrará en el caso mismo de la acción recíproca de dos cuerpos cualesquiera para gravitar uno sobre otro, para electrizarse por influencia, para cambiar de temperaturas, y en general, para comunicarse sus movimientos.

Cuando en el presente siglo, hombres tan eminentes como Malus, Boscovich, Melleville, Laplace, Poisson, Biot, etc., afiliados á la hipótesis de la emisión, y en sentido contrario Ampere, Hamilton, Pulker, Frauenhofer, Fresnel defendiendo las ondulaciones, no han podido descubrir, en las series sorprendentes de resultados experimentales á que han llegado, nada de positivo sobre la materialidad de la luz, ni respecto á la pretendida existencia del éter, parece aventurado esperar algo real de ninguna de las dos explicaciones.

Además, cuando se considera que después de circunscritas las hipótesis de los fluidos imponderables á los fenómenos de la Óptica, á pesar de haber obtenido en la práctica el triunfo más completo posible la de las ondas, no ha adelantado paso la cuestión de su racionalidad, por más que el entusiasmo de sus últimos defensores les conduzca á

afirmar que es una realidad (1), se inclina el ánimo á asegurar, con el célebre Mr. Comte (2), que es contraria al espíritu filosófico positivo, de que Newton dió tan sublime ejemplo en la teoría de la gravitacion; y si en contra de estas observaciones, y prescindiendo de la cuestion de principios, se examina la progresiva marcha de la teoría de las ondulaciones, y se la ve responder á todos los efectos de la luz, y anticiparse á los hechos, hasta predecir fenómenos tan delicados como los de la refraccion cónica, iluminacion central por difraccion y otros, sin más antecedentes que meras deducciones del análisis, no puede ménos de experimentarse un sentimiento de adhesion á la teoría que ha triunfado en semejantes pruebas, que ha indicado tan prodigiosos hechos. ¿Es posible que una ficcion arbitraria corresponda á todos los fenómenos, y no solo relacione entre sí los conocidos, sino que se anticipe y prediga los que necesariamente hayan de verificarse? ¿No habrá nada en la concepcion del éter que se acerque siquiera á la realidad de la causa de la luz?

Vano empeño sería recurrir á un minucioso análisis de las objeciones que en todos tiempos han hecho los partidarios de cada hipótesis á los fundamentos de la opuesta, para decidirse por aquella que reuniese probabilidades ma-

---

(1) Le mouvement ondulatoire des molécules de l'éther, n'est pas pour nous une hypothèse, mais, une réalité: l'explication des phénomènes de la lumière par les ondulations éthérées n'est plus à nos yeux un système, mais une théorie pleinement confirmée par l'ensemble et le détail des faits, etc. (Moigno, *Répertoire d'optique*, partie première, préface.)

Je pense que vous au moins, monsieur, partisan déclaré du système des ondulations, non seulement pour représenter les lois des phénomènes lumineux, mais encore pour en donner l'explication réelle, vous verrez avec plaisir que l'explication que Frénel a donné, etc. (Lettre de Mr. Laurent à Mr. Arago, lue dans l'Académie des sciences 19 mai 1846.)

(2) *Cours de philosophie positive*, t. II, p. 300.

yores, ó se prestase á una crítica ménos racional y fundada. Si difícil es comprender en la emision, cómo partículas tan sutiles son lanzadas con velocidad tan prodigiosa, sin desviarse de la direccion rectilínea al encontrar las de su misma especie que deben inundar los espacios; por qué cuando se concentra un número infinito en reducidísimo recinto no se produce movimiento sensible; á qué puede atribuirse que las diseminadas entre los cuerpos celestes no opongan resistencia á sus movimientos; qué causa puede haber para que todos los cuerpos luminosos proyecten estos corpúsculos con idéntica velocidad: no lo es ménos darse razon cumplida de la marcha estrictamente rectilínea de la luz como procedente de movimientos excitados en un medio eminentemente elástico, ni de dónde procede elasticidad tan perfecta, cómo existe el éter encerrado en el interior de los cuerpos, ni por qué varía la elasticidad en el mismo sentido que la densidad de la materia ponderable. Si la propiedad positiva concedida á las partículas luminosas de ser corpóreas, no puede conciliarse con las negativas de su falta de peso, de no poder ser retenidas en el interior de los cuerpos, de no poder extinguirse la cantidad encerrada en los mismos; tampoco es dado armonizar la elasticidad del éter material, su imponderabilidad, su intangibilidad, con los movimientos que da y recibe de la materia real de los cuerpos. En una palabra, si difícil ó imposible es al que admita la emision demostrar en principio la nulidad del sistema de las ondulaciones, porque las propiedades atribuidas al éter le hacen inaccesible á toda verificación, en idéntico caso se encuentra, respecto al sistema emisivo, quien adopte las ondulaciones; y tampoco será más afortunado el que, desentendiéndose de ambos sistemas, trate de atacarlos en el sentido indicado, porque lo



que se necesita son pruebas directas de la existencia de la materia luminosa, ó del éter, y no habiéndose encontrado ni pudiéndose dar, toda discusion sobre este punto, necesariamente ha de ser estéril.

Pero si consideramos las dos suposiciones como un artificio dirigido á relacionar entre sí las leyes á que obedecen los fenómenos de la luz, separando las acciones de la materia que directamente concurren á producirlos, de las debidas á otras causas físicas que pueden complicarlos ó alterarlos, las cualidades negativas de que se reviste la materia luminosa ó el éter, no tendrán otro significado que el haber traducido á un cuerpo ideal, relacionado hipotéticamente con la materia ponderable, la abstraccion considerada necesaria para separar entre sus movimientos efectivos, los que deben pertenecer solo á la causa que se analiza.

Precisamente por habérsenos presentado hecha esta abstraccion en los cuerpos celestes, es por lo que se ha dado al problema de sus movimientos una solucion dinámica completa; pues por una parte, la forma esférica ha permitido considerarlos como puntos materiales, y por otra, nada puede perturbar en el vacío en que se mueven la relacion de las fuerzas á que obedecen; así es que la idea abstracta del problema mecánico y la concreta del físico coinciden en el mismo concepto lógico, y de aquí la racionalidad inmediata y directa de una cuestion que no tiene semejanza en el orden de la naturaleza.

Y ya que esta en los demás fenómenos físicos siguió un camino mas inaccesible, no debe extrañarse que la ciencia, al referir, por ejemplo, los de la luz al movimiento de traslacion, haya tratado de obtener, por medio de las cualidades negativas asignadas á la materia luminosa, un

conjunto de circunstancias mecánicas, que permitiesen comparar teoría tan completa y sencilla como la de la gravitación, á fenómenos de un orden desconocido.

No deja, sin embargo, de ser un hecho notable, y debe atribuírsele razon suficiente, que ni ciertas observaciones que no pudieron escapar á la gran sagacidad del fundador de la teoría emisiva, ni el descubrimiento capital de Grimaldi, que sirvió al célebre Young para ponerla en abierta contradicción con sus principios, ni los trabajos más modernos de Malus, Brewster, Hook, Arago y Fresnel sobre la refracción doble, polarización y dispersión, ni los estudios experimentales y teóricos del calor, que enérgica y directamente han concurrido al mismo fin, hayan sido considerados por los físicos modernos, motivos bastantes para abandonar radicalmente dicha teoría y separar de ella todos los ánimos.

La explicación de este hecho, por el respeto que han inspirado hasta las opiniones ménos fundadas de Newton, sería satisfactoria, si este hubiera concluido su teoría de la difracción, haciéndose cargo de los variados accidentes conocidos ya en su época; ó si sus sucesores, por obedecer al mismo espíritu, hubieran manifestado igual deferencia á otras doctrinas suyas encontradas en discordancia con descubrimientos posteriores: pero no habiendo esto tenido lugar, debe atribuirse la especie de contradicción referida á una causa de más entidad, más en armonía con la trascendencia de la cuestión de las hipótesis científicamente considerada.

