

ESTUDIO ACERCA DE LAS AGUAS.

FOR

J. ALEJANDRINO VELASCO,

INGENIERO CIVIL.

LINO M. FLOR,

INGENIERO CIVIL.

LIBRO III.

PRÁCTICA DEL AFORO,

CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LAS AGUAS. (I)

(I) **Obras que pueden consultarse.**—Ariño: *Mecánica Racional*.—Armenegaud Aincé: *Traité Des Moteurs Hydrauliques*.—Bendant: *Traité De Physique*.—Benoit: *Guide Du Meunier*.—Bours: *Cours De Mécanique*.—Calvo: *De Las Aguas*.—Cámara: *Agrimensura Legal*.—Collignon: *Cours De Mécanique Appliquée Aux Constructions*.—Daguin: *Traité Élémentaire De Physique*.—DeLaunay: *Tratado Elemental De Mecánica Teórica Y Aplicada*.—Debauve: *Distributions D' Eau*.—Douliot: *Cours Élémentaire Théorie Et Pratique De Construction*.—Dulos: *Cours De Mécanique*.—Dumas: *La Science Des Fontaines*.—Ganot: *Tratado Elemental De Física*.—Galván: *Ordenanzas De Tierras Y Aguas*.—Givoni: *Manual del Molinero*.—Græff: *Traité D' Hydraulique*.—Hidalgo Tablada: *Manual De Riegos*.—Laguna: *Manual De Aguas Y Riegos*.—Lauradó: *Tratado De Aguas Y Riegos*.—Morin: *Mecánica Industrial*.—Poncelet: *Mecánica Industrial*.—Poncelet: *Mécanique Appliquée Aux Machines*.—Prony: *Recueil De Cinq Tables*.—Rankine: *Civil Engineering*.—Resal: *Traité De Mécanique Générale*.—Silliman: *Principles Of Physics*.—Sonnet: *Dictionnaire Des Mathématiques Appliquées*.—Vallejo: *Tratado Sobre El Movimiento Y Aplicaciones De Las Aguas*.—Vicuña: *Agricultura Moderna*.—Vigreux: *Théorie Et Pratique De L'Art De L'Ingénieur*.—Violle: *Cours De Physique*.—Weisbach: *Lehrbuch Der Theoretischen Mechanik*.

SECCION I.
CONSIDERACIONES GENERALES
SOBRE LA MEDIDA DE LAS AGUAS.

I

CURSOS DE AGUA

155. **Diferentes clases de cursos.**—Si se prescinde de los grandes depósitos conocidos con el nombre genérico de *aguas estancadas* (Libro I, Secc^o I, n^o 43), las aguas se encuentran circulando por la tiora, subterránea ó superficialmente (Libro I, id. n^o 45 y 46); estas corrientes obedecen á la ley de la gravedad, y forman las que se denominan *cursos de aguas corrientes*. Estudiando ahora los superficiales, como los demás inmediata aplicación á la industria, pues los subterráneos deben ser, por lo regular, transformados en superficiales, decimos, que aquéllos se encuentran de dos maneras: 1^a corriendo por *cauces naturales*, como ríos, arroyos, cañadas, &c.; ó *artificiales*, y éstos son ó á *ciclo descubierto*, como las acequias, canales, &c. ó *subterráneos*, como las cañerías; 2^a, pasando por aberturas ú orificios practicados en paredes más ó menos gruesas: de aquí el estudio de las consideraciones analíticas que se originan de la salida de los líquidos por orificios *en pared delgada* ó *en paredes de espesor más ó menos considerable*, y que determinan los tubos *cortos y largos*: son un caso especial de éstos, los tubos de conducción para cañerías y otros usos.

En la aplicación de las aguas á la industria, lo primero, por lo regular, es conocer el volumen ó cantidad necesaria para fines especiales, ya sea con el objeto de producir el riego, ya para el consumo y aseo de las poblaciones, el movimiento de máquinas &c. Por consiguiente, la medida del volumen ó caudal en los cursos de agua, es una operación primera é indispensable para las ótras que se hacen con dichos fines. Luego, es necesario, ante todo, precisar las reglas científicas que fijan ese caudal para los casos en que se presentan los cursos; y así se debe inquirir: 1^o la manera de conocer la cantidad de agua que pasa por aberturas ú orificios practicados en paredes ó cuerpos cualesquiera: 2^o el modo como se puede fijar el volumen de las aguas que corren por un cauce cualquiera natural ó artificial. Y como, por lo dicho, de esta medida dependen importantes operaciones industriales, se sigue que ella debe ejecutarse de modo que el resultado obtenido se aproxime lo más que se pueda á la verdad: ¿cómo emprender en una acequia, costosa quizás, para conducir un cierto volumen, si por no conocer el cuan-

de satisfacer, en parte siquiera, supuesta la absorción del terreno y la evaporación del agua, las necesidades á quo se quiera atender.

156. **Aforo.**—Según lo dicho, en el n^o precedente, es necesario *aforar* el agua. *El aforo es la operación por la cual se determina, aproximadamente, el volumen ó caudal de las aguas que, en la unidad de tiempo, pasan por un orificio ó caño, ó circulan por el cauce de un río, arroyo, canal, acequia, &c.:* tal volumen se llama el *gasto del orificio ó cauce dado*.

De los varios métodos de aforo, ya se trate de orificios, ya de cauces, nos ocuparemos en las dos Secciones siguientes. Ahora decimos, que si llamamos *G* el gasto de un cauce ú orificio, este volumen equivaldrá siempre al de un prisma que tiene por base la sección del orificio ó cauce dado, y por altura la longitud corrida en la unidad de tiempo, que supondremos ser siempre un segundo sexagesimal; si, pues, con *S* y *V* señalamos el área de la sección y la altura ó longitud corrida, la geometría manifiesta que dicho volumen se expresa por

$$G = S. V \quad [191]$$

Y esta ecuación indica la operación que debe hacerse al aforar un curso de aguas: *el gasto es igual al producto de la sección por el espacio que corren las aguas en la unidad de tiempo, ó sea por la velocidad del curso.*

Puede también determinarse el peso *P* del volumen que la fórmula [191] suministra para una sección dada; porque, si llamamos *D* la densidad ó peso específico del líquido considerado, la física enseña que tal peso es (Libro II, Secc^o II, n^o 145, ecuaⁿ 184),

$$P = G. D = S. V. D; \quad [192]$$

ó sea *el producto del volumen por la densidad.*

Como respecto del agua el peso específico es

$$D = 1 \text{ Kilogramo}$$

por cada litro ó decímetro cúbico, lo cual supone agua destilada, es decir, en el mayor grado de pureza y á 4^o del termómetro centígrado, parece que en los ríos esta densidad debe ser diferente; pues las aguas en ellos, sobre tener distinta temperatura, son generalmente impuras; sin embargo, en la práctica, para los ríos con aguas trasparentes, puede tomarse aquella densidad, por haber una compensación de errores, á saber: 1^o, las aguas de los ríos, como tienen sales y otras sustancias en disolución, pesan por litro, más de un kilogramo, y por esto puedo decirse que son *más densas*; 2^o, por ser mayor la temperatura de los ríos, pues la media es ordinariamente de 16^o, en cada li-

ya se ve que las dos circunstancias mencionadas influyen en sentidos contrarios, y, por lo mismo, sensiblemente se compensan; de modo que puede tomarse un kilogramo de peso por cada litro de agua de río. Por tanto, si el resultado que suministra la ecuación [191], se expresa en decímetros cúbicos, el mismo será litros; y así,

$$P = S \cdot V \text{ kilogramos}$$

es el peso del agua que, en la unidad de tiempo, pasa por la sección S dada.

157. **Velocidad media.**—La velocidad V, factor en la ecuación [191], no es la de cada uno de los hilos líquidos que pasan por la sección que se considera, sino la que tendría la masa á fin de que, en la unidad de tiempo, discurra por dicha sección, el mismo volumen que producen las diferentes velocidades con que corren las moléculas de los hilos mencionados. Esa velocidad se llama *velocidad media*; de modo que este nombre, en hidráulica, se aplica á *aquella con la cual, el volumen que discurriera por una sección dada, en la unidad de tiempo, sería igual al que realmente discurre*. Es objeto de la ciencia descubrir la manera de encontrar esa velocidad media; pues ella, y no otra, es la que se introduce en los cálculos; y así, el factor V contenido en [191], es dicha velocidad media.

Sólo en cada uno de los hilos líquidos, cuya sección es infinitamente pequeña, la velocidad queda constante al pasar por la sección indicada; por tanto, si llamamos $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots$ el volumen de cada hilo, el total de las aguas, para la sección S, será la suma de los volúmenes de aquéllos; es decir,

$$G = \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots; \quad [193]$$

y resulta, pues, que el *volumen producido con la velocidad media, es la suma de los volúmenes elementales correspondientes á los hilos líquidos que pasan por la sección considerada, con sus velocidades reales*.

Si se expresan también, respectivamente, por v_1, v_2, v_3, \dots ; s_1, s_2, s_3, \dots las velocidades y secciones de los hilos líquidos á que se refiere la ecuación anterior, tendremos

$$G = S \cdot V = v_1 s_1 + v_2 s_2 + v_3 s_3 + \dots = \sum [v s],$$

$$V = \frac{G}{S} = \frac{v_1 s_1 + v_2 s_2 + v_3 s_3 + \dots}{s_1 + s_2 + s_3 + \dots} = \frac{\sum [v s]}{\sum [s]}; \quad [194]$$

por lo cual, la ecuación [191] se escribirá también,

$$G = S \cdot V = [s_1 + s_2 + s_3 + \dots] V = \sum [s.] \frac{\sum [s. v]}{\sum [s]} = \sum [s v];$$

y si

es el volumen de un hilo cualquiera, será así mismo

$$G = \mathcal{L} [\gamma].$$

De otro modo: si por $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots$, cantidades muy pequeñas, se expresan las diferencias entre la velocidad media de la masa total y las velocidades verdaderas de un número n muy grande de porciones ó hilos muy delgados, en que se considere dividida la masa indicada, tendremos, para la sección S ,

$$v_1 = V + \mu_1$$

$$v_2 = V + \mu_2$$

$$v_3 = V + \mu_3$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\text{ó } v_1 + v_2 + v_3 + \dots\dots\dots = nV + [\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \dots\dots\dots],$$

$$\text{ó } V = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + \dots\dots\dots}{n} = \frac{\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \dots\dots\dots}{n};$$

y como

$$\frac{\mu_1 + \mu_2 + \mu_3 + \dots\dots\dots}{n} = 0$$

para n más y más grande, resulta

$$V = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + \dots\dots\dots}{n}, \quad [195]$$

nueva forma de la velocidad media contenida en [191]; y ésta puede escribirse también

$$G = S \cdot \frac{v_1 + v_2 + v_3 + \dots\dots\dots}{n}, \quad [196]$$

158. **Observación.**—Discutir la ecuación [191] y encontrar todas las transformaciones que se originan de la consideración de pasar el agua por orificios ó cauces cualesquiera; y determinar, al mismo tiempo, los valores de V que correspondan á las suposiciones particulares hechas respecto de S , son las grandes cuestiones que nos proponemos estudiar en las Secciones siguientes de este Libro. Por ahora nos basta insistir en esto, á saber: que dicha fórmula es la expresión más general que puede ofrecerse en el asunto de que tratamos al presente; las ótras son casos especiales de ella.

II

UNIDADES EN LAS MEDIDAS DE AGUA.

159. **Casos que pueden ocurrir.**—En la medida de las aguas pueden presentarse dos cuestiones muy diferentes, y que es necesario considerar atentamente para no incurrir en inexactitudes al fijar la unidad. Tales son: 1.^a, determinar el volumen que pasa por una sección dada, en condiciones particulares, é independientes de todo acto voluntario del hidrómetra, por lo menos en el momento de practicar la medida, como son mayor ó menor profundidad en el curso, velocidad más ó menos grande, &c.^a, &c.^a. El Sr. Galván [1] llama con mucha propiedad, *medidas de reconocimiento* las que se hacen en este caso; y entre ellas enumera, expresamente, *las medidas que se practican en un río, canal &c.^a, con el objeto de conocer la cantidad de agua que llevan estos acueductos.* 2.^a *Fijar las condiciones particulares de un orificio ó sección para que dé paso á un volumen de agua determinando de antemano; y viceversa: dada una sección arbitraria, determinar el volumen que por ella pasa.* Tal operación se ejecuta, generalmente, en el caso de *venta, arrendamiento, distribución, &c.^a* de las aguas; y el autor citado emplea los términos muy propios, de *medidas de distribución*, para designar las que entonces se hacen. Es evidente que en estas medidas interviene, de todo en todo con antelación, el acto humano, ya sea que se consideren las condiciones particulares de la *sección para que produzca el volumen conocido, ya se tenga en cuenta este mismo volumen.*

Es manifiesta la diferencia que existe entre las dos clases de medidas que deben hacerse, según sea la cuestión que se trata de resolver: en las *medidas de reconocimiento*, que llamaremos también *medidas de aforo*, nadio para nientes en las condiciones particulares del curso; porque éstas, por lo regular, dependen de las causas naturales que intervienen en cada corriente; y basta que el perito hidrómetra ejecute con precisión la medida del área ó perfil trasversal del curso, y de su velocidad, con lo que se obtiene un resultado muy aproximado á la verdad, que es lo necesario; y debe observarse que, en esta operación, el resultado final es el *conocimiento del volumen, aunque sección, veloci-*

[1] Véase citada obra, p. 280 y siguientes.

id, y *volumen* sean cantidades incógnitas al principio. Mas, en las *medidas de distribución*, como lo hemos dicho, sucede lo contrario: ó conocido el volumen, se trata de hallar las condiciones particulares que debe tener un orificio ó sección para que en cierto tiempo que generalmente es un segundo, pase el volumen determinado; ó conocido el orificio se trata de hallar el volumen. De esta manera, siendo diferentes las cuestiones, han de ser diferentes los procedimientos de medida; y, por ende, ha de haber cierta diferencia entre las unidades con que se hacen las medidas.

Presentar, con la claridad posible, las unidades de medida que se deben de adoptar, según el caso que haya de resolverse, es lo que nos proponemos en los n.ºs siguientes.

160. Unidad en las medidas de aforo ó reconocimiento.—El objeto principal en esta clase de medidas es, según lo expuesto, *calcular el volumen que pasa por una sección determinable*. Se deduce, por tanto, que lo esencial es observar las reglas que enseñan á conocer las áreas de los orificios ó perfiles, según sus formas, y determinar con precisión las velocidades que corresponden á los cursos que por ellos pasan: tales reglas se expondrán en las siguientes Secciones de este Libro, al tratar de la *salida por orificios* y de las *corrientes por cauces cualesquiera*. Con esa práctica, el volumen ó gasto será la expresión volumétrica de la unidad lineal, que sirvió para medir las dimensiones del área ó perfil y la magnitud de la velocidad, al multiplicar las tres dimensiones. No hace al caso que el valor cuantitativo de estas dimensiones sea dado en varas, metros, &ª: el producto de los tres factores dará varas cúbicas, metros cúbicos, &ª, números que, respecto de una misma cantidad determinable, tienen, á lo más, diferencia en la forma, mas no en el fondo; porque ellos significarían, siempre, el mismo valor cuantitativo de una magnitud determinable, con expresiones diferentes, como lo son, por ejemplo, los miembros de la ecuación

$$[12]_{10} = [10]_{12},$$

que expresa la reunión de doce unidades en el sistema cuya base es 10, y en el que tiene por base el número doce.

