

DISCURSO

Leído en la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales, en la recepción pública del Sr. D. José Subercase.

(Conclusion.)

Notable era el grado de abstracción que había conducido á estos resultados, pero no tanto que prescindiese de tomar en consideración algunas de las leyes que distinguen esencialmente á los flúidos de los cuerpos sólidos, y en particular la de la igualdad de presión en todos sentidos; así es que siempre quedaban separadas las cuestiones dinámicas de las hidrodinámicas. No satisfecho con esta separación *Lagrange*, quiso en su siempre célebre *Mecánica analítica*, descartarse de toda consideración especial de los flúidos, y el principio de que se sirvió para conseguir su objeto fué el de las velocidades virtuales, debido á Galileo, teniendo además que recurrir al cálculo de las variaciones, que tanto había contribuido á desarrollar. Pero ¿á dónde condujeron estos esfuerzos de una análisis en la que, después de todo, no entraba para nada la consideración de las resistencias peculiares al movimiento de los flúidos? A unas ecuaciones *cuya dificultad*, según dice el mismo *Lagrange*, *no consiste mas que en su integracion, pero esta es tan grande que hasta el presente ha sido preciso contentarse, aun en los problemas mas sencillos, con métodos particulares, y fundados en hipótesis mas ó menos limitadas*. Hé aquí un resultado de los colosales esfuerzos de hombres tan eminentes como los que hemos nombrado, poco consolador, por cierto, para los que se ocupan de las aplicaciones.

La cuestión puramente teórica ha quedado después casi estacionaria; y ya no vemos mas que mecánicos que, como *Delaunay*, siguen queriendo desprenderse de todo principio experimental y peculiar de los flúidos, y otros como *Poisson* y alguno muy moderno de no escaso mérito, que á las leyes que rigen la mecánica de los cuerpos sólidos, unen la que con-

sideran como experimental, de la igualdad de presión en todos sentidos; pero quedándose en un punto de vista puramente racional.

Mas como las necesidades sociales no quedan atendidas con estas abstracciones, y son demasiado apremiantes para esperar á que los posteriores progresos de la análisis den los medios de integrar aquellas ecuaciones, que después de todo conducirían á resultados poco satisfactorios en la práctica, se hacia indispensable que, siquiera fuese aproximadamente, se llegase á las leyes mas fundamentales del movimiento y resistencia, subiendo desde los hechos á las mismas leyes. Pero ya dijimos anteriormente que esa marcha, además de ser lenta, está muy lejos de ser siempre segura; por el contrario, ofrece grandes dificultades, y requiere en los observadores esquisito tacto y no escasos conocimientos, sin que por eso dejen de sentar alguna que otra vez consecuencias erróneas, ó de una generalidad que no les corresponde.

No es, pues, extraño que *Guglielmini*, uno de los hidráulicos italianos que mas se han distinguido por sus escritos y observaciones, emitiese ideas tan equivocadas como las que aparecen en su obra de la *medida de las aguas corrientes*, publicada en 1628, ni que mas adelante, cuando ya habia advertido parte de esas falsas ideas, aun dejase subsistir algunas en el tratado de la *naturaleza de los rios*, de 1697; tratado en que ya se hace cargo de las resistencias del perimetro mojado, haciendo estensas consideraciones acerca de los fenómenos á que dan lugar; pero persistiendo en el error de las velocidades de las moléculas inferiores se aumentan con la presión de las superiores hasta la superficie.

