

TEORÍAS MODERNAS
DE
LA FÍSICA

UNIDAD DE LAS FUERZAS MATERIALES.

COLECCIÓN DE ARTÍCULOS

POR

JOSÉ ECHEGARAY.

SEGUNDA SERIE.

MADRID.
IMPRENTA Y LIBRERÍA DE J. GASPAR, EDITOR.
3, MONTERA, 3.

1883.

Más de doce años hace, que empecé á publicar artículos de *ciencia popular*, y en el de 1873 coleccioné algunos de ellos, con el título de «Teorías modernas de la Física», en un tomo hoy casi agotado. Desde entonces, y entre otros muchos trabajos de bien distinta índole, no he cesado un punto en mi tarea, y numerosos artículos han ido apareciendo en *El Imparcial*, en *El Almanaque de El Globo*, en la *Revista Contemporánea*, en la *Ilustración Artística*, en los *Conocimientos Útiles*, en la *Revista Hispano-americana* y en otras varias.

Hoy empiezo á coleccionar todos estos artículos, y ofrezco á quien pueda interesarse en estas materias, la *segunda serie*, animado del mismo espíritu y del mismo deseo que me animaron al publicar la *primera*. Dar á conocer la tendencia sintética de la Física moderna, sus grandes leyes y sus admirables descubrimientos en forma clara, sencilla y para el mayor número posible de lectores, es lo que me propongo: Dios me tome en cuenta lo sano del propósito, y el público me perdone lo imperfecto de la obra.

JOSÉ ECHEGARAY.

ARTÍCULO IV.

LAS MÁQUINAS SOLARES.

I.

La mayor parte, ya que no la totalidad de las fuerzas materiales de nuestro globo, vienen del sol como espléndidas emanaciones del gran astro central. Hé aquí una proposición que solo como imagen poética ó cuando más como atrevida hipótesis, ha circulado durante mucho tiempo por libros, enseñanzas y discursos; que hoy, por obra y gracia de la ciencia moderna, hállese convertida en verdad primera, en hecho comprobado y en fundamento casi de toda la física, de buena parte de la química y de no pocas teorías biológicas.

¿Se alzan las aguas de los mares en la rítmica palpitación de la marea? Pues buscad en las atracciones combinadas del sol y de la luna el origen y la fuerza de este titánico movimiento. Uno y otro astro son los que levantan la inmensa masa líquida,

consumiendo en este *trabajo* millones y millones de caballos de vapor, y brindando á la industria con el alto nivel de la onda acuosa, para que utilice su descenso como fuerza motriz, sin que hasta el día háyase descubierto manera de utilizarla.

¿Despréndense vapores del Océano, pasan en forma de nubes sobre los continentes, descienden en copiosa lluvia al suelo, hinchán los ríos, engruesan las cataratas, y al caer y caer hasta el nivel del mar, ya sirven para el riego, ya ponen en acción los motores hidráulicos? Pues en el calor solar hallareis la fuerza que evaporó las aguas, y aun la del viento que ya evaporadas las llevó delante de sí azotándolas por los aires como á fantástico rebaño.

¿La tendida vela en el Atlántico, ó la movil aspa de blanco molino en redonda colina, recogen en sus anchas superficies el soplo de las corrientes atmosféricas, y hacen avanzar la nave sobre las olas, ó girar la piedra sobre un triturado lecho de trigo? Pues en el desequilibrio atmosférico que provocan los rayos solares, tendreis todavía el origen de esta nueva fuerza.

¿Iluminando el sol alternativamente uno y otro hemisferio, engendra corrientes termo-eléctricas, que unidas á otras cuyo origen es probable que esté en la misma masa de aquel astro, hacen de la tierra un inmenso imán, y fijan dirección próximamente constante para la aguja magnética? Pues todavía allí, en el astro de fuego que nos preside y nos gobierna y nos vivifica, tendreis que buscar, en gran

parte al menos, la explicación del maravilloso fenómeno.

