REVISTA

DE TELÉGRAFOS.

APRECIACIONES SOBRE LA METEOROLOGIA (1).

«Poco tiempo despues, dice Fitzroy, en los primeros dias de 1861, se trasmitieron las primeras señales que anunciaban una tempestad. Desgraciadamente no se hizo gran caso de este aviso, y en su consecuencia varios naufragios tuvieron lugar en nuestras costas del Nordeste. Desde esta época hasta el presente, las advertencias han sido comunicadas casi en todas direcciones, y cada vez con mejor éxito, como lo prueba claramente la tácita aprobacion del almirantazgo, la cooperacion de los guarda-costas, y sobre todo las noticias oficiales dirigidas con este objeto de todos los puertos principales y solicitadas por las principales compañías.

»En 1861, fueron publicadas las primeras *previsiones;* se emplearon seis meses en diversos ensayos y experimentos, y por fin despues de este tiempo, considerándose suficientemente resuelto el problema, quedó establecido el sistema actual de indicaciones. Todos los dias, excepto los domingos, se reciben veinte relaciones por la mañana y diez por la tarde, sin contar las cinco que vienen del continente. El estado probable de la atmósfera deducido de estos trabajos y correspondiente á los dos dias siguientes, lo mismo que las tablas que sirven de base, se comunican para su insercion á los periódicos de la mañana, á una hoja semanal, al *Lloyd*, al *Almirantazgo*, á los *Horse Guards*, y al *Board of trade*.

»Estas publicaciones apenas aumentan sus gastos con estas noticias, que son siempre de gran utilidad para el público (1). Muchas veces pueden resguardar contra las tempestades, no solo á los buques próximos á darse á la mar, sino tambien á las personas que teniendo que hacer una corta travesía experimentan la satisfaccion de conocer de antemano lo apacible de la atmosfera durante el viaje.

»No son estas indicaciones profecías ni predicciones, nosotros las llamaremos mas bien *prevision*, resultado del cálculo y de una combinacion científica, pero susceptible alguna vez, aunque rara, de ser desmentida por la violen-

(1) Véanse los números 12 y 14 de la REVISTA, correspondientes al 15 de Junio y 15 de Julio.

(1) En una reciente reunion de los accionistas de la compañía de los docks del Great-Western en Plymouth, ha sido oficialmente establecido que la baja en el dividendo debia atribuirse á la falta de buques que fuesen á recorrer, se ó carenar á los arsenales, falta originada por los resultados obtenidos por el sistema meteorológico planteado.

cia instantánea de un fuerte golpe de viento que venga del Sur, ó por una perturbacion eléctrica imposible de anunciar como consecuencia hoy de la imperfeccion en nuestros instrumentos.

»Nuestra ciencia progresa poco á poco. En la actualidad es bastante saber que los medios empleados para alcanzar estos resultados no dependen de la habilidad exclusiva de un individuo, apóyanse, por el contrario, en deducciones obtenidas de hechos estudiados con todo detenimiento á favor de reglas completamente establecidas.

»Las corrientes atmosféricas ofrecen al observador interesantes fenómenos, ya sea que marchen en direcciones opuestas en un trayecto considerable, semejantes á las corrientes paralelas del Océano, ya sea que se hallen superpuestas; es lo probable que mezclándose produzcan por la combinacion de sus fuerzas y de su naturaleza, las diferencias de temperatura que se observan cuando el viento gira con más ó ménos intensidad en la direccion del polo ó del ecuador; otras veces, chocando violentamente, producen las grandes tempestades circulares, llamadas hoy *cyclones*, parecidas á las trombas locales ó torbellinos de polvo, á los cuales, sin embargo, no pueden por completo asimilarse, pues que el orígen, ó al ménos los efectos de estos últimos fenómenos, son casi debidos á la electricidad.

»Siempre que una corriente polar ejerce su influencia en una localidad ó bien se aproxima á ella, el aire es mas pesado y el barómetro sube; si una corriente opuesta (ecuatorial ó tropical), reina por el contrario en un sitio ó se aproxima, el aire entonces es mas ligero y el barómetro baja. Adviértese que estos cambios de altura en la columna de mercurio se efectuan lentamente.

»Siempre que por una causa cualquiera, eléctrica, química, ó simplemente mecánica, una corriente ó la combinacion de corrientes que no sean opuestas, detiene su marcha hácia el punto á que se dirigen, el aire en un espacio más ó ménos grande llega á ser gradualmente mas ligero, y el barómetro desciende lentamente á favor de la menor presion atmosférica.

»Para establecer el equilibrio, la masa de aire mas próxima y movible avanza primero: este movimiento impulsa á otras mas considerables, que no obstante llegar despues son quizás mas poderosas en su accion, mas extensas y ocasionan una presion mayor. El aire, como el agua, se mezcla lentamente, sea de arriba á bajo ó lateralmente.

»Al tomar con Dove el Nordeste y el Sudoeste, como los polos de los vientos, lo cual es completamente aceptable, se comprende pronto que los efectos producidos por las corrientes intermedias pueden asimilarse más ó ménos á las de las vientos que provienen de estos dos puntos extremos.

»Así, todas las variaciones de presion ó de tension (de las cuales gran número son producidas por la temperatura), y todas las variedades de vientos deben atribuirse á la accion de dos corrientes constantes y principales, proviniendo la una del ecuador, y la otra del polo; la una es nuestro viento del Sudoeste, la otra del Nordeste.

»Necesario es distinguir con claridad estas corrientes principales, siempre alternativas y muchas veces en conflicto, ó mas bien en choque; de sus efectos locales, resultado de la union ó antagonismo entre ellas, nacen las trombas ó *cyclones* en mayor ó menor escala.

»Si observamos que la corriente inferior no se eleva mas allá de algunos miles de pies, comprenderemos fácilmente la influencia que puedan ejercer sobre ella las llanuras elevadas, las montañas y sobre todo las cordilleras. Entonces veremos cómo se detiene su marcha dando orígen á los torbellinos locales, cuyos efectos anormales impresionan nuestro ánimo.

»La accion eléctrica, la condensacion de los vapores en granizo, en nieve, en lluvia ó en niebla, lo mismo que la espansion, evaporizacion y rarificacion, afectan tambien las cor-

rientes atmosféricas, produciendo en ellas un movimiento horizontal.