En efecto, de declarar incompatibles las teorías emisiva y de la gravitación, ó se seguía la necesidad de renunciar á toda referencia entre los agentes físicos y las acciones mecánicas, ó de aceptar exclusivamente la

relativa al movimiento vibratorio, de que solo la acústica presentaba ejemplo en la propagacion del sonido, y conforme el principio filosófico, universalmente reconocido, de que una coleccion de fenómenos sin dar idea sobre su causa, carece de la coordinacion científica que parece necesaria aunque sea hipotética, debió diferirse la adopcion en absoluto del sistema de las ondulaciones, para cuando se demostrase que respondia á la explicacion, siempre conjetural, de los efectos de la luz, prefiriendo entre tanto, sostener la duda nacida de la concurrencia de ambas hipótesis, porque dirijia la discusion á estimar los grados de sus probabilidades respectivas, y la desviaba del exámen de sus principios fundamentales, el cual quedaba así aplazado para cuando llegase el triunfo definitivo de cualquiera de ellas, en cuya época, el curso mismo de las experiencias pudiera haber proporcionado medios racionales de resolver cuestion tan esencial.

Tambien ha de haber ejercido en esta marcha un influjo marcado, la consideracion de la altura á que se encontraran los conocimientos de la parte de la Física á que habian de referirse los adelantamientos sucesivos de la Optica. Por más que nada haya habido de hipotético, desde que fueron bien conocidas las propiedades de los gases, en la verdadera causa de la produccion y propagacion del sonido, su estudio experimental se ha encontrado siempre paralizado ante la rapidez y corta duracion de los fenómenos, que, ya se analicen en el cuerpo sonoro, ya en el medio que comunica sus movimientos, exigen superior velocidad á la que puede seguirse directamente por nuestros sentidos. Como, además, en acústica no se conocen instrumentos adecuados para comparar las intensidades de los sonidos, lo mismo que sucede respecto á la luz, resulta en definitiva limita-

dísimo el campo en que se desarrollan los medios de la observacion directa.

No ofrece dificultades menores la aplicacion del cálculo matemático como medio de investigacion indirecta de los fenómenos acústicos. Porque la teoría dinámica de las perturbaciones de equilibrio, debidas á oscilaciones pequeñas de un sistema de partículas al rededor de la situacion inicial estable, pertenece á la parte más elevada del análisis, á causa de las ecuaciones diferenciales parciales de segundo órden que caracterizan el movimiento, las cuales no son integrables sino en condiciones muy determinadas del caso general, y en el planteo de este hay siempre que prescindir, como sucede en todas las aplicaciones, de muchas causas físicas que afectan visiblemente los resultados teóricos. Tal conjunto de circunstancias, desfavorables todas á la solucion del problema principal de la acústica, han debido ser causa de que no se lleve muy adelante la referencia indicada; porque era evidente que, mientras la cuestion de las vibraciones sonoras permaneciese dudosa en un terreno en que nada habia de hipotético, poco podia fundadamente esperarse para el progreso de la Optica, que, cuando más, se hubiera colocado á la misma altura especulativa, quedando siempre muy detrás respecto á la racionalidad de sus principios constituyentes.

Así es que, aparte de la comparacion elemental entre las dos teorías, la Optica, con la concepcion hipotética del éter, ha marchado libre y desembarazadamente, y lejos de recibir de la Acústica principio alguno, ha adelantado mucho más que ella, observándose precisamente lo contrario, á saber: que, estacionada la teoría del sonido desde Newton á Sauveur y desde éste á Chadni y Savart, ha necesitado buscar en la termologia, y aun en la Optica, verdaderos

puntos de apoyo, que promuevan sus progresos, y concurran á disipar la idea poco favorable que inspira esta paralización, en presencia de los adelantamientos de las otras ramas de la Física. ¿No podrá demostrar una vez más este ejemplo, que aquellos no dependen del grado de racionalidad de los principios admitidos en la explicacion de los fenómenos, sino más bien del acertado sistema de exploracion que se establece para interrogar constantemente la naturaleza en el terreno experimental? Al ver las teorías de la gravedad y del sonido estacionadas en todo el siglo XIX, á pesar de su absoluta constitucion positiva, ¿será justo calificar de perjudiciales las hipótesis de la luz, y asegurar que han contrariado los progresos efectivos de la ciencia, aun concediendo que en ellos no hayan intervenido directa é inmediatamente?

Desde que Fresnel observó que la propagacion del movimiento vibratorio en el éter debia suponerse sin cambio de densidad, y dedujo, en consecuencia, que la direccion de las vibraciones debia ser perpendicular á la general de propagacion de la luz, esta teoría ha satisfecho todas las experiencias, ha explicado todos los casos, ha triunfado en todas las pruebas; al paso que la antagonista, sin franquear la barrera que paralizó su marcha en vida del mismo fundador, ha perdido siempre terreno, esterilizando los esfuerzos de sus últimos defensores. Es por lo tanto exajerado, en mi concepto, el valor que atribuye Mr. Comte al argumento con que trata de patentizar la ineficacia de ambas hipótesis, fundado en hacer ostensible la igual facilidad con que se prestan á demostrar las leyes principales de la luz, y en la frecuente alternativa con que en la ciencia se ha pasado de una á otra, sin que por este cambio su constitucion haya mejorado; porque lo primero sólo se

verifica con algunas leyes, mientras otras, que el mismo autor pasa por alto, han permanecido siempre inaccesibles á la emision; y respecto á la variacion de las teorías, realmente no ha existido desde que Fresnel dió á conocer los fundamentos de la de las ondulaciones. La conservacion simultánea de las dos, desde esta época, no es susceptible de otra explicacion, sino de que se ha tratado por este medio de poner de manifiesto la duda que nace de la admision de dos principios opuestos para dar razon de unos mismos hechos, y la superioridad incontestable que, en medio de esta duda, tiene el uno respecto del otro.

Pero, de todos modos, del exámen comparativo de las dos teorías se desprende, segun hemos dicho, una consecuencia de gran significacion, en que debemos insistir; cual es, que mientras en la hipótesis material ó emisiva de la luz es preciso atribuir desde los primeros pasos á las partículas de aquella una cualidad nueva, adecuada, formulada expreso, para dar razon de cada hecho, de cada fenómeno particular, hasta venir á parar necesariamente á cierta especie de movimiento ondulatorio; en la teoría vibratoria, una vez supuesta la existencia del medio, se abrazan todos los casos, se explican satisfactoriamente todos los hechos, y con ella se anuncia la verificacion de algunos, que la experiencia despues comprueba y realiza.

Prescindamos del mayor ó menor fundamento filosófico de las dos hipótesis, de si realmente se explican ó no los fenómenos de la luz por remitirlos á un cuerpo distinto de la materia, susceptible de ser lanzado ó movido por ella; de si estas hipótesis deben ó no proibirse por su origen metafísico, y por su tendencia á penetrar las causas naturales vedadas á nuestra inteligencia: ¿no nos autorizará la observacion anterior, siquiera para concluir

que entre el supuesto movimiento del éter y el de la materia de los cuerpos dotados de la propiedad de ser luminosos, hay cierta conexión ó relación analógica? O en otros términos: cuando los cuerpos adquieren la propiedad de ser luminosos (y sabemos que todos son susceptibles de llegar á serlo por un aumento conveniente de temperatura), ¿no deberán esta propiedad al movimiento vibratorio en que se constituyen sus partículas materiales, que debe tener con el del supuesto éter, la misma relación que el de las partículas del cuerpo sonoro con el del aire que comunica el sonido?

