

MADRID 1.º DE JULIO DE 1867.

TOMO XV.

NÚM. 13.

SOBRE LAS TEORIAS MODERNAS DE LA LUZ

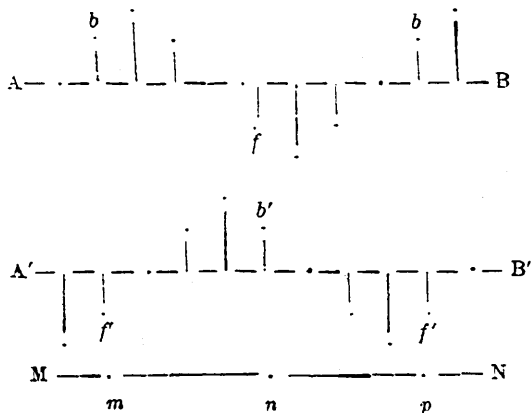
INTERFERENCIAS Y TRASFORMACIONES.

(Continuacion.)

V.

I. Fácil será ya hacer que el lector comprenda cómo es posible medir el espesor de la onda luminosa.

No intentamos explicar de qué suerte se realiza operacion tan increíble; solo aspiramos á dar una ligera idea del principio en que se funda.



Sean AB y A'B' dos rayos de luz que para mayor facilidad representamos separados, pero que suponemos superpuestos y coexistentes, como se superponen, y acumulan ó destruyen, las olas del mar.

En el instante que consideramos, el movimiento vibratorio del rayo AB, tiende á colocar á la molécula *b* á la mitad de su escursion *ascendente*, y si dicho rayo estuviera aislado tal seria el efecto producido; pero sobre la molécula *b* actúa tambien el segundo rayo A'B', que tiende á situarla en el punto medio *f* de su oscilacion *descendente*; y como por otra parte ambas tendencias son iguales en cuanto á intensidad, pero opuestas en direccion, no pudiendo la molécula estar á la vez en *b* y *f*, queda en su posicion media de equilibrio, es decir, en la recta AB.

En la linea de luz MN (que es la misma AB ó A'B' representada aparte para evitar confusion) aparece pues un punto en sombra *m*, como aparecerán otros en *n* y *p*, por ser los caminos *b'* y *f*, *b* y *f'* iguales y opuestos tambien.

De aqui se deduce que si se pudiera recoger en una pantalla el rayo de luz MN,—resultado de superponer los A B y A' B',—en ella aparecerian una serie de puntos en sombra *m*, *n*, *p*,.... y la distancia *mp* entre dos no consecutivos seria el espesor *bb* de la onda luminosa.

Estos puntos de sombra son, por decirlo así, los jalones entre los que ha de medir el observador la distancia que busca; y así como el maestro marca al discípulo dos puntos sobre el papel, y le dice: «mide del uno al otro,» así la naturaleza, eterno maestro del hombre, le fija con misteriosa tinta, entre ondas de luz, dos puntos negros, y le dice tambien: «adivina y mide, y obtendrás por la fuerza divina de tu razon cosas que jamás alcanzaran á ver los pobres cristales de tus ojos.»

Esto indica la manera, y demuestra la posibilidad, de medir el espesor de la onda luminosa; pero es claro que el método que acabamos de exponer es de todo punto *irrealizable*, mientras no se modifique en su parte práctica, toda vez que los puntos de sombra *m*, *n*, *p* huyen en la direccion AB con rapidéz infinita.

Basta sin embargo lo dicho, para dar una idea de los principios en que se fundan los varios procedimientos realmente empleados en el gabinete del físico.

Hasta aqui lo relativo al espesor de la onda: pero nos resta todavía algo por decir respecto á la *velocidad* de la luz, y al *número de vibraciones* de cada molécula etérea.