»La corriente que parte del polo avanza hacia el este á la manera de un buque que se sotaventa empujado por la corriente tropical que le viene del sudoeste. Ordinariamente esta pasa por encima de la corriente polar haciendo un ángulo con ella; casi siempre se mezcla, algunas veces la penetra, de arriba á bajo, en venas divididas que vienen á limpiar y recalentar la superficie de la tierra, venas (permítasenos emplear esta palabra) que no se combinan con la corriente polar. Sin ser influentadas, se abren paso al través de la gran masa de aire que se mueve en una direccion opuesta.

»Algunas veces la oposicion es igual, el equilibrio perfecto, ningun movimiento se nota horizontalmente en la superficie de la tierra; entonces reina la calma.

»*Barómetros automáticos indican hora por* hora las diferencias de tension, las pulsaciones de la atmósfera, y su diagrama da al observador experimentado las mismas indicaciones que la banda del manómetro de una máquina de vapor suministra á un hábil mecánico, ó el estetóscopo á un médico.

»Nuestras islas presentan una disposicion muy ventajosa para la comunicacion telegráfica de las observaciones meteorológicas entre las estaciones escéntricas situadas en las costas y la estacion central. Están en efecto casi al mismo nivel y al abrigo relativo de las cadenas de montañas.

»Establezcamos ahora el resultado de estos principios. Conociendo el estado meteorológico á las extremidades y al centro de nuestras islas, podemos saber cualquier cambio notable que deba verificarse, teniendo presente que las grandes perturbaciones atmosféricas se calculan por dias y no por horas. Debemos repetir que no se trata, entiéndase bien, de las perturbaciones locales, pues estas por mas peligrosas que puedan ser, precisamente á causa de su instantaneidad solo ejercen su influencia en un corto número de millas cuadradas.

»Una variacion brusca en la columna barométrica de una pulgada, por ejemplo, encima ó debajo del nivel medio y normal, anuncia irremisiblemente una gran conmocion próxima á manifestarse dos dias á mas tardar. Si el movimiento es instantáneo, la perturbacion será rápida, pero de corta duracion; si es lento y gradual, la variacion atmosférica se dejará sentir y será tambien gradual, pero durará mas. Se puede pues, segun esto, saber algunas horas, un dia, muchos dias aun con anticipacion, la aparicion de una perturbacion atmosférica.

»Merced á tales conocimientos es evidente que deben enviarse advertencias útiles á todos los puntos donde penetren los hilos telegráficos. Despues de haber consultado el barómetro y el estado del cielo; encontrando en uno y otro indicios alarmantes, es indudable que puede anunciarse una tempestad y disminuir de este *modo los desastres tan frecuentes sobre nues*tras costas.

»Al presente, las previsiones meteorológicas se encuentran organizadas del modo siguiente, en las cinco regiones adoptadas al intento.

1.° El Norte, desde Moray Firth al centro de Northumberland, á lo largo de la costa.

2.° Toda la Irlanda, siguiendo la costa.

3.° El Centro, del país de Gales á Solway.

4.° El Este, de Northumberland á Tamise.

5.° El Sur, de Tamise al país de Gales.

»Nuestras trasmisiones deben ser muy breves; y algunas palabras, habiendo sido interpretadas por muchas personas en diverso sentido, ha sido necesario un gran cuidado en la eleccion de las frases y definir con suma claridad las expresiones mas convenientes al objeto en cuestion.

»Anunciando cada dia el tiempo probable del siguiente y subsiguiente, con una tabla que indique el del mismo dia, ofrecemos de este modo indicios para dos dias consecutivos, límite habitual de las previsiones en las cuales se puede confiar, por mas que en determinados momentos una prediccion mas larga pueda

*

darse con la exactitud suficiente á un resultado feliz.

»Se evita en este sistema detalles insignificantes ó locales, tales como las lluvias en una extension limitada, la mayor ó menor intensidad del calor puramente de localidad y varios otros fenómenos circunscritos á su corto espacio; pero en cambio se expresa el estado medio del tiempo, al menos aquel que tiene mas fases que prever, con el mayor cuidado y despues de un detenido exámen. Las variaciones generales del estado del cielo, nubes, lluvia, cielo azul, dejan de anotarse tambien siempre que tengan una apariencia local ó temporal. Es, pues, necesario no perder de vista que hablamos de un sistema aplicado á una region y no á una localidad determinada, y por consiguiente relativa principalmente á previsiones de uno ó dos dias.

»Consiste la primera dificultad práctica en separar, por el pensamiento, los efectos del estado del tiempo cuando se observa, como las nubes y el aire, de los efectos probables para el siguiente ó subsiguiente dia. Cuando existe duda, á causa de que las observaciones no se armonizan con los principios científicos, se hace uso de las palabras *dudoso*, *incierto*. Como los instrumentos meteorológicos indican ordinariamente con algunos dias de anticipacion los cambios importantes, nosotros examinamos el tiempo y viento que deben esperarse despues de las observaciones de la mañana comparadas á las de los dias precedentes, deduciendo en consecuencia el tiempo probable de los dos siguientes. Nosotros tomamos la media de estas indicaciones locales á fin de formar la *correspondiente á la region*, *calculando así los* efectos que deben tener lugar. Colocamos en una carta fichas movibles que indican el sentido de la corriente y la posicion de los *cyclones*, anotando la direccion, extension y marcha de estos vientos al rededor de su centro, segun que se encuentren, combinen ó sucedan. Estas consideraciones dinámicas, comparadas á los hechos estáticos observados son muy importantes. Para hacer estos trabajos con bastante aproximacion y con la rapidez que exige el asunto, es necesario mucha experiencia y no poca aptitud.

»Las personas mas interesadas en tener conocimiento de los cambios atmosféricos, como son los navieros, pasajeros, agricultores, jardineros, &c., pueden siempre recurrir con fruto á las previsiones del tiempo que publicamos, no obstante que en el estado actual puedan ser falsas ó imperfectas alguna vez.

