

Las representaciones mecánicas de los fenómenos eléctricos.

por

D. PAULINO CASTELLS Y VIDAL (1)

(CONCLUSIÓN)

Las imágenes y modelos de que hasta ahora hemos hablado no pretenden, como ya hemos dicho, dar idea de los movimientos íntimos que en el éter tienen lugar al originarse los fenómenos eléctricos. A pesar de ser éste el principal papel que parecía estar reservado á la teoría del dieléctrico, bien poca luz se ha hecho sobre el particular, desde que se inició dicha cuestión importantísima. ¿Cómo comprender las deformaciones del dieléctrico á las cuales hemos de atribuir las atracciones y repulsiones eléctricas? ¿qué clase de tensión ó de movimiento es el que se crea en el medio, al ser atravesado por una corriente eléctrica? Las líneas de fuerza que de continuo distribuimos por el dieléctrico, con sus esfuerzos de tensión longitudinal y sus presiones transversales, sirven á maravilla para salvar la dificultad; pero no hay duda que no nos aclaran poco ni mucho la naturaleza del fenómeno. Tanto es así que, si no existiesen poderosas razones para estar convencidos de que la teoría del dieléctrico está mucho más próxima á la realidad que las primitivas teorías de los flúidos, en verdad que ninguna ventaja podría aducirse para sustituir las sencillas explicaciones basadas en la acción á distancia, por otras explicaciones no menos oscuras y bastante más complicadas.

Todo ello depende, claro está, del desconocimiento, casi absoluto en que nos hallamos respecto de la estructura y propiedades del medio en que se producen y se propagan las acciones que tratamos de explicar. El éter, á quien atribuimos dichas acciones, ó, al menos, un papel importantísimo en las mismas, no pasa de ser una sustancia que los físicos habían tenido necesidad de imaginar, y que, sin duda, existe, pero á la cual no pueden aplicarse las leyes conocidas para la materia ordinaria, más que de un modo muy incierto. Las tentativas realizadas para representar el mecanismo íntimo de dichas acciones, derivan por lo tanto de las propiedades especialísimas que cada físico ha considerado conveniente atribuir al éter, ya sea asemejándolo á los sólidos de mayor elasticidad, ya á los flúidos incomprensibles, ya á una combinación de sustancias de diversa naturaleza.

Para dar idea de los esfuerzos realizados en este sentido, describiremos alguna de las representaciones mecánicas de este grupo.

Lodge asimila la electricidad á un flúido incomprensible, que se halla en el dieléctrico en un estado especial semejante al agua contenida en una masa gelatinosa ó elástica; el espacio ocupado por un cuerpo conductor lo considera como una cavidad practicada en dicha masa, pudiendo el flúido circular fácilmente en dicha cavidad, al contrario de lo que sucede en el espacio restante. Al cargar un conductor positivamente, la cavidad aumenta de volumen, en virtud de la elasticidad de sus paredes, y al cargarlo negativamente disminuye. Considerando dos cavidades y la pared elástica que las separa, pretende explicar las atracciones y repulsiones eléctricas, lo mismo que los fenómenos de inducción electrostática, sólo por deformaciones de dicha masa elástica, cuando una de ambas cavidades, ó las dos, experimentan variaciones de volumen.

Por desgracia esta hipótesis, sencilla en su origen, se com-

plica bastante cuando trata su autor de desarrollarla y de presentar modelos mecánicos para su comprensión. Salvo el modelo hidráulico de una botella de Leyden, valiéndose de un recipiente de paredes elásticas, con el que se reproducen fielmente multitud de experiencias eléctricas; las combinaciones formadas con series de gránulos sujetos por hilos elásticos y atravesados por cuerdas sin fin, para dar idea de los estados sucesivos del dieléctrico, no tienen la simplicidad necesaria para que resulten atractivos.