Por más que la apreciación altamente filosófica, seguida por el autor que tantas veces hemos citado, sobre la utilidad y destino futuro de las hipótesis físicas, le conduzca á la consecuencia de que no cabe por analogía ningún género de aproximación mecánica entre los efectos de la luz y los del sonido ó de la gravitación, porque son irreductibles entre sí ó intrínsecamente heterogéneos (1), no parece semejante consecuencia capaz de arrancar un sentimiento nacido en la infancia de esa misma filosofía positiva, que se extendió á los partidarios de Descartes, y que, penetrando en las filas de los newtonianos, aunque con profundas alteraciones, vuelve á reproducirse entre los físicos modernos, no solo abrazando los fenómenos de la luz, sino los atribuidos á los otros agentes físicos, y los de la Acústica misma, que bajo el dominio de aquellos principios, ha luchado esterilmente para desenvolverse, y dar algunas señales de su especial influencia.

Este sentimiento le vemos limitado en el origen á reconocer en la materia de los cuerpos luminosos la actividad

---

(1) A. Comte, *lection* 30, pag. 445.

necesaria para dar impulso al elemento etéreo, segun Descartes, ó para lanzar la materia luminosa dotada de cualidades específicas, segun Newton; pero á poco de empezar la Optica su marcha experimental, se contractó en ambos sistemas, relacionando la actividad genérica con las condiciones de un movimiento ondulatorio, ya comunicado directamente al éter, bien á las partículas luminosas al tiempo de ser emitidas. Si ningun otro fenómeno más directo viniese á robustecer opinion tan antigua y arraigada, la referencia de los efectos de la luz á las leyes de la mecánica racional careceria de sólido fundamento, y deberia separarse de toda concepcion filosófica positiva; pero cuando la actividad molecular constante, continúa, intensa, de la materia, se nos manifiesta cada vez más, á medida que los medios de experimentacion se multiplican y se perfecciona el instrumento matemático, poderoso é inseparable auxiliar de la Física; y cuando vemos concurrir al mismo punto todas las investigaciones que tienden á penetrar en cualquier sentido la constitucion íntima de los cuerpos, no puede ménos de fortificarse la idea de que un órden entero de fenómenos del mundo fisico, tanto ó más universal que el de la gravitacion, está fuertemente ligado con las condiciones elementales del movimiento vibratorio molecular. Este no dejará de ser mecánico, por más difícil que sea su observacion inmediata, y desde luego entraria en el dominio de la filosofia positiva, purificado de toda consideracion conjetural ó hipotética, si directa ó indirectamente llegaran á conquistarse las leyes que lo determinan, aunque su causa, como todas las primordiales, permaneciese ignorada y desconocida.

La accion recíproca de dos cuerpos que gravitan uno sobre otro, demuestra una tendencia inmediata de la mate-



ria, ejercida á distancia por su presencia respectiva; y si para comparar y analizar los efectos de dicha accion ha bastado referirlos á leyes que otros fenómenos naturales nos han revelado, no por ello, deja el hecho mecánico de precipitarse un cuerpo sobre otro, de manifestar que la materia elemental de ambos obra á cualquier distancia, sin intermedio de cuerpo alguno, activa y enérgicamente.

Los fenómenos capilares, los de endósmosis, los de la cristalización y otros, conducen á igual consecuencia, por lo cual algunos han querido relacionarlos con la fuerza universal de la gravitacion.

Los fenómenos del sonido corroboran la misma accion recíproca de las partes materiales de los cuerpos, sometidas á un tiempo al movimiento ondulatorio general que produce una accion exterior, y á otro más elemental semejante que ella enjendra; comprobándose ambos por esa serie de efectos simpáticos y misteriosos con que los cuerpos en vibracion hacen extensivos á los demás los movimientos de que participan, con tendencia á una concordancia que sorprende, y á ciertas disposiciones fijas espresadas por impresiones uniformes. Dificil sería explicar estos y otros efectos del mismo género, que probablemente irá descubriendo la observacion y estudio de esta parte atrasada de la Física, por la comunicacion del aire como intermedio; y, aunque pueda calificarse la idea de aventurada, es probable que la facultad de trasmitirse y modificarse el movimiento vibratorio elemental directamente, tome parte en tan singulares hechos.

La Química nos ofrece tambien una verificacion constante de la misma actividad; y si bien sus efectos generales se refieren á otro órden de fenómenos, como nunca tienen lugar sin la produccion ó manifestacion de los agentes físi-

cos, en intensidad relacionada á la perturbacion más ó menos enérgica debida al ejercicio de las afinidades, concurren directamente á justificar, que allí donde por una causa cualquiera se rompe el equilibrio molecular, y consiguientemente se enjendra una accion motriz en las partes últimas de la materia, este movimiento genérico, convertido en vibratorio, se refleja exteriormente por la manifestacion de los efectos del calor, de la luz y de la electricidad.

Pero donde más se reconoce la índole mecánica del movimiento de la materia elemental, caracterizada por efectos puramente físicos, es en el primero de los tres agentes indicados. La produccion indefinida de calor por medio de la percusion y rozamiento, sirvieron ya de fundamento á Rumfort y Davy para demostrar, por argumentos incontables, que el calórico no podia existir como sustancia distinta de la materia (1), y que para dar razon de sus efectos principales, era menester admitir que las partículas materiales estaban continuamente animadas de movimiento. De esta consecuencia, á la de considerar el incremento de volumen debido al fenómeno general de la dilatacion, como medida de la suma de los movimientos parciales de las moléculas, no habia más que un paso, que vinieron á dar, casi al mismo tiempo en Alemania el Doctor Mayer y en Inglaterra Mr. Joule. Ambos calcularon el equivalente mecánico del calor por caminos diferentes, y le fijaron en 423,5 kilogramómetros, con un acuerdo admirable.

El establecimiento de este número representa por sí solo una nueva teoría del calor, fundada en principios y experiencias nuevas (2): En ella el calor producido por las

---

(1) Davy, *Philosophie chimique*, págs. 94 y 95.

(2) Tyndall, *La chaleur considérée comme un mode de mouvement*. Paris, 1864.

acciones mecánicas tiene exacta correspondencia con la fuerza motriz empleada: el consumido en producir un trabajo, se mide por una relación íntima: donde no hay calor consumido, tampoco se encuentra trabajo producido; y recíprocamente. Semejante modo de ver ha abierto á la ciencia un vasto horizonte bajo muchos conceptos; pero, relativamente al asunto que nos ocupa, sirve para corroborar, con más aproximación que por las observaciones anteriormente citadas, la analogía necesaria entre las acciones mecánicas, y el calor considerado como agente físico.

Pudiera sin embargo creerse que dicha analogía, fundada en el fenómeno de las dilataciones, en que se comparan los efectos totales del calor por los cambios sensibles de volumen, la acción mecánica que representan, y que define un movimiento elemental en su origen, nada presupone respecto á su índole, porque, si fuese rectilínea, podría producir el mismo resultado exterior. Pero aun traída la cuestión á este terreno, la experiencia y el raciocinio concurren á demostrar la naturaleza del movimiento, mayormente si se tiene á la vista la necesidad de armonizar los efectos de esta parte del calor con los que dependen de sus propiedades específicas, y con los de la luz, á que los últimos están íntimamente ligados.

Bajo el primer concepto son muchas las experiencias para hacer visibles los movimientos vibratorios de los cuerpos, como resultado indudable del elemental y térmico de sus partículas; pero nos haremos cargo solo de dos, en que está más caracterizada esta propiedad. El sonido observado por Mr. Shwat en las fundiciones de Sajonia al enfriarse un lingote de plata, que dió más tarde origen al instrumento de Trevelyan, estudiado en diferentes conceptos por Forbes, Seebeck, Faraday y Tyndall, demuestra palpablemente las

oscilaciones reales de la materia ponderable, debidas á la elevacion brusca de temperatura en determinados puntos de un cuerpo conductor; oscilaciones que se trasmiten con cierta uniformidad á las masas totales, las cuales entran en vibracion á su vez, con la rapidez y regularidad que exige la produccion de un sonido. Mr. Tyndall se explica en estos términos al hacerse cargo de esta curiosa experiencia. «El incremento de amplitud de las vibraciones de cada átomo por el calor es inapreciable; pero sumándose en número inmenso, los incrementos infinitamente pequeños toman un valor sensible. Esta suma, casi instantánea, da nacimiento á una protuberancia, que hace oscilar la masa pesada del lingote. Hay en este caso conversion directa del calor en movimiento mecánico ordinario.»