»Se ha objetado que estas indicaciones no pueden ser exactas para todas las localidades de una misma region. Pero las noticias generales auxilian á los observadores locales á fin de formarse una opinion más ó ménos exacta por medio de sus instrumentos, sobre los cambios que han de sobrevenir en los sitios que se encuentran inmediatos. El que no tiene ninguna otra indicacion, basta con que se forme una idea del tiempo más ó ménos probable; idea que por otra parte no está obligado á aceptar si es contraria á sus previsiones personales.

»Las señales que indican las tempestades deben trasmitirse solo como precaucion, y solo tambien para hacer ver oportunamente que existe perturbacion atmosférica en alguna parte, pero de ninguna manera intervenir de un modo directo y arbitrario con los individuos que no admitan estos anuncios.

»Es indudable que las leyes de la naturaleza y los fenómenos que las manifiestan al hombre son siempre invariables, y si nuestras conclusiones son inexactas y nuestros juicios erróneos, debido es á la falsa interpretacion que nuestro *espíritu les da*.

»Los marinos conocen generalmente las dos principales direcciones de los vientos en todas las partes de la tierra, pero salvas excepciones, apenas, ó mas bien nada absolutamente, se ocupan de las direcciones intermedias. Solo tienen necesidad de saber el cuadrante de donde les favorece. Por mas que sea conveniente conocer exactamente la hora á que debe em-

pezar la tempestad, es mas interesante aún saber los límites dentro de los cuales es necesario redoblar las precauciones y vigilancia. Las instrucciones populares hacen ver que estos límites se entienden desde el momento en que se hace la señal hasta el segundo ó tercer dia despues.

»Pero se dirá, ¿deben los buques permanecer en los puertos para evitar un temporal que despues de todo, tal vez no llegue á tener lugar? ¿Los pescadores y buques de cabotaje han de permanecer inactivos perdiendo así su tiempo? De ninguna manera. Nosotros solo decimos á estas personas, segun nuestro sistema:

«Fijad vuestra atencion, pensad en vuestra seguridad, observad los barómetros, examinad las apariencias del tiempo, la atmósfera está amenazando: ahora juzgad.»

»En cuanto á la bondad de estas advertencias poco tenemos que decir; la experiencia las ha sancionado de una manera completa. No repetiremos todo lo publicado en los diarios referente á este objeto. Por otra parte, las cartas particulares que existen en nuestro poder atestiguan bien á las claras la verdad de nuestro aserto. Nos permitiremos, sin embargo, citar algunos casos que creemos oportunos al esclarecimiento del punto que nos ocupa.

»El almirante Evans asegura que una tarde, despues de una advertencia recibida en Liverpol, descargó repentinamente un temporal sobre Mersey, que á no haber sido por el aviso gran número de desgracias se hubiesen tenido que lamentar, pero afortunadamente el comandante de marina, prevenido oportunamente, *tomó las medidas convenientes evitando infinitos siniestros.*

»Un viajero se disponia á atravesar el canal de Irlanda acompañado de una señora enferma, se le manifestó que debia suspender su partida, no obstante ser el tiempo magnífico en aquel *momento, y lo aceptó; pues bien, aquella misma* noche, un huracan se desencadenó al Oeste de las islas Británicas, produciendo dos dias seguidos una terrible tempestad en el mar de Irlanda.

»Tres buques de guerra esperaban en Plymouth el momento de darse á la vela para América. Por efecto de avisos meteorológicos suspendieron la salida por dos dias y partieron aprovechando un tiempo tranquilo entre dos ráfagas de viento. La primera habia soplado antes de darse á la vela, la segunda fué un violento *cyclône* que atravesó la Francia, la Holanda y la Dinamarca, y el cual fué evitado por consecuencia de las útiles señales.

»La tempestad que hizo perder la corbeta prusiana *Amazona* habia sido anunciada en nuestras costas orientales. Las autoridades prusianas quedaron tan sorprendidas de los resultados de este hecho y de otros análogos que pidieron inmediatamente instrucciones al *Board of-trade* con el objeto de establecer en el Báltico un sistema semejante y ponerle en comunicacion con Inglaterra.

»El 12 de Noviembre de 1862 por la tarde se avisó en Yarmouth la aproximidad de un brusco cambio atmosférico; no se pudieron hacer las señales hasta el siguiente dia por la mañana, cuando la mayor parte de los buques pescadores que se habian hecho á la vela estaban bastante distantes de la costa para que pudiesen observar estas señales. Por la tarde sobrevino una tempestad, y para salvar su vida los infelices pescadores tuvieron que cortar y abandonar los aparejos, que valian mas de 40.000 libras esterlinas. Con indicaciones de noche se hubiese evitado esta pérdida y preservado á los marinos del peligro.

»El 7 de Marzo de 1862 se hizo la señal en Plymouth durante todo el dia. El 8 el *estado aparente de la atmósfera era tan apacible* que los pescadores no hicieron caso de las advertencias. Por la noche se repitió de nuevo y con insistencia la señal anunciando un fuerte temporal del sur. El tiempo sin embargo continuaba magnífico. Nadie podia prever un brusco *cambio, á excepcion de* aquellos que estaban iniciados en los trabajos meteorológicos. Aún no eran las doce de la noche cuando comenzó una tempestad que duró todo el siguiente dia.

Un buque tripulado por seis hombres se perdió sin que se pudiese salvar nada. Jamás, escribia un marino experimentado, se ha sentido un golpe de viento mas peligroso.

»Es indudable que no pueden compararse las pérdidas causadas por una tempestad con los inconvenientes producidos por el retardo de una ó dos mareas, en el caso de que la señal de alarma se halle izada al tiempo de salir los pescadores á la mar.

»Por especiales que sean las ventajas que resultan de estas indicaciones al cabotaje y buques carboneros, lo son mucho mas á los barcos de travesía en sus largas expediciones. Para estos últimos una tempestad á los pocos dias de darse á la mar desde cualquier puerto del Sur ó del Oeste, es siempre funesta si les sorprende en el canal de la Mancha ó poco despues de haber perdido de vista la tierra. Debemos hacer notar, sin embargo, que estas apreciaciones no se dirigen á los buques de primer órden y á los poderosos vapores que salen á una hora fija y pueden generalmente dominar el viento y los temporales.