¿Veis arder el carbon de piedra en el hogar de una locomotora, engendrar vapor, arrastrar por su propia virtud, que virtud es fuerza, un pesado tren, y circular en fábricas y talleres, y modelar hierros y bronces, y partir olas en uno y otro mar, y encender soles eléctricos en las tinieblas de una y otra noche? Pues el trabajo industrial que esa combustion proporciona, fué trabajo acumulado durante siglos y siglos de épocas geológicas por ese mismo sol que hoy vemos encendido en nuestro cielo.

Es una historia antiquísima, fué un drama anti-diluviano, un malhadado amor fué, de dos séres que los rayos solares separaron con rara crueldad y ensañamiento. Vibraba el sol entonces, como hoy vibra; sus vibraciones comunicáronse al éter que todo lo llena y en todos los cuerpos penetra; por el espacio corriéron en forma de luz y filtráronse sus rayos por las espesas selvas de aquellas edades primitivas. Flotaba por entre sus ramajes en las opacas y densas atmósferas el *ácido carbónico*, estrecha unión de dos séres, el *oxígeno* y el *carbono*, que por misteriosa afinidad, y átomo por átomo, se abrazaban y confundían; mas la vibración de las ondas luminosas cayó sobre ellos, los sacudió, los agitó, los estremeció tanto y tan bien, y con tan cruel afán, que al fin los lazos se rompieron, y dilatáronse sus distancias intermoleculares, y allá fué perdido por los aires el oxígeno á enriquecer la atmósfera,

y prisionero cayó el carbono en la celdilla vegetal como en microscópica carcel.

El vegetal murió, las celdillas se hundieron en terrenos turbosos; cárceles y prisioneros, bajando lentamente á mayores y mayores profundidades, llegaron á ser fósiles, y tiempos y tiempos pasaron sobre estas tragedias de amores inorgánicos.

Pero un dia el minero sacó aquel *carbón* del fondo de una montaña, el maquinista lo trajo á un hogar, entró por su rejilla una corriente de aire con aquel *oxígeno* de la pasada historia, y al encontrarse de nuevo ambos amantes, *oxígeno y carbono*, con tal ánsia se precipitaron y se unieron, que otra tanta conmoción dinámica, ú otra tanta fuerza, para emplear lenguaje más inteligible, que consumió la luz solar en separarlos, desarrollaron ellos en su repentino choque. Este molecular estremecimiento, esta vibración, que al cabo es la misma en cantidad, que la que trajo y consumió la luz del sol en descomponer el ácido carbónico, esta fuerza viva, para valernos de la palabra propia, del combustible que arde, es en suma el calor del hogar, y será en la caldera la fuerza expansiva del vapor, y será en la máquina la potencia de arrastre, y en la industria moderna la mayor y la mejor de sus potencias.

¿Veis al obrero levantar sobre el yunque la enorme maza, ó á esos otros obreros del pensamiento y del arte deslizar la pluma sobre unas cuantas cuartillas, ó apoyar el pincel sobre el lienzo, ó agitar con articulados sonidos el aire, escribiendo en sus

fugaces palpitaciones las ideas? Pues todos esos movimientos, como *movimientos materiales*, eran, un año há, vago bullir de unas cuantas moléculas perdidas en las inmensidades del astro de fuego. Después sus vibraciones se transmitieron al éter, después bajaron en forma de luz, después repitióse en uno cualquiera de los vegetales de que el hombre se alimenta, ya directamente, ya por el intermedio de la carne animal, la pasada historia del carbón de piedra: y separado el carbono del oxígeno, fué sustancia orgánica y penetró en el cuerpo humano como el combustible en el hogar, y la corriente nerviosa le mandó arder, y ardió sin llama en el músculo, y engendró calor, y se convirtió en fuerza, y alzó el martillo, y agitó la pluma, y movió el pincel, y escribió palabras en el aire.

