

MADRID, 15 DE MARZO DE 1871.

TOMO XIX.

NÚM. 6.

INUNDACIONES.

Continuacion.

Diques sumergibles.—18. Creemos preferible (siempre hablando como Ingenieros) el sistema de diques sumergibles al de los anteriores; es decir, diques que se eleven á la altura de las crecidas ordinarias ó medio metro más, formando lo que hemos llamado cauce menor, detras del cual se abriguen aquellos cultivos que puedan resistir la inmersión, y alejando de las márgenes los más delicados y que teman la humedad. Si las márgenes son tendidas, si están compuestas de playas arenosas ó cubiertas de guijarro, el sistema de diques formados por plantaciones es el preferible. Éstas remansan las aguas, favorecen los depósitos de los acarreos, y son una excelente defensa contra el ímpetu de la corriente, cuya velocidad amortiguan. Este género de defensa conviene hasta en aquellos trozos de río cuyo cauce en las crecidas ordinarias es bien marcado, y está reducido á una zona de plantaciones delante y detras del terraplen del dique; y aunque así resulta una pérdida de terreno improductivo para el propietario, lo compensa sobradamente con la mayor seguridad y economía de la obra.

No conviene, por regla general, defender con plantíos la coronación de los diques, porque los vientos y la violencia de las aguas derriban las plantas y destruyen el terraplen; pero sí conviene extenderlas á los taludes siempre que la altura del ramaje no exceda mucho de la coronación. Cuando las plantas se han elevado de 0,20 metros á 0,30 sobre aquélla, el plantío puede extenderse á la misma coronación al abrigo de las primeras.

Con el objeto de romper la fuerza de las aguas, y para acelerar la formación de las márgenes y elevación del terreno, se combinan estos diques longitudinales con otros trasversales de la misma especie; es decir, con setos ó fajas trasversales de plantíos, que, permitiendo á las aguas el paso al través de ellos, sean un obstáculo á la corriente y sirvan de depósito á las aguas encerradas en los cuadros

formados entre ellos y los diques longitudinales.

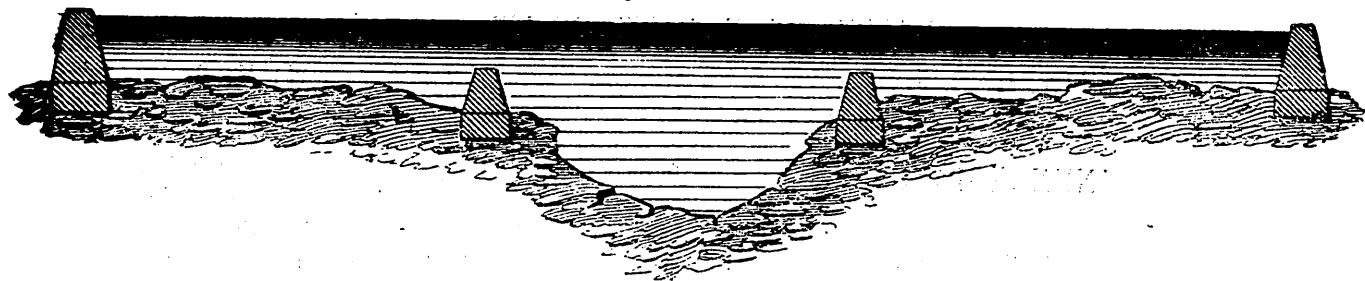
Las plantas destinadas al encauzamiento no deben ser árboles de tronco grueso, sino arbustos que arrojen mucho ramaje desde el pié: los más generalmente usados, porque se desarrollan casi espontáneamente en todos los ríos de España, son los mimbres, el aliso, y en general la mayor parte de las variedades del sauce: el avellano reúne á las anteriores ventajas la de dar un producto al propietario.

El sistema de diques longitudinales sumergibles no está expuesto á ninguno de los inconvenientes atribuidos á los insumergibles y conserva la mayor parte de sus ventajas; es poco costoso y arriesgado; favorece la elevación progresiva de las márgenes; es aplicable al mayor número de los casos, y el no haber sido de un empleo más universal debe atribuirse á la ignorancia y á un exceso de codicia, más que á ventajas reales de los diques insumergibles, sin pretender negarlas para algunos casos.