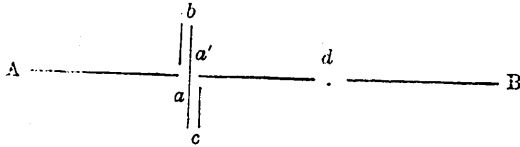
II. Nada más sencillo en principio que medir la velocidad de la luz. Gira el primer satélite de Júpiter alrededor de este planeta, y al dar la vuelta por detrás de dicho astro, desaparece de nuestra vista; pero se sabe y se conoce con rigorosa exactitud el momento preciso en que debe *aparecer*, y hecho el cálculo resulta, por ejemplo, que el instante de emersion es á las 3 horas 15 minutos y 2 segundos: sin embargo, hasta las 3^h, 48' y 22" no aparece en el campo del anteojo, resultando por consiguiente un retraso de 33 minutos y 20 segundos. Ahora bien, el cálculo astronómico es infalible, luego el satélite salió de la sombra de Júpiter á la hora calculada, y si nuestros ojos no lo vieron, consiste en que esos 33' y 20", ó sean 2000", de retraso, es el tiempo que la luz tardó en llegar hasta nuestra retina. Si, por último, suponemos que la distancia del satélite hasta la tierra es por ejemplo de 616 millones de kilómetros, dividiendo este número por 2000" tendremos la velocidad de la luz.

Casi es inútil advertir, que ni las cifras que aca-

bamos de presentar son exactas, ni es este el método seguido por Roëmer.

III. Ocupémonos, para terminar este punto, de la determinación del número de vibraciones en los diferentes colores del iris.

Sea *a* una molécula etérea del rayo de luz A B:



obedeciendo al movimiento vibratorio describe la línea *a b*, llega á su posición extrema *b*, retrocede hasta *c*, y vuelve á su punto de partida *a'*, completando de este modo una vibración. Pero mientras la molécula *a* ha descrito el camino *a b c a'* (que en rigor debía ser una línea única, pero que desdoblamos para mas claridad), el movimiento vibratorio ha llegado hasta *d*, y por lo tanto *a d*, distancia entre dos moléculas que ocupan iguales posiciones relativas, es el espesor de la onda luminosa.

De aquí se deduce esta consecuencia importantísima: *el tiempo de una vibración es el empleado por la luz en recorrer la longitud de una onda luminosa.*

Nada mas sencillo ahora que formar la proporción siguiente:

Si mientras describe la luz la distancia *a d*, ejecuta el éter una vibración, mientras describe 308000 kilómetros (es decir, en un segundo) ¿cuántas vibraciones ejecutará? O bien:

$$a d : 1 :: 308000000 m : x = \frac{308000000}{a d}$$

Dividase pues la velocidad de la luz, 308000 kilómetros, por los números que expresan los espesores de las ondas, y hallaremos los que representan las vibraciones ejecutadas por cada molécula etérea en un segundo.

¡Un problema, al parecer difficilísimo y profundo, queda reducido á una simple división; y un admirable misterio de la naturaleza queda explicado plenamente por una elemental operación aritmética!

Casi siempre lo más sublime es lo más sencillo.

VI.

Hemos dicho que los colores son, en cierto modo, las notas musicales del éter. La vista llama azul, verde, rojo á lo que la ciencia llama tantas vibraciones por segundo.

Los colores no existen como sustancias; son formas del movimiento, que apreciadas por nuestros sentidos de cierta manera especial, reciben nombre con arreglo á las impresiones que en nosotros producen.

Lo azul, una nota musical, el color de un cuerpo, todos estos fenómenos son idénticos en el fondo: porque todos ellos se reducen á vibraciones de la materia.

La primera impresión que estas ideas causan en el ánimo,—no lo negamos,—es de profunda tristeza. Al saber que los colores no existen en la realidad, vemos palidecer al universo: los astros de fuego, los bellos celajes, la verdura de los campos, el azul de los cielos, todo desaparece como ligera neblina, dejando en cambio, en polvareda infinita, el eterno bullir de moléculas incoloras. ¡En vez del mundo real, tan lleno de vida y de luz, átomos que van de una parte á otra, movimientos que se cruzan, vibraciones que se repiten! ¡La Mecánica ahogando en nubes de polvo á la Poesía; la Estática concluyendo con la Estética!