Todo esto y más prueba la ciencia moderna, y en el sol coloca el germen, el origen, la fuente luminosa de casi todos los movimientos y de casi todas las fuerzas de nuestro planeta, aunque siempre en los límites puramente físicos de su verdadera circunscripción. Quiero decir, que estas teorías son ajenas á todo concepto metafísico, ó á toda creencia religiosa, y que espiritualistas y materialistas, creyentes y ateos, todos, en fin, las aceptan como expresión fidelísima de los hechos y de sus leyes.

Y al llegar á este punto, sin hacer profesión de filósofo ni blasonar de agudeza de ingenio, ocurre preguntar: si el sol ha sido y es origen de tantas y tantas fuerzas, que transformadas en lluvia, en ma-

rea, en viento, en magnetismo, en vegetales, en carne muscular, en combustible, realizan casi la totalidad de los movimientos de la industria y de la vida, ¿por qué tomarlas rio abajo, por decirlo así, y no en su fuente y en su origen? ¿A qué esperar que la vibración luminosa de los rayos solares se divida, y se transforme, y se pierda en el suelo, en el aire y en la vida? ¿Del sol viene la fuerza? Pues recojamos esa fuerza en los mismos rayos del sol á su llegada.

A estas preguntas tan naturales comienzan á contestar los físicos y los mecánicos, y su respuesta es una máquina, y la máquina se llama *máquina solar*.

II.

El sol vibra constantemente, y así como toda agitación de un lago se trasmite á las orillas en forma de ola acuosa, así las vibraciones de la masa solar corren por el espacio, océano infinito de éter, hasta llegar á la tierra en forma de luz. En esa luz viene la fuerza; la invisible agitación de sus átomos es la potencia dinámica que engendra tantas y tantas maravillas; los rayos del espectro desde los ultra-agudos, si es permitida esta frase, hasta los rayos-químicos, forman una riquísima escala de energías, que la industria puede utilizar si quiere y si sabe, y como empieza á saber, y querrá cuando sepa, hénos ya en camino de un gran descubrimiento y de una gran invención.

Pero ¿cómo aprisionar la luz? ¿Cómo hacer de sus impalpables rayos, obedientes y ordenados trabajadores? Si del sol viene la fuerza, ¿cómo recogerla á su llegada? El viento, se dirá, es fuerza: pues una superficie movil, oponiéndose á su marcha, la recoge. Fuerza es tambien el agua que cae de cierta altura: pues otra serie de superficies móviles, presentándose ante ella, utilizan su choque ó su peso y tambien la recogen. El calor es fuerza: pues llevándolo al seno, por decirlo así, de una masa de agua ó de aire, por la dilatación de ambos cuerpos trasmite su energía á otras superficies móviles que se llaman émbolos. En suma, una superficie movil oponiéndose al aire, al agua, al vapor, es el *receptor* de todas estas potencias mecánicas. Pero ¿cómo se recoge la luz, qué superficie se le opone, qué receptor se le presenta? Tal es el problema.

Ahora bien; este problema, al menos en gran parte, está resuelto. Recordemos para comprender la solución, una ley elemental de la física.

La luz pasa al través de los cuerpos diáfanos, como lo es, por ejemplo, una envolvente cristalina, sin perder su forma ni su esencia, es decir, que *vibración luminosa* era y *vibración luminosa* sigue siendo. Pero si despues de haber penetrado en el espacio que abarca la envolvente cristalina, la luz *cambia su manera de ser*, y se trasmite al aire ó á las masas que encuentra, bajo forma de *calórico*, que es otra clase de vibración, los rayos caloríficos no podrán ya salir atravesando aquel mismo cris-

tal, que cuando vinieron como luz les dió paso, ó al menos saldrán difícilmente; y de esta manera, ó toda la fuerza que la vibración luminosa traía, ó una gran parte, habrá quedado encerrada y convertida en calor en aquella cárcel trasparente, que siempre dejará entrar la *luz*, que siempre se opondrá á que salgan los *rayos calóricos* en que los luminosos se transformen. Hé aquí todo: y en rigor, ¿qué otro principio es éste, que el antiguo y vulgar en que se funda cualquier invernadero? ¿Ni qué otra cosa viene á ser el receptor que en breve describeremos, sino un invernadero perfeccionado?