La experiencia capital de Boutigni, entre otros accidentes conocidos, ofrece el de un movimiento ondulatorio regular de la superficie del esferoide líquido, que se propaga del centro al contorno, acompañado de la produccion regular del vapor y de un sonido perceptible. Cuando se verifican estos efectos, que tienen lugar simultáneamente, nadie dejará de ver en ellos los movimientos vibratorios del esferoide y de la cápsula, debidos al elemental que el calor enjendra en sus partículas respectivas, á los cuales se unen los debidos á las otras fuerzas, que toman tambien parte en el fenómeno completo.

Por el racionio llegamos siempre á la misma conclusion. El equilibrio calorífico entre dos cuerpos en un recinto de temperatura uniforme, no puede admitirse sin las variaciones consiguientes de los respectivos volúmenes, cuya idea envuelve la de separacion variable de las partículas de los dos cuerpos; y puesto que la accion es reciproca para ambos, y para un tercero que se ponga en su

presencia, es preciso que durante el equilibrio de temperatura y de volúmen, el movimiento elemental no cese, porque si el equilibrio aparente representase el reposo absoluto, no podría explicarse cómo introduciendo entre dos cuerpos calientes, uno más frío, habian de recibir sus partículas de las de los otros un incremento de velocidad de que ellas no participaban. El movimiento elemental no cesa, por lo tanto, durante el equilibrio de temperatura; y ya que en este caso el volúmen no varia sensiblemente, por necesidad dicho movimiento ha de ser vibratorio (1).

Pero al mismo tiempo que los efectos generales de la dilatacion conducen, segun vemos, por diversos caminos á demostrar la existencia de la actividad molecular de la materia relacionada con el movimiento oscilatorio, el análisis de otro órden de fenómenos, debidos tambien al calor, aproxima tanto este agente físico á la luz, que cada vez es más difícil separar entre sí la causa desconocida á que ambos deben atribuirse.

Desde que la construccion del termómetro se perfeccionó lo bastante para que sus indicaciones fueran comparables, el conocimiento de los poderes emisoro y absorbente, difusivo y dispersivo, unido á las leyes más generales de la velocidad, reflexion y refraccion, observadas ó hechas extensivas de la luz al calor, constituyeron analogías suficientes entre los dos fluidos, para sospechar con razon que debian pertenecer al mismo órden las leyes por las cuales se rejian fenómenos tan semejantes.

Quedaba sin embargo, respecto al calor, la duda consiguiente á la corta amplitud que habia podido darse á los términos de la série en que se desenvolvía la experimenta-

---

(1) Davy, *Philosophie chimique*.

cion directa, á causa de la falta de sensibilidad del termómetro, limitada por las condiciones de que depende la observacion de los volúmenes aparentes. Pero cuando ha sido conocido el instrumento que inmortalizará los nombres de Nobili y Melloni, la aproximacion de los fenómenos del calor radiante y de la luz ha dejado de ser una simple cuestion de analogia, pues engrandecido el círculo de las observaciones en proporcion á la incomparable sensibilidad y exactitud del nuevo aparato, séries no interrumpidas de trabajos, que con más propiedad pueden llamarse de confrontacion que de investigacion, empezando por rectificar las anteriores leyes, se dirijieron á poner de manifiesto experimentalmente en el calor, cuantas propiedades habian podido analizarse y demostrarse en la luz durante muchos años de prolijos y detenidos estudios.

Entre estos los mas importantes se hallan consignados por MM. de la Prevostaye y Desains en la tercera série de los anales de Física y Química, y de ellos resultan, á la vez que confirmadas y algun tanto rectificadas las principales propiedades de la luz, en todo equiparadas estas mismas leyes á las que rigen el movimiento del calor; asi es que, en su virtud, queda por la experiencia directa establecido que este flúido se refleja, se refracta, se dispersa y se polariza en las mismas condiciones que la luz, obedeciendo á los mismos principios, y siendo aplicables á todos sus fenómenos, absoluta y completamente, las fórmulas establecidas por Fresnel y Cauchy en la primera mitad del presente siglo.

Podemos por lo tanto, siguiendo la comparacion anterior, considerar divididos los fenómenos del calor en dos grandes grupos: el de sus cualidades específicas, subordinado teóricamente á la luz, participando de sus mismas leyes y adherido á su carácter hipotético de actualidad; y el de

las propiedades termológicas, en que, prescindiéndose de toda consideracion cualitativa, se comparan los efectos de este agente, haciendo abstraccion de su causa, por el solo conocimiento de las temperaturas. Los fenómenos del primer grupo establecen un lazo de íntima union entre los dos agentes físicos, que siendo tan indisoluble como es real la existencia de los efectos que comprenden, hará extensivas á ambas teorías las consecuencias á que nos conduzcan las investigaciones dirigidas á su respectivo análisis; y si por la teoría de la luz, llegásemos á descubrir las leyes del movimiento á que con toda probabilidad son debidos los efectos luminosos, dicha teoría los llevaría desde luego á formar un todo con la del calor. Relacionados, pues, el calor y la luz por vínculo tan poderoso, á no admitir para dichos agentes causas diferentes, tienen que hacerse extensivas á ellos todas las consideraciones que sirven de apoyo para conceder naturaleza mecánica al movimiento elemental á que el primero puede ser debido.

Pero aunque hechos tan diversos nos conduzcan á reconocer la existencia de la accion vibratoria elemental de la materia en los principales fenómenos físicos, las manifestaciones de este movimiento son inaccesibles á los medios de observacion inmediata, y sería vano intento tratar de penetrar directamente sus circunstancias, para apoderarnos de las leyes elementales que lo rijen. Solo á favor del cálculo, cuyo alcance, como medio de exploracion indirecta, no reconoce más limites que los determinados por la posibilidad de concretar y desenvolver la concepcion analítica dentro de las condiciones del problema físico, es como puede obtenerse algo positivo en esta cuestion, que sin embargo se halla planteada en dos sentidos bien diferentes respecto á su valor científico, pero relacio-

nados ambos con la marcha que han seguido las investigaciones directas del calor y de la luz.

El trabajo matemático fundamental relativo al primero de estos dos agentes fue inaugurado por el gran Fourier en la teoría analítica del calor. Este célebre físico matemático, al vencer la gran dificultad del planteo de una cuestión nueva, adelantándose á su época, comprendió la necesidad de prescindir de toda idea sobre las hipótesis dominantes; y dando á las ecuaciones del problema la generalidad que convenia para eludir toda ley física que no se refiriese á propiedades verdaderamente elementales del calor, obtuvo determinaciones apropiadas á la aplicación práctica á que se destinaban, y que se encontraron, por la acertada marcha del análisis, en conexión íntima con otros problemas mecánicos de índole diferente.

Semejante correspondencia, apreciada por Fourier (1), ha producido inmensas ventajas en las aplicaciones ulteriores de la teoría, no solo porque el planteo de la cuestión física concreta ha sido susceptible de generalizarse á otras muchas, sino porque habiendo necesitado establecer nuevos medios de cálculo para la integración de ecuaciones generales del problema termológico, este trabajo ha enriquecido el análisis con métodos inapreciables, que por su procedencia y generalidad han de ser aplicables á infinito número de casos distintos del objeto primitivo á que se destinaron (2).