Además de las ventajas enumeradas que ofrece un encauzamiento por medio de diques, hay otras tan importantes, y acaso más, que no se han tenido en cuenta por sus impugnadores; la de mantener la firmeza del cauce, cuyas alteraciones son más de temer, y han causado más daños que la misma elevación de las aguas.

Algunos Ingenieros han propuesto un doble cauce para el río, formándolo con pequeños malecones, uno menor para las avenidas ordinarias (figura 7.^a), y otro mayor para las extraordinarias. Este sistema participa de los inconvenientes de los dos, sin ninguna de sus ventajas.

Segundo grupo. — Medios de disminuir la masa de aguas. — Bosques.—19. Pasemos al examen de la segunda clase de medios propuestos, muchos de los cuales entran también en el tercer grupo, porque una parte de las aguas sustraídas son devueltas al cauce, aunque en épocas en que influyen poco ó nada en la inundación. En primer término se presentan como objeto de discusión los bosques, á cuya desaparición fué atribuida, y se atribuye todavía, la intensidad de las inundaciones modernas.

Fig. 7.^a

Ya queda dicho que los hechos no comprueban tales afirmaciones; pero aunque se notase una intensidad creciente en las avenidas, faltaría probar que con las causas existentes en siglos anteriores no podrán desarrollarse entonces inundaciones iguales en energía y duración á las de los tiempos modernos; hay, por lo tanto, que recurrir al raciocinio para resolver la cuestión. Es innegable la influencia de los bosques en el estado termométrico é higrométrico del aire y en el clima de una comarca; pero no es fácil averiguar si la cantidad de lluvia que cae en una cuenca es mayor cuando está cubierta de vegetación ó despoblada de árboles; entre los autores que han discutido y discuten este punto se observan raras anomalías: algunos, que niegan la influencia de los bosques sobre las inundaciones, señalan un aumento en la cantidad de lluvia; y otros, que, por el contrario, conceden grande importancia á los bosques, niegan sea menor la cantidad de lluvia en las comarcas en que éstos preponderan. No insistimos más sobre este punto, porque en la cuestión que nos ocupa, no debemos tomar en cuenta para nada la cantidad de lluvia anual, sino la posibilidad de la que caiga en un pequeño intervalo de tiempo. En ella influyen no sólo otras condiciones locales distintas de la extensión de terrenos poblados de bosques (como, por ejemplo, el ser más ó menos accidentado el terreno), sino las de otras comarcas distantes de la cuenca que nos propusiésemos estudiar.

Una gran parte de las inundaciones de nuestros ríos provienen de las grandes masas de aire que, cargadas de humedad, proceden de las regiones intertropicales, y se precipitan en torrentes de agua al tropezar con las frías y elevadas sierras de nuestra península. Las causas de una inundación en una comarca se encuentran esparcidas por el globo y á muchos centenares de leguas del punto en que descarga la lluvia, origen de la crecida. Su marcha es tan incierta como la marcha y origen de los vientos

que las determinan; y de nada servirá aplicar remedios locales, que sólo influyen muy débilmente en ellas y que desaparecen ante otros elementos más enérgicos y siempre predominantes. En lo que sí es preciso convenir es: 1.º, en que el estado higrométrico y termométrico sufren ménos variaciones cuando el terreno está cubierto de vegetación; 2.º, que el aire y el suelo se conservan más húmedos durante todo el año.

