

que se exponen á resultar estériles, si arriesgadas, frecuentes y bien estudiadas limpias no impiden la desaparición del embalse por la acumulación de acarreos indispensables, dada la naturaleza torrencial de nuestros ríos. Todos estos inconvenientes disminuyen, y aun desaparecen, cuando se eligen los emplazamientos fuera del cauce, para lo cual da indudables facilidades la configuración topográfica de nuestro suelo, conduciendo á ellos el caudal por medio de simples acequias y tomando tan solo las aguas de crecidas superiores á un cierto nivel del río para no perjudicar á otros aprovechamientos, librando las obras de las acometidas de aquéllas, y pudiendo emplear la tierra para la construcción de los diques, siempre dispuestos por su naturaleza á ser elevados cuando el incremento de los riegos lo solicite y los mismos rendimientos del pantano proporcionen los recursos.

Aun sin utilizar las crecidas de los ríos, que es, á no dudarlo, lo más propio para alimentar los riegos por el sistema general de pantanos, puede sacarse gran partido, y de ello pudiera citar algunos casos, de los sobrantes de aguas que corren por acequias de riego durante el invierno y algunas noches de verano que no se utilizan y se pierden. Estas, además, dejan con frecuencia de ser turbias y aun se pueden rechazar cuando lo son, no introduciéndolas en el embalse, porque su caudal es mayor del que puede suponerse á primera vista, y entonces tienen la inapreciable ventaja de conservar el culo del depósito, ahorrando difíciles y costosas limpias. Y no es menor el partido que puede sacarse de la recolección de las aguas de lluvia.

En punto á la cantidad pudiera con-

tentarme con los razonamientos expuestos, que demuestran la conveniencia de no almacenar mayor volumen que el exigido por las más inmediatas necesidades, y el que pueda exigir cierto género de prudentísimas previsiones; pero si se recuerda lo que he dicho en la primera parte al clasificar y describir los depósitos, se comprenderá que aquellas ideas tienen aquí igual y aun más extensa aplicación, y no será ocioso llamar la atención sobre ello.

(Se continuará.)

REFLEXIONES

SOBRE LA UNIDAD DE LAS FUERZAS FÍSICAS

La falta de espacio disponible, nos ha impedido hasta ahora ocuparnos de los notables discursos leídos en la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales, por los Sres. D. Francisco de P. Rojas y D. José Echegaray, en la recepción del primero como miembro de la docta Corporación. Pero tratándose de trabajos debidos á dos eminentes sabios, á quienes ni por un momento es posible regatear el título de glorias nacionales, no es posible pasarlos en silencio, y á dar cuenta de ellos se dirigen estas líneas. Otra pluma más autorizada que la mía, podría permitirse comentar estos discursos; pero á falta de esta autoridad, me limitaré á consignar las hermosas ideas emitidas en ambos.

El Sr. Rojas ha elegido por tema de su peroración el título que llevan estas líneas; la base fundamental de la física moderna; la ley que se presiente universal, y por lo tanto, causa única de cuantos fenómenos ocurren en el Uni-

verso que, en apariencia, obedecen á otras causas inmediatas, las cuales son únicamente manifestaciones y consecuencias de esta gran ley primera y su perior á todo.

Con la claridad, concisión y profundidad de ideas que son peculiares al Sr. Rojas, pone de manifiesto las enormes dificultades con que lucharon los antiguos físicos para darse cuenta de las causas productoras de los fenómenos observados. «Pero éstas—dice—mu-
»das como esfinges, no permitieron que
»penetrase en ellas el humano entendi-
»miento; en auxilio de éste acudió la
»imaginación, y entre ambos crearon
»un fluido lumínico para explicar los
»fenómenos de la luz, una virtud atrac-
»tiva á distancia entre los astros para
»explicar los movimientos de éstos, un
»fluido calórico para darse cuenta de
»los fenómenos caloríficos, uno ó dos
»fluidos nuevos para los eléctricos y dos
»para los magnéticos. Se inventó la afi-
»nidad para los fenómenos químicos;
»hasta un sentimiento puramente hu-
»mano, el horror, fué elevado provisio-
»nalmente á la categoría de agente físi-
»co, mientras se demostraba la presión
»atmosférica; y una simple fe notarial,
»mudamente extendida por el platino,
»se consideró como causa suficiente pa-
»ra decidir ó poner el veto á una reac-
»ción química.»