Una cosa análoga sucede con los modelos mecánicos del campo magnético, ideados por el mismo autor. Partiendo de una teoría, esbozada ya por Maxwell, sobre la existencia de movimientos de rotación en el campo magnético, constituyendo los llamados *vórtices*, desarrolla y amplía Lodge una representación mecánica de dicho campo, según la cual cada línea de fuerza está considerada como eje de multitud de piñones dentados de dimensiones pequeñísimas que engranan con los de la línea contigua, y giran, por lo tanto, estos piñones, unos en un sentido determinado y otros en sentido contrario, representando, respectivamente, moléculas cargadas de electricidad, positiva y negativa. A semejanza de un recipiente elástico lleno de líquido en movimiento de rotación, cada uno de dichos piñones tiende á acortarse en el sentido del eje y á ensancharse en sentido perpendicular, explicándose así la tensión longitudinal de las líneas de fuerza y su repulsión ó presión transversal. Ahora bien, como en cada punto de contacto de dos piñones, las dos electricidades, una positiva y la otra negativa, se mueven en una misma dirección, no existiría en ningún punto corriente eléctrica. Para llegar á ésta, se hace necesario que sólo una de las electricidades se traslade ó por lo menos que exista una diferencia de velocidad. De aquí que sea preciso admitir, como lo hace Lodge, que á lo largo de una línea recorrida por la corriente eléctrica, la transmisión del movimiento entre los piñones no se hace de un modo perfecto, sino con deslizamiento. Por otra parte, la transmisión del movimiento de las líneas de fuerza á las otras que las envuelven y con velocidad de rotación cada vez menor, presenta también sus dificultades, y aunque todas son susceptibles de salvarse, adolece el conjunto, como en la parte electrostática, de falta de unidad y sencillez.

La teoría de Lodge ha sido por ello muy discutida, dando lugar á interesantes trabajos, entre ellos los de J. H. Poynting (*The Electricien*, 1893) y de C. Heinke. Este último presenta además en uno de sus artículos (*Electrotechnische Zeitschrift*, 1897) una curiosa disposición mecánica que no describiremos, pues sólo tiene por objeto dar idea, como otras ya mencionadas, de los efectos de una capacidad, una resistencia y una autoinducción en un circuito recorrido por corrientes alternativas.

El conocido experimento de Bjerknes, relativo á las esferas pulsantes de su nombre, debe considerarse también como una de las tentativas más importantes para la representación mecánica de los fenómenos eléctricos, precisamente en la parte en que menos abundan, ó sea en las referentes á acciones electrostáticas.

Construyó el citado físico un aparato, cuya parte principal estaba constituida por dos esferas vacías y elásticas sumergidas en el seno de un líquido; una de dichas esferas estaba fija y la otra iba colocada al extremo de un tubo horizontal giratorio que le permitía acercarse ó alejarse de la primera, é indicaba á la vez el esfuerzo de atracción ó repulsión á que estaba sometida. El conjunto del aparato presentaba cierto parecido con la balanza electrostática de Coulomb; pero las acciones entre las dos esferas de la balanza de Bjerknes eran debidas á las pulsaciones que en ellas producía una bomba al comprimir y enrarecer sucesivamente el aire contenido en las mismas; dichas pulsaciones se

(1) Véase el número anterior.

transmitían al líquido que rodeaba á las esferas, y de aquí resultaba una acción aparente entre las mismas que presentaba una gran analogía, pero al mismo tiempo una diferencia esencial con respecto á la acción electrostática. La acción entre las esferas pulsantes varía como en las esferas electrizadas, en razón inversa del cuadrado de la distancia.

En cambio, así como las cargas del mismo nombre se repelen y las de nombre contrario se atraen, las esferas pulsantes de Bjerknæs en el caso de pulsaciones concordantes se atraen, y si son contrarias se repelen.

La indudable importancia de las experiencias anteriores, desde el momento en que reproducen una acción á distancia valiéndose de acciones mecánicas que se propagan en una masa fluida, suscitó entre los sabios interesantes estudios para obtener el mayor provecho de los resultados obtenidos, hasta el punto de que el físico alemán A. Korn desarrolló, no hace muchos años, una notable teoría para explicar la gravitación universal, las fuerzas capilares, la viscosidad de los gases, etc., partiendo de las experiencias referidas.