»Concluiremos, pues, dejando sentado que prestando completa atencion á las señales de alarma en nuestras costas y á las relaciones meteorológicas, suministradas por la estacion central de telégrafos, es casi imposible que sobrevenga tempestad alguna terrible que no sea oportunamente anunciada en todas las costas de las islas Británicas, ó por lo menos en los sitios amenazados del mayor peligro.»

J. Ravina.

SOBRE LA MARCHA QUE DEBE SEGUIRSE PARA DESCUBRIR EL PRINCIPIO, ÚNICO VERDADERAMENTE UNIVERSAL DE LA NATURALEZA FÍSICA.

Esta nota es idéntica en su fondo á la que he presentado el año anterior en un paquete cerrado. Creia entonces ser el único geómetra que trataba este género de cuestiones; pero despues muchas comunicaciones dirigidas á la Academia, y otras que he recibido directamente, me han señalado colaboradores, tanto en Francia y en Inglaterra como en Italia, en Suiza, en Alemania y Austria, y creo que la nota presente podrá ayudarles en sus investigaciones.

Trabajos incesantes me han conducido á una especie de definicion nueva de la física matemática, á la prevision del objeto real hácia el que converge esta ciencia general. Una reseña histórica sucinta y rápida de los progresos científicos de nuestro siglo XIX dictará claramente este objeto y esta definicion.

Al principio la mecánica celeste habia deducido ya las consecuencias astronómicas mas importantes del principio de la pesantez universal. Desde entonces las fórmulas de esta obra monumental hábilmente desarrolladas explicaron todas las perturbaciones sucesivamente señaladas, deduciéndose igualmente de estas explicaciones la presencia necesaria de astros desconocidos en los límites del sistema solar, cuya existencia ha sido confirmada. Tal concurso de resultados tan numerosos y completos, todos imprevistos é inesperados en cuanto pueden serlo, debia inculcar en el espíritu de los sábios dos ideas distintas y diversamente fecundas.

La primera es que el hombre podrá descubrir todos los secretos de la naturaleza, sujetándose á seguir en el estudio de cada nueva clase de fenómenos la marcha progresiva de la astronomía, marcha de tan buen éxito, á saber: observar y experimentar los hechos en todas las circunstancias realizables, coordinar sus experimentos y observaciones agrupándolas bajo cierto número de leyes, ayudando despues el cálculo, disminuir sucesivamente el número de aquellas, enlazándolas entre sí para llegar finalmente á una sola, que será el *principio parcial* de la clase de fenómenos estudiada.

Así pensaron y procedieron nuestros químicos, físicos, geólogos y mineralistas. Los trabajos de estos ilustres sábios han establecido un número determinado de leyes homólogas de las de Képler; pero mas completas, puesto que no hacen abstraccion de las perturbaciones que señalan por sí mismas, y sus divergencias y anomalías, reglas que servirán de guia cuando se trate de fundar los principios parciales de todas las ciencias, en uno último y único verdaderamente universal del que la atraccion newtoniana sea el corolario mas sencillo ó aquel que deba descubrirse mas fácilmente.

Tan numerosos, aunque menos concluyentes, fueron los trabajos de los geómetras que partieron de la segunda idea, ó sea que el análisis matemático tiene solo el poder, manifestado por la mecánica celeste, de conducir racionalmente al principio parcial de cada ciencia, deduciendo la explicacion completa de todos sus fenómenos y la de sus perturbaciones.

Podriamos pasar aquí una revista á los trabajos memorables y numerosos del período de que se trata, concernientes al análisis puro, la geometría superior, la mecánica racional y probar que tienden todos al mismo objeto; el de facilitar las aplicaciones entrevistas, perfeccionando al avanzar los instrumentos que les son indispensables; pero nos limitaremos á citar rápidamente los trabajos que se relacionan mas directamente con las diversas ramas de la física matemática, propiamente dicha.

Su marcha uniforme es esta: partiendo de un principio parcial hipotético, sentado *à priori*, tomado de una teoría inmediata ó que el conjunto de los fenómenos parezca dictar, el geómetra lo somete á la prueba analítica de la explicacion de los hechos, á fin de relacionar los números así calculados los que da directamente la experiencia ó la observacion, y poder deducir de sus coincidencias ó divergencias la realizacion ó separacion del principio admitido. Así fueron tratadas sucesivamente, la capilaridad, la electricidad estática, las acciones magnéticas, la propagacion del calor, la de la luz, la elasticidad, en fin, de los sólidos.

De seis teorías parciales inauguradas por estos trabajos, solo las tres últimas hicieron y hacen diariamente progresos incesantes, porque la primera, la de la capilaridad, ha quedado estacionaria, sea que su prueba analítica haya parecido dudosa, sea que la ocasion ó la necesidad de completarla no haya surgido aun. La segunda, ó la de la electricidad estática, por muy perfecta que sea, abraza un grupo de fenómenos demasiado reducido para hacer nuevos progresos; es una especie de oasis que vase estrechando mas y mas desde el descubrimiento de Oersted. Y la tercera teoría queda forzosamente resuelta por el mismo descubrimiento, que reclama una nueva rama de la física matemática, la del electro-magnetismo, de la que es preciso esperar el verdadero advenimiento.

Este resúmen histórico conduce muy naturalmente á tres advertencias que vamos á enunciar como otras tantas proposiciones que demostrar.

1.ª Del estado estacionario de tres de las teorías precedentes, y de la marcha incesantemente progresiva de las otras tres, se deduce que los principios parciales de la capilaridad, de la electricidad y del magnetismo no podrán acometerse hasta que se conozcan los de la luz, de la elasticidad y del calor.

2.ª De que las dos teorías de la elasticidad de los cuerpos sólidos homogéneos y de la doble refraccion de los cristales diáfanos hayan tenido el mismo iniciador Fresnel, se deduce que estas dos teorías deben fundarse en una sola ó agruparse bajo el mismo principio parcial.

3.ª En fin, de que no queden mas que dos teorías activas y distintas, se puede concluir que de su separacion, de su fusion futura, deberá brotar mas ó menos tarde el principio único verdaderamente universal de la naturaleza física. Algunos descubrimientos bastarán para justificar estas previsiones, y legitimar las esperanzas que hacen concebir.