Influencia de los bosques en el poder absorbente de los terrenos.—20. Si nada puede afirmarse respecto de la influencia que ejerzan los bosques en la cantidad de la lluvia, causa de la inundación, ¿influirán, al ménos, favorablemente, aumentando la absorción del terreno? Si se compara el de bosques con el destinado á otros cultivos, los mismos partidarios del repoblado de los montes confiesan que no sostienen la comparación. Un terreno cubierto de bosques es duro, compacto, y como siempre está húmedo, se encuentra ménos dispuesto para retener la lluvia que cae sobre él. En el terreno cultivado son muchas las causas que aumentan el poder absorbente y disminuyen la cantidad de agua que va á engrosar el caudal del río; tales son la división en las tierras producida por la labor que aumenta su porosidad; la mayor sequedad de estos terrenos; los surcos de las labores que retienen el agua; y por último, su menor pendiente transversal, por la disposición en planos de labranza que se da artificialmente por medio de muretes, cuando la inclinación es excesiva. Esto ha sido negado, sin embargo, por los autores de la Memoria sobre las inundaciones del Júcar. Impugnando á Mr. Vallés, preguntan: «¿Qué montes habrá pasado este Ingeniero, para asegurar que el terreno de bosques es batido, consistente y siempre húmedo? Esto podrá suceder en el suelo que sostiene el arbolado del Prado y de la Fuente Castellana, pero no en el de los montes.» La dureza del terreno de monte es un hecho que

todo el mundo habrá comprobado, no siendo necesarios para ello conocimientos especiales. Sin haber recorrido tanto terreno de monte como los autores de la Memoria, podemos afirmar haberlo siempre encontrado compacto y consistente, y lo mismo afirman algunos autores, como Bequerel, cuya opinion no debe ser sospechosa, por ser favorable á la idea que concede á los bosques una marcada influencia sobre las inundaciones, y presenta esta consistencia como un argumento en favor de su tesis, porque impide el arrastre de la capa vegetal.

Hé aquí cómo describen los autores del informe antes citado los efectos del arbolado: «La hojarasca recibe el choque del agua; al caer ésta, se desliza al de la capa del mantillo, perdiendo su velocidad, y traves filtra tranquilamente por el suelo, sin revolverlo ó destruirlo. En un suelo cultivado la tierra es deshecha por el choque del agua; las partículas finas son desleídas y obstruyen los poros», etc., etc. Esto no concuerda con lo que en la memoria citada se dice psco antes: «que no se trata de comparar terrenos de monte con los cultivados, sino con los yermos.» De manera que el agua que se desliza suavemente sobre el mantillo, sin arrastrarlo ni desleirlo, deslie, apelmaza la tierra y destruye su porosidad.

La Memoria contiene otras afirmaciones tan aventuradas como las que preceden: asegura «ser ventajoso que el suelo conserve su humedad, porque si el subsuelo es permeable, puede asimilarse la capa superior á él, á un filtro, el cual filtra tanto mejor cuanto más húmeda se encuentra.» Es absurdo querer asimilar á un filtro recubierto por una gruesa capa de agua, y al través del cual, por la presion que ejerce, penetra el liquido lentamente, un terreno sobre el cual resbalan las aguas con gran velocidad. Pero admitiendo analogía entre los dos casos, si el filtro filtra mal, cuando está seco, es porque *absorbe* el agua que lo penetra y no la deja pasar hasta hallarse completamente saturada la arena que lo compone; aquí no se trata de obtener una mayor masa de agua filtrada, sino de quitarla á la lluvia, siendo indiferente llegar al resultado por absorcion ó por filtracion. Así se observa en general que la que corre sobre el terreno aumenta á medida que las tierras se empapan. Más extraña todavía es la afirmacion que sigue. «Si el subsuelo es impermeable, el agua formará entre los dos una capa que irá desaguando por medio de fuentes.» Y ¿en cuál de los casos esta capa habrá sustraído una cantidad mayor á la lluvia? indudablemente en el terreno cultivado, más poroso y ménos húmedo. Dejamos aparte otras ob-

servaciones más ó ménos aventuradas y confusas (1) pues nuestro objeto no es el combatir la Memoria, sino sentar los principios para hacer en cada caso aplicaciones de ellos.