---

(1) Les questions de la théorie de la chaleur offrent autant d'exemples de ces dispositions simples et constantes qui naissent des lois générales de la nature; et si l'ordre qui s'établit dans ces phénomènes pouvait être saisi par nos sens, ils nous causeraient une impression comparable à celle des résonances harmoniques. (Fourier, *Théorie analytique de la chaleur*, discours préliminaire.)

(2) L'étude approfondie de la nature est la source la plus féconde des découvertes mathématiques. Non seulement cette étude, en offrant aux recherches un but déterminé, a l'avantage d'exclure les questions vagues et les



Así es que la teoría del calor fué desde luego un descubrimiento llamado á realizar grandes progresos, aunque por la complicacion de los fenómenos, y por lo poco preparada que se hallaba la cuestion, no hayan seguido tan inmediatamente, como sucedió respecto á los problemas de la gravitacion, cuando fueron conocidas las leyes del movimiento variado. Las perfecciones introducidas primero por Duhamel y posteriormente por Navier, Chapeyron y Lamé en la teoría del calor tendiendo á generalizarla más, hasta hacerla independiente de todo principio hipotético sobre la constitucion interior de los medios sólidos, de toda ley de radiacion calorífica, de toda restriccion respecto á las variaciones de conductibilidad alrededor del mismo punto, permiten ya penetrar muchas leyes de la elasticidad, y de las conductibilidades luminosa y calorífica en los medios cristalizados, y han multiplicado los puntos de referencia entre estas diversas cuestiones, sin duda porque están íntimamente ligadas con el movimiento vibratorio elemental de la materia ponderable (1), identificado en sus manifestaciones con los fenómenos atribuidos á los agentes físicos, de que debe ser dicho movimiento causa inmediata.

La teoría de Fourier ha ido con prontitud mucho más allá de los límites que le asignara su más enérgico defensor, Mr. Comte, y precisamente en el sentido en que éste conceptuaba que los fenómenos de la luz serían inaccesi-

---

calculs sans issue; elle est encore un moyen d'en découvrir les éléments qu'il nous importe le plus de connaître, et que cette science doit toujours conserver: ces éléments fondamentaux sont ceux qui se reproduisent dans tous les effets naturels. (Fourier, *Théorie mathématique de la chaleur*, discours.)

(1) En effet, la théorie de l'élasticité, complètement dégagée de tout principe hypothétique, peut démontrer rigoureusement, en s'appuyant sur les faits, que, dans les milieux diaphanes, les particules pondérables vibrent lumineusement. (Lamé, *Théorie analytique de la chaleur*, discours préliminaire.)

bles al cálculo matemático (1), y á toda referencia con la mecánica racional. Pero si, auxiliados por esta y por la observacion, se llegasen á conocer las relaciones elementales entre el movimiento vibratorio y las acciones termológicas, serían indudablemente extensivas á las radiaciones caloríficas y luminosas, por la gran conexion que entre si tienen, segun hemos indicado: de consiguiente, la teoría matemática del calor, libre de toda consideracion hipotética, ha puesto á la Física en camino de descubrir por una marcha segura las leyes elementales del movimiento vibratorio á que con toda probabilidad son debidos los fenómenos de los dos agentes físicos más principales.

La teoría de la luz ha progresado tambien, en diferente sentido, todo cuanto podia desearse dentro de las condiciones que resultan de dejar subsistente la concepcion del éter, y de hacer extensivas, propiedades de la materia real, deducidas del análisis matemático, á un fluido que ha debido revestirse de las cualidades de la materia y de otras necesarias, para que de sus relaciones con ella no pudiera deducirse ninguna incompatibilidad que hiciese la hipótesis imposible ó absurda. Se debe á Mr. Cauchy la inauguracion y perseverante desarrollo de esta idea ingeniosa, que ha elevado la Optica al mayor grado de coordinacion científica dentro de los limites de una consistencia problemática.

Partiendo de las ecuaciones generales del movimiento vibratorio, demuestra, por el camino trazado por Fourier, la posibilidad de dos sistemas de vibraciones; y apoyándose

---

(1) Je suis de plus en plus convaincu, qu'en évitant de cette manière toute idée préconçue sur les lois naturelles, la Physique mathématique, aidée par l'expérience et par l'observation, ne tardera pas à découvrir ces lois mêmes. (Lamé, *Théorie analytique*, discours préliminaire.)

en el teorema de Poisson y Blanchat, en que se demuestra que á distancia apreciable de la conmocion primitiva no existen más que dos sistemas de vibraciones sensibles, trasladada al éter las condiciones del sistema perpendicular á la propagacion, y plantea las ecuaciones generales de ésta, fundándolas en las propiedades de las ondas planas.

El giro equivale á reconocer en la luz el origen mecánico, nacido del movimiento de la materia de los cuerpos luminosos, y á dejar de seguirlo en su terreno para separarlo de las otras causas que pudieran alterarle, eludiendo la dificultad de la explicacion relativa al modo de comunicarse de unos cuerpos á otros sin recurrir á uno intermediario.

Aunque en esta marcha haya tratado de darse al movimiento real la participacion que le corresponde, y se proceda, al hacer aplicacion del instrumento analítico, de ecuaciones que por su generalidad comprenden lo mismo los cuerpos conocidos que cualquier otro á que convenga el carácter genérico de la materialidad, en la extensa escala de una concepcion abstracta, desde el momento en que se refiera el movimiento del cuerpo vibrante á otro cuya existencia no se demuestra, la cuestion no puede avanzar un solo paso en el terreno de la racionalidad; porque el cálculo matemático podrá dar á los problemas á que se aplique cuantas garantías de exactitud sean consigüientes al riguroso encadenamiento de su marcha inductiva, pero jamás alterará el carácter lógico de una sola de las condiciones, que al emplearle se tradujeron á su lenguaje algorítmico.

Prescindiendo de este defecto originario, el análisis de Cauchy ha dado á la teoría hipotética de las ondulaciones la mayor coordinacion de que es susceptible, toda vez que en sus fórmulas están representados los fenómenos debidos á los dos agentes físicos más esenciales. La existencia del

éter será una concepcion imaginaria; pero el cálculo aplicado al movimiento de este cuerpo ideal, da razon hasta del último detalle de la marcha de la luz. Esta coincidencia, cien veces comprobada, recibe cada dia nuevas y más sorprendentes confirmaciones; y aunque su número no hará variar la condicion hipotética de la idea primitiva, combinando á la vez el principio de relacion entre los movimientos efectivos de la materia y los supuestos al éter, con el de que es muy verosimil que en el fenómeno especialísimo de la luz sea donde se nos manifiesten en su mayor pureza las circunstancias más elementales de un movimiento vibratorio molecular, parece que las fórmulas de Cauchy, que tan fielmente lo interpretan, han de deber esta cualidad á que, implícita ó explícitamente, sean traduccion de las leyes del movimiento de la materia real, ó de consecuencias inmediatas de las mismas. Semejante idea no puede tener otro valor que el de una suposicion más ó ménos aproximada; pero mirado el análisis de que nos ocupamos bajo este punto de vista, resaltan en él todas las ventajas que ha proporcionado á la Fisica la teoría de las ondulaciones, coordinando parcialmente los fenómenos á medida que han ido conociéndose, y dándoles, por último, la constitucion científica posible, dentro de las condiciones conjeturales y algun tanto arbitrarias, inherentes á toda anticipacion preconcebida.