Supongamos que la operación continúa, que nuevos raudales de luz siguen llegando, filtrándose por la envolvente de cristal, convirtiéndose en calor, acumulándose siempre en el mismo espacio ó en los mismos cuerpos, y elevando constantemente su temperatura y su energia dinámica; claro es que habremos resuelto el problema y que de este modo toda envolvente de cristal, si se nos permite la imagen, no será otra cosa que una especie de *trampa para cazar luz*. Entró, pero no podrá salir. Está cogida, será domada. Paseóse libre por los aires, tendió al viento su dorada cabellera y sus irisadas cintas; pues presto trabajará en los talleres y rechinará en las máquinas. Fué *luz*, será *fuerza*, para llevar á cabo la obra de la civilización y dar libertad á otra más radiante luz: la del pensamiento y la de la conciencia.

Y en rigor ni la envolvente de cristal será nece-

saria, como experiencias recientes van demostrando; bastará con unos cuantos reflectores giratorios, que sigan la marcha del sol.

III.

Los aparatos inventados para utilizar las fuerzas solares son muchos, irán siendo más, y alguno ha de realizar las condiciones prácticas que la industria reclama para toda invención; sencillez y economía.

Y después de todo, la idea no es enteramente de hoy; ya Saussure, de 1740 á 1755, demostró en una larga serie de experimentos, que un termómetro colocado bajo fanales de cristal, se elevaba á 160° centígrados por la acción del sol: temperatura muy superior á la del agua hirviendo; ya Herschell y Pouiller, midieron la fuerza que representa el calor recibido por término medio en latitudes no muy distintas de las nuestras sobre cada metro cuadrado; ya Mr. Mouchot, excelente matemático y laborioso físico, publicó en 1865 una obra notabilísima titulada: *el calor solar y sus aplicaciones industriales*; y aun entre nosotros, en época más reciente, el distinguido ingeniero, señor Perez de Nueros, presentó á la Academia de Ciencias una notable Memoria sobre el llamado por él *motor helio-dinámico*, receptor solar de su invención.

De este modo la idea viene abriéndose paso y acercándose á su madurez. ¿Llegará pronto? No es

fácil predecirlo, pero á nuestro juicio, los motores-solares están llamados á realizar maravillas en la industria.

Este pensamiento de utilizar directamente la fuerza del sol, ¡es en efecto tan natural! Si casi todas las fuerzas terrestres que utiliza el hombre proceden de la masa solar y son transformaciones de su propia fuerza, ¿por qué no recogerla, por decirlo así, al pié de la luminosa catarata, donde los rayos del sol caen, en cualquier superficie iluminada por sus resplandores?

Por otra parte, ¡el principio es tan sencillo! La luz pasa por cualquier envolvente de cristal, y después, absorbida por superficies oscuras, se convierte en calor, y ya no puede salir. Pues hé aquí el más sencillo, el más económico de los hogares: un hogar sin gasto de combustible.

Y agréguese á todo esto, que la fuerza que la luz del sol representa ¡es tan grande, tan enorme! que la imaginación ni aun puede abarcarla en su totalidad. Detengámonos aquí breves instantes. Si los experimentos de Herschell en el cabo de Buena-Esperanza y de Pouillet en París son exactos, el calor que trae la luz del sol á cada metro cuadrado de superficie es tal, que en *un minuto*, la temperatura de *diez* litros de agua sometidos á su acción, aumenta en *un grado* centígrado. Pero la física demuestra que elevar un grado la temperatura de *un* litro de agua, es lo mismo que subir 425 kilogramos á un metro; que ambos efectos, en el fondo