Causas que se oponen ó dificultan el repoblado de los bosques.—21. Se dice tambien por los partidarios del repoblado de los montes: «No se trata de comparar terrenos cultivados con el terreno de monte, ni hay nadie que pretenda reemplazar los arrozos, moreras y naranjos por pinos y encinas.» Nadie se opone tampoco á que en los yermos se planten árboles; pero si esto no se realiza, será por dos razones: 1.^a Porque estos yermos pertenecen al Estado ó al comun de los pueblos, y no á particulares que tendrian interes en sacar del terreno un producto, y que plantarian árboles si el terreno no fuese á propósito para otra cosa. 2.^a Por que el producto que den dichos terrenos no corresponde á los desembolsos que exigiria el meterlos en cultivo, en cuyo caso, el capital no invertido improductivamente, haria más que compensar los daños causados por la inundacion. Pero aún suponiendo que estos daños fuesen mayores, no es al Gobierno á quien corresponde ocuparse de las plantaciones, sino á los mismos interesados; siendo preferible á todo cederles los terrenos yermos si así lo solicitasen.

Es indudable que la primera es la causa predominante, y la que en el mayor número de casos ha motivado el descuaje de los montes é impedido su repoblado. Citarémos en corroboracion de esto algunos ejemplos. En la provincia de Oviedo existen grandes extensiones de terrenos incultos pertenecientes al comun de los pueblos, donde el castaño, el pino y el roble se desarrollan casi espontáneamente. Pues bien, cuando algun particular ha podido adquirir algun trozo de ellos, al momento se han visto cubiertos de bosque, al paso que en los pertenecientes á los pueblos, no sólo ha desaparecido todo el arbolado, sino que anualmente se tala la maleza y el rastrojo que espontáneamente se desarrolla. Recientemente fué pedida la venta de la sierra de Gamonedo, en la cual *no existe un solo árbol*, y por lo tanto no puede decirse que el objeto de la com-

(1) Sean, por ejemplo, estas frases, con que critica á Vallés. «No será húmedo el suelo si es batido y pelado. Si está cubierto de vegetacion, no será apisonado ni fuerte, y entonces será húmedo.» ¿Y por qué no? Pero en Vallés no hay la palabra *pelado*. ¿La idea del autor de la Memoria será quizás: «Si está batido y fuerte, no puede ser húmedo, y si está cubierto de vegetacion, y por lo tanto es húmedo, no puede ser apisonado y fuerte?»

para fuese aprovechar la madera y leña, abandonando después el terreno. Aquí se trataba *forzosamente* de plantar árboles, porque ni la extensión, ni la naturaleza del terreno se prestan á otra cosa; la venta fué negada bajo pretexto de ser de aprovechamiento comun. Cuando todos los terrenos pertenecientes al Estado ó al comun de los pueblos hayan desaparecido; cuando todos sean de propiedad particular, entonces la industria hallará manera de utilizarlos y se destinarán á este ó aquel género de cultivo, segun convenga. En cuanto á aquellos terrenos en que la capa vegetal ha desaparecido por completo, quedando sólo la roca pelada, tan difícil será plantar en ellos árboles como sembrar cereales; y en tal caso no queda otro arbitrio que esperar al trascurso del tiempo y la accion lenta de los vegetales que se desarrollan en las rocas y la labran y transforman, hasta reconstituir la capa vegetal.

Pero supongamos por un momento cubiertos de bosques estos yermos; supongamos tambien que la extensión que cubren sea bastante para influir en el régimen del rio; ¿podrá evitarse que en los años sucesivos, cuando los progresos de la civilizacion y aumento de poblacion exijan mayor superficie de terreno cultivable, la imperiosa necesidad del sustento obligue á descuajar nuevas extensiones de terreno? Porque esta invasion del cultivo en terrenos cubiertos de bosques, ó en los yermos, es una prueba constante de un aumento de civilizacion, observándose siempre que la relacion entre ambos va siendo mayor en una nacion á medida que progresa.

Resultado real que producen los bosques.

—22. El verdadero resultado que se obtiene con los bosques es el de impedir el arrastre de la capa de tierra vegetal que recubre el subsuelo de las laderas de grande inclinacion; resultado que se obtiene mejor con todo género de arbustos, y mejor aún con el césped, segun se practica en Suiza. La misma maleza que cubre un terreno de esta clase es acaso más eficaz para el objeto que los mismos árboles. Pero los terrenos que se encuentran en tales condiciones de inclinacion forman la parte mínima de la cuenca de un rio y tienen sobre el régimen de sus aguas una influencia muy débil.

Nos hemos extendido sobre la cuestion de los montes, porque la idea de atribuir las inundaciones á su desaparicion está muy generalizada. Cuando nos ocupemos de los medios propuestos para regularizar el desagüe, todavía tendremos que agregar nuevas observaciones á las ya hechas; pero en rigor no debiéramos considerar á los bosques en un grupo se-

parado, sino como uno de los varios cultivos á que pueden destinarse las tierras, y que influyen en la mayor ó menor porosidad que prestan al terreno; así, al lado de los bosques deben considerarse los prados, que algunos autores colocan en lugar preferente para dar á las tierras más consistencia é impedir la absorcion. Siguen luego las tierras de labor; y por último, las huertas y jardines, que reciben una cantidad mayor de trabajo, y dan á la tierra vegetal una mayor division.

Drenaje.—23. De aquí se deduce que todas las labores de las tierras y las obras que tiendan á aumentar su division, tenderán tambien á aminorar los efectos de las avenidas en los valles; entre ellas debemos contar el drenaje. Algunos han considerado perjudicial esta preparacion, porque facilita los desagües, sin reflexionar que el drenaje se aplica ordinariamente á los terrenos arcillosos é impermeables, húmedos ó pantanosos, es decir, á terrenos que no absorberian nada de la lluvia que cae sobre ellos. Toda la masa de agua que embeben cuando por el drenaje se los priva de la que contenian, y se aumenta su porosidad, será ganada sobre la inundacion; el resto del agua absorbida que llega á los drenes al traves de una gruesa capa de tierra, marchará con mucha más lentitud que corriendo sobre la superficie del terreno; y así se observa que el máximo gasto que dan los drenes es siempre después de pasada la inundacion; algunos de ellos dan constantemente más ó menos agua, convirtiéndose en una especie de manantiales perennes; otros durante la mayor parte del año, y todos, mucho tiempo después de terminada la lluvia.

Regueros horizontales de Polonceaux.—23.

Polonceaux ha propuesto un sistema de regueros horizontales cerrados por los extremos, que recojan una parte de las aguas de lluvia; estos regueros forman un sinnúmero de pequeños depósitos, escalonados unos encima de otros, que además de sustraer á la avenida una parte de las aguas, forman descansos que amortiguan la velocidad de las que corren sobre el terreno, y hacen penetrar más profundamente en las eras á las que permanecen estancadas.

Este sistema no vale lo que el drenaje, y llena peor el objeto propuesto; la enorme extensión de terreno perdido para la agricultura, el coste del gran número de metros cúbicos de excavacion para formar las zanjás, y por último, la influencia que en la salubridad ejercería la gran superficie ocupada por aguas estancadas, le hacen inaplicable. Aunque

no lo fuese, tiene de comun con todos los que siguen, la imposibilidad de mantenerlos vacíos hasta el momento crítico del desbordamiento, y su eficacia se manifestará sólo al principio de la crecida ó cuando no es inminente la inundacion.

Canales de riego y navegacion.—24. Lo mismo responderemos á los que proponen desarrollar los canales de riego y de navegacion con este fin; no nos oponemos á que se construyan obras de este género, siempre que se destinen á su verdadero objeto, pero es una ilusion el pensar ejerzan la menor influencia en una inundacion. En esta época los canales están llenos, porque entónces se suspenden los riegos, la navegacion se aminora, y las compuertas de toma de agua se cierran para evitar que las aguas rebosen en el canal y destruyan las obras.

No falta quien proponga mantener vacíos los canales en la época de avenidas para que sirvan de depósitos; esto sólo debería hacerse en el mismo momento en que sea inminente la inundacion (pues no es posible tener interrumpidos por mucho tiempo la navegacion ó el riego); y en semejante caso habrémos dado al río, por vaciar el canal, próximamente la cantidad de agua que reciba de la avenida. Supongamos que el agua vertida tenga poca influencia por corresponder al principio de la inundacion; pasemos por alto los deterioros del canal por esta frecuencia en llenarlo y vaciarlo á cada desbordamiento que amenace en el río; las dificultades que ofrecería la toma de aguas obligarian á desistir de la idea. La toma se establece, en este género de canales, con relacion á las bajas aguas del río, y para que llenase el servicio que se les exige, debería funcionar en las avenidas con cargas de 5, 10 ó 15 metros. Un valle de un ancho medio de 2.000 metros, con un canal de 15 metros de ancho medio y 2,0 de profundidad, sólo almacena $\frac{1}{4}$ del agua correspondiente á una lluvia de 0,10. Si el valle es de 3.000 metros, y el canal de 10 por 15, el volumen se reduce á 20, etc., etc.

Los canales, considerados como depósitos, tienen, además de los anteriores inconvenientes, los demas que les son comunes con los pantanos, sin la ventaja que nos ofrecen estos de una mayor economia.

Depósitos ó pantanos.—25. Réstanos tan sólo examinar un sistema que ha compartido con los bosques una fama que sólo debe á no haberse ensayado nunca; nos referimos al sistema de pantanos ó depósitos para almacenar en ellos una gran masa de aguas. El principio en que se funda es muy sencillo y está al alcance de todos; así como para atender á

los riegos ó á la navegacion se establecen grandes receptáculos en donde se recogen las aguas que han de servir á la alimentacion del canal, se pueden destinar aquellos á recogerlas para impedir los sinietros de las avenidas, dejándolas marchar libremente cuando el riesgo haya pasado. Lo singular del caso es, que Vallés, el gran preconizador del sistema, entra en pocos detalles sobre la manera de llevarlo á cabo, y sólo se ocupa de demostrar su posibilidad, economia y demás ventajas, sin ocurrirle pueda hacerse objecion alguna contra su realizacion.

Dificultad de encontrar sitios á propósito para establecerlos.—26. ¿Es tan fácil como se pretende encontrar sitios á propósito para establecer pantanos? Si, cuando se trata de un depósito para abastecer un canal, ó si el pantano ha de situarse en la parte montañosa de la cuenca ó en el origen del río ó de sus afluentes; pero entónces la cuenca cuyas aguas afluyen al pantano, es tan reducida, que el suprimirlo apenas influiría en la inundacion. La dificultad surge cuando se intenta establecer el pantano en la parte media ó baja del río, cosa imposible en el mayor número de casos. Algunas veces suelen encontrarse en esta seccion de la cuenca sitios á propósito para establecer pantanos, pero es fuera del cauce del río, y adonde no es posible conducir las aguas sin proyectar obras gigantescas, para almacenar, despues de todo, cantidades mínimas relativamente á las que son causa de la inundacion.

No existe, por lo tanto, punto de semejanza, ni debe admitirse comparacion entre los pantanos destinados á alimentar un canal y los que se proponen para atenuar los efectos de las inundaciones; aquéllos comprenden una pequeña cuenca con corrientes de agua de caudal escaso; disponen de la mayor parte del año para llenarse, ya con las aguas de lluvia, ya con las de manantiales; y los últimos sería preciso establecerlos en los lechos mismos de los rios, porque no hay posibilidad, segun ya dijimos, de conducir las aguas, ni aun por medio de obras colosales, á los sitios á propósito para el establecimiento de los pantanos destinados á los canales; es, pues, forzoso establecerlos en el lecho mismo del río y de sus afluentes, lo cual ya disminuye la facilidad tan exagerada para la construccion.

Dificultades relativas á la obra.—27. Demos por sentado y admitamos sin discusion que es posible encontrar localidades favorables al establecimiento del número necesario de pantanos y que su coste sea (aunque la concesion peque de exagerada) relativamente económica. ¿Cuál va á ser la