La creación de la Academia de Ciencias de Paris, debida á Colbert, influyó poderosamente en el adelanto de la hidráulica, por los esfuerzos de los que en ella se dedicaron á este estudio y á su práctica; y el primero que sentó un principio exacto acerca de la resistencia ocasionada por las paredes de un conducto fué el Académico *Pitot*, que algo mas tarde, en 1752, inventó el tubo que lleva su nombre, y

de que tanto partido ha sabido sacar Darcy en estos últimos años para sus notabilísimos estudios sobre el movimiento del agua en las cañerías. La conduccion de aguas de Versalles fué ocasion de interesantes observaciones, que hubieran hecho encontrar notables resultados, á no ser por la multitud de causas de anomalías que encerraba el sistema de distribucion. *Bossut* contribuyó no poco á introducir el gusto del estudio experimental en las cuestiones hidráulicas con su tratado de Hidrodinámica, y con sus experimentos sobre el movimiento y sobre la resistencia. Las mas concluyentes de sus observaciones, y las que envuelven menos causas de error, son las relativas al movimiento por tubos; de ellas resulta el principio de que hay siempre una pendiente en la que, dada una velocidad inicial, se establece el equilibrio entre las fuerzas aceleratrices de la gravedad y las retardatrices producidas por la resistencia de las paredes.

Sin embargo, la primera fórmula del movimiento del agua en los canales, basada sobre la hipótesis de que la resistencia de las paredes es proporcional al cuadrado de las velocidades, al perimetro y á la longitud, se debe al inspector general de puentes y calzadas, y Director de la Escuela del mismo cuerpo, *Cheyzy*, que la hizo conocer en 1775. Poco despues *Dubuat* contribuyó de una manera notabilísima con sus trabajos experimentales y teóricos al adelanto de la ciencia, y puede decirse que fundó la hidráulica de los Ingenieros con el tratado publicado en 1786; tratado que, cualesquiera que hayan sido los adelantos posteriores, siempre será consultado con fruto. De las muchas consecuencias que dedujo, solo mencionaremos una esclusivamente suya, que ha sido confirmada sin dejar lugar á la duda con los recientes experimentos de Darcy, y estaba en contradiccion con las ideas de la mayor parte de los físicos de aquella época, á saber, que la resistencia en las paredes es enteramente independiente de la presion. Pero estaba reservado al esquisito tacto experimental de *Coulomb*, unido á sus vastos conocimientos, probar por el raciocinio y por los hechos, que

en los movimientos lentos se satisface á los fenómenos que se presentan, igualando la resistencia á una funcion entera y racional de la velocidad compuesta de dos términos, de los cuales uno es proporcional á esa velocidad y el otro á su cuadrado.

Omitiremos mencionar otros trabajos experimentales, y algunos que tenian por objeto deducir consecuencias un tanto generales, adoptando como exactos é incontrovertibles cierto número de resultados de la esperiencia, que luego se introducian en fórmulas mas ó menos bien establecidas, para llegar á una época notable en los anales de la hidráulica, á causa de los trabajos de *Prony*. Las *investigaciones fisico-matemáticas* de este distinguido Ingeniero relativas al movimiento de las aguas corrientes, publicadas en 1804, causaron honda impresion en todos los que se ocupaban de estos estudios. En esa obra hace *Prony* una esposicion completa de las fórmulas analíticas que encierran la solucion general del movimiento de los flúidos; pone de manifiesto el error en que incurrieron los geómetras que se habian ocupado de esta cuestion, prescindiendo de la consideracion de las resistencias que se originan en el movimiento, y llega á su vez á establecer una fórmula cuyos términos contienen coeficientes que hay que determinar prácticamente. Para obtener esta determinacion elije y clasifica los mejores experimentos de *Bossut*, *Couplet* y *Dubuat*, y en vez de deducir valores aislados por cálculos parciales, opera sobre su conjunto, corrigiendo las anomalías, sirviéndose para ello de dos métodos que habia enseñado y empleado *Laplace* en su *Mecánica celeste* con motivo de la figura de la tierra, y simplificando notablemente su uso por medio de construcciones gráficas. Pocos años despues *Eytelwein*, siguiendo el camino trazado por *Prony* y pudiendo disponer de un considerable número de datos exactos, quiso tambien determinar los coeficientes de esa fórmula, y halló valores algo diferentes. Mas esos trabajos, juntamente con otros, fueron tenidos en cuenta y discutidos por *Prony*, en la obra que publicó en 1825, con una colec-

cion de tablas para facilitar los cálculos relativos al movimiento del agua, apoyándose en 167 esperimentos, elegidos entre los mejores que se conocian.

Al mismo tiempo que se buscaban con afan las leyes que rigen el movimiento de las aguas corrientes, no era menor el deseo de encontrar las de la resistencia de los flúidos por causa de los obstáculos que encuentran en su camino, y viceversa. No intentaremos tan solo indicar esos ensayos mas ó menos felices, por no molestar demasiado la atencion de los que tienen la bondad de escucharnos; baste decir que Prony tambien se ocupó de esta cuestion en su *Nueva Arquitectura hidráulica*, mas no encontraba nada mejor que adoptar que la teoria de nuestro célebre *D. Jorge Juan*, juntamente con los esperimentos del mismo que la confirmaban, igualmente que los efectuados en Inglaterra por *Smeaton* y en Francia por *Bordá*; y en tanto grado se conformaba con esa teoria y esos resultados, que casi no hacia mas que copiarla, al mismo tiempo que criticaba la que se le oponia, apoyada tambien en el resultado de esperimentos ejecutados por sabios tan autorizados como *Bossut*, *D'Alembert* y *Condorcet*. ¡Notable contradiccion, atendidas las circunstancias y los hombres que mediaban en ella, y bastante para demostrar la dificultad de la cuestion!

Aunque en breves palabras, creo de mi deber en esta ocasion rendir un homenaje á la memoria del célebre sabio y gran marino que honra á nuestra patria, con tanta mas razon que, si bien muy estimado su *Exámen marítimo* y traducido á varios idiomas, apenas vemos aparecer su nombre cuando se relatan los trabajos que tienen relacion con la materia de que nos ocupamos, y algun moderno y distinguido marino, si bien la cita, es casi con desden. Concretándonos al objeto de que ahora discutimos, es preciso convenir en que él fué el primero que hizo conocer en aquella notable obra, publicada en 1771, la influencia que tiene la profundidad del cuerpo sumergido en la resistencia al movimiento, haciendo ver con sus esperimentos que aumentaba con

la profundidad. Y si la relacion que dedujo de sus ensayos no era exacta, baste decir que los ejecutados con mucha posteridad en Inglaterra por *Bosoy*, al paso que confirman el aumento de resistencia con la profundidad, tampoco han servido para deducir con seguridad la ley de tal aumento, por mas que fuesen muchos en número y efectuados con recursos que no tuvo á su disposicion *D. Jorge Juan*. El fué uno de los primeros que hicieron conocer la influencia de la desnivelacion en la resistencia al movimiento de los cuerpos flotantes; ó cuando menos, bien puede decirse que la hizo conocer simultáneamente con *Bossut*, *D'Alembert* y *Condorcet*. Fué el primero en hacer ver que la resistencia al movimiento de los buques se componia de varios términos, de los cuales uno, proporcional á la simple velocidad, podria omitirse cuando esta fuese grande, pero no asi en el caso contrario. Y el primero tambien en manifestar que debia introducirse otro término proporcional á la cuarta potencia de esa velocidad, dependiente casi exclusivamente de la desnivelacion. En una palabra, fué el primero en hacer patentes casi todas las circunstancias que influyen en la resistencia al movimiento de los cuerpos flotantes, y especialmente al de los buques; dando pruebas de una gran perspicuidad en la manera de apreciar la influencia de cada una de ellas. Esto solo bastaria para poner en relieve, si fuese necesario, su gran talento y sus grandes conocimientos teórico-prácticos, y mas cuando se considera que, á pesar de los esfuerzos posteriores, y no obstante los maravillosos progresos hechos en la Arquitectura Naval y en el empleo de las máquinas, aun espera su solucion el importante problema de la resistencia de las carenas; y que, como dice *Bourgeois* en la obra, digna de atencion, que á fines de 1857 publicó, con el objeto esclusivo de discutir este asunto, *tan interesante cuestion para el Ingeniero y para el marino no ha salido del dominio de la controversia*.

Volviendo á los trabajos de Prony, diremos que la incontestable habilidad de los esperimentos que habian proporcionado datos para

sus fórmulas y la autoridad de su nombre las habian hecho clásicas, por decirlo así, en términos de que pareciendo agotada la cuestion, se adoptaron con plena confianza por todos los Ingenieros. No trascurrieron sin embargo muchos años cuando ya *D'Aubuisson* hacia notar la considerable diferencia que la esperiencia le habia hecho encontrar en el gasto por cañerías, respecto del resultado que debería obtenerse por las fórmulas. Además, no estaban estas apropiadas mas que para el movimiento uniforme, del cual se separan las aguas corrientes en la mayor parte de los casos. En cuanto á la teoria del choque y resistencia, basta recorrer la esposicion que el mismo Prony presenta del estado de la cuestion, para echar de ver la vacilacion é incertidumbre que existia en su tiempo acerca de ella.

Grandes han sido los esfuerzos de los sábios y prácticos que posteriormente han venido, para conseguir resultados positivos y seguros en las aplicaciones, y para obtener fórmulas que condujesen con suficiente aproximacion á ellos. Los estudios casi simultáneos de *Belanger* y de *Poncelet* relativos al movimiento permanente, y los algo posteriores de *S^tGuilhem*, *Vauthier* y *Coriolis*, permitieron ocuparse de varios problemas interesantes relativos al movimiento permanente de las aguas. *Navier*, introduciendo la consideracion de las fuerzas de adherencia, y posteriormente *Sonnet* y *Dupuit*, este último especialmente en su notabilísima obra sobre el movimiento de las aguas corrientes, distinguiendo entre las fuerzas de adherencia con las paredes y de cohesion de unas moléculas con otras, han arrojado vivísima luz sobre las cuestiones hidráulicas. *Darcy* con su admirable trabajo sobre el movimiento del agua por cañerías; *Boileau* con el no menos importante sobre las aguas corrientes y su medida; *Piobert*, *Didion*, *Duchemin* y otros muchos con sus teorías y esperimentos sobre la resistencia de los fluidos, han hecho avanzar considerablemente nuestros conocimientos. Los trabajos de estos últimos años son tantos, tan distinta su índole, y tan considerable el número de los que con sus escritos y experi-

mentos han tratado en todos los países de ilustrar las materias que hemos indicado, que sería imposible reasumirlos tan solo. Pero reconociendo los progresos conseguidos, no por eso deja de ser cierto que un denso velo cubre aún la completa solucion de gran parte de los problemas hidráulicos, y que la práctica se ve reducida á contentarse no pocas veces con meras aproximaciones, quedando espuestas en algunas á decepciones de funestas consecuencias.

Si se ha de calcular la resistencia del agua, sea que vaya al encuentro de cuerpos sumergidos en ella, sea que estando en reposo estos se muevan, dato cuyo conocimiento es de la mayor importancia para la solucion de una multitud de problemas, y entre ellos para todos los que se refieren á la navegacion marítima y fluvial, ya hemos visto asegurar á uno de los marinos que mas han estudiado la cuestion en estos últimos tiempos, tanto bajo el punto de vista esperimental como teórico, que no ha salido del dominio de la controversia. Y tanto es así, que ni aun se puede afirmar si es distinta en el caso de que el cuerpo se mueva en un líquido en reposo de la que resulta en el caso contrario; si bien algunos esperimentos mas recientes que los de *Dubuat*, particularmente los de *Duchemin*, parecen indicar que es menor en el primero.

Si la misma série de investigaciones se estiende al caso de ser el aire el que produzca la resistencia, no son mucho mas ventajosos los resultados que se obtienen; ni las teorías convienen exactamente con la práctica, ni los esperimentos, aunque muy numerosos, reúnen las condiciones necesarias para poder establecer aquella con seguridad. Así vemos á *Pambour*, no contento con aprovechar todo lo que se conocia en su tiempo acerca de esta resistencia, con el objeto de determinar la que se oponia al movimiento de los trenes en los ferro-carriles, hacer nuevos ensayos, y despues de emplear todas las precauciones que un buen criterio le dictaba, deducir una cierta resistencia absoluta. Pero tambien vemos que los esperimentos hechos por *Lardner* en Ingla-

terra, y discutidos luego por *Frimot*, la hacen inadmisibles, sin que las determinaciones posteriores puedan tampoco considerarse como convenientes.

Si abandonando este camino acudimos para calcular esa resistencia á los innumerables trabajos teórico-esperimentales que proporciona la Balística, observamos que *Didion*, en su notable discusion de 1859, acerca de las leyes de la resistencia que presenta el aire al movimiento de los proyectiles, propone una fórmula en que la espresion de la resistencia se compone de dos términos, proporcionales uno al cuadrado y otro al cubo de la velocidad. Para la deduccion de esta fórmula y sus coeficientes tuvo presentes, entre otros, los esperimentos de Metz de 1859 y 40; pero *Saint-Robert* con posterioridad á este trabajo, y fundándose en los mismos esperimentos de Metz, establece otra fórmula, en la que entran el cuadrado y la cuarta potencia de la velocidad con otros coeficientes distintos. Y mas recientemente aún el Coronel de la Artilleria rusa *Mayefski*, teniendo presentes los trabajos anteriores, pero muy especialmente los ejecutados bajo su direccion por una Comision nombrada al efecto, y empleando aparatos eléctricos para recoger algunos de los datos esenciales de la cuestion, ha establecido otra fórmula, que tambien contiene la cuarta potencia de la velocidad; pero que comprobada con los resultados de la esperiencia, da valores mucho mas aproximados que la de *Didion*, que se consideraba como la mas satisfactoria. Todo lo cual hace inferir, que aún hay que meditar y observar mucho para resolver completamente el problema.

La teoria de la resistencia y del movimiento de los fluidos aeriformes por cañerías, está tambien lejos de haber llegado á su perfeccion; y bastarian para probarlo los resultados obtenidos en el magnífico ensayo del monte Ceniz: despues de tantos vaticinios funestos como se formaban acerca de la fuerza transmitida por el aire en largas tuberías, fundándose en las fórmulas generalmente usadas y en esperimentos mal interpretados. ó á cuyas

consecuencias se trataba de dar una generalidad que no tenían. Por otra parte, el notable estudio de Darcy sobre el movimiento del agua en largos conductos, y la analogía que se ha visto existir entre los fenómenos que presentan los líquidos y los gases en sus movimientos, en términos de poderse en ocasiones deducir las leyes de los unos de las de los otros, induce á creer que ciertos resultados que Darcy ha encontrado, deberian tener aplicacion en este caso.

Las concienzudas investigaciones de este distinguido Ingeniero han introducido inmensas mejoras en la teoria del movimiento por cañerías, en términos que despues de la que se refiere á la salida por orificios, puede considerarse como una de las mas perfectas, y bajo el punto de vista práctico, capaz de dar resultados sumamente satisfactorios y aproximados á la exactitud. Mas bajo el punto de vista de la ciencia aún deja que desear; y prescindiendo de otras observaciones que pudiéramos hacer, bastaria fijarse en una de las leyes esperimentales mas importantes entre las que establece, relacionada con las resistencias debidas á la viscosidad del líquido. Efectivamente, ademas de estar en contradiccion con todas las ideas emitidas por Navier, Sonnet y Dupuit, acerca de la ley que debe seguir esta resistencia; ademas de que no hay medio de darse cuenta de ella, en términos de que él mismo Darcy confiesa que no puede explicarla, todo induce á creer que en la espresion de esta resistencia está embebida otra, dependiente de las oscilaciones y movimientos orbitales de las moléculas del fluido que corre por la cañería, y que para poderla medir independientemente, y conocer su relacion con los diámetros de las mismas, exige aún multiplicados y muy delicados esperimentos.

La bien entendida discusion hecha por Boileau acerca de la *medida de las aguas corrientes*, examinando el resultado de sus esperimentos y el de los ejecutados por otros observadores, ha demostrado que para darse cuenta del caudal de una corriente, no es posible emplear con seguridad ninguna de las fórmu-

las que generalmente suelen servir para este objeto; y que si se quiere una medida exacta es preciso dividir la corriente, segun su anchura, en varias partes, tomar en la vertical correspondiente á cada una de ellas, diversas velocidades, y entonces valerse de una fórmula propia para deducir la media entre todas estas. Aun asi será necesario emplear el instrumento hidrométrico que se considere mas exacto, y que ademas esté bien comprobado, si se quieren evitar errores de consideracion.

Cuando la corriente es tal que permite emplear para la medida de su caudal vertederos, parece que podria haber seguridad en el resultado. Y efectivamente, hay medios de aproximarse á la verdad, y evitar errores de tanto bulto como los que pueden originarse y se originan en el anterior; pero de esto á una medicion que sea completamente satisfactoria hay mucha distancia. Asi vemos Ingenieros de gran mérito, desechar como poco exactas las últimas fórmulas propuestas por Boileau, no obstante los delicados esperimentos en que las funda, al paso que otros las adoptan. Y asi vemos que uno de los que muy recientemente se han ocupado de este asunto interesantísimo para el establecimiento de los artefactos hidráulicos, despues de examinar y discutir los trabajos mas importantes relativos á esa cuestion, y entre ellos los de Castel, Poncelet, Lesbros y Boileau, despues de hacer resaltar las causas de error que pueden haberse encontrado en los esperimentos de estos autorizados hombres, despues finalmente de procurar la conciliacion de sus diferentes fórmulas, y establecer una sencilla y de suficiente aproximacion en la práctica, concluye diciendo: «Que no puede menos de espresar su sentimiento de que en la época actual esté tan poco adelantada la hidráulica práctica, y particularmente que las leyes del gasto de agua por vertederos sean tan poco conocidas.»

Del mismo modo podiamos ir indicando otro sinnúmero de cuestiones en que la incertidumbre es mucho mayor. ¿Quién ignora la ardiente polémica y los numerosos escritos á que han dado origen los grandes desastres oca-

sionados en Francia por los desbordamientos de 1846 y 1856, y las distintas opiniones que sobre los medios de aminorar estos males se han emitido? Una de las consecuencias de esa polémica fue que llegase un momento en que casi estuvo de moda anatematizar los diques longitudinales, y por el contrario ensalzar los transversales. Y sin embargo, hace poco *Du-puit*, cuya autoridad en hidráulica es grande, procura demostrar con razones de gran fuerza que el único medio eficaz contra esos desastres son los diques longitudinales, y que gran parte de las que servian de apoyo á los defensores de los diques transversales estribaban en un error fundamental, cometido por el primero que sostuvo esa doctrina; viniendo á reforzar esa opinion el distinguido Ingeniero *Comoy* con sus recientes estudios sobre los diques longitudinales.

Pero omitiremos continuar esta enumeracion, puesto que para conseguir el objeto que nos habiamos propuesto desde el principio de este discurso, basta lo manifestado; y creemos que de estos antecedentes resulta; que el conocimiento de las leyes que rijen la resistencia y el movimiento de los fluidos deja aún mucho que desear; que bajo el punto de vista de la práctica se han obtenido resultados bastante satisfactorios en muchos casos, y encontrado fórmulas mas ó menos empiricas, que usadas con criterio, dan una suficiente aproximacion; pero que en otros muchos el Ingeniero queda entregado á una especie de instinto, fundado en analogias mas ó menos acertadas, que á veces le ocasionan dolorosas decepciones. Que bajo el punto de vista científico es mucho lo que falta hacer, siendo casi imposible llegar á priori á una teoría completa y general, porque no conocemos la naturaleza íntima de los fluidos y las leyes que rijen sus acciones moleculares; que es por consiguiente necesario aproximarse á este conocimiento, valiéndose de multitud de observaciones y esperimentos delicados que cada vez proporcionan un nuevo dato y una nueva base, y que analizados, combinados, y vista su mútua dependencia, quizá conduzcan al fin deseado.

Tal vez con los materiales acumulados hasta el día, examinados detenidamente, pudiera darse ya un gran paso; tal vez los trabajos de *Hagenbach* sobre la fuerza de adherencia, y los magníficos experimentos de *Platen* sobre el equilibrio de los líquidos sin peso, unidos al singular experimento de la rueda de Aston, haciendo marchar un buque con notable celeridad por solo la adherencia de un disco con el agua, sirvan para acabar de determinar las leyes de la cohesión y de la adherencia, que tanta influencia tienen en las del movimiento y resistencias de los fluidos.

Esperemos que este momento no se dilate, y entretanto esta Academia, compuesta de personas tan eminentes por sus conocimientos en los diferentes ramos del saber humano, no contribuirá poco al adelanto de la ciencia de que nos hemos ocupado, haciendo que se emprendan concienzudamente los estudios que en todas partes se siguen con afán, y consiguiendo que, como en tiempo de D. Jorge Juan, España no desmerezca en esta clase de trabajos. La ocasión no puede por otra parte ser mas propicia, pues en la época de progreso en que se encuentra la Nación, con tantos trabajos hidráulicos emprendidos y los que han de emprenderse, dirigidos por personas muy competentes, nada mas fácil que imprimir la marcha que debe seguirse en las observaciones, señalar los huecos que falta llenar, y fijar la serie de datos que deben recojerse. El Gobierno no podrá menos de oír los votos de estas eminencias del saber cuando reclamen sus auxilios para obtener resultados que han de reportar grandísimas ventajas á todos los servicios públicos. Por otra parte, las corporaciones facultativas y científicas que tienen aquí sus representantes, pueden contribuir y contribuyen á este fin con sus enseñanzas, y solo necesitan emprender con los recursos necesarios los experimentos que mas se ligan con el servicio que les corresponde.

Ya la Junta de Estadística ha inaugurado una serie de trabajos hidrométricos que seguidos con constancia han de dar resultados de sumo interés. Las curvas de velocidades, que

hemos tenido ocasión de examinar recogidas en muchos rios de esta provincia en toda la anchura y por capas equidistantes del fondo, empleando diferentes instrumentos hidrométricos, forman en nuestro concepto un trabajo que no debia abandonarse, y que por el contrario, debe procurarse perfeccionar cuanto sea posible. Ya dan mucha luz las citadas curvas acerca de la exactitud relativa de los diferentes aparatos hidrométricos, y dejan ver de un modo claro la variabilidad de las velocidades en una misma vertical, confirmando las indicaciones de Boileau y algunos otros experimentadores, de que no es la mayor en la superficie sino á una cierta distancia de esta.

Tales son los servicios que directa ó indirectamente pueden prestar á la ciencia, y al desarrollo de las mejoras materiales del país, los hombres eminentes que se han dignado asociarme á sus tareas. ¡Ojalá me fuera dado con mis débiles fuerzas auxiliarles en sus investigaciones, siquiera fuera en lontananza! = He dicho.

NUEVOS DOCKS HIDRAULICOS

DE PILAS TUBULARES.

CONSTRUIDOS EN EL TAMESIS, CERCA DE LONDRES.

POR EL INGENIERO M. CLARK.

Lámina 165.

El dock hidráulico de pilas tubulares acabado de construir en Londres por M. Ewine Clark y representado en la lámina 165, está fundado en el mismo principio que el construido en América hace algunos años, pero con algunas modificaciones que vamos á indicar.

El tipo americano se compone como se ve en el dock de Nueva Yorck figs. 5 y 6, de una plataforma sumergida A, en la que se transporta el barco y que puede elevarse por medio de cadenas B que se arrollan á rodillos C, fijos invariablemente á una armadura establecida en la parte superior y puestos en comunicación con el émbolo de una prensa hidráulica P.