A pesar del gran número de ensayos infructuosos que se conocen hoy, distinguidos sábios persisten aun en mirar la ley de la atraccion newtoniana como llamada á ser realmente universal, ó considerar que debe explicar las reacciones moleculares tan bien como las gravitaciones celestes. A estos partidarios exclusivos del primer principio parcial que ha reconocido la ciencia humana, oponemos las consideraciones siguientes:

Los fenómenos comprobados de la naturaleza física son muy diversos; los unos se manifiestan á distancias muy apreciables ó excesivamente grandes; los otros á distancias insensibles ó excesivamente pequeñas. El principio verdaderamente universal, debe explicarlos todos. Comprenderá pues necesariamente el principio parcial de la atraccion, que debe ser su límite superior ó el único término subsistente eficazmente, cuando la distancia tomada por variable pase de cierta extension. Creer despues de esto en la omnipotencia de la atraccion, es querer deducir del último término, solo conocido de una larga série, todos los demás incluso el primero, lo cual es evidentemente imposible. El resultado sería muy diferente si conociésemos además el primer término único subsistente en el límite inferior ó cuando la distancia deja de ser apreciable, y si además las perturbaciones observadas dan indicaciones suficientes para valuar los términos siguientes. Para adquirir estos últimos conocimientos ha trabajado tanto y trabaja aun nuestro siglo.

Nos abstenemos de llamar atrasados aquellos que se detienen demasiado tiempo en el pasado, porque el mismo epíteto nos devolverian inmediatamente los sábios que se lanzan rápidamente hácia el porvenir. La propagacion de la luz en la vida y los espacios planetarios, unida al fenómeno de las interferencias, determina incontestablemente la existencia de un flúido etéreo, segunda especie de materia infinitamente mas extensa, mas universal y probablemente mucho mas activa que la materia ponderable. Partiendo de esta definicion característica, he llegado despues de mucho tiempo á dos conclusiones nuevas: la primera, que la ciencia futura reconocerá en el éter al verdadero rey de la naturaleza física; la segunda que sería retardar infinito su instalacion sólida el quererlo coronar desde hoy.

En efecto, á este recien llegado lo conocemos por nuestra sola inteligencia, y á la antigua materia sentida y diversamente definida por nosotros, no la conocemos aun sino imperfectamente. Y si el geómetra quiere someter á la prueba analítica este mundo previsto, ¿cuántas hipótesis no deberá sentar *à priori*? Porque la accion del éter sobre sí mismo, la que existe entre las partículas ponderables mas inmediatas, la forma, la constitucion, los movimientos internos de estas mismas partículas, la naturaleza, el sentido, la intensidad de las acciones mútuas del éter y de la materia ponderable, todo es desconocido. Entonces ¡qué de funciones indeterminadas debe hacer entrar en el elemento diferencial del integral definido que deberá probarse! ¡qué grado de multiplicidad no será preciso dar á esta integral! A menos que se añadan á tantas hipótesis casi tan numerosas restricciones. En fin, ¡qué prodigiosa potencia no será precisa para hacer salir de un mecanismo tan complicado una ley que inevitablemente será tan incierta como toda su ilacion de hipótesis y restricciones?

Este inmenso trabajo intentado por Cauchy, y cuya principal dificultad fué admirablemente vencida por Mr. Blanchet, no es mas que el camino que habrá de conducir á la verdadera ley universal. Ha pasado el objeto sin apercibirlo. Su utilidad real es de otra naturaleza; demuestra desde luego que el análisis matemático no fallará cuando se trate de explicar las perturbaciones de la ley hallada, hará muy fácil la creccion de una segunda obra monumental. Valor, pues, busquemos entónces, alcancemos el objeto y esto bastará puesto que desde luego está preparado todo el terreno. En una palabra, llegados á la materia ponderable, situados en una de las islas del Océano etéreo, estudiemos desde luego sus valles, sus bahías, sus puertos, las marejadas de este nuevo elemento, los vientos que se agitan, sus olas, sus sacudidas de todas clases, antes de intentar vogar á toda vela.

Rectifiquemos nuestros instrumentos, reduzcamos nuestro equipo, embarquémonos sin dudas é indeterminaciones.

Resulta de una de nuestras primeras conclusiones que todos los detalles de esta larga preparacion podrán obtenerse con la ayuda del conjunto de las dos teorías del calor y de la elasticidad, aplicadas á los cuerpos sólidos y homogéneos. Acaso parecerá tal pretension exhorbitante y aun quimérica, porque los sólidos heterogéneos y los líquidos y gases, y las mil y una combinaciones de la química, casi todo cuanto se trate de explicar, está fuera de este grupo tan estricta y singularmente escogido; y sin embargo, esta pretension es muy legítima.

En efecto, supongamos que un hábil experimentador se halle milagrosamente dotado de la facultad de ver, sentir, aislar sucesivamente los átomos de cierta sal, y que se propone utilizar esta facultad para estudiar completamente la forma, la constitucion, los movimientos internos de estos átomos, así como las leyes de sus aglomeraciones. ¿Qué hará del conjunto que haya recogido? No lo dispondrá desde luego, ni en gas ni en líquido, porque esta fluidez sería demasiado incómoda para las primeras observaciones que hizo. Reunirá lo mas posible todos estos átomos, los dispondrá de modo que sus centros de figura sean fijos; en una palabra, formará un cuerpo sólido, y á fin de facilitar aun mas su estudio, los orientará todos de igual manera, es decir, que el sólido resultante sea homogéneo.

¿Pero á qué el milagro? ¿No se ha encargado la misma naturaleza de esta operacion, haciendo cristalizar la sal de que se trata? Así la cristalografía, en que Fresnel ha creado la teoría de la luz, es siempre el laboratorio que hace escoger para obligar á marchar á la ciencia general. Así precisamente Mitscherlich y Pasteur hicieron capitales descubrimientos y se reunen hoy las teorías de la elasticidad y del calor. Una convergencia tan persistente es una indicacion natural muy suficiente para legitimar nuestras esperanzas.

Estas esperanzas se encuentran en parte realizadas en una extension importante, que resulta de la fusion hoy completamente operada, de las dos teorías de la luz y la elasticidad; porque no solo se explican por esta fusion los fenómenos tan numerosos y variados de la doble refraccion, sino que además la nueva teoría pone fuera de duda la existencia de un tercer rayo ya anunciado por Canchy, con leyes que rigen la propagacion y aun la polarizacion de este mismo rayo.