Comparando entre sí ambos análisis, se echa desde luego de ver su índole esencialmente diversa, y el distinto papel que les está reservado en un porvenir no lejano. Las teorías de la elasticidad y del calor marchan completamente emancipadas de toda hipótesis general ó particular, y han llegado á ser verdaderas teorías matemáticas, en que cada nuevo paso, por lento que sea, representará la

conquista definitiva de un principio, tan inalterable y cierto como el teorema mejor demostrado. La teoría de la luz, por el contrario, fundada en la hipótesis del éter, nunca puede adquirir otra consistencia que la relativa al valor lógico de la concepcion misma, la cual es de tal naturaleza, que mientras todas las coincidencias imaginables con los fenómenos naturales á cuya explicacion se destina, no pueden acrecentar la certeza de su constitucion primitiva, un solo caso á que no alcance bastará para hacerle perder su valor científico. El primer análisis, por un camino seguro conducirá al conocimiento de las leyes primordiales del movimiento vibratorio elemental; y aunque será posible que estas resulten conexas con las que bajo un concepto hipotético están contenidas en las fórmulas elementales del segundo, el nuevo orden científico á que este se eleve en semejante caso, no será debido á sus condiciones propias de racionalidad, sino á las que reciba de la teoría analítica del calor, á que supo imprimir el ilustre Mr. Fourier el carácter de una concepcion eminentemente filosófica y positiva.

---

El estudio, pues, de las hipótesis sobre los *fluidos imponderados*, en su origen, progreso y destino comprende á un tiempo la historia y la constitucion de la Física en la parte más elevada de su desenvolvimiento. Nacieron cuando la filosofía experimental, proscribiendo las ideas metafísicas de Aristóteles, declaraba extraños á la ciencia de la naturaleza todos los conocimientos que no emanaban de la observacion directa de los fenómenos; y cuando resuelto mecánicamente el problema astronómico por la generaliza-

cion de las leyes de los movimientos planetarios, se establecian las bases de una nueva filosofía, calificada despues de positiva. No pudieron, en razon á la simultaneidad de origen, conformarse con el criterio de esta, que fundado en la coordinacion de los fenómenos de un solo orden, ni se habia admitido como general, ni era conocido en toda su trascendencia; y la Física, enriqueciéndose rápidamente con hechos numerosos relacionados á favor de las mismas hipótesis, ha seguido aceptándolas hasta que concluyese su mision, ya porque se realizara el concepto en que se plantearon, ó porque se hicieran incompatibles con las observaciones á cuya explicacion estaban destinadas.

El exámen de estas hipótesis, que no han contrariado la marcha real de la ciencia, se concentró en el estudio de la Optica, por ser la parte más avanzada de la Física, y porque habiéndose establecido dos diferentes destinadas á la explicacion de los fenómenos del mismo orden, aquel estudio pareció más á propósito para dilucidar el grado de probabilidad de cada una de ellas. Mientras se ha sostenido su exámen comparativo, se ha aplazado el fundamental de principios; pero adelantando á la vez la ciencia en sus diversas ramificaciones, los fenómenos del calor se han aproximado á los de la luz, hasta ser necesario reconocerles una causa comun; y como algunos muy importantes de aquel agente han sido inexplicables por la emision, la aproximacion indicada ha contribuido poderosamente para hacer triunfar la hipótesis de las ondulaciones.

Con este triunfo ha renacido la cuestion de racionalidad del éter, cuestion difícil, imposible de resolver en conformidad con el criterio filosófico positivo. Nada puede autorizar segun él la existencia de un cuerpo á quien se despoja del carácter principal de la materialidad, las prue-

bas generales de esta propiedad no son compatibles con las cualidades negativas de que se reviste el pretendido flúido: remitir los efectos de la materia á una entidad extraña es idea metafísica, que no tiene cabida en aquella filosofía; por consiguiente, *la explicacion de los fenómenos físicos por los flúidos imponderados envuelve una contradiccion manifesta con los principios filosóficos resumidos en la concepcion de Newton.*

Pero en cualquier sentido en que se observen ó consideren las propiedades físicas de la materia, nos vemos obligados á reconocer en sus elementos una actividad continua que se relaciona con los agentes naturales, y en que se manifiesta el movimiento oscilatorio, cuyas leyes deben ser tanto más genéricas cuanto que, abrazando fenómenos de muy distintos órdenes, han de corresponder á todos los cambios observados en el modo de ser de los cuerpos, procedentes de la influencia recíproca de sus partes constituyentes.

El conocimiento de estas leyes supone la resolucion de un problema mucho más complicado que el de la gravitacion; porque ni nos es dado observar directamente las circunstancias del movimiento elemental, ni se presenta este, como el de los cuerpos celestes, con independencia de toda causa que lo altere ó modifique. Solamente haciendo extensivas á la constitucion interior de los cuerpos propiedades exteriores observadas inmediatamente, valiéndonos para ello del instrumento analítico, es como obtendremos aquel resultado, teniendo siempre que vencer la gran dificultad de traer la cuestion á condiciones abstractas, necesarias para establecer el debido aislamiento entre efectos correspondientes á fuerzas distintas.

No cabe dar otra interpretacion racional á las aplicacio-

nes directas del Cálculo matemático á los movimientos de los flúidos de la física, considerados como cuerpos reales, que la de haberse querido obtener por este camino indirecto la abstraccion de que tratamos; y aunque el análisis nos haya conducido por semejante medio hasta la constitucion completa de la teoría de las ondulaciones, segun las fórmulas de Cauchy, en tal punto debe necesariamente considerarse terminado el objeto de la hipótesis y la accion del análisis, porque este jamás podrá hacer variar en lo más mínimo las condiciones conjeturales en que se fundaron los términos de su aplicacion; de consiguiente, *no debe esperarse que las teorías hipotéticas de la Física adquieran por el análisis matemático otro carácter de racionalidad que el inherente á la hipótesis misma, cuyo concepto lógico no puede ser alterado por aquel poderoso instrumento de investigacion indirecta.*

Pero el análisis se ha llegado á emplear bajo una forma mucho más elevada, que consiste en generalizar el sentido de la aplicacion, hasta hacerla independiente de todo principio hipotético que concrete su trascendencia, ó limite la concepcion abstracta en que se envuelve el principio general de que son consecuencia las manifestaciones físicas, segun leyes que deben estar en él comprendidas. Su conocimiento viene así á depender de la discusion analítica de las ecuaciones generales del movimiento, que transformadas en tantas leyes diferenciales como sean los órdenes de los fenómenos que relacionen, concurrirán en sus simplificaciones hácia el principio universal á que deben aquellas la representacion múltiple que las caracteriza. Con esto, á medida que se ha purificado el instrumento analítico de toda ley preconcebida, se ha conducido la resolucion de los problemas contenidos en el análisis á las regio-



nes intuitivas de los más abstractos conceptos de las Matemáticas puras, y han aumentado las dificultades en la misma proporción en que se ha extendido la generalidad; pero cuando lleguen estas á vencerse, quedarán dilucidadas á un tiempo la multitud de cuestiones que, según la expresiva frase de Mr. Lamé, constituyen el problema de la Mecánica terrestre. Entonces, la gloria principal pertenecerá de derecho al gran Fourier, que penetrado del verdadero espíritu filosófico de la ciencia del cálculo, apreció la esterilidad á que se reduciría su acción si se le despojaba del concepto de exactitud evidente en que se verifica la evolución de sus principios, y juzgó preferible aplazar para ulteriores progresos la resolución de las muchas cuestiones que la generalidad iba conexionando, á que su teoría, por el impaciente deseo de obtener un suceso prematuro, excediese los límites á que la circunscribian los medios de análisis conocidos en su época.

¿Y podrá dudarse de que, colocado en este terreno el problema de la Mecánica terrestre, llegará pronto á una solución científica completa? Esta duda equivaldría á negar, en lo que dependa de las observaciones físicas, las sorprendentes conquistas debidas al perseverante espíritu de experimentación, que han levantado en este siglo el poder de la humanidad, desde la aplicación del vapor hasta el conocimiento detallado de las sustancias que arden en el astro á que debe el mundo su existencia vital: sería desconocer en la ciencia de la exactitud, la virtualidad extensiva á cuanto puede alcanzar y comprender el entendimiento humano. Asociadas ambas ciencias á un fin común, dentro de los principios de sus respectivas concepciones, brotará la pura luz de la verdad; y de este modo no dejará de realizarse la predicción que, refiriéndose á

un objeto más abstracto de la filosofía matemática, hiciera nuestro malogrado catedrático D. José Rey y Heredia, al afirmar que «cuando la ciencia matemática llega á tal grado de evolucion, que por la aplicacion reflexiva del espíritu, pueden ser distinguidos en la extension y en el número los conceptos que el entendimiento puso en ellos espontáneamente, hasta es natural y necesario que estos conceptos se conviertan en objetos de una nueva especulacion más abstracta y universal, y por lo tanto más elevada y dominante.»