Pero no: la belleza que vemos, ó creemos ver, en el mundo material que nos rodea, es un hecho, y es inútil negarla: explicarla es lo que importa. Si al hacer la disección de la materia solo encontramos un esqueleto, es porque prescindimos del ser humano que la anima y la vivifica; es porque las bellezas, los encantos, las armonías del mundo físico no son exclusivamente suyos, sino que en ellos tiene gran parte nuestro espíritu. ¿Cómo y por qué, se preguntará, al ponerse en contacto con el hombre esa dinámica fría é insensible del espacio se transforma y sublima?

¿Cómo la vibración del éter se convierte en color?

¿Y la vibración del aire en armonía?

¿Y los colores y las armonías en un ideal de belleza?

Cuestiones son estas ajenas á nuestro objeto: nos complace mirarlas de cuando en cuando; creemos necesario oponerlas como saludable correctivo á lo que pueda haber de peligroso (*por el abuso*) en las nuevas teorías físicas, pero ni es esta ocasión de abordarlas, ni á tanto alcanzan nuestras fuerzas.

VII.

Quizá algun lector habrá notado en las explicaciones que poco há dimos sobre las interferencias, una aparente contradicción.

Llegan, dijimos, dos movimientos vibratorios hasta una molécula etérea, y por ambos se encuentra solicitada. Pugna el primero por sacarla de su posición de equilibrio inclinándola hácia la derecha, trata el segundo de arrastrarla hácia la izquierda, y si ambos tienen igual intensidad, se destruyen sus efectos, y el átomo etéreo queda inmóvil; pero en el artículo sobre el calor dijimos que nunca las fuerzas y los movimientos se anulan por completo: ¿cómo, pues, armonizar estas dos proposiciones contradictorias?

1.^a proposición. «Nunca un movimiento se anula; cuando más pasa y se transforma.»

2.^a proposición. «La interferencia es la anulación de dos movimientos opuestos.»

La dificultad es aparente, y la explicación sencillísima.

Dos cuerpos blandos chocan en sentido contrario, sus movimientos totales se destruyen y quedan en reposo ambas masas. hé aquí una aparente des-

truceion de movimientos; pero no destruccion real, porque si el movimiento de avance desaparece, es porque penetra en la masa, y se individualiza en las moléculas, y, ó se convierte en calor, ó se trasforma en trabajo molecular. Pues análogamente podremos decir, viniendo al caso que nos ocupa, que si los movimientos vibratorios del éter, al llegar á uno de los átomos, se destruyen, y cesa por lo tanto el fenómeno luminoso, la fuerza viva de ambas vibraciones en alguna otra parte, y bajo alguna otra forma, estará: tal vez dentro del mismo átomo penetre, transformándose en algo que aun ignoramos: ó se disperse en el éter en forma de electricidad; ó sufra en fin mil otros cambios difíciles de adivinar. ¡Quién sabe! ¡Quizá esas líneas negras que aparecen en los experimentos sobre interferencias son centros de infinitas y misteriosas transformaciones!

Sea cual fuere la nueva forma que tome el movimiento del éter, es lo cierto que al cesar la vibracion, cesó como luz, y por eso aparece como línea de sombra: otros sentidos podrán tal vez apreciarlo, para el sentido de la vista dejó de ser.

Ni es esta por lo demás la única ocasion en que la luz se extingue: si hay cuerpos transparentes que dan paso á los rayos luminosos, casi de una manera perfecta, ninguno deja en rigor de absorber cierta cantidad, siquiera sea minima, de la fuerza viva acumulada en las ondas etéreas; y en general todos los cuerpos opacos detienen y anulan gran cantidad de luz. Pero cuenta que al afirmar que anulan el movimiento del éter, no suponemos que lo anulen en absoluto, sino en el concepto de vibracion luminosa.