Los cristales diáfanos, con uno ó dos ejes ópticos son, pues, realmente muy refringentes: un haz solar se trifurca al atravesarlos. El espectro sumergido es realmente la superposicion de tres distintos, de los cuales solo dos son luminosos; el tercero es calórico y químico; nuestra retina tiene la facultad de hacerle marchar, á menos que la derrita ó descomponga. La teoría de la elesticidad, despues de asimilarse á la de la luz, se extiende al calor radiante, á la fotografía, &c., lo cual justifica ya muchas de nuestras previsiones.

Pero aun hay mas; las fórmulas de la elasticidad, únicas empleadas aquí, suponen que el medio no contiene mas que moléculas ponderables, similares y sólidas. Si los cuerpos diáfanos encierran la materia etérea, aplicarles las mismas fórmulas es admitir que el éter forma parte integrante de las partículas ponde-

rables, que solo obedece á sus movimientos, que tiene sus cambios de totalidad.

Si no es así, si una parte del éter contenido en el alvéolo de una partícula puede cambiar de lugar, las fórmulas empleadas son inexactas aun, y si no ¿cómo es preciso modificarlas sobre todo cuando se trata de las ondas luminosas?

Ahora, consultando la teoría del trabajo de las fuerzas clásticas inaugurado por Clapeyron, he demostrado recientemente con un rigor y una sencillez inesperadas, que la velocidad de propagacion de una onda plana, sólida y diáfana debe disminuir con la longitud de ondulacion; siendo nula esta disminucion, si no hay éter libre, insensible siempre fuera de las ondas sonoras, muy sensible, por el contrario, fuera de una onda luminosa si el flúido existe, y si las distancias que separan las partículas ponderables son comparables á la longitud de la onda; es decir, que en las fórmulas empleadas los coeficientes de elasticidad, en vez de ser constantes, deben contener la longitud de ondulacion y disminuir con ella; tal es la modificacion necesaria y suficiente.

De esta segunda extension histórica, resulta: 1.° La única prueba rigurosa que existe del éter libre en los cuerpos diáfanos, la que se tenia admitida *à priori* y no demostrada. 2.° La única explicacion completamente racional del fenómeno de la dispersion. 3.° En fin, toda una série de consecuencias nuevas sobre los poderes dispersivos, sobre la coloracion de los medios diáfanos, sobre las distancias reales que separan las partículas ponderables y otras aun. Tal riqueza de deducciones procedente de la primera fusion preparada y operada completamente, ¿no nos da derecho á esperarla igual de la segunda? Cualquiera que sea la verdadera tendencia de la obra físico-matemática de nuestro siglo, ya reconocida, importa definir bien su estado presente y preparar su porvenir. La mayor parte de los que hicieron el trabajo ya ejecutado, no existen, y soy el único de ellos que queda. Antes de dejar este servicio creí que tenia un deber que llenar; el de recoger, purificar, y simplificar los resultados obtenidos á fin de facilitar á nuestros sucesores la terminacion de la obra total. Tal fué el objeto de los cuatro *Cursos* que sucesivamente he publicado. El siguiente debia reasumirlos todos bajo una forma mas concisa y á la vez mas completa, pero siento que las fuerzas y el tiempo me serán precisos para terminar el último al que debia servir de introduccion la presente nota. (*G. Lamé.—Presse scientifique.*)

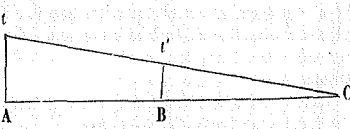
E. S.

LA PROPAGACION DE LA ELECTRICIDAD

EN LOS GRANDES CONDUCTORES, POR EL CAPITAN SCHAW.

Las corrientes eléctricas son debidas solamente á diferencias de tension. En una batería voltáica, los polos positivo y negativo tiene tensiones opuestas que disminuyen hácia el punto céntrico de la batería, donde se neutralizan; y mientras los polos permanecen aislados, la diferencia de tension es como una fuerza estática. Si el punto céntrico comunica con la tierra, no hay ninguna alteracion; pero si comunica uno de los polos, su tension es 0, y la del otro polo se dobla, pues que las tensiones aumentan regularmente de un polo á otro. Si los dos polos están en comunicacion por medio de un alambre corto y grueso, la cantidad total de electricidad engendrada circula por el alambre, verificase una corriente constante y cesa toda tension aparente. Si el alambre es muy largo, circula una corriente de corta cantidad, y las tensiones se reducen y se distribuyen por el alambre del mismo modo que en la batería.

El caso es análogo en un alambre telegráfico. Si *A* y *C* representan dos estaciones telegráficas unida por un conductor uniforme *AC*, y si la corriente,



partiendo de *A*, tiene una tension=*At*; en *B*, parte media del camino yendo á *C*, la tension será *Bt* (mitad de *At*) y en *C* será 0 supuesto que la disminucion de las tensiones esté representada por la linea *tC*.

La evidencia de esto resulta de las siguientes consideraciones.

La cantidad de electricidad en circulacion es la misma en todo el circuito, como lo demuestran las declinaciones iguales de un galvanómetro colocado en cualquier punto. Si el alambre se divide en *B*, y se necesita que circule la misma fuerza al través de *BC* que la que antes circuló al través de *AC*, tenemos en un caso (representando por *Q* la electricidad en circulacion, por *T* la fuerza electromotriz ó tension de un par, por *nT* el número de alteraciones en la batería, por *L* la resistencia interior de cada par, por *nL* el número de esta resistencia en la batería, y por *w* la resistencia del alambre que forma la parte exterior del circuito)

$$Q = \frac{nT}{nL + w}$$

y en el otro

$$Q = \frac{\frac{1}{2}nT}{\frac{1}{2}nL + \frac{1}{2}w},$$

pues que solo se requiere la mitad de la tension para que circule la misma cantidad de flúido al través de la mitad de la resistencia.

Mr. Latimer Clark ha probado la verdad de esta ley con repetidos experimentos en largas líneas telegráficas.

Las resistencias eléctricas de los alambres conductores varian como $\frac{ls}{d^2}$ siendo l la longitud, s la resistencia específica del metal, y d el diámetro de la tension del alambre.