Decir que se fije, por ley, el metro cúbico y sus submúltiplos, por segundo, para la medida de aguas, es decir algo que no tiene sentido, en países como la República del Ecuador, donde, legalmente, es de observancia obligatoria el sistema métrico. En efecto, para nuestra República es obligatorio el sistema indicado, desde el año 1856; pues, en la ley de 5 de diciembre del mismo año, se dispone:

“Art. 1.º— En toda la República habrá un solo sistema monetario, y de pesas y medidas.

“Art. 2.º— Este sistema será el decimal francés: la uni-

dad fundamental para la moneda es el franco, igual en ley á 0. 900 (novecientas milésimas); la unidad fundamental para las pesas y medidas, es el metro, igual en longitud á la diez millonésima parte del arco del meridiano que viene del polo Norte al Ecuador." &^a.

Luego ya están fijados como unidades de medida para cualesquiera extensiones y, por ende, para las aguas corrientes, el metro cúbico y sus submúltiplos, por un segundo; porque, desde el momento que se trata de medir un volumen, como es la extensión del cuerpo agua, hay que emplear la unidad adecuada al caso, que es el metro cúbico; y, conocido el número expresión de esta medida, por un tiempo dado, se puede conocer, mediante una simple división, el que corresponde á 1 segundo, si éste no fué aquel tiempo: el resultado será metros cúbicos por 1^s, número que puede también ser expresado en submúltiplos de metro cúbico, si se le multiplica por 1000 para litros ó decímetros cúbicos, por 1 000 000 para mililitros ó centímetros cúbicos, &^a. Así, no es necesario que, en la República del Ecuador, una nueva ley fije como *unidad de medida, para las aguas corrientes, el metro cúbico y sus submúltiplos, por un segundo*: ya lo están.

De lo expuesto se deduce, que en *las medidas de aforo*, puede ser unidad el pie cúbico, la vara cúbica, el metro cúbico, &^a; es decir, *cualquiera unidad volumétrica*; mas, los países que han admitido legalmente el sistema métrico, el cual ha de ser, por lo mismo, obligatoriamente observado, *deben de usar, ipso jure, como unidad de aforo, el metro cúbico ó sus submúltiplos, por un segundo á otro espacio de tiempo*.

161. *Unidad en las medidas de distribución.*—

Con los términos *medidas de distribución*, felizmente empleados, á nuestro juicio, por el Sr. Mariano Galván en la obra citada, designaremos la operación que tiene por objeto *determinar, para un volumen de agua mayor ó menor, á voluntad, según las unidades de aforo contenidas en él, la sección que le corresponde, al correr en la unidad de tiempo*; é, inversamente: *si la sección se fija á voluntad, encontrar el volumen, expresado en unidades de aforo, que pasa por ella durante el mismo tiempo*. De esta manera, el volumen que corresponde á la sección arbitraria, con una velocidad determinada, puede ser *una nueva unidad* que sirve para medir distributivamente otros volúmenes en condiciones análogas; por tanto, si en la distribución, los volúmenes están en una razón dada, y se dispone de modo que las velocidades sean iguales, *aquéllos serán como las secciones por las cuales pasan*: en este caso, la medida de los volúmenes se efectúa considerando la relación entre las indicadas secciones; mas, si en el mismo supuesto, se hacen éstas iguales, las medidas distributivas darán, para los volúmenes, números que estén entre sí como las se-

ciudades; y, por la determinación de éstas, puede conocerse el valor de aquéllos.

Es evidente, por lo expuesto, que la unidad en las *medidas de distribución*, se emplea principalmente cuando se trata de distribuir un volumen dado de aguas entre varios partícipes, ó de fijar los elementos que corresponden á una cantidad concedida por venta, arrendamiento &^a; y, como son estos los ordinarios de la vida social, de aquí la importancia que tienen las *medidas de distribución*; y lo segura y cierta que ha de ser la unidad correspondiente, de cuyos elementos se tratará en el número 163. Sin embargo, como esta unidad ha de contener partes ó unidades de las de aforo, se puede también expresar el volumen determinado en las *medidas de aforo*, por unidades de las *medidas de distribución*, como se expresan, por ejemplo, las diferentes unidades del 2^o, 3^o, &^a órdenes del *sistema de numeración*, por las unidades simples, decenas, &^a, diciendo, verbigracia, *una centena, ó diez decenas, ó cien unidades*.

Y no se diga, empero, que no son necesarias las *medidas de distribución*, y, por ende, su unidad, porque bastan las de simple aforo, ó son iguales á ésta: la Economía Política enseña que, si bien la unidad es, matemáticamente, tan arbitraria como se quiera, civilmente esta arbitrariedad tiene cierta limitación considerado el objeto, la sencillez de la expresión ó el número que resulta, y la frecuencia de la demanda; deben, pues, ser unidades, en cada clase de medidas, aquellas cantidades que más á menudo se presenten en las transacciones, que sean las mejores y más generalmente conocidas y de fácil comprobación, al menos de una manera suficiente para el uso. Esto supuesto, un metro cúbico de agua, por un segundo, ó sea el volumen de 86 400 metros cúbicos en un día de 24 horas, no podría ser unidad en las medidas de distribución, para la generalidad de las provincias de la República, por lo costoso que es obtener ese caudal en un segundo: si dicho volumen fuera unidad en el caso que estudiamos, como su consecución no está al alcance del mayor número de los que demandan aguas, las cantidades adquiridas por éstos serían fracciones más ó menos pequeñas de aquel volumen, y por lo mismo, expresiones poco sencillas en la vida práctica; sin embargo, un metro cúbico ó un múltiplo de éste puede pasar por un cauce dado, de modo que en las *medidas de aforo* no hay inconveniente al tomar un *metro cúbico* como unidad. Si el mismo metro cúbico fuera unidad en las *medidas de distribución por 24 horas*, los volúmenes ordinarios en las transacciones ó las unidades corrientes, serían también de expresión molesta en la vida civil, por los grandes múltiplos que se emplearían; y, sin embargo, hay muchos cauces³ por los que corren, en 24 horas, uno ó pocos metros cúbicos, de modo que para el caso de aforo, un metro cúbico puede ser unidad muy adecuada.

(Continuará)

De lo que precede se deduce, que si hay unidades en las *medidas de aforo* no cómodas para las concesiones de aguas por venta, arrendamiento, &c., alguna diferencia ha de haber entre aquellas unidades y las que se emplean para estos casos; y, por lo mismo, alguna diferencia debe existir entre las medidas de *aforo* y las de *distribución*.

No se diga tampoco que se complican las operaciones con introducir dos diferentes medidas; porque: 1º, por la discusión precedente se ve que es propio ó natural de las cuestiones sobre aguas, la diferencia entre dichas medidas y sus unidades correspondientes; y 2º, diferentes unidades en un mismo asunto, simplifican las expresiones antes que complicarlas: tal sucede con las unidades del 1º, 2º, 3º, &c. órdenes del sistema de numeración; y, por los ejemplos precedentes con ocasión del metro cúbico, se ve que en el asunto que estudiamos se verifica una cosa semejante.

Como en la Sección que escribimos nos proponemos dar una idea clara de lo relativo á la medida, en general, de las aguas corrientes, insistiremos algo más acerca de la diferencia entre las medidas de reconocimiento ó aforo y las de distribución; y, al mismo tiempo, expondremos hechos prácticos que pongan de manifiesto el acierto con que procedió el Congreso de 1886, al dar la ley que fijó la *unidad* para las *medidas de distribución*. Con este fin procederemos de la siguiente manera:

1º.—En la determinación de un volumen líquido que corre con sección y velocidad fijas, y con independencia de la voluntad del hidrómetro, operaciones que constituyen las *medidas de aforo ó reconocimiento*, no hay nada de *arbitrario* en manera alguna, según lo hemos manifestado en el n.º 160; mas, en fijar, á voluntad, volumen y velocidad para determinar la sección; ó en establecer voluntariamente ésta y la velocidad para calcular el volumen, operaciones que constituyen las *medidas de distribución*, hay mucho de *arbitrario*. En aquellas medidas los elementos del caso que se presente son *constant*es, por lo menos si se tiene en cuenta la acción actual del hidrómetro; en éstas, dichos elementos pueden variar por esa voluntad; pero lo que es por naturaleza *constant*e, es por necesidad diferente de lo que puede variar por acto de voluntad. Y de tal manera es diferente que, si intervienen dos ó más hidrómetros y no hay nada ijo de antemano para las segundas medidas, mientras dichos veritos pueden estar de acuerdo en el resultado de las medidas primeras, pueden sacar diferencias muy notables en los números que expresan los resultados de las segundas, y esto refiriéndose á un mismo volumen aforado.

Ahora bien, tales diferencias se han presentado en la República del Ecuador, con grave perjuicio de la propiedad individual; y entre varios hechos de esta naturaleza, referiremos el siguiente, que es notabilísimo, principiando por decir que, entre

nosotros, la unidad de distribución, antes de 1886, era la antigua PAJA DE AGUA, *sección cuadrada de una pulgada de lado*; y, como determinado uno de los elementos de la unidad, quedan dos otros por determinar, uno de los cuales puede ser arbitrario, la *velocidad* por ejemplo, con frecuencia al volumen de dicha paja, cada práctico asignaba el número que le parecía. Esto supuesto, aconteció que uno de dos propietarios debía dar al otro cierta cantidad de aguas ó su valor en dinero, á razón de treinta pesos la paja, habida en consideración el caudal total de las aguas que corrían por el fundo del primero; cada uno de los propietarios nombró su perito, y, cosa extraña, éstos, que midieron al mismo tiempo dicho caudal y estuvieron de acuerdo en los resultados obtenidos por las medidas de aforo, discreparon extraordinariamente en las medidas de distribución, al emplear la unidad paja; pues, mientras el uno obtuvo en la medida *siete mil*, poco más ó menos, la operación del otro produjo *un mil* ó cosa parecida: la diferencia fué de *seis mil pajas*; y se traducía por 180 000 pesos ó 144 000 sucres la ganancia ó pérdida indebida, que la falta de acuerdo entre los prácticos originaba para uno ú otro de los propietarios. Supuesta la buena fe de dichos prácticos y existiendo ya, con carácter obligatorio en la República, el sistema métrico, se infiere, que para evitar el perjuicio en las medidas de agua, no es suficiente fijar como unidad el metro cúbico ó sus submúltiplos por un segundo: mientras, con estas unidades, hubo y puede haber acuerdo en las medidas de aforo, falta ese acuerdo en las medidas de distribución. Luego las dos clases de medidas, al tratarse de las aguas, son operaciones muy diferentes.

2º--En las *medidas de aforo* es natural el acuerdo; pues, si dos peritos hacen juntos las operaciones del caso, al obtener el uno, escrupulosamente, un metro de velocidad, por ejemplo, lo mismo obtendrá el otro, á menos de negar el criterio de los sentidos: en dichas medidas los prácticos, que proceden con buena fe, han de estar, necesariamente, conformes. Mas, en las *de distribución* la cosa es diferente; pues, si los peritos están de acuerdo en la sección que debe producir la cantidad concedida en venta, arrendamiento, etc., pueden no estarlo en cuanto al volumen que á aquella corresponde, porque, en la unidad de medida, para una misma sección, resultan diferentes gastos según las presiones ú otros elementos que se le atribuyan (1): el volumen de la unidad dependerá, para cada uno, del juicio que se haya formado acerca de las condiciones que, á su modo de ver, influyen en el paso del volumen por la sección dada. Luego, sino hay algo fijo de antemano, puede muy bien acontecer que los prácticos, aunque procedan con buena

(1) V no se crea que este inconveniente desaparece con sólo conocimientos

fe, asignen, sin llegar jamás á un acuerdo, valores diferentes para la unidad en las *medidas de distribución*; por lo cual resultarán diferencias enormes, aunque *ilusorias*, en los resultados de estas medidas; y esto fué lo que sucedió en el caso antes mencionado, acerca de las *mil y siete mil pajas*, porque, en nuestro país, á la unidad, para tales medidas, cada práctico atribuía diferentes valores cuantitativos; y, como esto viene desde los tiempos de Maricastaña, no hay otro medio, para evitar esas monstruosas diferencias en los resultados, que fijar de una manera obligatoria el volumen que corresponde á esa unidad, *paja*, introducida en la República, y según la cual, de más de un siglo á esta parte, se han hecho las transacciones que han versado acerca de las aguas. De otro modo, semejantes diferencias existirán siempre; pues, por contratos anteriores, se han originado y pueden originarse innumerables litigios y reclamaciones que, por falta de acuerdo entre los prácticos, producirán la ruina de las fortunas de unos ciudadanos con beneficio injusto de otros.

Luego, atentas las circunstancias de nuestro país, independientemente de la unidad que sirve para las *medidas de aforo*, debe existir otra unidad para las *medidas de distribución*, fija, cierta, determinada y capaz de ser aceptada obligatoriamente; sólo así desaparecerán, como lo hemos dicho, esas diferencias ilusorias en los resultados de unas mismas operaciones, y que, sin embargo, se traducen por *perjuicios reales* en la fortuna individual.

162. La unidad paja en las medidas de distribución, como lo era antes de 1886.—Pero no se crea que sólo en la República del Ecuador se han verificado las singularidades de que hemos hecho mención en el n.º precedente: España, nación muy más antigua, deplora, quizás hoy día, sucesos análogos; pues el Sr. Marcial de la Cámara se expresa en los términos siguientes (1): “Muchas de las cuestiones que se suscitan por las *distribuciones de aguas* reconocen por causa principal la falta de una unidad de medida conocida y que no induzca á error; de la que se sirve en Madrid está tan poco determinada, que con el mismo derecho pueden participar diferente cantidad de agua los que disfrutan de un mismo depósito. El *real* de agua de que en Madrid se hace uso induce tanto más error, cuanto que se funda en un principio opuesto al objeto que se busca; el *real* de agua y sus múltiplos estriban en su magnitud, siendo así que no es esta la sola que influye en la cantidad de agua que puede salir por un orificio dado en un tiempo determinado; la disposición del depósito, la altura del líquido en él, el estado de reposo del mismo, la forma y lugar del orificio, la proximidad de varios de éstos, las paredes del depósito y

otras causas influyen por mucho en la cantidad de agua que puede salir por los orificios del mismo diámetro y en el mismo tiempo dado; de consiguiente *la unidad más conveniente es la que se funda en la cantidad de agua á que dé paso un orificio en un tiempo dado, etc.*”

Se pregunta ahora: por qué en España y el Ecuador ha habido los mismos inconvenientes en las medidas de distribución de las aguas. Porque en España y el Ecuador se ha supuesto, que con sólo determinar la dimensión del orificio, sin otras condiciones, pasaba siempre por él, un mismo volumen, lo cual es un absurdo á todas luces: en efecto, basta variar las profundidades en que se lo sitúe, bajo el nivel del líquido en el depósito, para que salgan diferentes volúmenes, como se demostrará después. Y lo más extraño es que, en nuestra República, antes del año 1886 ni siquiera se pensó en eliminar la absurda práctica que acogía aquello; porque es evidente, que fijando el volumen con las circunstancias de presión, espesor de pared, &^a, que pueden corresponder á esa unidad introducida desde tiempo inmemorial, por el mismo hecho se declaran diferentes los volúmenes para distintas presiones, que es lo racional.