Supone para ello que la materia ponderable se compone de partículas débilmente compresibles sumergidas en una masa fluida incompresible é infinita. Un sistema así formado admite infinidad de vibraciones, que pueden ser originadas por una compresión inicial brusca, y á partir de aquel momento quedarían establecidas dichas vibraciones, cuya duración depende del número, forma y situación relativas de las partículas compresibles. Estas vibraciones, según fuese su orden, serían la causa de la diversidad de fuerzas que se manifiesta entre las moléculas materiales.

El estudio de las acciones que se desarrollan sobre corpúsculos ó burbujas compresibles en el seno de un fluido incompresible, animado de movimientos especiales, es todavía un tema de actualidad en el que se descubren á menudo curiosas analogías con los fenómenos eléctricos.

Neumann y Combebiac, entre otros, han llegado á fórmulas notables, de las cuales se deduce que si un fluido sensiblemente incompresible está animado simultáneamente de dos movimientos en determinadas condiciones, ejerce sobre una esfera pulsante animada de un movimiento de traslación, una acción análoga á la que experimenta un corpúsculo electrizado en movimiento en un campo magnético.

Otro de los pasos más grandes para explicar los fenómenos eléctricos por movimientos especiales del éter lo constituye la llamada teoría de los torbellinos. Apenas si podemos dar idea de la misma, porque su desarrollo, casi exclusivamente matemático, se sale del terreno elemental en que nos hemos colocado desde el principio de este trabajo. Las propiedades de los movimientos turbillónarios de un fluido fueron descubiertas á mediados del siglo pasado por Helmholtz, y aun resultan de un modo implícito de las ecuaciones obtenidas desde 1815 por Cauchy. Desarrolladas posteriormente por Lord Kelvin, Kirchhoff, Hixs, Poincaré y otros, se han encontrado también notables analogías entre las ecuaciones que definen el movimiento de los torbellinos, y las que se establecen en electrodinámica, hasta el punto de que, en algunos casos, es posible deducir la solución para un problema electrodinámico de la obtenida en la teoría de los torbellinos, y el contrario.

Así, por ejemplo, y sólo para dar idea de estas semejanzas, bastará decir que en el caso ya estudiado por Helmholtz de los torbellinos rectilíneos, la velocidad de una molécula del fluido está representada por el mismo vector que la fuerza magnética producida, según la ley de Biot y Laplace, por una corriente eléctrica que recorriese el eje del torbellino. De un modo general,

cualquiera que sea el tubo torbellino, puede éste asimilarse á una corriente de intensidad convenientemente determinada; y entonces la velocidad de las moléculas fluidas en los diversos puntos y las fuerzas magnéticas en estos puntos, están representadas por los mismos vectores. Las acciones mutuas de dos torbellinos aislados producen efectos notables; así, por ejemplo, en el caso de dos torbellinos circulares del mismo sentido y del mismo eje, se encuentra que han de moverse perpendicularmente á la dirección de sus planos, con radios variables y pasando sucesivamente uno por dentro del otro, sin tocarse.

Algunos de los resultados de esta teoría han podido ser objeto de experimentación. Lord Kelvin y Tait se valían para ello de un gran tambor de madera, una de cuyas bases estaba reemplazada por una membrana tensa; la base opuesta tenía un agujero. Llenando la caja de humo y dando golpes sobre la membrana salen pequeños volúmenes de aire cargados de humo, de los cuales se desprenden á poca distancia anillos torbellinos perfectamente visibles, en los que se comprueban las particularidades relativas á su movimiento y á sus acciones mutuas.