Cuando el alambre conductor se cubre con una materia aisladora, hay una segunda resistencia opuesta al paso de la corriente y debida á la induccion. El alambre se carga de electricidad como una botella de Leiden, en que dicho alambre es la cubierta metálica interior, la envuelta aisladora el cristal, y el agua ó la tierra húmeda, ú otra capa cualquiera protectora, la cubierta exterior metálica de la botella. Aunque la tension eléctrica es comparativamente baja, la superficie de un cable es tal, que la electricidad, al pasar por el conductor, se retarda considerablemente. El mismo efecto resulta en alambres largos suspendidos en el aire, pero el retardo es mucho menor y apenas se nota.

Las leyes establecidas á consecuencia de las investigaciones practicadas son como sigue:

1.ª Las cargas inductivas de cables aislados, cuando se usa la misma materia aisladora, varian como

$$\frac{l\sqrt{d}}{\sqrt{t}}$$

donde l= longitud del cable, d= diámetro del conductor y t= espesor de la envuelta aisladora.

2.ª Las capacidades inductivas de las distintas materias aisladoras varian considerablemente; por ejemplo, se produce mayor carga inductiva eléctrica, suponiendo iguales las circunstancias en un cable aislado con gutta-percha que en otro aislado con goma elástica.

3.ª La distribucion de la carga inductriz en un cable no es igual, la cantidad de induccion varia en cada punto del conductor directamente, como la tension en el mismo punto.

4.ª La velocidad de la corriente no se aumenta aumentando la fuerza de la batería, porque á medida que crece la tension, crece tambien la induccion, y de consiguiente el retardo de las señales.

5.ª El tiempo necesario para cargar ó descargar un alambre aislado parece variar como el cuadrado de la longitud; sin embargo, no es cosa completamente averiguada. La gran dificultad de la telegrafía práctica en los cables submarinos de mucha extension nace de que el tiempo ocupado en la descarga de la mas distante extremidad del cable es mayor que el que se necesita para cargarlo por medio de la batería; de manera que una señal pequeña y distinta á corta distancia, cesa gradualmente de serlo á una larga.

Segun el profesor Faraday, el tiempo empleado en recorrer 1.500 millas de alambre submarino es de cerca de dos segundos. Casi el mismo intervalo de tiempo se observó en los ensayos del cable atlántico, cuya longitud era de 2.500 millas; pero la velocidad no excedia de 1,1 á 2,5 palabras por minuto, cada palabra de cinco letras.

(*The Electrician.*)

FAROS ELECTRICOS.

Tomamos de la *Prese Scientifique* el siguiente interesante artículo debido al distinguido hombre de ciencia Mr. Fonvielle.

«El público, dice el autor, debe tener presente que los ingenieros franceses han estudiado sin descanso durante mas de nueve años la manera conveniente de sustituir la luz eléctrica á la actual de aceite, empleada para el alumbrado de nuestras costas. Sin embargo, los resultados de esta larga série de experimentos, preciso es confesarlo, no han satisfecho ni con mucho las esperanzas concebidas á favor de la pila de Volta; en su consecuencia la administracion parecia renunciar á la sustitucion de los voluminosos aparatos cuya construccion ha sido objeto de tantos y tan bellos estudios. (Véase lo que dice Arago de la construccion de los faros en la edicion Barral.)

Pero casi al mismo tiempo que en Francia se apagaban estos faros eléctricos en Inglaterra aparecian con mas deslumbradora intensidad. Grandes experiencias se habian llevado á cabo en South Foreland bajo la direccion del ilustre Faraday.

Sin estar completamente demostrados los resultados obtenidos, parecian, no obstante, suficientes para esperar que la electricidad por induccion fuese mas propia que la del arco directo. Estos trabajos conocidos en sus generalidades de los lectores de la *Presse Scientifique de deux mondes*, llamaron como era natural la atencion de la direccion de faros. La sociedad *l'Alianza*, por otra parte, ensayaba con ardor todo cuanto podia conducir á este fin; al efecto repetidas pruebas prepa-

ratorias se realizaron en la Direccion Central de los Faros, bajo la inspeccion de los Sres. Renaud y Allard.

Estos dos ingenieros sujetaron á multiplicadas experiencias las máquinas que parecian ofrecer sólidas garantías para el porvenir, y los resultados confirmaron sus asertos, puesto que la experiencia demuestra que la regularidad es suficiente para las necesidades de la marina, por mas que esté lejos de la perfeccion conveniente.

Autorizado el Ministro con el dictámen de hombres tan competentes, acaba de disponer la trasformacion provisional de una de las dos luces de primer órden del cabo de Heve. En este punto tan conocido de los marinos del canal de la Mancha, aparecerán, pues, en breve los aparatos que van á montar los Sres. Renaud y Allard, para llevar á cabo sus últimos estudios y poder dar de una manera completa un dictámen definitivo.

He aquí una nueva tentativa para ensanchar mas la esfera de las numerosas aplicaciones de la electricidad. ¿Corresponderán estas tentativas á los felices resultados que se aguardan? Ciertamente que debemos esperarlo, pero tampoco nos atreveremos á asegurarlo por completo como lo harán quizás publicistas mas atrevidos. Por ahora nos limitaremos á reasumir los principales hechos de la bella *Memoria* en que el Sr. Renaud ha reunido, por decirlo así, el sumario de todo aquello mas esencial conocido hasta hoy en esta importante cuestion (1).

La intensidad luminosa de un faro eléctrico es sensiblemente mas grande que la de un faro ordinario, punto mas que fuera de duda para todos; pero con tiempo claro no es la intensidad luminosa el defecto de las farolas de nuestras costas, puesto que durante la noche se las ve brillar desde todos los puntos de la mar donde en pleno dia se aperciben perfectamente. Para aumentar la distancia habitual adonde alcanza la luz cuando la trasparencia del aire es perfecta, no es suficiente darles mayor energía de óptica; es necesario tambien aumentar la altura ya grande que se les da. Esto no puede ser realizado por la electricidad sin la ayuda de los arquitectos, por lo cual no es de este lugar ocuparnos de este asunto. Cuando sobreviene un tiempo de niebla, entonces es otra cosa, porque la visibilidad de los faros varia muy rápidamente, y una luz, por ejemplo, que llegue á 30 kilómetros, cesa de dar suficiente claridad para guiar á los navegantes mas allá de algunos cables. Este es el verdadero peligro que conviene prever, puesto que cuando el cielo está oscuro hay mas ventajas en ver los faros; entonces desgraciadamente la distancia para distinguir las luces se acorta hasta el punto de llegar á ser inferior á la que se necesita para oir el sonido de las campanas.