inmutable y en la unidad dinámica de las acciones materiales son una misma cosa y representan en caballos de vapor el mismo trabajo; que *la energía* necesaria en este caso para *separar* las moléculas contenidas en un litro de agua unas de otras (que es tanto como elevar cada una respecto á las restantes á cierto nivel), y la indispensable para aumentar su vibración (que es aumentar su temperatura), es idéntica á la que se emplea para subir de una vez la masa de 425 kilógramos á *un* metro de altura. Luego si estos datos son exactos, claro es, que el trabajo que ha arrojado la luz solar sobre un metro del suelo, trabajo que hoy nadie se cuida de recoger, y que, si se nos permite la palabra, la tierra absorbe y el aire evapora, representa *diez* veces 425 kilográmetros en cada minuto, ó sean $\frac{4250}{75}$ caballos

de vapor, que es próximamente *un caballo de vapor* por segundo; es decir, 75 kilógramos elevados á *un* metro en cada *segundo* de tiempo.

Supongamos que estos cálculos son exagerados: contemos con que el sol no hiera normalmente la superficie receptora: tomemos la mitad, más aún, la cuarta parte, como hace el señor de Nueros fundado en sus propias experiencias: vayamos todavía más lejos, y demos por bueno que para recoger *un caballo de vapor* en la luz solar, se necesitan *diez metros* cuadrados, que á bien que ricos somos, por desgracia ayer, hoy por fortuna, en suelos africanos; y siempre resultará que diez metros cuadra

dos de superficie nos brindan constantemente, desde que el sol se eleva un tanto, hasta que se acerca á su ocaso, con una fuerza industrial de un caballo de vapor.

El propietario de un terreno de seco que dedicara 200 metros en cuadro *á recoger sol*, si se nos permite esta imagen, tendría la fuerza disponible de 20 caballos para buscar agua de riego en las profundidades del suelo, ó para algunas de las faenas del cultivo, ó para cualquiera de las industrias que al cultivo son anexas. Aun con reducir la cifra á la mitad, resultado es maravilloso en que nadie hubiera creído, en que nadie creerá, hasta que la constancia y el génio lo realicen. Y el génio y la constancia encontrarán al fin un receptor adecuado á la forma propia de la fuerza solar: tal es al menos nuestra creencia.

Todos los aparatos inventados hasta el día son análogos en su composición: *una gran caja de cristal* herméticamente cerrada, para que por las uniones no salga aire del interior llevándose parte del calor acumulado: bajo la caja trasparente *otra de hierro*, pintada de negro, para que en su superficie la luz que penetró al través de la cubierta cristalina se convierta en *calor*: dentro de esta última caja *aire ó agua*, que una vez elevados á alta temperatura, pasen á cualquiera de las máquinas ya conocidas de aire caliente ó de vapor de agua y en ella funcionen, y todo ello, caja trasparente y caja de hierro sobre un piso de cristal machacado que difi-

culte las pérdidas de calórico. Agréguese al mecanismo descrito, pantallas ó reflectores que recojan el sol oblicuo y lo dirijan á la caja de cristal, y tendráse idea de lo que son todas las máquinas solares inventadas hasta el dia, entre las que merece citarse la del señor de Nueros.

¿Es que el aparato que acabamos de describir resuelve por completo el problema?

La experiencia puede contestar tan solo á esta pregunta.

¿Es que no se tropezará con dificultades al dar forma y cuerpo á la idea?

Fuera insensato suponerlo. Las envolventes de cristal, que tan fácilmente dejan pasar la luz, no son en absoluto impermeables al calor: por mucho que la caja de hierro se aisle, pérdidas de calórico sufrirá al través del suelo: y mil otros inconvenientes se preven desde luego, y mil otros que hoy no se adivinan, surgirán al venir á la práctica, que todo nacimiento es doloroso, y todo triunfador tiene su calvario antes ó despues; pero poco importa para el resultado, porque basta que la idea encierre un gran fondo de verdad y se funde en una ley de la naturaleza, para que al fin encarne en la vida y se imponga á pesimistas y á escépticos.

IV.

Hemos procurado demostrar con numerosos ejemplos, que la *fuerza* en nuestro globo es, ó fué en

remotas edades, *fuerza solar*, y hemos visto cómo de aquí nace la idea de utilizar directamente la que traen los rayos luminosos en sus vibraciones. Penetramos despues aún más adentro en el problema heliodinámico, y expusimos en términos sencillos el principio físico en que se fundan todas las máquinas solares conocidas. Y por último, intentamos dar la descripción de una cualquiera de ellas, reduciéndola á su expresión más elemental. Hasta aquí hemos sido fieles, aunque vulgares intérpretes de hechos y principios conocidos y demostrados, sin permitirnos fantasear sobre el porvenir; pero ha llegado el momento de pagar tributo á la imaginación, la noble, aunque desordenada exploradora de nuevos horizontes y de esferas desconocidas.

Figurémonos hectáreas enteras de nuestras llanuras de la Mancha ó de nuestras provincias meridionales convertidas en receptores del calor solar, y miles y miles de caballos de vapor almacenados en calderas de agua hirviente ó de aire caldeado: imaginémonos aún á este vapor ó á este aire dando impulso á centenares de máquinas análogas á las actuales, y tendremos de este modo, sin salir de nuestra Península, inmensa cantidad de fuerza motriz disponible, no solo para el alumbramiento de aguas subterráneas, no solo para la elevación de las que corren por cáuces libres, no ya para muchas labores agrícolas, sino tambien para emancipar á nuestras industrias, y ¿por qué no á nuestras vías férreas? del gasto enorme de combustible

que hoy exige el arrastre de viajeros y mercancías.

Y pensando en lo inagotable de tal fuerza y en las excelencias de nuestro sol, hasta vendremos á parar en que hemos de tener sobrantes enormes de potencia dinámica *para la exportación* á otros países de sol menos ardiente ó menos perenne.

¡Conclusión inesperada, fantástica, más propia al parecer de una novela como las de Julio Verne, que de un estudio sério y práctico; y, sin embargo, conclusión *absolutamente exacta*, al menos en el terreno de la ciencia y en la esfera de la teoría! Y decimos mal, al decir en la esfera de la teoría, y concedemos demasiado; porque *prácticamente* hoy es posible hacer que la *fuerza* de nuestro sol trabaje en París, ó en Londres, ó en Berlin; y cuenta que no nos referimos á la que en su dorada transparencia lleva el Jerez, ó en su dulzor el Málaga, ó en sus entrañas el Oporto. De fuerzas industriales hablamos y no bajo la inspiración de otras fuerzas.

¡Exportar nuestro sol de España á extranjeros países! ¡Competir con los ingleses que venden á peso de oro su carbón de piedra, ¡fuerza solar *fiambre*, ofreciendo á ~~todos~~ los mercados nuestro hermoso sol, *servido al natural*! ¡Sol recién cogido, fresco y palpitante, por decirlo así! En verdad que esto parece un sueño, si no es una broma. Pero no há mucho, sueño y aun broma eran el Teléfono y el Fonógrafo, y nuestro siglo sueña cosas que al despertar son realidades, y despierta cada mañana á la voz del libro y de la prensa.

Sea como fuere, continuemos soñando.

¿No hemos convenido en que la fuerza que desciende del sol sobre cada 10 metros cuadrados, equivale próximamente á un caballo de vapor? ¿No hemos visto que basta tender á sus rayos de luz un lazo cristalino, hacerles pasar confiados por los diáfanos muros de una invisible carcel, absorberlos despues por las negras paredes de una caja de hierro, para convertir de este modo la onda luminosa en ondas oscuras de calor, para tener almacenada de esta suerte inmensa fuerza en el agua ó en el aire, que las cajas metálicas contienen? ¿No es evidente, que tan sencillo mecanismo constituye un verdadero hogar, y un hogar inmenso, y sobre todo un hogar sin combustible? Pues ya tenemos el *producto* que hemos de exportar, y ese producto se llama *fuerza*.

Como los mineros ingleses ó belgas ¡pobres gentes! buscan el carbón de piedra en fúnebres galerías y entre nubes de negro polvo, nosotros los españoles, los del cielo alegre, los de la *Puerta del Sol*, céntrico natural de la Península, y en potencia ó en acto de todo hijo de la noble patria; nosotros, repito, mirando hacia arriba, es posible que demos en explotar las *minas azules* del espacio, extrayendo de sus infinitas profundidades rayos de sol, limpios y dorados, con polvo de estrellas y no desperdicios de fogon.

Sol almacenado, luz convertida en trabajo, energía dinámica disponible: todo esto aun es aceptable

con un poco de buena voluntad; pero ¿cómo exportar tales fuerzas? ¿cómo llevar el sol de la Mancha á Inglaterra, á Francia, á Alemania, á Rusia en competencia con el de Africa ó con el de Italia? ¿Es esto serio? En el terreno de la práctica, hablando *económica é industrialmente*, si se nos permite emplear ambos adverbios, digamos en confianza que no lo es *todavía*; pero en cuanto á la posibilidad, es cosa puesta fuera de toda duda, y antes de terminar el presente artículo, y por difícil que sea la explicación, intentaremos apuntarla con firme propósito de volver algún día á ocuparnos de este nuevo y admirable problema.

Hé aquí un principio de física que ha de servirnos para nuestro objeto y que es fecundísimo en aplicaciones.

Si un iman se mueve en presencia de un hilo metálico, que forme circuito, acercándose ó alejándose de él, en el hilo metálico, antes tranquilo é inerte, se desarrollará una corriente eléctrica, á que se da el nombre de *corriente inducida*, y cuya fuerza dependerá de la rapidez de los movimientos del iman. Es como si el alambre tuviera vida y la proximidad del iman, objeto amado por el metálico sér, desarrollase en sus entrañas corrientes nerviosas, ó acelerase las palpitaciones de su corazón. Pues bien: con esto tenemos lo bastante para resolver el problema que nos preocupaba, porque si la máquina solar nos convirtió la *luz* en *fuerza*, utilizando esta fuerza en hacer girar rápidamente poderosos ima-

nes en presencia de uno ó más conductores metálicos, enroscados en bobinas sobre barras de hierro dulce, habremos convertido la energía dinámica almacenada, en *corriente eléctrica*; y como la electricidad viaja por sí misma con tal que encuentre alambre por donde correr, sin contar casi con la distancia, hé aquí cómo aquella fuerza que traía la luz de nuestro sol, que luego fué calor y que al fin trocóse en electricidad, llegará al fin de su camino, al extremo del conductor, á Alemania ó á Rusia, en disposición de ser allí recogida y de tornar á ser fuerza, calor ó luz como bien plazca al aparato que la espere.

Todos los misterios de la física moderna se explican por este sencillo principio: la ciencia ha descubierto el modo de convertir la luz, el calor, la electricidad, el magnetismo, unos en otros, y cada uno de ellos en fuerza, y la fuerza en cada uno de estos antiguos fluidos imponderables.

¿Tenemos *luz solar*? Pues tendremos *fuerza*.

¿Tenemos ya *fuerza*? ¿queremos trasportarla? Pues convirtámosla en la sustancia de más fácil y de más rápido transporte, en *electricidad*.

¿Llegó la corriente eléctrica á su destino? Pues allí podrán transformarla, según las necesidades del mercado, ó de nuevo en fuerza, ú otra vez en luz, ó quizá en calor; y al través de un hilo metálico, ó de un cable, por encima de los montes, ó bajo las olas del mar, irán los rayos de nuestro sol á trabajar en la fábrica de Krupp, á iluminar los

boulevares de París, ó á empujar la Mala de la India en Inglaterra.

.

Entre tanto y en agradecimiento anticipado por tales y tan señalados beneficios, sigamos tomando el sol en la Puerta del mismo.