Se ha intentado también encontrar, por medio de los movimientos de torbellino, la explicación mecánica del Universo. Así como en un líquido dotado de viscosidad pueden engendrarse movimientos de torbellino, pero tienden á desaparecer, en un líquido perfecto los movimientos turbillónarios son indestructibles; y esta propiedad fundamental es la que condujo á Lord Kelvin á su conocida teoría de los átomos torbellinos, según la cual, en lugar de considerar un espacio imponderable ocupado por átomos materiales, se admite que la materia es continua y que ciertas partes se diferencian de las demás por los movimientos de torbellino de que están animadas, tratando de explicar las propiedades de un éter así constituido, por las de los cuerpos sujetos á rotaciones rapidísimas.

Las imágenes ó modelos mecánicos correspondientes á esta notable teoría, son, en realidad, bien curiosos, puesto que tratan de la estructura íntima del éter y comparan sus propiedades á las que presentarían los sistemas formados por cadenas de pequeñísimos giroscopios.

Por la reseña que hasta ahora hemos efectuado, más extensa de lo que nos habíamos propuesto, pero forzosamente incompleta, se echa de ver que no se ha encontrado todavía, en la teoría del dieléctrico, una representación mecánica que se haya impuesto en lo referente á los movimientos ó perturbaciones que dan lugar á los diversos fenómenos estudiados.

No obstante, poco antes de empezar el siglo actual, casi nadie dudaba de que estaba la Ciencia eléctrica, cuando menos, bien orientada por aquel camino, y que persistiendo en él llegaría á alcanzar más ó menos tarde toda la armonía y unidad que empezaba á vislumbrarse desde la obra de Maxwell. Así lo hacía esperar la supresión, que parecía definitiva, de los fluidos ó agentes especiales en la producción de los fenómenos eléctricos y magnéticos, el abandono de la acción á distancia, la confirmación de importantes leyes previstas por aquella teoría, y, sobre todo, el perfecto y trascendental acuerdo entre ésta y las radiaciones eléctricas de Hertz.

Desgraciadamente esta esperanza no se ha realizado. Al contrario, simultáneamente con el nuevo siglo ha aparecido otra teoría que parece destinada á cambiar, desde sus orígenes, los anteriores puntos de vista sobre los fenómenos eléctricos. No prescinde, sin embargo, dicha teoría de las dos anteriores. Participa de la teoría de los fluidos, porque acepta la existencia de una sustancia particular, formada de partículas pequeñísimas

llamadas *electrones*, con los atributos de la materia eléctrica. Participa de la teoría del dieléctrico porque supone también que las acciones, tanto eléctricas como magnéticas, son debidas á modificaciones especiales del éter que rodea á los electrones. ¿Cómo se producen estas acciones? Continúa ignorándolo y se limita á admitir, como propiedad inherente á los electrones, que la sola presencia de éstos basta para producir en el éter las modificaciones que dan lugar al campo eléctrico; si además los electrones se mueven, aparecen nuevas modificaciones, que originan el campo magnético.

Al llegar á este punto y dado el criterio que ha venido dominando en este modesto trabajo, no caben más que ligeras consideraciones sobre la génesis de la teoría que acabamos de apuntar.

El fenómeno de la electrolisis, desde que se intentó explicarlo por el transporte de *iones* cargados de electricidad, fué un terreno realmente descuidado por las otras teorías, y, por lo tanto, propicio para que germinaran en él nuevas hipótesis. Nadie, en efecto, se acordaba, al hablar de electrolisis, de las ideas fundamentales de Maxwell y de Hertz; ni los físicos que luchaban por el triunfo de estas últimas se esforzaban tampoco en extender sus puntos de vista á dicho fenómeno.

Con todo, la teoría electrónica hubiera permanecido en embrión si no se hubiesen estudiado más tarde otro conjunto de fenómenos, entre los que sobresalen el de la descarga á través de los gases, la emisión de rayos dotados de propiedades especialísimas, su influencia en la condensación de los vapores y los fenómenos no menos notables de radioactividad, para todos los cuales han tenido que buscarse explicaciones más ó menos satisfactorias, prescindiendo cuando ha sido preciso de los principios científicos que se habían considerado hasta entonces como suficientes.