naturaleza de la obra? Es evidente que para llenar todas las condiciones del programa, debe estar abierta, y no formar embalse mientras la cantidad de agua que lleva el río no produzca inundación aguas abajo; es decir, que necesita un desagüe igual, *por lo ménos*, al de las crecidas ordinarias, y esto supone el establecimiento de una presa sobre un puente. Esto no basta; es preciso, á medida que la crecida aumenta, tener la facultad de disminuir la sección de desagüe de tal modo, que éste permanezca invariable é inferior al que produciría la crecida aguas abajo. ¿Es posible establecer aparatos con que esto se consiga? En el actual estado de la industria lo creemos imposible. Y no se diga que las compuertas de los pantanos de riego y navegación funcionan á profundidades mayores; aquéllos ocupan una área muy exigua comparada con las del desagüe que, en el caso de una avenida, sería indispensable; la gran velocidad que el agua tomaría es otra dificultad más que vencer; y por último, las compuertas de aquellos pantanos están en uso continuo, cuando las de éstos funcionarían sólo á intervalos muy largos y en casos raros; sucediendo con frecuencia encontrar inutilizados los aparatos, ó en tal estado de adherencia sus órganos, que fuese imposible hacerlas trabajar.

Algunos han creído que los portillos de navegación, las presas móviles y otras construcciones tendrían aquí cómoda aplicación. Debemos hacer notar que estos aparatos sólo están dispuestos para funcionar en pequeñas profundidades de agua, y que, en vez de cerrarse cuando el nivel del río sube, se abren para dejar paso al exceso de agua que el río lleva. Si aún en estos casos su maniobra es difícil, y aventurada en algunos, en el que examinamos, nos atrevemos á afirmar su absoluta imposibilidad.

TERMODINAMICA.

CAPÍTULO VI.

Del calor como fuerza viva.

99. ÉTER. — Dos elementos forman la base de la física matemática, á saber: el *éter* y la *materia ponderable*.

Se considera formado el éter de átomos situados á distancias infinitamente grandes respecto á sus dimensiones, y ejerciendo unos sobre otros acciones repulsivas, según las líneas que los unen dos á dos; estas acciones se supone que son proporcionales á las masas y funciones de las distancias expresadas.

Así, pues, en la hipótesis á que nos referimos, los átomos hacen el papel de verdaderos puntos matemáticos; según ciertos autores lo son en efecto y representan centros de fuerzas sin dimensiones finitas; según otros deben considerarse como sólidos indivisibles de hecho, pero ocupando espacios realmente finitos, y de todo punto impenetrables. La primera hipótesis, verdaderamente espiritualista, es la más completa negación de la materia según los sentidos creen percibirla; la segunda conduce á la teoría atómica; mas para nuestro objeto es inútil insistir sobre este punto de vista puramente metafísico. Nos basta suponer: 1.º, que si los átomos tienen dimensiones, son éstas despreciables respecto á las distancias; 2.º, que entre unas y otros existen acciones repulsivas.

100. ÁTOMOS PONDERABLES. — Los cuerpos llamados *ponderables* se suponen formados también de átomos infinitamente pequeños y ejerciendo unos sobre otros acciones á distancia, y para explicar varios fenómenos de la refracción ha sido necesario admitir que cada átomo de materia ponderable atrae á los átomos etéreos que le rodean, agrupándolos á su alrededor y ciñéndose de una atmósfera de éter, cuya densidad media es superior á la del éter en el vacío, y cuya densidad efectiva decrece rápidamente desde dicho centro al exterior.

En la fig. 14, m y m' son dos átomos de materia ponderable, y e , e' las atmósferas etéreas que los rodean.

La acción total de m sobre m' puede considerarse como la resultante de dos fuerzas; una atractiva, que procede de las masas m , m' y de la forma $\frac{m m' a}{r^p}$, siendo r la distancia mm' y a la atracción de dos masas iguales á la unidad y situadas á la unidad de distancia; otra repulsiva, originada por las reacciones neutras de las dos atmósferas e , e' , y expresada por $\frac{n n' b}{r^q}$, siendo n , n' las masas de ambas atmósferas, y b otra constante análoga á la constante a . Quizá pudiera aún tenerse en cuenta en el valor de la fuerza atractiva la acción de m sobre e' y de m' sobre e ; pero aún cuando la distancia mm' hiciera posible esta acción, en nada se alteraría lo que vamos á exponer.

En resumen, la acción resultante de ambos sistemas será

$$\varphi = \frac{m m' a}{r^p} - \frac{n n' b}{r^q} = \frac{m m' a}{r^p} \left(1 - \frac{n n'}{m m'} \cdot \frac{b}{a} \cdot \frac{1}{r^{q-p}} \right)$$

y representando