Pero lejos de menospreciar el señor Rojas todas estas artificiosas y desechadas explicaciones de los fenómenos observados, las concede una excepcional importancia; pues se concibe perfectamente que en el atraso en que se hallaban en aquellos tiempos las ciencias naturales, se recurriera á la invención de tales agentes que, en cierto modo, explicaban de una manera inmedia-

ta la producción de estos fenómenos; pues es bastante, en el origen de cualquier orden de conocimientos, darse cuenta de la inmediata causa que produce los hechos. Pero no se limita á esto la importancia de tales hipótesis; pues discuriendo sobre ellas y siguiendo un método inductivo, se ha podido llegar á descubrir verdades que, al colocar las cuestiones bajo otros puntos de vista, han manifestado la incertidumbre de las causas admitidas; han probado después su falsedad, y por último, la mayor suma de conocimientos acopiados, ha dado la clave de los múltiples y, al parecer, complejos fenómenos que en el Universo se verifican.

Pero, ¿cuál es esta clave, esta causa única que rige y determina todos los fenómenos naturales? El éter, que ocupa todo lo creado, y cuyos átomos, vibrando constantemente, así como los de la materia sensible, dan la explicación de muchos hechos, y es de esperar que, en un porvenir más ó menos remoto, den la explicación de todos.

Pero la existencia de este éter y de la fuerza viva molecular, son nuevas hipótesis, pues claro es que nadie ha sido capaz de penetrar el misterio de la constitución íntima de los cuerpos; nadie ha podido aislar la molécula ni ver de qué manera la forman los átomos que la caracterizan; no es posible analizar ese misterioso éter ni de qué manera actúan los átomos radiantes que le forman. Pero ya que la Naturaleza oculta al físico los datos fundamentales del gran problema del Universo, necesita aquél establecer hipótesis; bases sobre qué apoyarse; cimientos seguros donde sentar el gran edificio de la Física moderna. Dos poderosas palancas maneja el sabio, merced á las cuales amplía

constante y progresivamente el círculo de sus conocimientos: el cálculo y la experimentación; y cuando, fundándose en la existencia del éter y de la fuerza viva de la materia, el cálculo le acusa resultados que confirma la experiencia; cuando á favor de estos resultados llega á nuevas deducciones que ambos métodos confirman y ha constituido un cuerpo de doctrina que tiene el riguroso carácter de la ciencia, hay que admitir forzosamente que la hipótesis en que se ha fundado es cierta. Por esto es ya hoy innegable la existencia del éter y de la fuerza viva molecular.

De aquí resulta que la ciencia no puede progresar sin el auxilio de la hipótesis, y hay más: como se desconoce la naturaleza íntima de las cosas, hay que recurrir á ficciones como las de los fluidos eléctrico y magnético, verdaderos símbolos indispensables, que lejos de perjudicar á la ciencia han contribuido en gran manera á su progreso, son de gran utilidad para la exposición de los hechos y hacen posible la aplicación del análisis matemático.

....«Así, pues, no desaparecerán aquellos fluidos, y seguirá la corriente eléctrica brotando del polo positivo; manejaremos, cuando nos convenga, en el encerado, un polo magnético libre ó aislado en el espacio; continuaremos hablando de fuerzas atractivas y repulsivas; habrá magnetismo Norte y Sur, y tubos de fuerza, y líneas de fuerza, y éstas serán elásticas, y tenderán á acortarse, y se atraerán y se repelerán. ¿Y cuándo dejaremos de entendernos en este lenguaje de imágenes y metáforas? Cuando sea posible principiar la explicación de todo fenómeno físico poniendo los tres ejes coordinados...»—«Con este simbolis-

mo se han formado ciencias tan exactas y tan completas como la Electrostática, la Electrodinámica, y, mejor aún, la Mecánica celeste; porque aunque no existan tales fluidos, ni el Sol atraiga los planetas por la sola causa de una virtud recíproca, es bien cierto que todo pasa como si fuera cierto; y al cálculo le importa poco la naturaleza de la fuerza.»

Estudiando detenidamente cualquier fenómeno, es posible darse cuenta de él á favor de la existencia del éter, pues se le puede concebir reducido á choques de moléculas ó de átomos ponderables ó imponderables, pero materiales.

El Sr. Rojas expone varios ejemplos en apoyo de esta verdad y, entre ellos, hay uno que no dejaré de transcribir con sus mismas frases.

«Tomemos un diapasón de acero, aislémosle eléctricamente, y calentémosle. Las vibraciones internas, caloríficas, del diapasón, se transmiten al éter que le rodea; y este éter afectado constituye lo que llamaré *un campo calorífico*, en el cual la fuerza viva *etérea producida por el diapasón* en cada punto, variará en razón inversa del cuadrado de la distancia. Imantemos ese diapasón, cosa que puede hacerse en un segundo de tiempo. La imantación ha dado al acero una energía que antes no tenía, y este resultado no tendría explicación posible á no admitir que hemos producido un cambio en la estructura del acero, por lo menos un cambio de órbitas atómicas, sea de forma, sea de orientación, sea de velocidades, que todo esto entra dentro del valor que estoy dando á la palabra *estructura*; y al hablar de átomos, órbitas y velocidades, no digo ni puedo distinguir entre moléculas

»las, átomos ponderables del acero y
 »átomos etéreos del acero....» — «A
 »más de la modificación que ha sufrido
 »el acero por la imantación, la experien-
 »cia prueba de evidente modo que he-
 »mos modificado la *estructura* del éter
 »que rodea al diapasón: que hemos for-
 »mado un campo magnético: lo cual
 »quiere decir que hemos comunicado á
 »los átomos etéreos movimientos nue-
 »vos y coexistentes movimientos al éter
 »del espacio, y tendré coexistiendo tres
 »campos: calorífico, magnético y eléc-
 »trico. Finalmente, nada impide que yo
 »pase el arco sobre el diapasón, y su-
 »perpondré á los tres campos anterio-
 »res un campo sonoro, si el experimen-
 »to se hace en el aire; pero claro está
 »que estos últimos movimientos no mo-
 »dificarán de modo sensible los movi-
 »mientos etéreos de los tres campos an-
 »teriores.» — «Antes de la formación de
 »esos tres campos, claro está que los
 »átomos del éter exterior tendríanlo que
 »podemos llamar su movimiento propio
 »ó natural, al cual se han superpuesto
 »los otros tres.» — «De propósito he de-
 »jado para último lugar un cuarto mo-
 »vimiento, que de un modo inmutable
 »deben tener los átomos de los cuerpos.
 »Este movimiento viene desde *ab initio*:
 »es coetáneo de la materia, y esencial
 »á ésta, y parece como el punto de apo-
 »yo del equilibrio universal, ó por me-
 »jor decir, del orden del Universo. Este
 »cuarto movimiento de los átomos de
 »los cuerpos se trasmite al éter que los
 »rodea, y lo modifica creando un cam-
 »po que llamaré *gravitatorio*....» — «Re-
 »sulta, pues, que nuestro diapasón ocu-
 »paba el centro y era el sostén de cua-
 »tro campos: tres formados por mi vo-
 »luntad, y el cuarto por la Voluntad di-
 »vina; el campo calorífico, por haber

»calentado el diapasón; el eléctrico, por
 »haberlo electrizado; el magnético, por
 »haberlo imantado; y el gravitatorio,
 »porque desde *ab initio* le poseía.»
 — «Para dar la unidad posible á estas
 »ideas, no hemos hecho alto en una di-
 »ferencia *esencial* que hay entre esos
 »campos. El magnético, el eléctrico y el
 »gravitatorio no suponen pérdida ó di-
 »sipación de la energía del cuerpo que
 »los sostiene, y no hay, por lo tanto,
 »propagación de fuerza viva por el éter
 »que los rodea. Al contrario, el campo
 »calorífico y el lumínico en el éter, y el
 »sonoro en el aire, implican forzo-
 »samente la propagación de la fuerza
 »viva que el cuerpo está constantemen-
 »te perdiendo »

Se extiende después el Sr. Rojas en consideraciones acerca del movimiento gravitatorio y sus analogías con el eléctrico, y de la producción de los campos gravitatorios de los astros, y hace importantes deducciones que merecen leerse con suma atención.

En resumen; el discurso del señor Rojas es un notabilísimo trabajo, que contiene gran cantidad de ciencia en pequeño espacio, á lo que se agrega el mérito de una perfecta claridad de exposición.

No es consignar algo nuevo, decir que el discurso del Sr. Echegaray, contestando al nuevo académico, es notable; porque esto se preve antes de leerle, con el solo hecho de existir la firma que le autoriza. Ambos discursos son verdaderamente notables; pero una diferencia esencial existe entre ellos, aunque encaminados hacia el mismo objeto: el del Sr. Rojas es un estudio acerca de la gran hipótesis en que se fundan las modernas ciencias naturales, y la obligada tendencia á someter todos

los fenómenos al cálculo. El del señor Echegaray es un precioso estudio acerca de la necesidad de las hipótesis como fundamento de las mismas ciencias.

El exordio de este discurso está dedicado al recuerdo de los fallecidos académicos: D. Melitón Martín y D. Francisco García Martino, y al enaltecimiento de las notables cualidades científicas del Sr. Rojas.

Entra después, el Sr. Echegaray, en el estudio de la conveniencia de las hipótesis en las ciencias, planteando tres preguntas:

«En las ciencias positivas, como la Astronomía, la Física y la Química, ¿las hipótesis son necesarias?» — «Y dado que no sean necesarias, ¿son por lo menos convenientes?» — «Y, suponiendo que no pueda demostrarse su conveniencia, ¿son tan dañosas como algunos suponen, y constituyen un peligro, un verdadero peligro, como ciertos escritores de tendencias positivistas afirman, para la marcha regular y metódica del saber humano y para el progreso de las ciencias?»

No hay que decir con qué lucidez trata este tema el eminente académico, y con qué razones tan sólidas demuestra la imprescindible necesidad de fundar la ciencia sobre hipótesis; pues lejos de ser perjudiciales, son precisas. Pero hace ver que las hipótesis modernas tienen su razón de ser; no son arbitrarias ni elegidas al azar, á diferencia de las antiguas, las cuales, prescindiendo de algunas fundamentales, son verdaderos juegos de palabras sin escencia científica, y derivaciones de nombres arbitrariamente aplicados, que una extensión ilógica convirtió en propiedades de la materia; falseando la ciencia y dificultando su progreso.

«Las antiguas hipótesis huían intuitivamente del método experimental. Las modernas, del método experimental parten y á él se dirigen, y no son en el fondo más que la disciplina y el agente director por excelencia de este método firme y sólido, propio de nuestro siglo.»

«Más aún: la moderna hipótesis no solo ha de explicar los fenómenos conocidos, sino que ha de oficiar de profeta, anunciando fenómenos nunca observados por el hombre; y ha de acreditar siempre, ya cuando anuncia con Leverrier un astro nuevo y jamás visto por ningún astrónomo en la extensión de los cielos, ya cuando anuncia en la doble refracción puntos determinados de sombra, que la experiencia rebelde y orgullosa se niega una y otra vez á encontrar, pero que al fin encuentra, pudiendo más unas cuantas ecuaciones de Hamilton que todos los cristales de doble refracción observados; ya intercalando con Mendelejeff cuerpos simples, á primera vista puramente hipotéticos, en la escala de los cuerpos elementales conocidos, y, sin embargo, por la experiencia comprobados.»