Los físicos alemanes, siguiendo á Hertz, buscaron en un principio la explicación de dichos fenómenos en nuevos movimientos vibratorios del éter; pero enfrente de sus trabajos surgió de nuevo la hipótesis de la emisión, desarrollada esta vez por Lorentz y defendida, principalmente, por los físicos ingleses, pudiéndose decir que arranca ya de las ideas expuestas por Crookes sobre la materia radiante. Dicha hipótesis es la que ha llegado á constituir la moderna teoría de los electrones, cuya silueta antes hemos señalado, y que se considera por muchos como definitivamente establecida. Así se observa que las obras de electricidad aparecidas de algunos años á esta parte, han dado cada vez mayor importancia al papel de los iones y de los electrones en aquella rama de la Física, presentando como cosa cierta y comprobada que existen corpúsculos materiales constituyentes de la electricidad negativa, y cuyo número, lo mismo que sus dimensiones, velocidad, etc., calculan con precisión asombrosa. Los corpúsculos positivos no son tan conocidos, pero no por esto dejan de encontrarse las cifras relativas á su masa, mucho mayor que la de aquéllos, y las de su velocidad que es bastante menor.

Con tales elementos y con el estudio experimental más ó menos directos de sus propiedades, se ha llegado á formar un cuerpo de doctrina, que no sólo interpreta el grupo de fenómenos últimamente descubiertos, sino que trata de explicar curiosos y trascendentales hechos de naturaleza bien distinta de los que le han servido de origen. Hasta para la constitución de la materia ordinaria extiende su influencia la teoría electrónica, admitiéndose por algunos que está compuesta de grupos de electrones negativos gravitando alrededor de centros positivos y describiendo sus órbitas en diferentes planos y sentidos. En este supuesto, las radiaciones luminosas serían debidas al movimiento vibratorio

que los electrones negativos comunican al éter, con un período igual al de sus revoluciones. La existencia de varias rayas espectrales, en la luz emitida por un cuerpo, se explicaría por las diferentes velocidades de las órbitas. El campo magnético modifica estas velocidades, acelerando unas y retardando otras; de aquí el desdoblamiento de las rayas espectrales y el fenómeno de Zeemann.

Si por una causa cualquiera, que puede ser la simple agitación molecular producida por una elevación de temperatura, la velocidad de los electrones llega á ser bastante grande para que algunos de ellos se salgan de la esfera de atracción del núcleo central, éste quedará cargado positivamente y retendrá con mayor energía los otros electrones. De aquí algunos fenómenos de *ionización* y el mismo efecto Edison.

La teoría de los electrones puede todavía explicar, aunque no siempre de un modo satisfactorio, otros muchos fenómenos que permanecían hasta ahora en el misterio. Hace cada día nuevos progresos, pero también hay que convenir en que adolece todavía de falta de unidad en sus diversas partes y de bastante confusión en el lenguaje que en ellas se adopta.

En el prefacio de una obra francesa escribía M. Poincaré hace muy pocos años:

«No hay duda que con un mismo nombre se han reunido cosas bastantes diferentes; que el electrón negativo de los rayos del radio, cuya velocidad es casi igual á la de la luz, no se parece mucho al ion de la electrolisis, que sólo avanza algunos centímetros por hora. Este tampoco es idéntico á los que se encuentran esparcidos por el aire y que determinan la formación de la niebla». Después añade: «Por esto las obras se fijan casi exclusivamente en los hechos y muy poco en las hipótesis á que estos hechos han dado lugar. Y es que todavía son dichas hipótesis muy aventuradas; y si hoy están de moda, es sólo porque sirven para explicar los fenómenos últimamente observados».