El análisis matemático, que segun las expresiones de Bailly mide todo lo que constituye el mundo sensible, todo cuanto existe en la naturaleza, todo cuanto esta nos oculta, oponiendo á la sencillez de sus principios la variedad de los fenómenos, llegará indudablemente á descubrirnos el principio genérico de esos movimientos íntimos de la materia real, del mismo modo que nos reveló la ley de los movimientos astronómicos. Entonces, ensanchada á un tiempo la esfera de los conocimientos físicos, mecánicos y analíticos, se agrandarará en consecuencia la concepcion de esa misma filosofía positiva, y no será ya, como hoy, uno solo el ejemplo en que pueda apoyarse su criterio filosófico, sino tantos y tan distintos como órdenes comprenda la resolucion de las infinitas cuestiones que se enlacen con los fenómenos más frecuentes y capitales del mundo físico.

**CONTESTACION**  
**AL DISCURSO ANTERIOR**

POR EL EXCMO. SEÑOR

**MARQUÉS DEL SOCORRO,**

ACADÉMICO DE NÚMERO.

---

## Señales:

**G**RANDE es, y muy pura, la satisfaccion del hombre estudioso que llega á comprender los arcanos que la ciencia tiene reservados únicamente á los que con fe la cultivan, descubriendo de esta manera el sendero que conduce al anchuroso campo que aquella comprende, y en el cual, sin que sea dable tocar al último término, que no llega á tanto el poder del hombre, puede, no obstante, recoger abundante cosecha de maravillosos y sazonados frutos. ¡Feliz él, si despues de tantos afanes y esfuerzos, consigue al fin inmortalizar su nombre por algun descubrimiento importante!

Pero, si grande es esta satisfaccion por el contentamiento interior que procura, corona y complemento de ella debe ser el verse llamado á formar parte de una Corporacion que reune en su seno á los mas distinguidos profesores del saber, cabiéndole desde entonces la honra de contarse en su número, y con ellos, y con su mútuo auxilio y cooperacion, profundizar cada vez mas las investiga-

ciones científicas, buscando la verdad con constante y no interrumpido afán, para dejar en herencia á sus sucesores mayor suma de conocimientos que los que recibiera de sus antepasados.

Grande, repito, debe ser la satisfaccion de quien así y por derecho propio, puede decirse, alcanza honroso puesto en la Academia, apoyado en su pública reputacion, y en el conocimiento que de sus importantes y difíciles trabajos teóricos y prácticos tienen los que, siendo tal vez sus maestros, van á ser en adelante sus compañeros.

Por este camino envidiable viene hoy D. Ildefonso Sierra y Orantes á tomar asiento en estos escaños; y si no fuera completamente innecesario el comprobar con nuevos ejemplos, que las letras caben muy bien unidas á las armas, servirían de testimonio bien elocuente las circunstancias que concurren en el nuevo Académico, el cual ostenta, á la par que honrosas insignias militares, que demuestran su científica profesion, títulos civiles, ganados en Escuelas de mas pacífica sabiduría, en justo y honorífico galardón de estudios superiores hechos en nuestras célebres Universidades.

A pesar de esto, temeroso se manifiesta de que no pueda contribuir cuanto debiera esperarse al adelantamiento y progreso de las ciencias, por mas que para ello dedique su deseo, su amor y laboriosidad; pero aunque no hubiera otras pruebas que las que da de sí el discurso pronunciado, era suficiente garantía para inspirar completa confianza á la Academia, de que no se ha equivocado en la eleccion que del Sr. Sierra ha hecho para ocupar un puesto en esta Corporacion científica.

Teme tambien la circunstancia de haber de reemplazar cabalmente á quien fué su jefe, su maestro, su deudo y su amigo, al General Zarco del Valle, Presidente de esta Aca-

demia desde su fundacion. A este nombre, que jamás podrá pronunciarse aquí sin acatamiento, tributa el Sr. Sierra el mas merecido elogio, en frases que revelan los sentimientos de su corazon, y que por lo tanto encuentran simpática correspondencia en cuantos han conocido á aquel varon insigne personalmente, y aun en los que solo tienen noticia de su justa y merecida celebridad. Tranquilícese, sin embargo, el nuevo Académico; los lazos que le unian á su antecesor son otros tantos títulos que le hacen mas querido entre nosotros, y si la Academia lamenta la pérdida de su primer Presidente, considera su puesto dignamente ocupado por una persona que, en cierto modo, nos le recuerda, y representa su incansable celo, su entusiasmo y sus extensos conocimientos.

Muy oportunamente hace resaltar el discurso que acabamos de oír las prendas que en tan alto grado adornaban á nuestro Presidente, y esto mismo consta con indeleble memoria en la Academia, y consignado se halla en la reseña de sus tareas, considerándolas ya como militar, ya como político, ya como hombre de ciencia, y especialmente como tal Presidente de esta Corporacion. En los dos primeros conceptos, segun se ha dicho muy bien, su historia está enlazada intimamente por muchos años á la del pais, en la cual su nombre suena en mil ocasiones como de actor muy principal de sus hechos mas gloriosos. Prolijo sería si hubieran de recapitularse aquí, uno por uno, los servicios que prestó á esta Corporacion; y semejante empresa, sobre ser larga sería inútil, pues están muy presentes los esfuerzos que hizo por el lustre y prestigio de la que miró siempre con predileccion especial, que alcanzaba á todos sus individuos, á los que consideraba como su segunda familia. Pero aunque tenga que reproducir algunos con-

ceptos consignados ya en las actas de la Academia, no puedo dejar de recordaros en este día solemne, el cariñoso afán con que siempre miró el General Zarco á esta Corporación científica.

Así es que ni los achaques propios de su avanzada edad, ni la falta casi completa de la vista, ni las cariñosas amonestaciones de sus hijos, que querían á fuerza de cuidado prolongar cuanto fuese posible aquella noble existencia, nada era capaz de retenerle en su casa cuando creía necesario acudir á la Academia, para tratar cualquiera de los asuntos que son peculiares de su instituto.

Su mayor placer era conversar con todos de materias científicas; á cada uno le hablaba de los estudios propios de la especialidad que cultivaba; á todos animaba para que prosiguiesen sus tareas; y al oír los maravillosos descubrimientos con que se enriquecían las ciencias en los tiempos modernos, su corazón palpitaba de gozo: aquella expresiva y varonil fisonomía, marchita ya por la edad y los padecimientos, recobraba su antigua animación; y si algo había que anublase aquella satisfacción tan pura, era el recuerdo de que su amada patria no marchase al frente de los pueblos que más cultivan las ciencias.

Verdad es, que el General Zarco no se ha distinguido por ningún descubrimiento importante en las ciencias físicas y naturales, ni tampoco se ha dedicado á un ramo especial de ellas, en el que se haya hecho notable por sus particulares trabajos; ni esto era compatible, en la época turbulenta en que vivió, con el desempeño de los cargos que tuvo á su cuidado: pero como es preciso, para que el juicio sea exacto, comparar los resultados obtenidos con los medios de que se ha dispuesto para producirlos, lo que debe causar verdadera admiración es, que fuesen tan genera-

les y vastos los conocimientos del General Zarco del Valle, en todas las ciencias que son del dominio de esta Academia. Y no de otra manera se comprende, que empeñado como estuvo en continuas guerras, desde la edad adolescente hasta la de 50 años, en que casi por completo perdió la vista, tuviese tal facilidad para contestar á los discursos pronunciados por los Sres. Académicos en el acto de sus recepciones.