Llegan en ondas vibrantes los rayos del sol á una masa de hierro: unos se reflejan, otros penetran la primera capa del metal, mas bien pronto el movimiento de estos últimos queda totalmente destruido, y hé aquí una cierta cantidad de luz anulada.

Queda anulada, si, como luz, pero no como movimiento y fuerza viva. En este último concepto, abandonó al éter, es cierto, pero fué porque pasó á las moléculas del metal, y las puso en movimiento, y las hizo vibrar, y lo que como *luz* vino del sol, absorbido y transformado es *calor* en el hierro.

Precisamente por esta facultad de absorcion se eleva tanto la temperatura de las masas metálicas cuando se hallan expuestas á las radiaciones solares.

Y hé aquí un ejemplo patente de transformaciones luminosas: la luz desaparece, se anula, deja de ser; pero cuanto en *luz* se pierde, se gana en *calor*. Si pudiéramos expresar en números la luz perdida y el calor ganado, tendríamos el *equivalente lumínico* del calor y el equivalente *calorífico* de la luz; como obtuvimos en nuestro primer artículo el equivalente *mecánico* del calor, ó el calorífico del *trabajo*. Relacion natural y lógica por qué estos tres elementos del mundo material,—*trabajo, luz y calor*,—son en esencia *fuerza viva*, es decir producto de *masas por cuadrado de velocidades*. Tal es la *gran unidad* de la materia.

Mas aún; el ejemplo que acabamos de estudiar, no solo demuestra con fuerza irresistible que luz y ca-

lor son una misma cosa, pues que se trasforman y equivalen, sino que es uno de los infinitos casos en que el éter se pone en relacion con la materia ponderable: así la fuerza viva del primero (*luz*), ha pasado al segundo, engendrando *calor*.

Y la explicacion del fenómeno se comprende sin dificultad; parece casi que se está viendo lo que dentro del metal sucede.

Llega la vibracion luminosa hasta la superficie del hierro, y el éter, que entre molécula y molécula de esta sustancia se halla, comienza á vibrar tambien; pero no encuentra espacio á su alrededor, ni la forma de los huecos intermoleculares es la que la vibracion luminosa exige, y así se ve entorpecido en su movimiento, y choca contra una molécula, y mas allá torna á chocar con otra, y de esta suerte sus oscilaciones se van *apagando*, y su fuerza viva vá pasando al metal, hasta que al fin queda en reposo (ó dicho de otra manera, se extingue la luz); mientras las moléculas del hierro, cargadas con la fuerza viva que en ellas dejó el éter, vibran dentro de la masa metálica con mayor rapidez que ántes. A este aumento de fuerza viva del hierro es precisamente á lo que llamamos *calórico*, y hé aquí cómo la *luz* se ha transformado en *calor*.

VIII.

Innumerables son los ejemplos que pudiéramos presentar en apoyo de esta teoria: citemos algunos.

Cae un rayo de sol sobre las partes verdes de un vegetal; ó dicho de otra manera, llega á la materia orgánica de la planta una masa de éter animada de cierta fuerza viva, y *esta fuerza viva pasa al ácido carbónico* que se halla en los tejidos verdes; de manera que las moléculas de oxígeno y carbono, que componen el ácido, entran en vibracion, tan rápida, que así como se rompe y salta una cuerda cuando vibra con excesiva rapidez, así rompen dichas moléculas la fuerza de afinidad que las ataba, salen fuera de su mútua esfera de atraccion, y desprendiéndose el oxígeno en la atmósfera, queda el carbono depositado en el vegetal. La fuerza viva de la luz empleada en esta reaccion química, al parecer es fuerza viva perdida, pero en estado *potencial* se halla en las moléculas de carbono y oxígeno, y todo el fenómeno queda reducido á la transformacion de *luz* en *trabajo*, ó sea en *reaccion química*.

Expliquémonos con mas claridad.

Cuando una máquina de vapor, por ejemplo, se utiliza en elevar un peso, una cierta cantidad de *calor* desaparece, y en apariencia se anula.