Si pasamos ahora á examinar la nueva teoría en su relación con las representaciones mecánicas, principal objeto de este trabajo, ya se comprende, por los caracteres apuntados, que difícilmente se vislumbra en dicha teoría la posibilidad de llegar á la obtención de modelos mecánicos como en las dos anteriores; aparte de que la teoría electrónica, aunque explica los hechos con relativa simplicidad y llega á cálculos también sencillos en bastantes cuestiones, no lo hace sino en virtud de hipótesis que insensiblemente desliza para extender su radio de acción.

A pesar de todo no puede negarse que muchas de las interpretaciones de los fenómenos en esta teoría son más bien explicaciones físicas que matemáticas y la mayoría de ellas constituyen ya de por sí una representación mecánica del fenómeno con elementos materiales que por su pequeñez están fuera de nuestro alcance. Lo mismo sucede con alguno de los aparatos justificativos de dichas interpretaciones, por ejemplo el ideado por Rowland para el célebre experimento de su nombre. Recordemos en pocas palabras en qué consiste dicho experimento: una especie de volante, formado por radios de igual longitud, terminados por esferas metálicas también iguales, gira alrededor de su eje con una velocidad conocida. Las esferas están mantenidas á un mismo potencial y cargadas, por lo tanto, con una misma carga eléctrica.

El experimento tiene por objeto averiguar si el movimiento de dichas esferas sobre la circunferencia que describen equivale á una corriente eléctrica, de intensidad igual á la cantidad de electricidad que, en virtud de aquel movimiento, pasa por un punto de dicha circunferencia en la unidad de tiempo. Midiendo la intensidad del campo magnético originado por el movimiento de la rueda, en diversas condiciones, se comprueba la equivalen-

cia que hemos indicado, siendo este experimentó la principal confirmación de que puede considerarse la corriente eléctrica como una traslación de cargas eléctricas pequeñísimas. ¿Es esto otra cosa que una representación mecánica de la corriente? Claramente se observa que la disposición empleada por Rowland para estas experiencias constituye un verdadero modelo mecánico para reproducir los efectos de la corriente; sin que penetre mucho en la naturaleza de ésta, porque las cargas eléctricas de que se vale no sabemos tampoco en qué consisten, establece una importantísima analogía, hasta entonces no comprobada, entre las cargas electrostáticas y la corriente, hasta el punto de reproducir esta última por el movimiento de traslación de las primeras.

*
* *

Para dar fin á este modesto trabajo, bien quisiera exponer una impresión que resumiera el estado actual de la Ciencia eléctrica en lo referente al tema que hemos desarrollado; pero á través de las vicisitudes que hemos expuesto y de la verdadera desorientación que hoy día existe, apenas si puede darse como resuelta la cuestión de si podrán explicarse todos los fenómenos eléctricos por el mismo éter de la luz, atribuyéndole estados de tensión ó de movimiento especiales, ó si una buena parte de aquéllos requiere la existencia de alguna sustancia particular distinta del éter y de la materia ordinaria.

Son las dos tendencias, que vienen á representar en electricidad, aunque no tan deslindadas, lo que las teorías de la emisión y de las ondulaciones representaron en la luz; pero así como esta última ha quedado por completo victoriosa de su rival, las teorías materiales de la electricidad, que parecían definitivamente desterradas y de las que sólo nos servíamos para comodidad de lenguaje, vuelven á entrar ahora en acción y parecen luchar con ventaja.

Ahora bien; la reacción que se ha operado en favor de las teorías materiales «está del todo justificada». Ya hemos manifestado antes alguna duda, sobre todo en lo referente á que se pueda extender la teoría electrónica fuera de los límites para los que ha sido creada.

Por otra parte, aunque hayan sido hasta ahora infructuosas las tentativas para hacer prevalecer las explicaciones fundadas en movimientos especiales del éter, el tema no puede considerarse agotado, y ofrece ancho campo de investigación, no sólo en el terreno matemático, sino en el físico ó experimental. Las representaciones mecánicas de los fenómenos eléctricos pueden jugar en dichas investigaciones un papel muy importante, pero convendrá tener siempre presente que, de poco sirven, por ingeniosas que sean, si se han ideado para explicar tal ó cual grupo de fenómenos, prescindiendo por completo de los que con ellos se relacionan.