La electricidad permite allanar hasta cierto punto este terrible inconveniente, pero de una manera inferior á lo que se cree por la mayor parte del público. En efecto una luz de doble intensidad está muy lejos de alcanzar á doble distancia de la de simple intensidad. Aumentar pues la distancia que franquean las luces, no obstante las resistencias que oponen las vibraciones del éter, es lo mismo que tratar de resolver el problema relativo á recorrer doble distancia un proyectil, porque sea doble el calibre de la pieza de artillería. No es necesario estar muy versado en los misterios, por decirlo así, de la balística para comprender que necesita aumentar mucho mas de dos veces la velocidad inicial de los proyectiles para que puedan llegar al doble del trayecto por causa del frotamiento ejercido por el aire, esfuerzo que aumenta mucho mas rápidamente que la velocidad del proyectil.

Casi siempre las luces eléctricas pueden entre ciertos límites salvar el inconveniente de las brumas. Los guardas de un faro, en ciertos momentos inútiles, no se detendrian ante un obstáculo insuperable si tuviesen á su disposicion dos máquinas electro-magnéticas, en lugar de operar con aparatos de aceite de colza.

Si se emplea una fuerza eléctrica suficiente, se llegará fácilmente á lanzar la luz hasta 171 hectómetros, mientras que un faro de lámpara de aceite fija solo alcanzará á 129 por ejemplo.

Si de improviso sobreviene alguna bruma espesa, reducirá rápidamente el alcance de los dos fuegos, los cuales disminuirán á cerca de 20 hectómetros de distancia visible. Pero si se dobla la intensidad eléctrica, el faro se descubrirá 25: se habrá pues ganado 500 metros de alumbrado.

Bien sabemos que se dirá por muchos que es poco esto, tanto mas si se sabe que la intensidad luminosa absoluta del faro eléctrico en su máximun es *veinte veces mas considerable* que la del faro de aceite. A lo cual responderán los marinos que es bastante, al pensar que en 500 metros un buque puede naufragar diez veces.

No olvidemos tampoco que una de las principales ventajas de la electricidad es la de ser mas barata cuando se consume en gran cantidad. El faro eléctrico que costase 12,000 francos, daria en caso de necesidad veinte veces mas luz que el faro de aceite que costase solo 8,000.

(1) *Monitor Universal* del 25 de Julio.

Para enviar al horizonte la cantidad de luz tomada por unidad, es necesario gastar por ahora 11 céntimos con los aparatos de la Alianza, y 36 con las lámparas Carcel. Pero desgraciadamente se sabe bien, y no insistimos en ello, que la electricidad se revela contra este proverbio popular: *el que puede lo mas, puede lo menos*. Por esto es malo cuando es necesario entrar en los detalles de la luz y lanzar al horizonte débiles haces.

No penetramos hoy en la discusion de una infinidad de puntos accesorios que contiene la *Memoria* que tenemos á la vista, y cuyas experiencias darán infaliblemente la solucion del problema. Pero debemos terminar este exámen, demasiado ligero por cierto, con una observacion, y es que se progresa de una manera admirable en esta rama de la ciencia.

J. Ravina.

Editor responsable, D. Antonio Peñafiel.

MADRID: 1863.=Imprenta Nacional.

MOVIMIENTO DEL PERSONAL

DURANTE LA SEGUNDA QUINCENA DEL MES DE AGOSTO.

TRASLACIONES.

CLASES.	NOMBRES.	PROCEDENCIA.	DESTINO.	OBSERVACIONES.
Subdirector.....	D. Cándido Beguer.....	Badajoz.....	Rioseco.....	Por razon del servicio.
Idem.....	D. José Savall.....	Barcelona.....	Vitoria.....	Idem id.
Idem.....	D. Francisco García Perujo.....	Logroño.....	Idem.....	Interinamente.
Jefe de estacion..	D. Julian Canora.....	Verin.....	Béjar.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. José Dávila.....	Daroca.....	Calatayud....	Idem id.
Idem.....	D. Fernando Saez.....	Vigo.....	Santiago.....	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Félix Viana.....	Santiago.....	Betanzos.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Tomás Marzal.....	Miranda.....	Logroño.....	Interinamente.
Idem.....	D. Gregorio Argomaniz..	Sanlúcar.....	Cádiz.....	Idem id.
Oficial.....	D. Francisco Velasco....	Avilés.....	Benavente...	Accediendo á sus deseos.
Telegrafista....	D. Mariano Franco.....	Llanes.....	Santander...	Como oficial interino.
Idem.....	D. Miguel Saralegui.....	Escatron.....	Oñate.....	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Donato Arostegui.....	Huesca.....	Idem.....	Idem id.
Idem.....	D. Eustáquio Cabrerizo..	Huelva.....	Aranda.....	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Antonio Gomez y Gomez.....	Cádiz.....	Badajoz.....	Conveniencia propia.
Idem.....	D. Eleuterio Amor.....	Badajoz.....	Navalmoral..	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Eugenio Barrero....	Gijon.....	Central.....	Idem id.
Idem.....	D. Ricardo Lopez Barcial.	Fraga.....	Huesca.....	Interinamente.
Idem.....	D. José Aliaga.....	Orihuela.....	Cartagena....	Sin efecto.
Idem.....	D. Francisco Lopez Guillen.....	Idem.....	Idem.....	Por razon del servicio.
Idem.....	D. Asensio Hostench.....	Idem.....	Idem.....	Idem id.
Idem.....	D. Tomás Ojea.....	Pet. de Eume..	Padron.....	Idem id.
Idem.....	D. Manuel Rodriguez...	Betanzos.....	Pte de Eume..	Idem id.
Idem.....	D. Lorenzo Sabadia.....	Vitoria.....	Burgo de Osma	Accediendo á sus deseos.
Idem.....	D. Antonio Bravo.....	Repuesto.....	Rioseco.....	Idem id.