Cuando, no por medio de una máquina, sino con mi fuerza muscular, elevo este mismo peso, el *trabajo mecánico* desarrollado por mí, como el calor del caso anterior, desaparece tambien.

Pero no olvidemos que un peso ha sido elevado á determinada altura, y que al abandonarlo á su propia accion caerá sobre la superficie de la tierra, desarrollando un trabajo exactamente igual, ó equivalente, al calor de la locomotora, ó á mi accion mus-

cular. Aquel y esta no quedaron anulados, sino latentes, ocultos, ó como decíamos poco há, en estado *potencial*.

Así sucede con las moléculas de carbono y oxígeno que el trabajo de la luz separó.

O C

Próximos, unidos, enlazados por decirlo así, y formando una molécula de ácido carbónico, estaban el *oxígeno o* y el *carbono c*, (prescindimos en la figura del número de átomos de cada cuerpo simple); y como la máquina de vapor empleó su trabajo en separar la *tierra* y el *peso*, y en colocarlos á mayor distancia, la fuerza viva de la luz separó los dos componentes del ácido; dejó al carbono C en el vegetal, lanzó

O . C

al oxígeno O (ó á parte de él) en la atmósfera; y en aumentar la distancia *o c* hasta la O C consumió toda su fuerza viva.

En el oxígeno O, y en el carbono C, *separados*, se halla el trabajo mecánico de la luz, no en *acto*, sino en *potencia*; potencia que aprovechará mas tarde la industria, ó que dará vida á la parte material del organismo humano.

Porque algun dia ese carbono depositado en la fibra vegetal, y conservado en las entrañas de la tierra durante siglos, estará hecho áscua en el hogar de una locomotora, y al combinarse con el oxígeno, devolverá en *calor* toda la fuerza viva que consumió la luz en descomponer el ácido.

Fijemos las ideas y comprendamos claramente esta série de transformaciones.

1.º Vibran las moléculas de la masa solar, y esta vibración pasa al éter que rodea al astro: hé aquí un primer cambio entre la materia ponderable y el éter, una primera transformación del *calor en luz*.

2.º La vibración, y con ella la fuerza viva, corre y desciende con extraordinaria rapidez desde el sol á la tierra.

3.º Llega la vibración etérea hasta el vegetal, y cede al ácido carbónico su fuerza viva: segunda transformación del movimiento: como pasó del sol al éter, pasa de este á la materia ponderable.

4.º Vibran el oxígeno y el carbono, y su fuerza viva vence la fuerza de afinidad, separando ambos cuerpos simples. La luz se ha convertido, por decirlo así, en reacción química, y ha operado una reducción.

5.º Aquel vegetal, andando el tiempo, está en el hogar de una locomotora; aquellas moléculas de carbono están en presencia de las moléculas de oxígeno (ó de otras iguales) de las que fueron separadas por la acción de la luz; y como el peso que se elevó, cae y restituye el trabajo que en elevarlo hubo de consumirse, así caen el oxígeno sobre el carbono y este sobre aquel, desarrollando, en este choque microscópico y gigantesco, una cantidad de calor equivalente al trabajo mecánico que exigió la descomposición química; á la fuerza viva que venía en la luz; á la que el éter trajo por los espacios interestelares; á la que recibió del sol; á la que las potencias sobe-

ranas de los mundos comunicaron al astro soberano de nuestro sistema.

Siempre el mismo principio: la invariabilidad de la suma total de fuerzas vivas.

El mismo medio: la transformación del movimiento. Las mismas leyes: las de la Mecánica.

IX.

Otro ejemplo mas.

Supongamos que se repiten las primeras transformaciones del caso anterior: á saber, transformación del calor solar en luz; de la luz en acción química; condensación del carbono en la fibra orgánica, y desprendimiento del oxígeno. Prescindamos, para mayor sencillez, de las nuevas combinaciones en que el carbono entra, combinaciones, en general, *menos estables* que aquella (el ácido carbónico) de que formaba parte, y que la fuerza viva de la luz destruyó.

Resulta de aquí, como decíamos antes, una fuerza viva latente, un trabajo *potencial*, condensado en las moléculas de carbono y de oxígeno, accidentalmente separadas, y que aprovecharán,—si se nos permite esta manera de expresarnos,—la primera ocasión que se presente, para volver á unirse.

El tiempo pasa, y *aquellas moléculas de carbono*,—cuya historia, por decirlo así, estamos refiriendo,—constituyen un fruto de la tierra, llegan á ser alimento del hombre, forman parte de su organismo, y con admirable compás circulan en la sangre por la complicada red de sus venas. Así llegan al pulmón; y en *él*, como el combustible y el aire en el hogar de la locomotora, se encuentran al fin el *carbono* y el *oxígeno*, y precipitándose con toda el ansia de la *afinidad química*, recomponen el ácido carbónico, y desarrollan una cantidad de calor equivalente al consumido por la luz para su descomposición. *Este calor es nuestra fuerza*, y la transformamos de mil maneras, ya en los usos de la vida material, ya como instrumento de que el espíritu se sirve para ponerse en relación con el mundo físico.

Así pues, no en sentido poético, sino con entera verdad, podemos decir, que del sol vino gran parte de la vida y de la fuerza que anima nuestro maravilloso mecanismo en su parte material. El movimiento de mi mano al trazar estas líneas era tal vez, un año há, vago bullir de unas cuantas moléculas solares.

Y no se tema que esta teoría, bien aplicada, pueda conducir al materialismo. Si el universo, en su parte material, pudiera explicarse con los átomos y el movimiento, un abismo incolmable quedaba abierto entre el mundo físico y el espíritu. ¡Qué triunfo mayor para el espiritualismo!

Porque *todo, absolutamente todo* lo que la inercia, la impenetrabilidad, y el movimiento pueden dar de sí, ya lo sabe el mecánico: trayectorias, aceleraciones, velocidades, fuerzas vivas; en resumen, movimiento y nada más que movimiento; y por más que se divida, ó se condense, ó se transforme, jamás brotará de él, en los límites de las leyes mecánicas, un átomo de

vidu inteligente. Podrá la Mecánica explicar todos los fenómenos del mundo material; no explicará nunca la conciencia, el pensamiento, la voluntad, ó las mil otras manifestaciones del espíritu. Así el padre Secchi en su magnífica obra.—*L'unità delle forze fisiche, saggio di filosofia naturale*,—acepta sin titubear la teoría atomística, y con gran copia de razones la defiende: quizá la exagera, quizá se deja arrastrar por su poderosa imaginación y su deseo de obtener la gran unidad de todos los fenómenos naturales.

No en la teoría de los átomos inertes, y de movimientos anteriores, cuya impotencia para explicar los hechos psicológicos es manifiesta,—sino en las fuerzas abstractas, vagas, oscuras, veladas, es donde tiene su punto de apoyo la escuela materialista.

La afinidad, el calor, la electricidad, el magnetismo, considerados como potencias misteriosas, son capaces de todo, mientras se ignore de lo que son capaces.

¿Cómo negar que el fluido eléctrico pueda dar pensamiento á la materia, mientras no se sepa lo que es la electricidad?

Pero si el misterio se desvanece y se explica; si el velo se rasga; si al fin resulta que la electricidad no es otra cosa que unos cuantos átomos que se mueven, ¿quién ha de ser tan insensato que á un movimiento le pida ideas, sensaciones y voluntad?

Decíamos que la teoría de los átomos y el movimiento no es un peligro para la doctrina espiritista; y por lo demás, como teoría física, ni debemos aceptarla incondicionalmente, ni rechazarla por completo. Con ella se explica la luz, se explica el calor, se explican aun buena parte de los fenómenos eléctricos; ¿pero, debemos por esto desechar como inútiles las fuerzas abstractas, según el P. Secchi las llama?

El problema es demasiado complejo para resuelto á la ligera. Hay una dificultad que el P. Secchi pasa por alto; una dificultad que no resuelve la teoría de Poinsoot sobre el choque de los cuerpos duros, y es esta la relativa á la pérdida de fuerza viva.

X.

La materia que estamos tratando es tan rica, que por decirlo así rebosa y se extiende más de lo que quisiéramos.

Mucho nos resta por decir, y sin embargo fuerza es que terminemos este larguísimo artículo.

La teoría general de la trasformación de radiaciones, como la fosforescencia y la fluorescencia; la absorción y la emisión; el análisis del espectro luminoso; y otros muchos que excusamos mencionar, son puntos importantísimos, pero no para estudiados de paso.

Contentémonos con decir que todos ellos comprueban más y más la teoría de las ondulaciones; ligan estrechamente los fenómenos luminosos á los caloríficos; establecen aun importantísimas relaciones entre la acción química y las vibraciones eté-

reas; y tienden á ensanchar la esfera de acción del gran principio de la Física que hoy aspira al dominio universal; el movimiento de la materia.

JOSÉ ECHEGARAY.

EXPOSICION UNIVERSAL DE 1867.

NOTICIA DE LOS MODELOS, PLANOS Y DIBUJOS RELATIVOS Á LAS OBRAS PÚBLICAS PRESENTADOS POR EL MINISTERIO DE AGRICULTURA, COMERCIO Y OBRAS PÚBLICAS DE FRANCIA.

La ejecución de las obras públicas constituye en nuestro siglo una de las ramas más importantes de la industria. La vida de las sociedades modernas sería de todo punto imposible sin la facilidad de los medios de comunicación, y en esa facilidad, obtenida á costa de inmensos gastos y de colosales trabajos, consiste uno de los caracteres que más distinguen nuestra época de las anteriores.

Esta rama de la industria general está representada en la Exposición universal de París por un gran número de modelos, planos y dibujos remitidos, ya por los Gobiernos de algunos países, como Francia, Italia y España, ya por empresas y sociedades particulares, entre las que corresponde el primer puesto sin duda alguna á la empresa del Canal de Suez.

Nuestro país ocupa en la Exposición, por lo que se refiere á las obras públicas, un lugar muy distinguido, gracias á la notable colección de modelos, planos y fotografías, formada por la Dirección general de dicho ramo, colección que hemos descrito en la REVISTA con la extensión y detalles que merece su importancia. En este artículo nos proponemos dar á nuestros lectores una sucinta idea de los objetos expuestos por el Ministerio de Obras públicas de Francia, que completaremos en los números sucesivos con la descripción de los modelos principales, relativos á las obras y trabajos que ofrecen algún interés y novedad para el ingeniero.

Ochenta y ocho artículos comprende la exposición de que se trata, clasificados en diez grupos ó secciones, á saber:

	Número de artículos.
1. ^a Carreteras y puentes.	9
2. ^a Servicio hidráulico.	3
3. ^a Navegación interior.—Ríos.	8
4. ^a Navegación interior.—Canales.	3
5. ^a Obras marítimas.	7
6. ^a Faros y valizas.	23
7. ^a Ferro-carriles.	11
8. ^a Trabajos hidráulicos y edificios de los arsenales.	10
9. ^a Ciudad de París.	10
10. ^a Objetos diversos	4

Los 88 artículos se refieren á los objetos siguientes:

Sección 1.^a—Carreteras y puentes.

- 1.^o PUENTE NAPOLEON, en San Salvador (Pirineos).—Modelo en escala de 0,^m 04.
- 2.^o PUENTE GIRATORIO DE BREST.—Un modelo en escala de 0,^m 02, y otro en escala de 0,^m 10 de una de las torres y del mecanismo.
- 3.^o PUENTE DE ALBI, sobre el Tarn.—Modelo en escala de 0,^m 04.
- 4.^o ARCO DE MAMPOSTERÍA, de 37,^m 886 de luz, y 2,^m 125