Aunque no pueda verse en ellas, de momento, una solución general, han de prestarse por su misma índole á la mayor generalización posible; y si bien resulta muy aventurado, sobre todo en esta cuestión, señalar orientaciones, nos inclinamos á creer que han de obtenerse soluciones más sencillas (por lo menos desde el punto de vista físico) y por lo mismo más satisfactorias, persistiendo en el estudio de las acciones que se desarrollan sobre cuerpos sumergidos en una masa fluida, por efecto de presiones ó de movimientos más ó menos semejantes á los que hasta ahora se han considerado.

Sería una grave omisión no dejar consignado, antes de terminar, que el interés por encontrar una explicación mecánica satisfactoria ha decaído bastante en estos últimos años. Ya no se trata de la célebre proposición de M. Poincaré, según la cual, «de

existir una explicación mecánica de los fenómenos eléctricos, existirían también infinitas». Se trata de la hipótesis corpuscular de la electricidad, con la novísima mecánica de los electrones, y del principio de relatividad que queda en pie con sus paradójicas consecuencias; de todo lo cual parece deducirse, como tiene escrito el Sr. Terradas (1) en una hermosa reseña sobre dicho principio, que «la Electricidad no es Mecánica, ni siquiera sus fuerzas son reducibles á las de la Mecánica; la diferencia ha llegado, con el estudio de las manifestaciones de aquélla, á tal extremo, que es preciso un nuevo lenguaje adaptado á una nueva manera de pensar».

No obstante, sin dejar de reconocer la necesidad de los notabilísimos trabajos que por dicho lado se realizan, algunos hombres de ciencia abrigan todavía la esperanza de que se podrán incluir los fenómenos eléctricos en el dominio de la Mecánica clásica, más ó menos modificada, por ejemplo, en lo referente á la ley de inercia.

Nadie, en efecto, puede afirmar que los actuales puntos de vista sean los definitivos, ni que sea, por lo tanto, empeño inútil el explicar la Electricidad por la Mecánica, ó cuando menos darse cuenta de los fenómenos eléctricos, valiéndose de comparaciones con los medios que nos son familiares.

No nos salgamos demasiado pronto del dominio en que nos hemos movido hasta hoy con seguridad y no rehusemos tampoco el indagar, desde alturas más asequibles, nuevas representaciones mecánicas de los fenómenos eléctricos. Aunque los principios científicos tambaleen, el concepto de masa material tiende á desaparecer, y hasta las ideas fundamentales de espacio y tiempo están sufriendo una hondísima perturbación para adaptarlas á nuevos moldes, todavía queda mucho por hacer con los antiguos modelos, y en el dilatado campo de la Ciencia, á buen seguro que siempre quedará espacio, tiempo y también *materia* para todos (2).

ELECTROMETALURGIA

La soldadura eléctrica

(Electrical World.)

Para la soldadura eléctrica se emplean generalmente dos clases de arco: el de carbón y el metálico. En ambos casos se emplea el calor del arco para elevar la temperatura de los metales que deben soldarse á la de fusión y efectuar entonces la juntura del metal fundido, aplicándose generalmente en forma de barra ó de lápiz.

Como se sabe, el polo positivo del arco de corriente continua desprende, aproximadamente, tres veces más calor que el polo negativo. Existe, pues, una diferencia considerable de unir á uno ú otro polo la pieza que quiere soldarse; en general, por razón de la gran masa y conductibilidad calorífica del metal, la pieza se une al polo positivo.

Arco de carbón.—Como desprende más calor que el arco metálico, es más conveniente cuando se trata de calentar grandes masas de metal como en el corte del hierro y el acero y en el relleno de las burbujas en los moldeados, igualmente que para la ejecución de ciertas soldaduras en donde las tensiones inte-

(1) *Arzius de l'Institut de Ciencias*, Any I, núm. 2.

(2) Extracto de la Memoria leída en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona.