

al que desempeña la de la Junta Consultiva, Excelentísimo Sr. D. José Álvarez Núñez, quien dirigió la palabra al Sr. Sagasta transmitiéndole el sincero homenaje del Cuerpo de Ingenieros á su ilustre Presidente honorario con motivo de haber sido honrado nuevamente por S. M. la Reina con la Presidencia del Consejo de Ministros.

El Sr. Sagasta agradeció este nuevo testimonio de afecto de sus compañeros de Cuerpo, manifestando que correspondía cordialmente con su simpatía á esta deferencia, pues siempre había considerado como uno de sus más honrosos títulos el de Ingeniero de Caminos.

La REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, que ostenta con orgullo en su lista de Redacciones de la misma el nombre de tan esclarecido hombre público, se complace en adherirse respetuosamente á las manifestaciones de la Comisión.

Túnel de Fayón.

Este túnel, de 1.846 metros de longitud, se construyó para salvar con la mayor economía posible un contrafuerte que existe en dicho punto y que separa los ríos Ebro y Matarraña. Las condiciones del trazado horizontal son las siguientes: una alineación recta de 1.275 metros y á continuación una curva de 350 metros de radio con 695 de desarrollo y un ángulo en el centro de 66°, resultando un trazado que hacía difícil el replanteo interior de la traza. Todo el túnel se halla en una sola rasante de 0,009.

La boca de entrada del túnel se halla en un acantilado en trompa de 200 metros de altura, cuya cresta presenta un desplome de 4 metros sobre la boca natural, lo que obligó á construir, para garantizar la seguridad de la circulación de los trenes, un trozo de túnel á cielo abierto de 10 metros de longitud, el que, hallándose encima del cauce del río Matarraña, muy abundante en aguas interiores, fué preciso fundarlo sobre cajones de hierro hincados por el aire comprimido. De manera que se da el caso, quizás único, de un trozo de túnel construido sobre el lecho de un río y fundado por el aire comprimido.

Toda la parte en recta del túnel fué construída con perforación mecánica, obteniéndose un avance medio diario de 5 metros, mientras que en el lado opuesto, en que la perforación era á mano, sólo se lograba la de 1^m,20.

Las necesidades de la construcción del resto de la línea exigían una gran rapidez en la terminación de esta obra, y gracias á la poderosa instalación de perforación y ventilación mecánica de que se dispuso, se logró construir el túnel, incluso la trinchera de salida y todos los accesorios, en diez y siete meses, de los cuales en trece se abrió la galería de avanzamiento.

El coste completo del túnel fué el siguiente:

	Pesetas.
Túnel propiamente dicho.....	1.382.003,00
Instalaciones, edificios, caminos, explanaciones, expropiaciones, etc.....	126.145,00
Perforadoras.....	53.774,00
Compresores, ventiladores, tuberías, etc.....	310.412,00
Calderas, transmisiones, etc.....	53.827,00
TOTAL.....	1.926.161,00

ó sea 1.043 pesetas por m. l. todo comprendido.

Este resultado demuestra palmariamente lo mucho que cuesta la *velocidad* en la ejecución de las obras. Este túnel, de 1.846 metros de longitud, si en lugar de construirse en diez y siete meses se hubiera hecho en condiciones normales y con perforación á mano, para lo cual se necesitaban de dos años y medio á tres, se hubiera podido construir la obra á razón de 760 á 800 pesetas por m. l.

ALGUNAS IDEAS SOBRE MECÁNICA-QUÍMICA (1)

Y lo que hemos dicho de la materia y del movimiento, podemos decir de la fuerza.

En el mundo de lo visible, en ese mundo con el cual nos ponen en contacto inmediato los sentidos, hemos imaginado el concepto de fuerza.

Nació este concepto en el campo experimental, por las sensaciones musculares; y lo extendimos al mundo que nos rodea y hallamos ó creímos hallar fuerzas de atracción entre los astros, y fuerzas atractivas y repulsivas en la electricidad y el magnetismo, y fuerzas de cohesión y elásticas en los cuerpos, y fuerzas expansivas en los gases, y fuerzas de afinidad en los fenómenos químicos, y buscando lo que hay de común en todos estos conceptos, creamos el concepto general de fuerza, sujeto á ciertas leyes, entre otras á la ley de la distancia.

Ningún físico, ni aun el más severo, rechaza conceptual; y, sin embargo, si se ven los efectos de las fuerzas, porque éstos efectos se traducen en movimiento de la materia, y el movimiento entra por los ojos, las fuerzas en sí mismas no se ven, cuando más, se sienten en las acciones musculares.

Sea como fuere, y aun suponiendo que la idea de fuerza no pase de ser una hipótesis, ha de confesarse que es una hipótesis grandemente fecunda, y aun siendo un fenómeno de fondo misterioso é inexplicable, sirve de base á todas las ciencias del mundo inorgánico, y aun del mundo orgánico, y se comparan, y se miden, y se pesan.

Ahora bien, si este concepto de fuerza, por misterioso que sea, está constantemente en juego, y está aceptado por todo el mundo, en la astronomía y en la física, en la química y en la geología, y hasta en la misma ciencia biológica, ¿qué gran atrevimiento del espíritu supone el hacer que entre como parte integrante en cualquier hipótesis que forjemos para explicar los íntimos fenómenos del mundo de los átomos?

Decimos que dos astros se atraen, ¿pues no es natural que dos átomos químicos se atraigan también? ¿que las cosas que pasan allá en los cielos, pasen acá en un compuesto químico, como si los átomos de materia se atrajesen?

La hipótesis ni siquiera es atrevida: es, por el contrario, natural, lógica y sencillísima; y es, en todo caso, como tantas veces hemos dicho, transportar fenómenos, hechos é hipótesis, del mundo externo de las distancias enormes ó de las distancias medias, al mundo íntimo de las distancias infinitamente pequeñas.

Pero después de todo, esto de las distancias muy grandes ó de las distancias muy pequeñas, es un concepto puramente relativo á nuestro propio ser. En absoluto una elipse planetaria, pudiéramos decir que es infinitamente pequeña, en comparación con otras elipses infinitamente mayores. Y la trayectoria de un punto de éter en un rayo de luz puede ser enorme comparado con otra trayectoria de un orden más elevado de pequeñez.

De todas maneras, resulta que si para explicar los fenómenos del mundo atómico, transportamos á él el concepto de fuerza, lo tomamos de esto que los positivistas llaman el mundo real. No es que forjemos ningún nuevo con-

(1) Véase el número anterior.

cepto filosófico; no es que hayamos forjado ningún nuevo ente de razón: era una idea común, vulgar, y hasta del lenguaje vulgar tomada.

Más aún, y sea este el último ejemplo que presentemos.

Estamos acostumbrados á ver en el mundo que nos rodea cuerpos sólidos, cuerpos líquidos y cuerpos gaseosos: pues estas apariencias de la materia, estos diversos estados de equilibrio de las partes constitutivas de las sustancias, sin más que achicar las dimensiones, podemos transportarlas á las moléculas y á los átomos.

Y podemos considerar á una molécula ó á un átomo hipotéticamente y hasta provisionalmente, como un pequeñísimo cuerpo sólido: no porque con ello pretendamos explicar la esencia de la materia: ¿qué sabemos nosotros lo que es la materia? Si por haber reducido un globo de unos cuantos millares de kilómetros de diámetro á unas cuantas millonésimas de milímetro, tuviéramos la pretensión de haber explicado la esencia íntima, profunda, filosófica ó metafísica del mundo material, bueno fuera, y en su lugar estaría, que se nos acusase de vanidosos, y que se proclamara la bancarrota de la ciencia. Pero cuando no hacemos más que variar las dimensiones de los fenómenos, transportando con las debidas modificaciones la ley que rige en lo grande á lo pequeño, aspirando tan sólo á descubrir la unidad de la ley, y á suplir al método experimental, allí donde el método experimental no llega, pero siempre teniéndolo por guía y acatando sus fallos; al hacer esto, repetimos, ni hay motivo para rechazar las hipótesis mecánicas que se forjen como medios de explicación, ni es justo atribuir á tales hipótesis un carácter metafísico que nunca pudieron tener.

Y lo que hemos dicho de las moléculas ó de los átomos de la materia, podemos hacerlo extensivo á los átomos del éter.

El éter es una hipótesis, ¿quién lo duda! pero ¿acaso no pudiera decirse, con razones análogas á aquellas que contra el éter se emplean, que la materia es una hipótesis también?

Los cuerpos sólidos y los cuerpos líquidos cierto es que se ven y se tocan; pero ¿acaso no se toca la chispa eléctrica? y ¿no pudiera decirse que se ve el éter cuando vibra y engendra el rayo luminoso?

La experiencia nos enseña que si podemos tocar los cuerpos sólidos, el tacto de los cuerpos líquidos no es, por regla general, tan intenso; y el tacto del aire casi no existe como no sople con cierta violencia.

La materia puede hacerse cada vez más tenue: de sólida pasa á líquida; de líquida á gasosa; y de esta suerte va huyendo ante nuestros sentidos y solo llega á ellos por manera indirecta en sus vibraciones.

Pues nada tiene de absurdo, que forjando una nueva hipótesis para explicar ciertos fenómenos como los luminosos, los eléctricos, y aun, como veremos más adelante, los mismos fenómenos químicos, se establezca con carácter puramente hipotético la existencia de un nuevo fluido, el fluido etéreo, substratum de la luz y de la electricidad.

Podrá dudarse de la existencia del éter; pero también se duda de las atracciones planetarias, lo cual no impide que por una parte la óptica física haya realizado verdaderos prodigios y haya provocado interesantísimos descubrimientos y haya sometido la óptica física á grandes leyes de mecánica y á grandes leyes de cálculo, no de ca-

rácter vago y abstracto, sino de las que se expresan por relaciones numéricas y de las que se comprueban por el método experimental.

Como no impide tampoco el carácter hipotético de la atracción Newtoniana que la astronomía sea una de las ciencias más perfectas que existen.

En suma: las hipótesis mecánicas que se forjan para explicar el mundo físico en sus profundidades infinitesimales se componen de elementos, que están tomados del mundo real ó son una extensión de otras hipótesis que nadie rechaza. Porque tales elementos no son otros que la materia, el movimiento, la fuerza y el éter.

Tales hipótesis serán más ó menos fecundas, más ó menos duraderas; podrán desaparecer brevemente como endeble andamiaje del edificio, ó podrán incrustarse en la fábrica, según antes decíamos, pero en todo caso no constituyen ó no deben constituir ni una nueva filosofía, ni una nueva metafísica.

Prolongan el horizonte á que estamos acostumbrados; pero el horizonte es el mismo, por más que viéndolo cada vez más lejos nos parezca cada vez más pequeño: son los mismos montes, los mismos valles, la misma vegetación, los mismos ríos que corren, aunque en las lejanías unos con otros se confundan y aparezcan envueltos en misteriosas nieblas.

Después de todo, sería chocante y hasta sería ridículo que la naturaleza emplease ciertos procedimientos cuando se tratara de tamaños mayores que el del cuerpo humano y cambiara de procedimientos y de leyes al pasar del metro al milímetro.

Porque no se comprende esta monstruosa y grotesca inconsecuencia, es por lo que son lógicas y naturales las hipótesis mecánicas de la ciencia moderna.

Porque existen cuerpos en el mundo que vemos, existen átomos y moléculas en el mundo que llamamos de lo infinitamente pequeño.

Porque existe el movimiento en el cielo y en la tierra, en el peñón que rueda y en el río que corre, y en la sangre que circula, y en el aire que vibra, existe el movimiento con trayectorias infinitesimales en cada uno de los elementos de la materia.

Porque existen fuerzas ó parece que existen á nuestro alrededor y en nosotros mismos, existen fuerzas entre un átomo y otro átomo, como entre un sol y otro sol; que la fuerza no ha de lanzar el último suspiro porque traspase la linde indecisa del microscopio.

Porque existen los fluidos elásticos y porque la luz necesita un fluido en que vibrar cuando baja, por ejemplo, del sol á la tierra, es natural suponer que existe el éter, por más que no lo veamos sino cuando vibra, que entonces sí lo vemos. De todas maneras esta hipótesis, la más atrevida de todas, se impone como una necesidad á toda ciencia que á la unidad aspire.

Porque es lo cierto que si entre el sol y la tierra existiese el vacío absoluto, ni podría bajar el calor, ni podría bajar la luz. No de otra suerte que el sonido no pasa al exterior cuando vibra un timbre en el interior de una campana de la máquina neumática en cuyo recinto se ha hecho el vacío.

Creo haber demostrado antes, que las hipótesis son necesarias para la unidad y para el progreso de las ciencias.

Creo haber demostrado ahora que las hipótesis mecánicas de la ciencia moderna no tienen en sí mismas, y como

tales hipótesis mecánicas, ningún carácter metafísico; y que no son responsables, por lo tanto, de las interpretaciones á que filósofos y metafísicos las sometían.

III

LAS ANTIGUAS Y LAS NUEVAS HIPÓTESIS

Hemos procurado demostrar en los párrafos precedentes, que las nuevas hipótesis que se pueden forjar con el fin de explicar los fenómenos del mundo atómico, permítaseme darle este nombre, por ejemplo, los fenómenos del calórico, de la luz, de la electricidad, del magnetismo, de la capilaridad y aun de los fenómenos químicos, sobre todo las hipótesis mecánicas, ó sean las tomadas de la mecánica racional, no tienen, ó por lo menos no deben tener, carácter metafísico mientras otra cosa no afirmen sus autores.

De cualquier modo que sea, dichas hipótesis no son metafísicas por sí; y cuando pretenden serlo á ningún resultado conducen.

Pero esta afirmación nuestra no significa que en la ciencia no hayan tenido muchas de estas hipótesis carácter verdaderamente metafísico.

En la historia lo son; pero como nunca lo han sido de necesidad, en el momento presente pueden no serlo, y esto nos basta, como hemos demostrado ya ampliamente, y como seguiremos demostrando en estos desordenados apuntes escritos al correr de la pluma.

La idea de reducir la materia á sus elementos, de sustituir á los cuerpos sus átomos, es muy antigua. Para no remontarnos á épocas anteriores á la que vamos á citar, es lo cierto que encontramos la teoría atómica en muchos filósofos griegos; por ejemplo, en Leucipo, en Demócrito, en Epicuro.

Que posteriormente, entre los romanos, Lucrecio, en su célebre poema *De natura rerum*, acepta y desarrolla poéticamente esta teoría.

Que durante la Edad media brota varias veces, y que siempre el materialismo, aun en nuestro mismo siglo, ha fundado en ella todo una filosofía.

Pero mientras la ciencia y la metafísica no han deslindado sus campos, esto era natural que sucediese.

Todo lo cual no impide que las hipótesis mecánicas sean perfectamente legítimas, y sean grandemente fecundas en la ciencia. Dígalo si no la química, que tan admirables progresos debe á la teoría atómica.

No es que se pretenda explicar los fenómenos del mundo inorgánico por penetrar, por descomposición de las sustancias materiales en átomos, en los misterios metafísicos de la materia.

Tan misterioso y tan inexplicable es la última particula de un cuerpo simple, como lo es el Himalaya, ó nuestro globo entero, ó el astro de mayor magnitud.

El misterio no está en la cantidad ni en el tamaño. La *x* del problema filosófico, lo mismo se dibuja sobre un grano de arena que sobre un planeta entero.

Si se pudiera despejar en grande no había para qué despejarla en pequeño.

Pasaron ya los tiempos en que, por el choque de lluvias de átomos á través del espacio, ó cayendo siempre ó en direcciones cruzadas; ó porque golpeasen unos contra otros; ó porque enredasen entre sí sus ganchos y sus astas, pretenda explicarse el mundo inorgánico, la vida, el

pensamiento; la luz y la sombra; el frío y el calor; la humanidad miserable ó los altos dioses del Olimpo.

Estas teorías de los átomos de griegos y romanos eran grandes atrevimientos de la imaginación, admirables presentimientos, tal vez, de la ciencia moderna. Pero ignorando la mecánica y la química aquellos insignes filósofos ó aquellos inspirados poetas, ningún resultado positivo podían sacar de sus peregrinas hipótesis.

Eran esfuerzos de la imaginación; era luchar sin armas contra problemas formidables, y empeñarse en resolverlos con solo achicar las incógnitas.

Una *x* siempre será una *x*, por pequeña que sea, y no se conocerá mejor cuando sus rasgos llenan el espacio y alcanzan de una á otra estrella, que cuando se achican y huyen hacia la nada en el campo del microscopio.

Los misterios formidables de la creación no tienen tamaño.

Porque choque una montaña contra otra montaña no brota ese misterio soberano que se llama una conciencia; porque el gigante se convierte en enano, y la montaña en átomo, y allá en el fondo del protoplasma que se agita en la sustancia gris del cerebro, choquen el oxígeno, el hidrógeno, el carbono y el azoe, no sacaremos tampoco del choque mecánico ni el más tenue relámpago espiritual.

Porque en los problemas no podemos encontrar nunca sino aquello mismo que al plantearlos hemos puesto en ellos.

Y si no ponemos más que materia, fuerza y movimiento, no hay que esperar que resulten más que fenómenos de este mismo orden mecánico.

(Se continuará.)

JOSÉ ECHEGARAY.

ENCRUCIJADAS

Es por demás sabido y de toda notoriedad, que las encrucijadas de Madrid no reúnen las condiciones necesarias para satisfacer las exigencias de la circulación y para evitar, sobre todo, los siniestros que en ellas tienen lugar preferente; y que se separan más aun, si cabe, de tales condiciones, las que corresponden á los encuentros múltiples ó de más de cuatro calles, en las cuales no aparece otro criterio en vigor, para las de moderno trazado, que el empleo de la forma circular en su perímetro, sin tener en cuenta los enlaces de la curvatura inversa y de radio conveniente para el ingreso de las calles, ni mucho menos los refugios indispensables para los que á pie hayan de atravesar tan peligrosos sitios, en los que la circulación rodada se presentan en forma radial ó como varillaje de abanico.

Es sabido también que en los proyectos de ensanche de las poblaciones se ha implantado ya la adopción, en general, de la cuadrícula para las calles, encerrando manzanas rectangulares de casas; pero no se ha llegado aún á conseguir que se fije la atención en el tipo más adecuado para las encrucijadas, que, cuando más, suelen aparecer con diminutos chaflanes en los ángulos de dichas manzanas, sin refugio alguno para la circulación pedestre, ni espacio bastante tampoco para los demás servicios que las calles han de prestar.