Unas veces le oíamos juzgar con sana crítica los sistemas científicos mas modernos, siguiendo paso á paso los rápidos progresos de las ciencias, lo mismo los que se refieren á la Geología ó Paleontología, como los relativos á la historia y vicisitudes por que ha pasado la Astronomía. En otra ocasion, y aquí manifiesta conocimientos poco comunes, nos habla de la Geografía fisica de nuestro pais, de su caprichoso relieve y pintoresco suelo, de su composicion geológica, y de la distribucion geográfica de sus plantas. Pero ¿qué extraño es que así suceda, cuando su espíritu analítico y observador no desperdicia la mas pequeña ocasion, ni las atenciones mas delicadas del servicio militar son capaces de separarle por completo de esa fuerza irresistible que le arrastraba hácia la contemplacion de los fenómenos del mundo fisico? Y si se quiere una prueba palpable de esta verdad, aunque innecesaria, pueden recordarse las palabras que él mismo pronunció en una ocasion solemne, con la sencillez y naturalidad que le era característica en todos sus actos. Hélas aquí. «En las vertientes de Sierra-Morena, sobre las orillas del Guadalquivir, en medio de la lozanía de mi juventud, contemplaba con igual ahinco, en los contornos de Bailén, las tropas españolas y francesas que median sus armas, como las rocas y la vegetacion de aquellos lugares, combinando siempre el deber



militar con el desahogo científico: que no están reñidas, no, las inclinaciones aparentemente opuestas que por distintos rumbos alimentan el entendimiento.» Confesion tan elocuente me escusa de todo comentario.

Si el General Zarco hubiese vivido en época menos turbulenta y azarosa que la presente, y en condiciones propicias, en que hubiese podido dar rienda suelta á su pasión por el cultivo de las ciencias, su nombre se hubiera ilustrado tambien, no lo dudeis, por trabajos científicos importantes. Su claro entendimiento, su actividad incansable, su espíritu observador, su ardor y entusiasmo por el progreso de las ciencias, que no se amenguaron un solo día, son precisamente las cualidades que se requieren para sobresalir en cualquier ramo, y las que han adornado á los hombres mas eminentes.

Pero, si el General Zarco del Valle no ha hecho descubrimientos importantes, no por eso ha sido menos poderoso su influjo en el desarrollo que en nuestro país han alcanzado los estudios científicos. El cultivo de las ciencias, por si solo, no conduce, es verdad, entre nosotros á la elevada gerarquía que el General adquirió, en justa recompensa de sus eminentes servicios á la patria. Pues bien, esta grande influencia la empleó constantemente en proteger todas las empresas, en apoyar todos los proyectos y en promoverlos él por sí, con tal que fuesen encaminados á proteger las ciencias ó á sus cultivadores. El respeto que naturalmente infundian sus grandes y dilatados servicios, su ancianidad venerable, todo contribuía á facilitar el logro de su constante anhelo. Para él, todos los hombres que se sucedían en el mando eran iguales: ageno á toda pasión de partido, á todos miraba con igual respeto, porque en ellos no veía mas que la autoridad de que se hallaban revestidos; á to-

dos pedia con igual insistencia cuanto consideraba conducente á sus nobles propósitos; y como á su vez los hombres que estaban en el mando, de cualquier partido que fuesen, se hallaban convencidos de la pureza de las intenciones del ilustre General, todos se apresuraban á complacerle. ¿Creía la Academia conveniente solicitar nuevos recursos para la impresion de alguna obra importante, ó para aumentar el número de premios que anualmente ofrece en concurso público, ó para certámenes extraordinarios? El General Zarco se encargaba inmediatamente de interponer con el Gobierno su inmenso valimiento, sin que fuesen bastante á arredrarle dificultades de ningun género, hasta conseguir lo que la Academia habia conceptuado útil y provechoso.

La Academia correspondió con justicia, y de la única manera que pudo, á tantos afanes y desvelos, á tanta abnegacion y entusiasmo por el progreso científico en España, renovándole por votaciones unánimes en el cargo de su Presidente.

¡Y qué honrado y satisfecho se encontraba con esta manifestacion de cariñoso afecto! Para él, que contaba entre sus casi innumerables títulos el de Teniente General, Senador del Reino, Caballero del Toison de oro, y multitud de grandes cruces nacionales y extrangeras, el de Presidente de esta Academia era, sin embargo, el que á sus ojos tenía mayor precio.

Dos años antes de su fallecimiento, todos veíamos con pesar que sus fuerzas se agotaban, que su memoria desaparecía, lo cual era un gran tormento para él, porque sus demás facultades, la voluntad sobre todo, se hallaban íntegras; sin embargo, gracias á los cuidados de una familia cariñosa y á los esfuerzos de un sabio facultativo, que la

Academia cuenta en su seno, bajó al sepulcro sin dejar aquí en la tierra mas riquezas que la modesta fortuna que le dejaron sus padres; pero sí legó á la posteridad un nombre sin mancha, querido y respetado de cuantos tuvieron la honra de tratarle: y cuando los individuos de la Academia acudimos todos á sus funerales á rogar á Dios por el eterno descanso de su alma, observamos que el justo dolor que nos embargaba, con motivo de aquel triste suceso, se extendía á un círculo mucho mayor; que el luto era general en la milicia, en la ciencia y en las artes; dando todos á porfía el último testimonio de respetuoso aprecio al que fué sabio y virtuoso General Zarco del Valle.

Su pérdida desde entonces se hace sentir continuamente, no bastando solo para suplirla la buena voluntad. En esta ocasion, y en vista de un tema que tanto interés ofrece y tantos conocimientos exige para analizarlo, ¡qué reflexiones tan luminosas se hubieran ofrecido al General Zarco, estimulado además por el acendrado cariño que siempre profesó al nuevo Académico!

Lejos de mí, Señores, la temeridad presuntuosa de hacer un análisis digno del bien meditado discurso del Sr. Sierra, señalando á vuestra meditacion y estudio los puntos que creo de mayor trascendencia; pero no solo lo conceptúo completamente innecesario por la manera acabada con que el Sr. Sierra ha desarrollado tema tan importante, sino tambien creo imposible esta difícil empresa para mis escasas y ya debilitadas fuerzas. Tal considero, en efecto, la tarea de concentrar en breves páginas la síntesis del discurso que acabamos de oír, que partiendo del gran movimiento impreso á la humanidad por la accion combinada de los preceptos de Bacon, las meditaciones de Descartes, y los prodigiosos descubrimientos de Galileo y Newton,

llega á comparar los resultados obtenidos por la ciencia moderna, que por el carácter de unidad que ha alcanzado, le permite abarcar de una sola mirada los conocimientos científicos, como ramas de un mismo tronco nacidas, y que el espíritu matemático, que todo lo penetra y vivifica, dando á la ciencia ese carácter de generalidad que cautiva á los que, como el Sr. Sierra, pueden contemplarla desde tan elevada altura.

Tal es, en efecto, el vasto horizonte que el nuevo Académico ha elegido para su discurso; pues aunque á primera vista parece que se limita al exámen de las teorías modernas de los fluidos llamados imponderables, y á la influencia que sobre ellas ha podido ejercer el análisis matemático, que para su desenvolvimiento es necesario emplear, se halla relacionado este punto tan íntimamente con las cuestiones mas árduas de la filosofía positiva, que no le ha sido posible tratar á fondo la cuestion, sin elevarse á consideraciones generales de la mas alta trascendencia para el progreso ulterior de las ciencias fisico-matemáticas.

Ya que no pueda seguirle á la altura á que se ha remontado, admita el nuevo Académico, de todos modos, nuestros sinceros y afectuosos plácemes, y siga empleando sus afanes y vigiliias en provecho de los adelantamientos de las ciencias en nuestra pátria.