Claro es que en las hipótesis modernas se corre el riesgo, como en todas, de sentar conclusiones deducidas de una base falsa, considerada como cierta, sirviendo éstas de nueva base para deducciones posteriores; y al no ser cierta la base primera, llegar á verdaderos dislates. «Pero todo en esta vida tiene sus peligros. Cuanto más poderoso es un método, tanto más delicado; cuanto más poderoso es un mecanismo, más difícil es de manejar. La má-

«quina de vapor estalla á veces; de la
 «dinamo se desprende el rayo; la dina-
 «mita que taladra montes para el paso
 «de la locomotora, arruina edificios y
 «siembra el espanto; los más poderosos
 «medicamentos son venenos formida-
 «bles, y el ser más sublime de la crea-
 «ción, que es el hombre, es á veces el
 «ser más temible y más peligroso.»
 —«De suerte que si en todo quisiéramos
 «suprimir riesgos, tendríamos que
 «empezar por destruir todas las ener-
 «gías; que, á decir verdad, solo en el
 «seno de la *nada* no se corre ningún
 «peligro, como no se corra el de ser
 «eternamente *nadie*.»

Por esto, es altamente beneficiosa la tendencia de las hipótesis modernas, y la de reducir los fenómenos naturales á cuestiones de Mecánica, aplicando el cálculo infinitesimal á todo lo observado. Por desgracia es muy difícil en muchos casos esta aplicación; pero también es cierto que la victoria ha sido completa en otros, y puede presumirse con mucho fundamento, que llegará día en que todos los fenómenos de la Física y de la Química queden expresados por fórmulas matemáticas.

En resumen: La ciencia moderna no sería lo que es faltándola la gran base en que descansa: la hipótesis de la existencia del éter y de la fuerza viva de la materia, de las que es imposible dudar, por las repetidas confirmaciones del método experimental, de acuerdo siempre con el cálculo. Por esto condena el Sr. Echegaray las modernas teorías positivistas de la entropía y el *trabajo no compensado*, en que fundan sus conclusiones Duhem, Gibbs y otros autores de Mecánica química, pues son... «conceptos vacíos de todo elemento sustancial, si no se rellenan, por decirlo

«así, con la estática y dinámica de las
 «moléculas.»

Más podría extenderme con motivo de este notable discurso, como pudiera haberlo hecho por causa del primero, pues ambos lo merecen; pero hay dos razones que me obligan á terminar: primera, que las ideas sueltas aquí consignadas, no dan suficiente cuenta de tan brillantes escritos; segunda, que precisamente por esta causa podría parecer demasiado largo este artículo. De modo que me limitaré á recomendar la lectura de aquéllos á todos los que los desconozcan, en la seguridad de que si estas líneas les parecen largas, aquellos discursos han de parecerles cortos.

C. A.

El día 13 de Junio del presente año, se sacará á subasta la construcción de dos faros en el Golfo de Cádiz. El uno es el faro de sexto orden, que con el de Bonanza y en sustitución al de Malandar, determina la alineación navegable del canal en la barra del Guadalquivir, entrada del importante puerto de Sevilla. Las obras radican en las inmediaciones de San Lúcar de Barrameda. El proyecto ha sido estudiado por el Ingeniero D. Julio Merello; y el presupuesto de esta obra asciende á 31.315'91 pesetas.

El otro faro, cuya construcción se subasta en el mismo día, es de segundo orden, en la barra de Huelva, que valiza y marca la entrada de la ría del mismo nombre. El autor del proyecto es el Ingeniero D. Francisco Terán y Morales, y el presupuesto de contrata asciende á 80.941'65 pesetas.