A la verdad, los prácticos, cuando querían colocar el orificio de *una paja*, que era por tradición *una pulgada cuadrada*, hecho el depósito de distribución, situaban tal orificio, ya circular, ya cuadrado, ya rectangular, según lo que cada cual juzgaba, á la profundidad que les parecía conveniente, suponiendo, sin duda, que la variación en las presiones no alteraba el gasto. Con semejante práctica sucedía lo que en España, que *con el mismo derecho los compradores ó concesionarios participaban de diferente volumen por una misma unidad*: ya se ve que esto es el colmo de lo absurdo.

Nada hay de exagerado en lo que decimos; pues, por los datos tradicionales que escrupulosamente hemos recogido, y por las escrituras antiguas sobre contratos de agua, que hemos leído, se deduce, que en nuestro país la unidad de distribución, *la paja de agua*, tenía por múltiplos *el riego, el molino y el buey*, en la forma siguiente:

| | | | | |
|-------------|----------------|---------------|--------------|--|
| <i>Buey</i> | <i>Molinos</i> | <i>Riegos</i> | <i>Pajas</i> | } Un buey era la sección de 1 vara cuadrada. 1 Molino “ “ “ “ 1 pie cuadrado. 1 Riego “ “ “ “ $\frac{1}{36}$ de vara cuadrado, ó sea un orificio cuadrado, de seis pulgadas de lado. |
| 1 = | 9 = | 36 = | 1 296 | |
| | 1 = | 4 = | 144 | |
| | | 1 = | 36 | |

Y la *paja*, ¿cuánto era, qué volumen expresaba? Nada absolutamente nada se sabía al respecto: la definición, al ex-

plicarla sólo como orificio, nada decía, una vez que *la pulgada cuadrada, ó sea el orificio equivalente al cuadrado que tiene una pulgada de lado*, ninguna relación guarda con los diferentes volúmenes á que puede dar paso en distintas condiciones. Así, no sabiéndose el valor de la unidad paja en cuanto al volumen, tampoco se sabía el de los múltiples *bueyes, molinos, riegos* en cuanto al mismo volumen, cosa indispensable, porque con la unidad paja y sus múltiples se trataba de medir un cuerpo como el agua. Luego, los nombres **36** *pajas ó un riego*, **4** *riegos ó un molino*, **9** *molinos ó un buey*, no tenían sentido ó eran medidas absurdas que se usaban sin entenderlas ni conocerlas.

Tal era el estado de la cuestión antes de la ley que expidió el Congreso de 1886, y por la cual se sustituyó á la arbitrariedad la justa determinación; al alarma de la incertidumbre, la tranquilidad por un resultado cierto [1]; á la rutina, en fin, de una práctica empírica, el procedimiento que dicta la razón científica. Ya era tiempo, en verdad, de poner un coto á tanto abuso: el país progresaba, había clases especiales para ingenieros y arquitectos, y, sin la ley dada, los profesores no habrían sabido lo que, al respecto, debieran enseñar á los alumnos. ¡Cuántas veces ingenieros nombrados para avaluar perjuicios ocasionados por indebidas privaciones de pajas de agua concedidas, no sabían la manera racional de proceder, porque, como se ignoraba el volumen de la unidad paja, no se podía fijar el número de las que bastaba para el riego de la hectárea! Desde la ley de 1886 todo es claro, cierto, manifiesto, y no con arbitrariedad perjudicial á contratos anteriores, sino que la determinación se apoya en hechos racionales que, como lo exponderemos á poco, se podían suponer antes de la ley mencionada, pero que, las más veces por capricho, no se aceptaban, y se dejaba en pie la tremenda incertidumbre.

163. Caracteres que debe tener la unidad en las medidas de distribución.—En esta clase de medidas, como en todas las que se presentan en las transacciones de la vida social, la *unidad* debe tener los siguientes caracteres:

1.^o—*Estar en armonía con la naturaleza de las cosas que han de medirse.* Esta cualidad se enuncia en las ciencias matemáticas diciendo, que *la unidad ha de ser de la misma especie de la magnitud determinable.* Contra esta prescripción pecaba la antigua *paja de agua* del Benador; pues un cuerpo, el *agua*, se pretendía medir sólo por un orificio ó sección, como era esa antigua paja, según lo hemos indicado en el número precedente. Al contrario, la unidad definida en el Art.^o 2.^o de la ley vigente dice:

(1) Considere el lector el hecho mencionado, acerca de la diferencia entre *un mil y siete mil pajas*, que se obtuvieron en la medida de un mismo volumen, y conocerá la propiedad con que escribimos.

“Paja de agua es el volumen que fluye en un tiempo dado, por un orificio circular de dos centímetros de diámetro, practicado en pared vertical, cuyo espesor es de diez y siete milímetros, y con la carga de cuatro centímetros sobre el centro del orificio indicado.”

Y es manifiesto que este artículo define un volumen, porque son volúmenes las aguas que salen por los orificios ó compuertas de distribución, y que exigen medida, en los múltiples casos prácticos de la vida social; es sabido, también, que tales aguas, en dichas suposiciones, aumentan ó disminuyen, en volumen ó caudal, según las condiciones de los orificios y las presiones sobre los bordes ó centros. Por lo visto en el n^o 161 de este Libro, en las medidas de distribución entran, como elementos esenciales, *volumen concedido* y *sección* por donde pasa. Luego la unidad, para esta clase de medidas, debe contener los mismos elementos. Y como la ley trataba de fijar la *unidad en las medidas de distribución*, porque los pleitos se suscitaban por falta de las aguas pactadas, consecuente con la naturaleza de la cuestión que debía arreglarse, el Congreso procedió científicamente al definir la unidad que facilitara esas medidas, expresándola en *volumen* y *sección*.

De este modo aparece que el Art^o 2^o citado, está adecuadamente concebido. Además, nuestra ley no podía separarse ni de la naturaleza del asunto ni de la opinión de los hombres sabios ni de lo que, en todo tiempo, se ha practicado en el mundo. Y son tan ciertas nuestras afirmaciones, que el Sr. Marcial de la Cámara, según lo expuesto en el n^o 162, al estudiar las condiciones particulares de la unidad en las medidas de distribución, dice: “..... de consiguiente la unidad más conveniente es la que se funda en la cantidad de agua (VOLUMEN) á que dé paso un orificio (SECCIÓN) en un tiempo dado (TIEMPO DE DURACIÓN PARA EL GASTO), etc.”; y este tiempo en nuestra ley se determina por el Art^o 3^o. Véase, pues, como un autor, especialista en el ramo, exige, como requisitos en la unidad, los elementos que ha introducido nuestra ley.

Además, hasta ahora no se ha dado una unidad para las *medidas de distribución*, sin definirla en cuanto á orificio y volumen correspondiente. La *pulgada de Fontanero* es un ejemplo de esto; porque, todos los autores que de ella se ocupan dicen, en términos más ó menos semejantes, *que es el volumen, igual á 19.199 metros cúbicos* (bien que los tratadistas difieren en pequeña cosa al señalar la cantidad), *que pasa, durante 24 horas, por un ORIFICIO CIRCULAR de una pulgada de diámetro y con la PRESIÓN DE UNA LÍNEA sobre el borde superior del mismo orificio*: evidentemente la unidad está definida con *orificio* y *volumen*. De la ONZA ó PULGADA MILANEZA se dice, *que es el volumen, igual á 44.67 litros, que corre, durante un segundo, por un ORIFICIO rec-*

langular, con el ancho de tres pulgadas milanezas y cuatro de altura: contiene, como se ve, *orificio y volumen*. EL REAL FONTANERO DE MADRID se ha definido también con *orificio y volumen*, como consta de la obra del Sr. Andrés Llauradó, indicada al principio de este Libro. Lo mismo se observa con la PLUMA BARCELONESA y PLUMA DE MATARÓ; y también puede decirse que sucedió, en lo antiguo, con la ONZA DE AGUA ROMANA.

El sabio hidráulico Prony, cuando el 23 de diciembre de 1816 propuso á la Academia de Ciencias de París la sustitución de la pulgada de Fontanero con el *módulo de agua*, llamado por algunos autores *pulgada métrica*, y *nueva pulgada de agua* por otros, sustitución con la cual se introducía una nueva unidad que completara el sistema métrico decimal, después de manifestar que el volumen correspondiente era de *veinte metros cúbicos en 24 horas*, añadía (consta de la Memoria de la Academia, año de 1817):

“Así, en último resultado, el doble de la *unidad de distribución de agua* que yo propongo, será dado, en el aparato de aforo, por un orificio circular de un centímetro de radio, cargado sobre su centro de 5 (1) centímetros de agua, verificándose la salida por un tubo adicional de 17 milímetros de longitud.” (2)

Se ve que esta UNIDAD DE DISTRIBUCIÓN está definida con *orificio y volumen*.

2^o—*Ser notoria, es decir, generalmente conocida ó fácil de conocerse*. Esta condición exige, á más de los requisitos que matemáticamente debe tener la unidad, ciertos caracteres que se relacionan con la vida práctica de los pueblos y las necesidades de los individuos. Pues, si bien la unidad matemáticamente es *arbitraria*, esta arbitrariedad tiene un límite considerando el aspecto económico de la cuestión. En efecto, se presentan casos que requieren cierta magnitud en la unidad; porque, si la tonelada de mil kilogramos, por ejemplo, conviene á la mira de los armadores, habido en consideración el comercio marítimo, una unidad mil veces menor originaría múltiplos demasiado grandes y, por eso, molestos en la expresión y en los cálculos.

Lo dicho se extiende, inversamente, al caso de cualquier medida, si se emplearan unidades demasiado grandes; porque, tratándose del agua, por ejemplo, y según lo hemos manifestado ya (n^o 161), en la generalidad de las provincias de nuestra República no podría ser unidad, para las medidas de distribución, un *metro cúbico de agua por segundo*, ni el mismo *metro por veinticuatro horas*. En el primer caso, la unidad sería de difícil

(1) Hay un error de imprenta: debe leerse *cuatro centímetros*.

(2) “Ainsi, en dernier résultat, le double de l'unité de distribution d'eau, que je propose sera donné, dans l'appareil de jauge par un orifice circulaire d'un centimètre de rayon, chargé sur son centre de 5 centimètres d'eau, l'écoulement ayant lieu par un ajoutage de 17 millimètres de longueur.”

adquisición para la mayoría de las fortunas, por ser el agua muy costosa; así las transacciones se harían por submúltiplos ó fracciones de unidad, con lo cual dicha medida (el metro cúbico), llegaría á ser inútil. Lo mismo puede decirse aun del *litro por un segundo*, ó sean 86 m. cúb. 400 en 24 horas; pues hay muchos lugares donde la cuarta parte de esta medida importa *centenas de pesos*; y de aquí, el que se compraran ó arrendaran fracciones de la unidad *litro*: en Quito y sus cercanías son frecuentes los contratos sobre aguas, en la cantidad de veinte ó cuarenta metros cúbicos por veinticuatro horas. En el segundo caso, á saber: un *metro cúbico*, ó cosa parecida, como unidad en veinticuatro horas, ya lo hemos dicho, las transacciones se harían, de ordinario, por múltiplos muy grandes; pues, un *metro cúbico* en el tiempo indicado, equivale á 0.011574 de litro por un segundo, número muy pequeño para ser tomado como unidad.

La circunstancia de ser *notoria* la medida, conforme al carácter que estudiamos, exige se tome como tal la cantidad que sea con más frecuencia demandada; la que, como término de comparación, se presente más á menudo en los contratos; y la que, por esta razón, sea mejor y más generalmente conocida, y de esto modo más fácil de ser comprobada, al menos de una manera suficiente para el uso. Esta condición requiere en la unidad la existencia de todos los elementos que se presentan en las operaciones ordinarias, y por los cuales, sometida á prueba la medida y verificada la exactitud, todos la acepten como cosa segura, cierta é incapaz de producir, para los partícipes ó compradores, esas diferencias en las asignaciones que, en verdad, corresponden á *distintas magnitudes*, y, sin embargo, numéricamente se expresan con un mismo múltiplo (1).

Si en la República del Ecuador, por ejemplo, se ha introducido, desde tiempo inmemorial, una medida, las condiciones precedentes manifiestan la conveniencia de conservarla, añadiéndole, si es necesario, los elementos que, al par de servir para la comprobación, hagan desaparecer lo dudoso é incierto que hubiera en ella por la falta de los mismos: la *paja de agua* que existía en la República, como unidad para las medidas de distribución, se encontraba, evidentemente, en este caso; porque, con sólo el *orificio de una pulgada cuadrada* había indeterminación en cuanto al volumen medido; mas, fijando la presión, que atendidas las circunstancias podía corresponder á ese orificio, desaparecía la incertidumbre y quedaba una medida *notoria, generalmente conocida, muy demandada en las transacciones y fácil de ser comprobada*.

Los caracteres de *notoriedad, fácil conocimiento y prontitud de la comprobación*, que se prescriben en la Economía Política

(1) Después aclararemos esta idea.

(1), requieren la determinación, en la unidad, de aquellos elementos que le son necesarios, según la naturaleza de las medidas que con ella se hagan: de aquí resulta, que la unidad debe presentarse con datos ú objetos materiales que formen, lo que llaman los economistas, un *talón, marco ó tipo*. Tratándose, por ejemplo, de las medidas para las divisiones ó distribuciones de aguas, el *talón, marco ó tipo* debe contener, como elementos, los que, en este caso, se presentan en la cantidad determinable, á saber: *sección, presión, tiempo*, etc.; y éstos, si en condiciones particulares se conocen para la unidad ó módulo, en cualquier momento ofrecen un punto de comparación fácil de apreciar y comprobar. Luego es un error, económicamente hablando, decir que en las medidas de agua para venta, arrendamiento &c^a, basta dar la unidad con sólo el volumen, verbigracia, un *litro en un segundo*, como pensó la Cámara del Senado en 1890, y cuyo proyecto felizmente no encontró apoyo en la de Diputados; pues, faltan en ese supuesto los elementos que deben formar el *talón, marco ó tipo* de los economistas; es, por decirlo así, un algo abstracto, desconocido en la República por la generalidad, al menos, de los individuos que se ocupan en las transacciones de aguas; y que, para ser determinado cuando se trate de colocar óvalos, casos de ordinaria frecuencia, requiere con anticipación el hacer cálculos y operaciones que fijen el orificio, la carga y otras circunstancias más, que permitan en el tiempo dicho pasar el volumen prescrito; en una palabra, se hace necesario conocer el *talón*. Al contrario, la unidad que se definió por la ley hoy en vigor, no disiente de la antigua práctica en lo que era racional; porque el Legislador, con el fin de evitar los inconvenientes referidos en los n^{os} 161, 2^o y 162, no hizo otra cosa que fijar, para el orificio que suministraba la paja, la presión que, por ignorancia ú otra causa, desapareció de entre los prácticos. Con este proceder la unidad legal contiene ya los elementos que requieren las medidas á que está destinada, á saber, las divisiones y distribuciones de agua, elementos que determinan un *talón, marco ó tipo*; y, por ser conocidos de las personas que se ocupan en dichas transacciones, puede ser comprobado en todo tiempo. Luego esta unidad de medida se ha dado científicamente, según los principios de la Economía Política.

Pero la necesidad de establecer el *talón* que fije la unidad precisa para las divisiones y distribuciones indicadas, es tan conocida, que los tratadistas de las ciencias relacionadas con este punto de un modo especial ó general, lo declaran unánimemente: ya hemos manifestado (n^o 162) la manera como piensa el Sr. Marcial de la Cámara, autor especialista en el ramo, al

(1) Véase la obra del Sr. Carreras y González intitulada "Tratado de Economía Política", págs. 210 y siguientes, edición de 1881.

exponer, en su obra intitulada "Tratado teórico-práctico de agrimensura y arquitectura legal", lo relativo á la *conducción, aforo y distribución de las aguas potables*; se han indicado igualmente las ideas generales de la ciencia económica acerca de las medidas; pues bien, el ingeniero agrónomo D. José de Hidalgo Tablada, en su obra muy especial sobre la materia, cuyo título es "Manual de riegos y aplicación de las aguas de aluvión al cultivo de las tierras", al ocuparse de los *medios exactos de distribuir una cantidad de agua dada*, en la pág. 134, dice:

"Podrá creerse que la utilidad de regularizar la salida de las aguas por medio de sistemas de distribución conocida, es sólo útil en los puntos donde las aguas escasean, y que en otro caso el gasto es supérfluo; pero si se considera que regar las tierras según la planta que en ellas se cultiva es una necesidad imperiosa, se convenirá en que bien seamos dueños de las aguas y podamos disponer de ellas á nuestro antojo, ó que tengamos que venderlas, *el uso de una medida que regule su uso* es de gran importancia.

"Todo está en favor de que en un país bien administrado debe haber para la distribución de las aguas un aparato de exactitud demostrada, para evitar el fraude y arbitrariedades y que asegure á los compradores y vendedores de lo que adquieren los unos y á lo que se obligan los otros."

Ni se crea que la práctica de fijar por ley la manera de medir las aguas indicando los elementos que deben considerarse, haya sido extraña á las naciones civilizadas; porque el mismo autor, en la pág. 148 de la obra citada, añade:

"En el código civil de los estados sardos, promulgado en 1837, se encuentra una disposición que obliga á todo el país á una sola y uniforme medida de agua; el artículo en que está esta disposición es el siguiente:

"Art. 43. En lo que concierne á las nuevas concesiones en que esté convenida una cantidad constante de agua corriente, ó de otro modo las concesiones de orificio determinado, deberán ser siempre indicadas en los actos públicos por relación al módulo de agua. El módulo es la cantidad de agua que teniendo una salida libre en un orificio rectangular, salga bajo la influencia de la presión. El orificio establecido de manera que dos de sus costados sean verticales, debe tener dos decímetros de largo y dos de ancho. Debe estar practicado en una pared delgada que servirá de apoyo al agua que estando siempre libre en la superficie, se mantendrá contra ella á la altura de cuatro decímetros sobre la base inferior del orificio.

"El gasto de este módulo ha sido estimado en 59 litros 88 centilitros por segundo."

Luego, el Ecuador, país que se propone ser bien administrado, ha hecho bien al fijar, por ley, las condiciones con las cuales se puede, en cada momento, construir un aparato que determine la unidad de medida que, bien conocida y comprobada por cada individuo, le descubra, como comprador ó vendedor, lo que adquiera ó á lo que se obligue. Y ha procedido con acierto al dar una disposición que, como la contenida en el Código sardo, fija el módulo de medida con el orificio, la presión y las demás circunstancias que influyen en el gasto.

3º—Finalmente, la unidad de medida se ha de elegir de modo que sea lo más fija ó estable que se pueda. Esta prescripción de conveniencia general, exige, no sólo la invariabilidad, posible al menos, del material que forma los talones y más objetos de medir, sino que los países no cambien, sin razón alguna, las medidas que una vez adoptaron; porque, sobre no tener todos los individuos los conocimientos suficientes para hacer las reducciones que exigen dichos cambios, cuando se relacionan los-

objetos medidos por el antiguo sistema con el nuevo, es siempre una operación molesta, aun para las personas versadas, el ejecutar tales reducciones. Sólo la necesidad de las relaciones internacionales, de ese *comitas gentium*, tan en boga en el *derecho de gentes*, puede autorizar la práctica contraria; porque de estas relaciones resulta un gran bien á los estados; por esta causa en la actualidad muchas de las naciones han cambiado su sistema especial de pesas y medidas, aceptando el decimal francés; y aun así, para que no haya alteración en el comercio, se han hecho necesarias esas tablas de reducciones, molestas ciertamente, de las que se hace un estudio especial, porque en ningún Estado, que lo sepamos al menos, se han olvidado las antiguas medidas; al contrario, se miran como un objeto de veneración; por lo cual es obligatorio el estudio comparado de aquéllas con las nuevas. Se ve así que el cambio es sólo en la forma no en el fondo, porque la antigua medida puede expresarse en función de la nueva y viceversa: entre nosotros, por ejemplo, lo mismo da comprar una vara de paño que ochenta y cuatro centímetros de la misma tela (1 vara = 0^m 835 906, 1^m = 1^v 196 307). Pero dejar una medida antigua por otra nueva que se aplique á los mismos objetos, y que no tenga relación alguna con aquélla, esto en ningún caso puede hacerse; y, económicamente hablando, es un absurdo; porque, ¿cuánto de esos objetos comprados ó vendidos según las medidas primeras, se darán en las segundas á fin de evitar la pérdida? Al variar de esta manera la medida, dice un economista, no podría hacerse cambio alguno sobre una base cierta; se recibiría una cantidad mayor ó menor que la que se hubiera estipulado, según que la magnitud de la medida se hubiera aumentado ó disminuído en el intervalo, y sería preciso ó consumir todas las transacciones mercantiles en el acto mismo de celebrarse, ó renunciar completamente á ellas (1).

De esto se sigue que el Congreso de 1886 procedió según los principios de la Economía Política al conservar la *paja de agua* para las medidas de distribución: nada alteró, dejó una medida que era antes conocida de todos, sólo estableció aquello que la ignorancia había suprimido (la presión) y expresó el volumen en el sistema métrico, procedimiento muy consecuente y racional, una vez que entre nosotros está legalmente admitido ese sistema (nº 160). Pero, si tal fué la conducta de la Legislatura del 86, la que observó la Cámara del Senado en el 90, fué totalmente opuesta; porque las objeciones contra la ley vigente, hechas sin razón y sólo por capricho, bastaron para la aceptación en esta Cámara de un proyecto en que se establecía, como unidad de medida, un litro por segundo; y se creyó, que llamando *pluma* tal volumen y derogando la ley anterior, todo

(1) Carreras y González: obra citada.

quedaba arreglado. A ninguna comisión científica consultó la Cámara, no se preocupó del ningún antecedente que había en el país acerca de la tal *pluma*, de la ninguna relación que ésta guardaba con nuestra antigua paja, de las dificultades que habría al fijar las compuertas ú orificios que pudieran dar paso á ese volumen: la cuestión era aprobar lo que tal vez no se entendía, lo que truncadamente se había tomado de algún libro y era completamente extraño á nuestras costumbres, y se aprobó. Felizmente el proyecto no encontró curso en la Cámara de Diputados; y creemos que la del Congreso venidero, formada de letrados en la mayor parte, al considerar el peso de las razones que hemos expuesto y la discusión que acerca de la ley de aguas vamos á hacer en el artículo siguiente, tampoco le dará curso: nuestras leyes no deben estar al vaivén de las influencias y caprichos personales, deben fundarse en la justicia y no separarse de la importante noción de la *bondad relativa*.

III.

LEY SOBRE MEDIDA DE AGUAS SANCIONADA

POR EL CONGRESO DE 1886.

164. **Causas que la motivaron.**—Para que una idea se realice tan hondamente y por tanto tiempo en un pueblo cualquiera, dice un célebre publicista (1), necesario es que haya gran conformidad entre la misma y las demás que formen todo el carácter y los hábitos de la nación; querer que ésta preescinda violentamente de esa idea, sería un acto tiránico; y juzgar de sus instituciones sin conocer *las demás que han influido en la formación del carácter y los hábitos*, sería, si no ignorancia, un acto de ligereza á lo menos. Como algunas personas extranjeras (2) han emitido opiniones desfavorables acerca

(1) Pacheco: *Estudios de Derecho Penal*, edición de 1877, pág. 164.

(2) En "El Municipio" de Quito, y desde el N^o 56 correspondiente al 14 de setiembre de 1888, con el título "Documentos relativos á la ley sobre medida de aguas" se han publicado muchos de los escritos que se dieron á luz con motivo de las contestaciones suscitadas por las dificultades con que un sujeto, sin precedentes ni conocimientos de la materia, se propuso objetar la ley; todo puede ser objetado por cualquiera; pues le basta decir *no erco esto, es falso aquello*, aunque no sepa dar prueba alguna de su dicho: nosotros, en lo que sigue, manifestaremos la certeza

de nuestra ley de aguas sin conocer nuestros usos y costumbres, se hace necesario explicar las razones que motivaron dicha ley, para que no se diga, por ejemplo, que en el Ecuador han ido á descuartar una medida que á principios de este siglo propuso Mr. de Prony con datos y experimentos insuficientes y que hoy no pertenece sino á la historia de la Hidráulica, como lo asegura el Sr. Malinowski; lo que equivale á decir, que en el Ecuador ha habido algo como *resurrección de un muerto*: lo que en un lugar vive, jamás ha fenecido; y lo que dura, aunque sea desde la eternidad, es siempre nuevo; y, como lo probaremos, aquello que el Sr. Malinowski juzga pertenecer sólo á la historia de la hidráulica, se ha desarrollado y está entre nosotros en uso cotidiano: lo que es señal segura de su conformidad con nuestras costumbres, instituciones é ideas; ¿por qué, pues, se lo había de abandonar cuando ha persistido *honolamente y por tanto tiempo en nuestro pueblo*? pretender tal cosa, es una tiranía. A la verdad, desde tiempo inmemorial ha existido entre nosotros la costumbre de medir las aguas para las divisiones y distribuciones, por medio de la unidad llamada *paja de agua* que, por lo dicho en el n.º 162, sabemos ya en que consistía; tanto es así, que hemos visto una escritura del siglo pasado, sobre una concesión de aguas hecha por los Padres de San Francisco de Quito á las Monjas clarisas, en que se menciona la *paja*. Ahora, pues, por los datos tradicionales que hemos recogido, desde muy atrás y sin que se pueda saber cuando principió, la tal *paja* siempre ha sido el volumen que pasa por un orificio equivalente á un cuadrado de una pulgada de lado. Por lo deficientes que eran nuestros conocimientos de hidráulica antes del último cuarto de este siglo (1), nuestros mayores no se fijaron en que, faltando la presión á ese orificio y en tiempos iguales, con distintas presiones se producen diferentes volúmenes ó gastos. Este descuido tremendo en un principio, fué causa de que se supusiera después, que por una abertura como la indicada, hecha en las paredes de un depósito lleno de agua, salía siempre una *paja*; bien podía estar la abertura cerca de la superficie libre ó del fondo, aunque la profundidad fuera de tres ó más metros: como hubiera orificio de una pulgada cuadrada, una *paja* había de salir. Y si un pobre hombre había comprado por un cierto precio el volumen de esa unidad, mediante una abertura colocada cerca de la superficie, y la unía con otras aguas que le pertenecían,

de esas dificultades. Así, en el n.º 67 del indicado periódico, fecha 12 de abril de 1889, se leen las palabras, poco atentas, con que los Sres. Malinowski y Habich impugnan nuestra ley de aguas, llamándola *errónea*: ya probaremos que ellos son los que han errado.

(1) Digase lo que se quiera, es lo cierto que del año 1870 á 1875, bajo la Presidencia del Sr. Gabriel García Moreno, vino para el Ecuador la edad de oro de las ciencias físicas, matemáticas y naturales; pues, gobernando ese hombre extraordinario, fué cuando llegaron á nuestro suelo, sabios profesores de Alemania que ense-

por lo cual podía construir un depósito de alguna magnitud para otras distribuciones, ¿qué se hacía si después quería vender la misma paja?; pues iba un práctico y, por el mismo precio é idéntico nombre, le hacía entregar el volumen que pasaba por un orificio igual colocado en el fondo del depósito; práctica absurda que, con esas diferencias tan monstruosas, arruinaba la fortuna de unos propietarios con el beneficio injusto de otros; y que concluyó con destruir hasta el acuerdo posible entre los peritos; porque cada uno asignaba á la tal paja el volumen que le parecía. Así continuaron las cosas cuando ocurrió el suceso que hemos mencionado en el nº 161 1º, acerca de la diferencia de 6 000 pajas, poco más ó menos, producida en las medidas de un mismo volumen; y, para que mejor se conozca, referiremos algunos detalles.

En diciembre de 1 833 debían medirse, en una hacienda al norte de la República, los volúmenes de tres acequias de agua; los peritos nombrados por las partes, juntos procedieron á tomar las medidas directas de las secciones y velocidades; pero el volumen calculado en pajas, porque de estas se hablaba en el contrato, no fué igual; y he aquí el resultado de las dos operaciones:

| <i>Pajas del un perito</i> | <i>Pajas del otro perito</i> |
|---|--|
| las de una acequia fueron, .. 1 153'95, [a] | las de [a] fueron, 288'40, |
| " " otra " " ... 3 250'21, [b] | " " [b] " 657'30, |
| " " " " " ... 2 653'56, [c] | " " [c] " 582'91, |
| | <i>Diferencia en las medidas.</i> 5 529'11, |
| ----- | ----- |
| 7 057'72. | 7 057'72. |

¿Cuál estuvo en lo cierto? ¿por qué la monstruosa diferencia de 5 529 pajas?: porque atribuyeron seguramente distinta magnitud á la unidad, una vez que los cálculos de los peritos han debido suministrar un mismo volumen para cada una de las acequias, procediendo como procedieron con iguales medidas, tomadas al mismo tiempo; en este caso, expresados dichos volúmenes en partes alicuotas de la paja, la división por el número de las contenidas en ésta habría dado un cociente, igual para ambos prácticos, que habría sido la cabida de las acequias respectivas, expresada en pajas: sabemos que el perito cuyo cálculo dió el total de 7 057'72, procedió de esta manera; mas no se conoce el procedimiento seguido por el que obtuvo las 1 528'61. Pero sea de ello lo que fuere, es lo cierto que la diferencia de cerca de seis mil pajas se traducía, para una de las partes, en un gravamen ruinosísimo, porque esa cantidad, por

exceso ó defecto, debía compensarse á razón de treinta pesos de á ocho reales por paja. Y si los prácticos, en vista de tan tremenda responsabilidad, inaudita entre nosotros, y que, seguramente, comprometía toda la fortuna de la parto gravada, no se pusieron de acuerdo al dar el informe, ¿se podría creer que ellos ú otros cualesquiera buscarían ese acuerdo en casos de menor importancia!: imposible; y por esto hemos dicho, que esa *práctica absurda*, que tomaba por unidad de medida un orificio sin presión, como era la antigua paja, *destruyó hasta el acuerdo posible entre los peritos*: cada uno se creía ó suponía estar en lo justo, y ¡á la de Dios es Cristo! no había más que pensar.

Aun hay más: á causa de semejantes diferencias, que de ordinario se originaban por los diferentes valores que lo peritos daban á la paja, no podía haber acuerdo aun entre prácticos animados de buena voluntad; y sucedió muchas veces que los mismos ingenieros no sabían á que estarse en casos como el de tener que calcular, por disposición del juez, los perjuicios ocasionados en las propiedades por no haberse dado la cantidad de agua comprada ó adquirida con cualquier otro pacto. ¿Cuántas pajas podrían bastar para el riego de la hectárea?: al no conocerse el volumen de una paja, en los contratos en que se hable de esta medida el problema es irresoluble. Así se comprende que reinara tal confusión al respecto que ya no había modo de entenderse. Pero la cosa no se podía dejar, porque el asunto de aguas ha sido en todo tiempo de vital importancia en la agricultura, y sin este líquido no hay producción: ¿qué se debía hacer? Si un poco antes del 83, por las diferencias y dificultades indicadas, aunque hayan sido en menor escala, los ingenieros ecuatorianos, estudiantes que fueron de la Escuela Politécnica, ya pensaron en dirigirse á quien tenía poder para reprimir tales abusos, pues creían que era inútil toda discusión con los prácticos de otra escuela, el hecho de la diferencia consignada en los cuadros precedentes y que era, á no dudarlo, en extremo alarmante, hizo que se tomara una resolución definitiva y pronta: la ruina de las fortunas individuales es un mal social que debe ser atacado. En efecto, tres cosas debe proteger la sociedad en el individuo, dice un notable escritor de filosofía moral (1): la existencia, la propiedad y la acción, poniendo á salvo los derechos de cada uno, mediante la ley de la tutela social ó acción cívica que se ejerceita asegurando á los asociados los derechos de conservación, de *dominio* y de independencia. Luego puede y debe el soberano evitar el perjuicio en la propiedad, dando leyes que impidan la ejecución de actos producidos por capricho, ignorancia ú otra causa, y atentarios contra

(1) Taparelli: *Ensayo Teórico De Derecho Natural Apoyado En Los Hechos*, Libro IV, Cap. III.

las cosas que están en el dominio de los individuos. La propiedad raíz ó inmueble es, como se sabe, la primera, la principal de las propiedades; y ¡qué de mejoras por la riqueza y variedad de productos no verifican las aguas en ella! Pero con estas aguas, *sangre de la tierra*, se perpetraban actos contra-productos al adelanto de los bienes raíces, por la variabilidad de la medida. Luego era necesario establecer una medida invariable; y para que se observara, debía ser obligatoria; esto es, debía ser una prescripción de la autoridad, una ley. El origen del mal estaba en no ser conocido el volumen de la unidad por haberse quitado la presión en el orificio tipo que debía suministrarla, según la práctica de entonces. Por consiguiente, el remedio debía ponerse allí, fijando el volumen alterado y estableciendo la presión suprimida para que hubiera un módulo verdadero, fijo y estable, como debe ser toda unidad, como debe ser un verdadero *talón, marco ó tipo*, tan indispensable para las transacciones de esta clase (n.º 103, 2.º). De conformidad con estas ideas, uno de los ingenieros ecuatorianos se dirigió á la Legislatura del 86 pidiéndole estableciera aquello cuya falta se hacía sentir de un modo alarmante.

Como se ve, y conviene que el lector se fije en esto, no se pedía la creación de una unidad para las distribuciones de agua, sino que se perfeccionara la existente, con la devolución pública, por decirlo así, de lo que lo había quitado un *acto particular*; que se *ordenase racionalmente* la estabilidad que el desorden no admitía; y se obligase de este modo á los espíritus que, por capricho quizás, á nada se sujetaban. En una palabra, lo que se pidió fué que el Legislador *explicara ó interpretara de un modo obligatorio* esa especie de *derecho no escrito*, como diría un tratadista de legislación romana, *esa costumbre de medir las aguas* que producía tan grandes diferencias de uno á otro práctico. Presentada la solicitud á la Cámara de Diputados [1], la Comisión de Instrucción pública de ésta, á la que tocó estudiar el asunto, pidió al Decano del Instituto de Ciencias, que el cuerpo de los Ingenieros profesores del Establecimiento, informara sobre el particular.

165. Ineficacia de la ley colombiana.—Por la importancia universal de las aguas, de que ya hemos hablado [Libro I, n.º 19], no sólo los individuos particulares, sabios ó ignorantes, han dirigido sus trabajos para procurar la fácil circulación de este líquido en el territorio de los estados, mediante combinaciones, empresas y contratos, sino que se han ocupado del asunto aun los mismos legisladores: ya se ha indicado la disposición contenida al respecto en el código de los Estados

[1] Fué en la sesión del 13 de julio de 1886: véase "El Nacional" N.º 37, del 30 del mismo mes y año.

dardos [nº 163, 2º]; pues bien, nuestra gran Colombia creyó asimismo que sería conveniente legislar acerca de la medida de las aguas; y en efecto, la “Ley sobre establecimiento, inversión y administración de rentas municipales,” sancionada el 11 de abril de 1825, dispuso:

“Art. 9º Los habitantes de las ciudades, villas y parroquias que conduzcan agua á sus casas de los acueductos públicos satisfarán una cantidad que podrá regularse desde diez hasta doscientos pesos por la paja de agua, ó el interés anual del valor de la misma paja, si no se redimiese el principal.

“Y único.—Una paja de agua es la cantidad que se introduce por una cavidad igual al diámetro de seis líneas.”

Es evidente que en el Ecuador, sección que fué de la gran República en esa época, las medidas han debido hacerse tomando por talón: 1º, un orificio *circular*, no cuadrado; y 2º, con el diámetro de seis líneas [1^{c.m.} 161], y no con un lado de una pulgada de 12 líneas [2^{c.m.} 322]. Pero, ¿qué encarnada estaría en nuestro pueblo la costumbre de medir las aguas con la *paja* de una pulgada cuadrada, cuando los prácticos de entonces ni siquiera se apercibieron de la ley que se había dado y que derogaba ó, mejor dicho, destruía tal costumbre?; porque es lo cierto que entre nosotros jamás, que lo sepamos al menos, se ha usado la paja colombiana. Y dado el caso que los particulares tuvieran conocimiento de la ley, juzgaron sin duda que el cambio, lejos de producir un bien, originaba un mal; porque, siendo menor con mucho la *paja legal* posterior que la *convencional anterior*, habría un beneficio injusto para unos, al vender, quizás por el mismo precio, sino era mayor [1], el volumen de aquella, cuando antes los vendedores habían comprado la misma unidad, pero con mayor volumen, por un precio quizás menor; y la injusticia crecía de bulto si se trataba de una restitución de aguas, caso de ordinaria frecuencia; pues la arbitrariedad de suspender una cantidad de pajas, concedida antes de la ley, se premiaba, al restituirla después, en igual número de pajas sí, pero con volumen menor. Y es claro, como lo hemos afirmado, que en lugar de *un bien*, seguía *un mal sensible*. Por tanto, la ley para que hubiera podido observarse, supuesta la repugnancia de los asociados, necesitaba nuevas providencias de parte de la autoridad; y como ésta no se ocupó en ello, la prescripción no fué acatada, continuó la costumbre establecida y, en buenos términos, se hizo la ley ineficaz. Pero, si bien es cierto que en nuestro país *no hay costumbre contra la ley*, puesto que el Código Civil dispone:

“Art. 2º La costumbre no constituye derecho sino en los casos en que la ley se remite á ella”,

(1) Según la misma ley, el precio de la paja podía ser hasta de *doscientos pesos*.

esto es sólo desde el 1º de enero de 1861; más no lo era antes; pues no sabemos que en la antigua legislación haya habido contra cualquiera costumbre una disposición parecida. Si por añadidura, dice un eminente moralista, el soberano logra convencer á los súbditos de la bondad, utilidad ó necesidad de lo que les manda, entonces se duplica la energía de la voluntad ó ley, pues que se conoce, no sólo el *bien de obedecer*, sino el bien que *de obedecer se sigue* (1). Si esto falta y hay repugnancia para observar la ley, es necesaria *la vía de autoridad*. Mas, si el Poder se desentiende, la ley no se cumple, y *la fuerza misma natural de las cosas manifestará su inejecución; por lo cual la costumbre contraria á ciencia y paciencia del soberano, será una retractación tácita de éste*: así sucedió con la ley colombiana, y la tal dejó de serlo aun antes de 1861.

Pero dos inconvenientes se notan en la paja colombiana: 1º, *la injusticia que, como lo hemos manifestado, podía originar en ocasiones*; porque, si á la paja convencional anterior correspondía el gasto de 14 pulgadas cúbicas por un segundo—con más exactitud, 13 pulgs. cúb. 788—, para la legal el gasto correspondiente era de dos pulgadas cúbicas á lo más—oxactamente, 1 pulg.^a cúb.^a 826 (2); 2º, *no decir nada acerca de la presión*; y, si bien es cierto que por pasar el líquido llenando el conducto ú orificio de seis líneas de diámetro, debía pensarse que la superficie del agua rasaba con el borde superior del orificio, con lo cual la carga ó presión sobre el centro sería de tres líneas al menos; sin embargo, por el silencio de la ley á este respecto podía introducirse la absurda práctica de prescindir, en las medidas, de este factor esencial, y suponer así que el orificio de seis líneas, donde quiera que estuviera situado, daría siempre una paja. En efecto, el origen de la incertidumbre en cuanto al volumen de la paja convencional, no fué otro que el de no haber conservado la tradición, la carga que se debía dar á la pulgada cuadrada: de aquí el asignarse á esta paja diferentes gastos; lo mismo, pues, habría sucedido con la medida colombiana; y, si hubiera subsistido esta ley, habría habido al fin que acudir al legislador para que, interpretando lo relativo á la carga, fijara la que, estudiado científicamente el punto, hubiera parecido la más conveniente. Esto, que por lo dicho habría sido muy adecuado y racional tratándose del orificio de *seis líneas*, fué lo que se propuso el Congreso del 86 consideran-

(1) Taparelli; obra citada, Libro IV, Cap. IV, Artículo III, § II.

(2) Para hacer estos cálculos hemos tomado los bechos que, á pesar de la incertidumbre que reinaba al respecto, podían racionalmente suponerse, como se dirá en la Sección II de este Libro, al estudiar la calidad de las aguas por análisis que

do el de *doce* ó interpretando lo conveniente á la carga ó presión, al recibir la solicitud mencionada. Y, al resolver sobre este particular, nada de *inconsulto* había en la resolución del superior; al contrario, procedía con mucho acuerdo y conveniencia, como Congreso que era del Ecuador y no de otra parte. Pues afirma Taparelli, en la obra citada, *que toda autoridad justa toma en cuenta los hechos*, aquéllos que se realizan en la sociedad particular, *como motivo que la impulsa á dictar leyes correspondientes*; por esto ha dicho un gran filósofo, que *la ley antes de ser tal es un hecho*; y este hecho, que se refiere á las costumbres, ideas, hábitos y más condiciones particulares de un pueblo, constituye la *bondad relativa de la ley*, de la cual el legislador no puede prescindir: en este sentido ha afirmado Bentham, que *una ley puede ser buena en un país y mala en otro*. Por tanto, cuando nuestro Congreso, sin alterar los elementos usados en la República para la medida de las aguas (1), fijó la presión correspondiente á la paja, procedió de conformidad con los principios de Legislación. En consecuencia, ha errado el Sr. Malinowski al escribir las palabras que hemos copiado en el n.º 164; y han errado también los Sres. Eduardo Habich ó Ignacio M. de Varona, cuando contestando á las consultas que se les ha hecho, dicen respectivamente: . . . *pero determinar el orificio y la presión á que corresponde tal dotación es inútil é irracional*.

Esto último (fijar veinte metros cúbicos en 24 horas ó la cantidad que dé un orificio de 2 centímetros de diámetro en pared delgada bajo una carga de 4 centímetros sobre el centro) *sería lo peor por ser inexacto, indefinido é inconveniente en la práctica* (2). En cuanto á los errores é inexactitudes que estos señores creen haber hallado en la ley de aguas, hemos de probar en este *Libro*, y mediante los principios de la hidráulica moderna, que tales errores é inexactitudes están de parte de ellos; mas, considerada la conveniencia de la ley, tal cual está concebida (n.º 167), parece que nó se debe oír á esos señores después de las autoridades en que apoyamos nuestros razonamientos: los señores Malinowski, Habich y Varona serán ingenieros á lo más; pero no escritores de Legislación y Ciencia social.

166. La Comisión científica.—Esta Comisión informó en dos ocasiones; en la una, por lo que se ha dicho, el informe fué dirigido al Decano del Instituto de Ciencias; en

(1) Hubo sólo cambio en la forma no en el fondo: por las pulgadas se pusieron los centímetros; y se dió la disposición que convenía al caso, para que no hubiera alteración en el valor de la paja.

(2) Véanse las Nos. 67 y 82 de "El Municipio" citado, corresponden al 12

la ótra lo dirigió al Ministro de lo Interior. Para uno y otro informe la Comisión estudió muy mucho, y sólo los que ignoran los trabajos preliminares de olla pueden escribir las aserciones impresas que ha visto la luz pública, como son el decir, que *para consultar el acierto y descubrir la verdad no es suficiente copiar lo que se encuentra en un libro y mucho menos tratándose de de cálculos matemáticos &c^a (1).*

La Comisión conocía perfectamente la doctrina que enseña la Economía política y la Ciencia de la Legislación en estos casos; la práctica de los hidráulicos científicos de otras naciones, cuando han tratado de fijar unidades para las medidas de aguas; y lo que se ha hecho en otros países al legislar sobre este punto, según se ha manifestado en los números precedentes. Por esto, sabiendo:

1º, *que se trataba de fijar una unidad para las medidas de distribución de las aguas;*

2º, *que la unidad debe estar en armonía con la naturaleza de las cosas que deben medirse;* y que con nuestra antigua paja sucedía lo contrario; pues el agua, que es un cuerpo, se medía sólo por una área, como lo era el orificio cuadrado;

3º, *que la unidad debe ser notoria, generalmente conocida ó fácil de conocerse;* y que debe darse, no de un modo abstracto, sino con objetos materiales que formen un talón, marco ó tipo; para lo cual nada más conveniente que dejar las medidas del país, que eran muy conocidas, señalándoles, empero, los elementos que les faltaban, y de los que no se podía racionalmente prescindir;

4º, *que la unidad debe ser lo más fija y estable que se pueda;* por lo cual era muy peligroso introducir en el país nuevas y arbitrarias medidas, que, á más de ser conocidas por muy pocos, aun podían no tener relación con las usadas anteriormente, en cuyo caso habría perjuicios en las transacciones;

5º, *que las dificultades al medir las aguas en una división ó distribución, nacían solamente por no conocerse el cuanto de la unidad paja;* pues, por saltar la carga al orificio tipo, cada práctico daba á esa unidad la cabida que le parecía; y que, si por los datos tradicionales de la antigüedad, llegaba á descubrirse el origen de la paja convencional, sería lo mejor darle la presión que había tenido en un principio; con lo cual, lejos de establecer por ley una nueva unidad, no se hacía otra cosa que *interpretar de un modo obligatorio* y en cuanto al valor, el sentido verdadero de lo que debía tomarse con el nombre de paja; y

(1) La Comisión, formada de Ingenieros y personas que conocían las matemáticas puras y aplicadas no copió lo primero que encontró en un libro: leyó, pensó, calculó muy mucho, y los informes razonados insertos en el N^o 56 del periódico citado, correspondiente al 14 de setiembre del 88, manifiestan la malicia con que se han escrito las palabras que hemos copiado como están en los Nos. 57 y 58 del mismo periódico, impresos el 29 de setiembre y el 15 de octubre de ese año.

6º, que procediendo de esta manera no se perjudicaría á los particulares resolviendo en virtud de semejante determinación las cuestiones sobre pajas de agua, que se propusieran después del acuerdo legal, aunque tuvieran un origen anterior; porque en esta época, por la confusión introducida, nadie tenía derecho á reclamar una cantidad fija y cierta;

La Comisión se propuso resolver el problema siguiente: *¿de qué país nos habrá venido esa paja; en qué país habrá habido una medida análoga, cierta y determinada, porque entonces, teniendo nuestra paja ese origen probable, tendrá por valor el cuanto de esa medida?* Parece que planteada la cuestión de esta manera, lejos de ser inconsulto el procedimiento, era lo más justo y racional; puesto que, para conocer el origen de los hábitos y costumbres establecidos en un pueblo, la filosofía enseña que se consulte la antigüedad por medio de la historia.

En consecuencia, la Comisión instruyéndose de unas personas versadas en las antigüedades patrias; inquiriendo de ótras que algo podían saber en el asunto, acerca de lo que habían oído á profesores que precedieron; leyendo cuanto se podía haber á las manos y que ilustrara el punto; y calculando muy mucho con las fórmulas más precisas que suministra la hidráulica moderna; adquirió el convencimiento de que la *paja, viva y efectiva en la República*, no era otra cosa que la *antigua pulgada de fontanero francesa*.

Y, he aquí los fundamentos:

1º La identidad en cuanto al nombre de la úna y la designación de la ótra; pues, la medida francesa se ha llamado *pulgada de agua*; y la nuestra se designaba por *una pulgada cuadrada*.

2º La *equivalencia de la sección*; porque, siendo la pulgada francesa igual á 2^{cm}. 706, el área que correspondía á la pulgada de fontanero, debía ser

$$\pi r^2 = 3 \cdot 141 \cdot 59 \left(\frac{2 \cdot 7}{2} \right)^2 = 5 \text{ CENTÍMETROS CUADRADOS,}$$

5^{cm}. cuad. 73, justamente; y como nuestra pulgada es igual á 2^{cm}. 322,

el cuadrado se expresa por 5 CENTÍMETROS CUADRADOS,

5^{cm}. cuad. 39 exactamente: la diferencia de 34 milímetros cuadrados es una cantidad despreciable.

3º La *equivalencia en el gasto*: aquélla, en 24 horas, produ-

ce 19^m cúbs. 199 (1); y si este volumen se expresa en función de nuestra pulgada cúbica, corresponde en un segundo

á la pulgada de fontanero el gasto de 17 PULGADAS CÚBICAS,
son justamente 17 pulgs. cúbic. 749. Pero, según lo dicho al fin del n^o 165, debía corresponder en un segundo

á nuestra paja convencional el gasto de 14 PULGADAS CÚBICAS,
con más exactitud 13 pulgs. cúbic. 788. La diferencia de 3 pulgadas cúbicas es despreciable, y tanto más cuanto que, con el número indicado por Benoit [17^m. cúbic. 948 736], el gasto, de la pulgada de fontanero, en un segundo, es sólo de **16 pulgadas cúbicas**; y el de nuestra paja, obtenido por experiencia mediante un depósito de consideración, puede crecer hasta **15 pulgadas cúbicas**: así, la diferencia de **1 pulgada cúbica** es una cantidad insignificante; y, por lo mismo, *es real la analogía, en cuanto al valor, entre la PULGADA DE FONTANERO y la PAJA ECUATORIANA.*

Si, pues, tantas analogías se descubrían, y la pulgada de fontanero era muy más antigua, porque estaba *tomada á imitación de la quinariá de los Romanos, introductores de los acueductos en las Galias* (2); se debía deducir, que *nuestra paja* era la *pulgada de fontanero*, venida de Francia al Ecuador; ó de otro modo: la *pulgada de agua francesa* había sido como una especie de caminante que, viajando de incógnito y con nombre supuesto—el de *paja*—se quedó entre nosotros. Con estas ideas juzgó la Comisión, que si legalmente se establecían para nuestra medida los caracteres de la de fontanero, no se hacía otra cosa que *quitar el incógnito al sér misterioso que agradablemente vivía en nuestro suelo, muy convenido con nuestras costumbres*. Pero este mismo sér—la de fontanero—con tales y tales circunstancias estaba ya aceptado—dígase *armonizado*—en el sistema métrico francés, en el cual tenía el valor de *veinte metros cúbicos en veinticuatro horas*; luego debía ser conveniente que entre nosotros, al reconocerlo de un modo *oficial y público*, por decirlo así, se lo declarara de una vez con las cualidades que tenía en Francia.

Adquiridos tales datos terminaron las inquisiciones de la Comisión científica: si sus ideas aceptaba la Legislatura, no por esto se *criaba nada nuevo* ni se *desenterraba* una cosa muerta inusitada ya; sino que se interpretaba, como lo hemos dicho, *lo que era nuestro, que vivía con nosotros y que, por capricho ú otra*

(1) Los autores Daguin y Lauradó, indicados al principio, señalan con uniformidad este volumen; y casi todos los demás que se han nombrado, con diferencias despreciables, dan en sus obras el mismo número; pero el Sr. Benoit en la obra citada, T. I. asegura que más exacto es el número 17 metros cúbicos 948 736 dado por Bossut.

[2] "...imitée du Quinaire des Romains, introducteurs des aqueducs dans les Gaules". [Benoit: obra citada].

causa, le daba cada práctico el valor que le parecía ó convenía. Y se descubre con esto la ligereza, por no decir otra cosa, la ligereza repetimos, en que ha incurrido el Sr. Malinowski al afirmar:

“Han ido en el Ecuador, para dar una ley sobre irrigación á desenterrar una medida &ª, palabras ya citadas en el n.º 164. Con lo expuesto se comprende el motivo por el cual la Comisión expidió el siguiente informe [1]:

“República del Ecuador.—Quito, 21 de julio de 1886.—Al Sr. Decano de la Escuela Politécnica.—Señor: Vuestra Comisión de Ingenieros, nombrada para informar acerca del proyecto presentado al Congreso por el Ingeniero Sr. Antonio Sánchez, opina:

“1.º *La pulgada de agua ó de fontanero* tomada como unidad de medida en Francia desde tiempo inmemorial [véase M. Pascal Dulos: *Cours De Mécanique*, Troisième Partie.—H. Sonnet: *Dictionnaire Des Mathématiques Appliquées*.—]. Vinot: *Calculs Et Comptes Faits*], como en los E. E. U. U. de América [véase Silliman: *Principles Of Physics*], tiene alguna analogía, en cuanto á la seccion, con la llamada *paja de agua* en el Ecuador; mas, por desgracia, como que introdujeron esta medida en el país, se olvidaron de algunos factores importantes; por esta razón no se puede, ciertamente, saber el volumen relativo de semejante unidad.

“2.º *La pulgada de agua dicha de fontanero ó antigua*, desde que se sancionó el sistema métrico ha sido reemplazada por M. de Prony, según los autores citados, con otra del mismo nombre, y es el volumen de agua que fluye, en un tiempo dado, por un orificio circular de dos centímetros de diámetro practicado en pared vertical, con la carga, sobre el centro, de cuatro centímetros, y con un tubo adicional, ó espesor de pared, igual á diez y siete milímetros: el gasto de tal orificio asciende en *veinticuatro horas á veinte metros cúbicos*; de modo, que por minuto el gasto será de 13.888 litros; y por segundo, de 231.481 centímetros cúbicos.

“3.º *Las condiciones del orificio y la presión sobre el centro* son cosas esenciales para la determinación de que se trata; y éstas, exactamente, han sido las olvidadas en el sistema que se sigue en el país, y aun en la ley de 11 de abril de 1825, citada por el Ingeniero Sr. Antonio Sánchez.

“4.º Por lo expuesto la Comisión, teniendo presente que la analogía observada entre la *paja de agua* del Ecuador y la *pulgada de agua* de Francia y los E. E. U. U., hace presumir que quien introdujo aquella quiso significar ésta, juzga que lo más conveniente será adoptar por *paja de agua* el volumen que se indica en los autores citados, según los experimentos de M. de Prony.

“5.º Conocido así el volumen de esta unidad, durante un segundo y en el sistema métrico, la Comisión cree igualmente que no hay dificultad en dejar el cuadro conocido en el país para los múltiplos, á saber: *un bucy igual á nueve molinos, un molino igual á cuatro riegos, un riego igual á treinta y seis pajas, una paja igual á doscientos treinta y un centímetros cúbicos con cuatrocientos ochenta y un milésimos*. Y aun se puede prescindir de los decimales; porque: 1.º, se trata sólo de fijar una unidad (2); 2.º, es menor la gravedad en el Ecuador que en Francia, y por esto ha de ser algo menor el gasto del mismo orificio (3). Así: *paja de agua es el gasto igual á doscientos treinta y un centímetros cúbicos que fluyen, durante un segundo, por un orificio circular, hecho en pared vertical, con un diámetro de dos centímetros, cuyo centro está á cuatro centímetros bajo el nivel constante, y tiene la pared el espesor de diez y siete milímetros*.

“6.º La Comisión juzga que no se debe introducir más múltiplos y submúltiplos; pues, lo que se consigue con éstos es complicar la cuestión y no simplificarla.—Dios guarde á U. S.—Eudoro Anda V.—J. Alejandrino Velasco.”

Los Ingenieros que informaron al Decano sugirieron, sin

[1] Véase el N.º 56 de “El Municipio” de Quito, 14 de setiembre de 1888.

(2) La unidad es una magnitud entera necesariamente: y no puede formarse de partes enteras y fraccionarias.

(3) No se dice *es* sino *ha de ser*, modo de hablar cuando se dirige la palabra á otros que pueden ó no participar de las mismas ideas: antes y después del informe, los ingenieros que lo han dado pensaron siempre que las *variaciones de la gravedad* no influyen en los gastos de agua para orificios en iguales condiciones, situados, uno en el Ecuador y otro en cualquiera de los polos, como se demostrará en la *Sección II*.

embargo, á los miembros de la Comisión de Instrucción pública de la Cámara, que hicieran de manera que ésta apruebe un informe en que se nombrara oficialmente una nueva Comisión para que de este modo el punto fuera mejor y más largamente discutido: el Presidente de esta Comisión debía ser el Sr. Dr. Juan B. Menten, quien, además de poseer grandes conocimientos en la materia, como profesor que fué de hidrotécnica en la antigua Escuela Politécnica, tenía también la facilidad de consultar lo que hubiera al respecto en las obras maestras alemanas. Los miembros de aquella Comisión, aceptando la idea que se les había indicado, presentaron en la sesión del 29 de ese mes de julio, el siguiente informe, que fué aprobado (1):

“Exmo. Señor:—Vuestra Comisión de Instrucción pública, encargada de examinar la Solicitud del Sr. Antonio Sánchez, sobre que se determine la unidad de medida de aguas, conforme al Sistema Métrico decimal, ha visto que, en verdad, es urgente la necesidad que tiene todo el país de que esta Legislatura fije esta unidad de medida, y para que se pueda dictar la ley conveniente en esta materia, opina que debe esta II. Cámara nombrar una Comisión científica, compuesta de dos profesores del Instituto de Ciencias, que deberían ser los Sres. Eudoro Anda y J. Alejandro Velasco, el Sr. Sánchez que hace su solicitud y el Sr. Dr. Juan B. Menten que será el Presidente de la Comisión; la que, después de los estudios teóricos y prácticos del caso, y consultando las necesidades de la República, exponga en un informe razonado, cuál debe ser la unidad de medida conforme al Sistema Métrico decimal, que debe adoptarse por esta Legislatura.

“Tal es el parecer de la Comisión, salvo el más ilustrado de esta II. Cámara. Quito 29 de julio de 1886.—Proaño.—M. A. Egas.—Muñoz.—Landivar.—Matoville”.

Notificados con este acuerdo los miembros de la nueva Comisión, después de algunos días de estudio tuvieron el contento de oír decir al Sr. Dr. Menten que no encontraba observación que hacer á las ideas consignadas en el primer informe; y que, al contrario, lo que había leído en las obras alemanas confirmaba las opiniones en dicho informe emitidas. Verificados, pues, de nuevo los cálculos y revisadas otra vez las obras convenientes, se redactó el siguiente informe que, por el Ministerio de lo Interior, fué remitido á la Cámara de Diputados (2):

“República del Ecuador.—Quito, agosto 9 de 1886.—II. Sr. Ministro de lo Interior.—La Comisión nombrada para determinar la unidad decimal en el aforo de aguas, cuyo arreglo es indispensable, opina:

“1.^o Que es necesario fijar una unidad de medida, respecto al asunto cuestionado, que no induzca en error; pues la adoptada en el país se funda en un principio opuesto al efecto que se busca: la paja de agua y sus múltiplos estriban en la magnitud de la sección, siendo así que influyen otras circunstancias y, en especial, la altura del líquido en el depósito y el tiempo de salida.

(1) Véase “El Nacional” N^o 61, del 27 de agosto de 86.

(2) Consta en “El Nacional” N^o 93, 6 de octubre de 1886; y se leyó en sesión del 12 de agosto del mismo año.

“2º Que con este objeto, y en vista de ensayos anteriores para uniformar y arreglar las medidas, debe acogerse el modo más práctico y sencillo para todos cuantos lo necesiten, que se diferencie tan poco como sea posible de lo que se ha acostumbrado anteriormente (1).

“3º Que respecto á la unidad, y en cuanto al fundamento científico, hay conformidad en los países donde prácticamente se han hecho determinaciones semejantes, como en Alemania, Francia y Norte América; y que, respecto á la sección, se observe alguna analogía con la llamada *paja de agua* en el Ecuador; mas, por desgracia, los que introdujeron esta medida en el país se olvidaron de algunos factores importantes, por lo cual, ciertamente, no se puede conocer el volumen relativo de semejante unidad.

“4º Que, por tanto, no es objeto de discusión sino de convenio ó de resolución superior, el adoptar una medida determinada, que no esté sujeta á interpretación perjudicial muchas veces.

“5º Que, por lo mismo, es conveniente se determine el modo de aplicar esta medida en la práctica, ya se considere un óvalo, ya el cauce de una acequia, sin exponer el resultado, como en tiempos pasados, á la arbitrariedad del que la ejecuta sin tener principios fijos que le hagan responsable ante la ley.

“6º Que el principio fundamental es el de la *pulgada de agua* que, desde que se sancionó el sistema métrico, fué reemplazada por M. de Prony con otra del mismo nombre, y es el volumen de agua, igual á veinte metros cúbicos en veinticuatro horas, que fluye por un orificio circular de dos centímetros de diámetro, practicado en pared vertical cuyo esp-

(1) Nada más práctico en la medida de las aguas para el riego y las distribuciones, que fijar óvalos á orificios convenientes; pero óvalos que den la cantidad pensada, no una imaginaria; y he aquí como se expresa el agrónomo Sr. Hidalgo de la Tablada en la pág. 209 de la obra que hemos citado:.....en este caso la unidad de medida puede ser arreglada por el método más barato, y este es establecer orificios de una sección conocida que sea suficiente su gasto en una hora para el riego de una fanega de tierra. Y, sin embargo, cree el eminente señor Ignacio de Varona, que fijar veinte metros cúbicos, ó la cantidad [sea cualquiera] que dé un orificio de dos centímetros de diámetro en pared delgada bajo una carga de cuatro centímetros sobre el centro.—Una ú otra cosa á elección del interesado, por considerarlas la ley equivalentes.—Esto último sería lo peor por ser inexacto, indefinido é inconveniente en la práctica.” Como las medidas pueden ser cualesquiera, y pueden tomarse otras magnitudes que las indicadas al hacer distribuciones, es manifiesto que dicho señor afirma, que se fijar orificios con estas condiciones para que den paso á un volumen determinado, esto es lo peor por ser INEXACTO, INDEFINIDO É INCONVENIENTE EN LA PRÁCTICA. ¿Se aceptarán más estas palabras absurdas que la sencilla exposición de un Ingeniero agrónomo, como lo es el Sr. Tablada? ¿Qué método habrá inventado el Sr. de Varona para separar por derivación un volumen de agua destinado al riego? Si no se puede usar el de orificios y compuertas, por ser lo peor en la práctica, será sin duda lo mejor hacer de modo que un individuo con un aguamanil, por ejemplo, esté día y noche sacando de un depósito el agua destinada á este objeto. [Véase el N.º 84 de “El Municipio,” febrero 15 de 1890.]

sor es de diez y siete milímetros, y con la carga de cuatro centímetros sobre el centro.

“7º Que dado en el sistema métrico el volumen de la unidad, que puede llamarse *paja de agua*, no hay inconveniente en dejar el cuadro conocido en el país para los múltiplos, á saber: *un buey igual á nueve molinos, un molino igual á cuatro riegos, y un riego igual á treinta y seis pajas.*

“8º Que sería útil y necesario mande el Supremo Gobierno escribir un tratado sobre conducción, aforo y distribución de aguas, en el cual, *si se considera la salida por un orificio*, se tome en cuenta la disposición del depósito, la altura del líquido en él, el estado de reposo del mismo, la forma y lugar del orificio indicado, la proximidad de varios de éstos, las paredes del depósito y otras causas que influyen, con mucho, en la cantidad de agua que puede salir; y, *si se examina el curso de las aguas en canales abiertos*, se indiquen las velocidades máxima y mínima que puede tener, según la calidad del terreno; todo con el fin de facilitar, en la práctica, la manera de proceder en los diversos casos que ocurran.

“En consecuencia, mientras se ejecute el trabajo mencionado, deben sancionarse los siguientes artículos:

“1º *Paja de agua* es el volumen que fluye, en un tiempo dado, por un orificio circular de dos centímetros de diámetro, practicado en pared vertical, cuyo espesor es de diez y siete milímetros, y con la carga de cuatro centímetros sobre el centro del orificio indicado.

“2º Las medidas, en cuanto á la cantidad, se refieren á la *paja*, cuyo volumen es de veinte metros cúbicos en veinticuatro horas.

“3º Los múltiplos son: el buey igual á nueve molinos, el molino igual á cuatro riegos, y el riego igual á treinta y seis pajas.

“4º Se autoriza al Poder Ejecutivo para que mande escribir un tratado que facilite, en la práctica, todas las cuestiones que se refieren á la conducción, aforo y distribución de las aguas.

“Tal es el parecer de la Comisión.—El Presidente de la Comisión, nombrado por la H. Cámara, *J. B. Menten*.—Los miembros de la Comisión, *J. Alexandrino Velasco*.—*Eudoro Anda V.*”

La discusión de este proyecto, que llegó á ser ley de la República, está en los N^{os} 93, 95, 99, 110 y 112 de “El Nacional,” correspondientes al año de 1886. En los N^{os} 99 y 112 citados, consta la aprobación del proyecto en cada una de las Cámaras legislativas; y en ellos pueden leerse los discursos muy luminosos pronunciados por los Representantes que lo defendieron; pues muchos de éstos, especialmente los que

con lo que se decía en el informe, discutieron en privado y de un modo especial, con los miembros de la Comisión científica, sobre la justicia y exactitud de lo que se establecía en los n^{os} 1^o y 2^o: hombres ilustrados, como lo eran los que formaron aquella Comisión, no se hubieran dejado engañar con meras hipótesis y cálculos falsos ó inoportunos; de este modo, sumamente convencidos de la verdad que contenían las disposiciones del proyecto, procedieron *con conocimiento de causa*; y sabían muy bien lo que defendían. Las Cámaras, al aprobar el proyecto, suprimieron, por innecesario, el artículo 3^o y en su lugar pusieron otro: el proyecto fué sancionado, como ley de la República, el 24 de agosto de 1886.

167. **La ley de aguas.**—Aunque incidentalmente se conoce ya lo que dispone la ley, no es superfluo destinar á la letra y exposición de ella este n^o, tanto más cuanto que, como lo hemos afirmado, se cambió una de las disposiciones del proyecto. La ley dice así:

“EL CONGRESO DEL ECUADOR

“Visto el informe de la Comisión científica nombrada al efecto:

“DECRETA:

“Art. 1^o La unidad decimal, en el aforo de aguas, es la *paja de agua*.

“Art. 2^o Paja de agua es el volumen que fluye, en un tiempo dado, por un orificio circular de dos centímetros de diámetro, practicado en pared vertical, cuyo espesor es de diez y siete milímetros, y con la carga de cuatro centímetros sobre el centro del orificio indicado.

“Art. 3^o Las medidas en cuanto á la cantidad se refieren á la paja, cuyo volumen es de veinte metros cúbicos en veinticuatro horas.

“Art. 4^o Se autoriza al Poder Ejecutivo para que mande escribir un tratado que facilite, en la práctica, todas las cuestiones que se refieren á la conducción, aforo y distribución de aguas.

“Art. 5^o Esta ley principiará á regir desde el 1^o de enero de 1887.

“Dado en Quito, Capital de la República, á veinte de agosto de mil ochocientos ochenta y seis.—El Presidente del Senado, *Juan León Mora*.—El Presidente de la Cámara de Diputados, *Julio Castro*.—El Secretario del Senado, *Manuel M. Pólit*. El Diputado Secretario, *Antonio Robalino*.

“Palacio de Gobierno en Quito á 24 de agosto de 1886.—Ejecútese.—*J. M. P. Caamaño*.—El Ministro de lo Interior, *J. Modesto Espinosa*.” (1)

EXPOSICIÓN

Todo lo dicho en los n^{os} anteriores manifiesta que en la ley precedente, al definirse la unidad, se han observado los requisi-

sitos que prescribe la naturaleza del asunto, cuando se trata de medir las aguas (nº 159), ya se ejecuten *operaciones de reconocimiento* (nº 160), ya *medidas de distribución* (nº 161); lo que proviene la Economía política (nº 163) cuando se hayan de fijar las unidades para esta clase de medidas; y que se ha atendido á las exigencias del país (nºs 164 y siguientes) para no introducir una nueva é innecesaria unidad que, lejos de simplificar, complicaría más las cuestiones que debían resolverse, como habría sucedido si dicha unidad no hubiera guardado relación alguna con la práctica del país. Por esto se ha dicho (nº 166) que el legislador no ha creado cosa alguna sino interpretado, de un modo obligatorio, aquello cuya indeterminación era origen de abusos perjudiciales á los bienes raíces que, mejorados notablemente con el influjo bienhechor de las aguas, contribuyen positivamente á la vida y progresos del pueblo; porque no se puede negar que en países, como el nuestro, pobres y que recién principian á vivir, la producción agrícola es la fuente más segura de la riqueza social y del bienestar común; de estos pueblos, en especial, se ha dicho con mucho fundamento: “Que la riqueza de las naciones no consiste en las riquezas no consumibles tales como el oro y la plata, sino en los bienes consumibles reproducidos por el trabajo incessante de la sociedad” (1).

Además, interpretando nuestra antigua *paja* en el sentido que lo hacía la ley, dábamos un paso más en el camino del progreso científico; pues, cuando en 1816 M. de Prony dirigió su exposición, acerca de la pulgada de fontanero armonizada con el sistema métrico, á la *Academia Real de Ciencias del Instituto de Francia*, decía: *se tendrá* (para la unidad que reemplaza á aquélla) *el nombre MÓDULO DE AGUA, que no es ni duro ni largo para la pronunciación, y que me parece propio para designar la nueva unidad que debe añadirse al sistema métrico decimal PARA COMPLETAR ESTE SISTEMA* (2). Adoptado, pues, entre nosotros el sistema métrico (nº 160), según el pensamiento de aquel sabio *hemos completado nuestro sistema de medidas*; de modo que, si esa interpretación fuera errónea, bien podríamos exclamar con Ricardi: *si esto es un error, es glorioso errar con tales hombres*, con hombres como Prony, del cual, aunque el Sr. Malinowski, por vía de contestación dada á una consulta y hablando de esa medida, escribe: *que á principios de este siglo propuso M. de Prony con datos y experimentos insuficientes*; al contrario, un sabio autor de magna *MECÁNICA*, y que, por lo mismo, ocupa un alto puesto en el mundo de las ciencias, en

(1) Principio profundo de la escuela llamada *fisiocrática ó economista*, fundada en 1750, por el Dr. Francisco Quesnay, médico de Luis XV.

(2) “. ou aura l'expression module d'eau, qui n'est ni dure ni longue à prononcer, et qui me semble propre à désigner la nouvelle unité à ajouter au système métrique.”

atención á las mismas medidas que él juzga muy exactas, no ha titubeado en decir: 1808. *A. de Prony se lo debe considerar como el VERDADERO FUNDADOR DE LA TEORÍA ACERCA DE LOS CURSOS DE AGUA EN LOS TUBOS Y CANALES* (1).

Esto supuesto, podemos hacer las siguientes observaciones:

Al Art. 1.º—Se ha llamado *paja de agua* la unidad, para manifestar que nada se ha alterado, y que la *legal* es la misma *paja convencional* anterior, ahora reconocida oficialmente, restituyéndosele aquello que en razón no se le podía quitar. Y ha sido calificada de *unidad decimal*, por cuanto, al fijarle el volumen que le correspondía, la magnitud se había dado en metros cúbicos, ó era una expresión volumétrica de la *unidad fundamental* del sistema métrico decimal, que es el *metro*.

Al Art. 2.º—1.º La tradición enseñaba que á la unidad, para las distribuciones de aguas, correspondía un orificio equivalente á una pulgada cuadrada; pero nada decía de la carga ó presión. Pues bien, ese silencio en cuanto á la tal presión manifestando estaba que sobre el borde superior no debía haber carga alguna ó que este borde debía rasar con la superficie libre: si los peritos se hubieran fijado en esto ó querido aceptarlo, no habría habido tanto embrollo ni confusión ni arbitrariedad tanta; pero, lejos de eso, supusieron que eran libras para poner la carga que les parecía, como ya se ha dicho: y en esto estribaba lo absurdo de la antigua práctica. Ahora pues, hecho el cálculo con los datos que debían racionalmente suponerse, y empleando los procedimientos seguros, segurísimos de la hidráulica moderna, como se explicará en la siguiente *Sección*, al orificio cuadrado de una pulgada de lado, y con la presión de una pulgada sobre el borde inferior, correspondía, en un segundo, el gasto expresado por

$$G = 13 \text{ pulgs. cúb. } 788,$$

igual, con poqueña diferencia, al gasto de la pulgada de fontanero (n.º 166).

Por tanto, si con la ley no se quería alterar nada, y debía armonizarse la medida con el sistema métrico, debía dejarse el orificio, pero fijándole las condiciones para que el gasto no sufriera alteración sensible. Ahora, pues, las indicadas en el art. 2.º son las indispensables para esto, porque cualesquiera otras, de más ó de menos, lo alteran notablemente; y eso mismo se hizo en Francia con su igual, *la de fontanero*. Luego nuestra ley, para ser consecuente con el propósito pensado, do no alterar en nada la medida, debía dar los detalles del orificio,

(1) "108 De Prony dit á son sujet: 'C'est moi qui suis le véritable fondateur de la théorie des cours d'eau dans les tubes et canaux'."

como lo ha hecho: por la bondad relativa de la ley, esto era indispensable.

2º Por lo expuesto en los nºs 161 y 163, al hablar de las *medidas de distribución* hemos visto que la unidad debe ser tal, que haya cosas ú objetos materiales que la representen y sirvan de *talón, marco ó tipo: esto es necesario para que sea conocida de todos, y fácil de apreciar y comprobar.* Luego nuestra ley, al fijar la unidad, debía hacerlo estableciendo las condiciones del marco ó talón; el cual no existiría si se prescindiera de los detalles en este art. indicados. Ya lo hemos insinuado: la disposición del art. 43 del código civil de los Estados Sardos, es, en el fondo, igual á la contenida en el artículo que discutimos: difiere sólo en la magnitud del orificio; y tal vez la disposición de nuestra ley es más científica, porque el círculo es la única abertura que, mientras permanece en un plano vertical, no cambia el gasto al conservarse iguales las otras condiciones; pero el orificio que tenga cualquier otra forma lo cambia en los mismos casos, con sólo variar la posición, y esto aunque permanezca en plano vertical. Y se sigue de lo dicho, que nuestra ley no ha establecido una cosa inusitada á otras legislaciones.

Al Art. 3º—La ley para ser completa debía dar disposiciones que se pudieran aplicar á los dos casos posibles en que se presentan las aguas al ser medidas (nº 159), como se insinúa en la consideración 5ª del segundo informe (nº 166). Pero variando los cauces, naturales en el mayor número, de infinitos modos, para éstos no se podía fijar ningún talón, sino sólo el volumen; mas, como de los orificios salen las aguas para correr por cauces, y viceversa; tal volumen debía ser el que correspondiera al caso del orificio establecido en el art. 2º; esto es, *veinte metros cúbicos en 24 horas.* Pero, ¿existe correspondencia entre los arts. 2º y 3º?: hayla muy manifiesta, como lo probaremos en el nº siguiente.

A los Arts. 4º y 5º—Estos no ofrecen dificultad: se establecieron para facilitar la aplicación de la ley.

168. **Objeciones que se han hecho á la ley de aguas.**—El lector nos disculpará por las muchas páginas que estamos consagrando á la exposición de las razones científicas, económicas y de conveniencia social que motivaron entre nosotros *la ley sobre medida de aguas*, dada por el Congreso de 1886: si no se hubiera sancionado esta ley, nuestra obra, ESTUDIO ACERCA DE LAS AGUAS, no existiría; y si la hemos compuesto, es porque el art. 4º de la misma ley autoriza al Poder Ejecutivo para mandarla escribir: nuestra obra es un efecto de ella; y natural, muy natural es que el efecto se subordine á su causa en todo; y mucho más cuando se trata de honrarla y defenderla.

nea: ¡cuántos cálculos y suposiciones no se han hecho con esto fin! ¡qué de informes no se han pedido al exterior! ¡qué de aserciones no han venido de afuera! No comprendemos el espíritu con que se ha hecho todo esto; pues si hubiera habido sinceridad en las impugnaciones, las pruebas que en contrario se han rendido, claras, tangibles por decirlo así, hubieran impuesto silencio al más escéptico; pero como esto no se ha verificado, se infiere que no ha habido sinceridad en el ataque. Se ha querido y se quiere todavía que el Congreso la derogue: creemos que ningún Congreso lo hará después de haber manifestado, como lo hemos hecho, las necesidades que la reclamaban, las razones científicas en que se apoyó y los actos racionales que precedieron á su establecimiento. Y, si no obstante las pruebas que se han dado de la verdad de sus artículos, se la derogara por aducirse la supuesta falsedad, apeláramos al fallo del mundo, una vez que escribimos para todos, para lo presente y lo porvenir, para dentro y fuera de la República. Si la ley se aboliera, porque *entre humanos, no siempre la justicia y la verdad imperan*, la joven ciencia del Ecuador quedaría comprometida, sí, para hacerlo, se alegara falsedad; y si esta consideración no detiene al Congreso ecuatoriano, que antes de dictar medida tan ligera, debía proceder de modo que sus miembros lean muy despacio los documentos que confirman la verdad de la ley, quedará al menos de parte de los Ingenieros nacionales defensores de ella, el juicio de los hombres imparciales, la opinión ilustre de los sabios del mundo y el fallo de la historia: para esto se hace necesario manifestar la verdad de la citada ley.

En las páginas anteriores se han consignado las razones de conveniencia social por que se sancionó; en las que siguen, veremos lo fútil de las objeciones que se lo han opuesto.

E. OBJECCIÓN.—Pocos meses después de sancionada la *ley de aguas* vió ya la luz pública un impreso, en el cual *matemáticamente* se demostraba diz que la existencia de *graves errores encerrados en ella*. El escrito, en su principio, fué una solicitud dirigida al Presidente de la República, pidiéndole interprete la ley, para la aplicación práctica conveniente, facultad que sólo tiene el legislador; pues dice el artículo 2º, incº 1º de nuestro Código Civil:

“Sólo toca al legislador explicar ó interpretar la ley de un modo generalmente obligatorio.”

Y decimos que se podía *una interpretación*, porque el solicitante quería que S. E. *resuelva si ha de atenderse más bien al espíritu de la tantas veces mencionada ley que á su tenor literal*. Pero, ¿por qué era necesaria tal interpretación?: porque, según los cálculos hechos, el oficio, como estaba descrito en el artí-

culo 2º, no producía los *veinte metros cúbicos* indicados en el 1º (1).

Mas, la pretensión no se limitó á una solicitud, cuya resolución debía esperarse; porque la prudencia exige que, en casos semejantes, se aguarde el resultado del pedimento para publicar lo obrado, después de las pruebas que por una y otra parte, cuando la haya, se aduzcan: el solicitante, como si fuera inventor de las matemáticas, creyó infalibles sus cálculos; y sí, antes de recibir contestación alguna, ya hechó á volar por los cuatro vientos la solicitud impresa con la reserva de los callos de batalla que formaban dichos cálculos. Es seguro que ya se pensó que, con este procedimiento, la opinión pública vería, como una montaña, sobre la pobre ley para destruirla y voladlarla. Pero dejemos á un lado las ideas que se tuvieron en las mentes al proceder de este modo, y vengamos á los cálculos ú operaciones; y nótese que aun se incitaba á S. E. *las andara revisar con la persona ó personas que designase*: ¡cuánta seguridad de no haber errado para decir todo esto!

Según el cálculo hecho, el orificio en 24 horas daba en París, donde había sido compensada la pulgada de agua, el gasto

$$G = 18\text{metros cúb. } 604\ 489, \quad (a)$$

no el de veinte, así se dice; en otros términos: se impugnó la ley, porque el gasto era

Diez y ocho y no VEINTE.

OBSERVACIÓN.—Vamos á demostrar lo absurdo de semejante cálculo y de cuantos se verifiquen á este respecto dentro ó fuera de la República, no porque nos propongamos hacer lujo de escribir números y fórmulas de alto análisis, no. Lo hacemos: 1º, porque, algunas consultas venidas de fuera, *aunque contradictorias*, por no ser favorables á las prescripciones del artículo 2º, podrían interpretarse en pro de dicho cálculo; y porque conviene que los científicos, sea cualquiera su procedencia, Italia, Francia, Rusia ó la Escandinavia, tengan prudencia, no sean tan ligeros en poner su nombre al pie de cualquier escrito que, á guisa de contestación dada á una pregunta, sin examen ni cálculo se envía como la última afirmación de ciencia. 2º Porque, como lo hemos dicho, nos importa, no el juicio de *ciegos apasionados* que niegan ser *tres más tres igual*

(1) Véanse los Nos. 57 y 58 de "El Municipio", 29 de setiembre y 15 de octubre de 1888, en que están reproducidos el impreso mencionado y los cálculos que, en el artículo del que los ejecutó, daban en tierra con la ley.

á seis, sino el de las personas sensatas y de recto criterio en la República y el exterior, presentes y futuras, como quiera que escribimos un libro para todo el mundo. 3º Finalmente, nos mueve á ello la idea de poder ser consultada nuestra obra por los jóvenes estudiantes de la *Facultad de Matemáticas Puras y Aplicadas* de la Universidad central; y conviene que estos jóvenes aprendan la manera de introducir las fórmulas y ejecutar los cálculos, ciertamente largos y pesados en el asunto de que tratamos: con esto pueden adquirir alguna práctica.

RESPUESTA.—Pocos días después de impreso tan célebre cálculo, en una publicación que salió á luz el 3 de noviembre de 1886 (1) se anotaron SEIS ERRORES cometidos en él: hasta yerros de multiplicación hubo. Y, aun cuando en el N.º 60 de "El Municipio" en que se ha reproducido esta publicación, se afirma, en una nota de la pág. 33 de los *Documentos* antes indicados (nota al n.º 164), que *no hay tales errores*, probaremos que los hay, insistiendo en tres de los más gordos, porque, con un valer notabilísimo, influyen en los resultados de la operación.

1er ERROR.—La ley en el artículo 3º habla de veinte metros cúbicos en *veinticuatro horas*; y éstas equivalen á

$$24 \times 60 \times 60 = 86\ 400 \text{ segundos:}$$

mas, en esa operación numérica, llamada *cálculo matemático*, se ha supuesto

$$\text{Tiempo} = 24 \text{ horas} = 86\ 164 \quad " \quad ;$$

luego *hay un error en* 236 segundos;

y nótese que este error es *por defecto*; de modo que con él se ha disminuído indebidamente el resultado: luego, corregido se ha de obtener un algo mayor que el célebre diez y ocho.

Que las 24 horas de que habla la ley son iguales á 86 400^s es indudable, porque siempre la hora del día se ha hecho igual á 60^m, y el minuto á 60^s (2); y en toda época se ha considerado el día dividido en 24 horas; por esto, $24 \times 60 \times 60 = 86\ 400$ s.

Primero.—El *día judaico* usado en Atenas, en Judea, en Turquía, en Austria, en Bohemia, poco tiempo después de la publicación de las XII Tablas fué aceptado por los Romanos y casi todos los pueblos de Italia; y consta que este día se dividió en dos partes iguales, de á *doce horas* cada una. El *día egipcio* usado por Hiparco y Copérnico, y que en la actualidad es conocido con el nombre de *día civil*, aceptado por casi todas las naciones modernas, ha tenido 24 horas, pues las tiene aún, divididas de la manera indicada. Lo mismo ha acontecido con los días *babílónico* y *arábigo ó astronómico*. De este modo apare-

(1) Véase el N.º 59 de "El Municipio", 31 de octubre de 1888.

(2) Carrasco: *Acicología Universal*.

co que, por un instinto natural de la humanidad, está consagrado el día de 86 400^s.

En segundo lugar, el día para las *cuestiones legales* se ha supuesto siempre formado de 24 horas, y no más ni menos. En efecto, Savigny (1), en el § CLXXX.—VI, al hablar del tiempo y discutir jurídicamente el punto, dice: *Nosotros dividimos los días del calendario en 24 partes iguales que llamamos horas.* Y más adelante, § CLXXXII (2), tratando de los términos, añade: “. *El término jurídico pudiera adelantarse ó retrasarse de las VEINTIGUATRO HORAS DEL DÍA, fijándolo en la media noche que precede ó sigue á las 24 horas del término matemático, y por este medio se destruiría también la dificultad (la de encontrar para el tiempo móvil un término jurídico fácil de reconocer y de aplicar en cualquiera circunstancia, y lo menos separado que sea posible del término matemático); pero sería excederse del verdadero fin sin motivo alguno: etc.* Y si de este modo hablan los *Maestros de la Jurisprudencia moderna*, uno de los cuales, á no dudarlo, es Herr de Savigny, *el día jurídico, el día civil, el día de las transacciones y contratos*, es de 24 horas; pero cada una de éstas tiene 3 600 segundos; luego, las 24 horas civiles tendrán

$$24 \times 3\ 600 = 86\ 400 \text{ segundos.}$$

y no $86\ 164$ ” ;

porque estos segundos sólo equivalen á 23 horas, 56 minutos, 4 segundos del día civil.

Lo dicho, considerando el día jurídicamente, está de acuerdo con las teorías de la ciencia astronómica: entre los días solar y sidéreo hay una diferencia que por adición ó sustracción puede añadirse á uno de ellos para expresar el otro; y á este respecto dice Olmsted (3): *Sin embargo, para atender á los designios ó fines de la sociedad, se ha encontrado que es más conveniente asignar 24 horas al día solar, y dar la fracción (que se dirá á poco) al día sidéreo. De este modo,*

$$23 \text{ horas } 56 \text{ minutos } 4 \text{ segundos} = 86\ 164^s$$

es la longitud de un día sidéreo. Por esto hemos dicho (Libro II, Sección I, n.º 99 d) $t = 86\ 164^s$, tiempo que emplea la Tierra en girar al rededor de su eje, y que es distinto del día civil, equivalente al solar medio de 86 400^s etc.; porque el mismo autor, en el lugar citado, después de afirmar, que el TIEMPO es la porción determinada de una duración indefinida, añade: *El tiempo de la revolución de la Tierra sobre su eje es llamado UN DÍA SIDÉREO, y se determina por la revolución de una estrella, desde el instante que*

(1) *Sistema Del Derecho Romano Actual*, T. III, edición española de 1879, pág. 215. (2) Pág. 225.

(3) *An Introduction To Astronomy*, pág. 39.

passa por el meridiano (de un lugar) hasta que vuelve al mismo meridiano.

101. EL TIEMPO SOLAR (ó día solar) se cuenta por la revolución aparente del Sol, desde el meridiano de un lugar hasta que vuelve al mismo meridiano. Y, explicando la razón de la diferencia que existe entre los días, dice: *Por esto, mientras la Tierra gira el rededor de su eje, el Sol se mueve en la misma dirección; de modo, que cuando llegamos al meridiano celeste del cual nos habíamos apartado no encontramos allí al Sol, sino que se ha movido hacia el este casi un grado; y así la Tierra debe ejecutar más de una revolución para llegar á situarse bajo el Sol: exceso de movimiento que equivale, próximamente á 4^m (3^m 55 s. 909).*

Por esto el día solar es cerca de 4 minutos (3^m 55 s. 909) más largo que el día sidéreo. De lo expuesto se sigue, que si llamamos *x* la duración de este día tendremos

$$x + (3^m 55 s. 909) = 1 \text{ día solar} = 24 \text{ horas,}$$

$$ó x = 24^h - (3^m 55 s. 909) = 23^h 56^m 4^s \cdot 091 = 86 164 s.$$

Las suposiciones que se hacen en astronomía, para tener un movimiento uniforme del Sol, ha dado origen á días de igual duración en todo el año: esto constituye el llamado tiempo medio (1); y los días de duración igual se denominan *civiles* ó *astronómicos*, según los casos. Un día de la primera especie principia á las doce de la noche ó cuando el Sol atraviesa la parte invisible del meridiano, lo que se llama la *culminación inferior*; y se divide en dos períodos de á 12 horas, las cuales, en el momento de computar el tiempo, preceden á las iniciales *a. m.* (*ante meridiem*), *m. p.* (*post meridiem*), según se trate de un intervalo que está en el periodo que corre desde las 12 de la noche al medio día siguiente, ó de éste á las 12 horas de la noche posterior próxima. Un día de la segunda especie, comienza á las doce del día, se divide en 24 horas y termina en el medio día próximo venidero: el día astronómico, por tanto, se retrássa 12 horas del civil, fuera de esto, tales días son iguales entre sí y al solar; luego

$$1 \text{ día sol.} = 1 \text{ día civil} = 1 \text{ día astro.} = 86 400 s.$$

Ahora bien, no sólo por las teorías jurídicas y astronómicas debo tomarse como medida del tiempo el *día solar*, y ser ésto el que arregle las transacciones de la vida civil, sino que la Revelación misma lo declara así; pues leemos:

Dijo también Dios: Sean hechas lumbreas en el firmamento del cielo, y separen el día, y la noche, y sean para señales, y tiempos, y días, y años:

Para que luzcan en el firmamento del cielo, y atumbren la tierra. Y fué hecho así.

(1) Véase el *Tratado de la Astronomía Esférica y Práctica* del Dr. M. F. Bräunow.

E hizo Dios dos grandes lumbreras: la lumbrera mayor para que presidiera al día: y la lumbrera menor para que presidiese á la noche: y las estrellas. Gen. C. I, 14, 15, 16.

Y, como añaden los intérpretes: *el sol y la luna dividen el día y la noche, señalando así á los hombres los TIEMPOS EN QUE HAN DE TRABAJAR Y DESCANSAR.* Sirven también para distinguir en sus revoluciones las estaciones, los años, los meses y los días; es manifiesto que los días de trabajo para el hombre, sus negocios y contratos se arreglan por el día solar; por esto se dice en otro pasaje de la Escritura:

Entonces habló Josué al Señor, el día en que puso al Amorreo en manos de los hijos de Israel, y dijo delante de ellos: Sol, delante sobre Gabaón, y luna, sobre el valle de Ayalón. Y paráronse el sol y la luna, hasta que el pueblo se vengase de sus enemigos. Por ventura ¿no está escrito esto en el libro de los justos? El sol, pues, se paró en medio del cielo, y no se apresuró á ponerse por el espacio de un día. No hubo antes ni después día tan largo, obedeciendo el Señor á la voz de un hombre, y peleando por Israel. Jos. C. X. 12, 13, 14.

Razón ha habido, pues, para que los geómetras de todas las épocas, al ejecutar operaciones matemáticas que tienen una importancia práctica en las relaciones sociales de los individuos, siempre que han necesitado introducir el elemento del tiempo, hayan tomado como unidad el día solar de 86 400 segundos. De conformidad con esto, Graëff, al calcular el gasto de un cierto orificio dice: *y como en un día de 24 horas hay 86 400 segundos, bastarán*
$$\frac{3\,419\,263}{86\,400} = 39 \text{ días} \cdot 58 \text{ para que fluyan los } 6\,458\,820 \text{ metros cúbicos de}^a (1).$$

Finalmente, como el error cometido en el cálculo de que nos ocupamos, fué anotado en la publicación indicada, el interesado consultó sobre esto al exterior; y he aquí el modo como al respecto piensan los consultores (2):

a) el Sr. Andrés Llauradó, después de indicar algunas fórmulas, dice: *y ya no quedará más que poner en vez de Q el gasto por 1'' que corresponde al volumen de 20 metros cúbicos en las 24 HORAS = 86 400'' &ª*

b) el Sr. Eduardo Habieh escribe: *En mecánica teórica y práctica se considera solamente EL DÍA SOLAR MEDIO DE 86 400 SEGUNDOS. En agricultura lo único que evidentemente interesa es el día solar verdadero, que difiere, como es sabido, del día solar medio en una cantidad muy pequeña diariamente variable.*

Estas dos autoridades del contrario, corroboran nuestro modo de pensar.

Luego, es cierto, certísimo que se ha cometido un grave error al truncar el término de 24 horas (= 86 400 segundos) de que habla la ley de aguas, ó introducir el factor

$$23^h 56^m 4^s = 86\,164^s .$$

(1) Obra citada, T. II, pág. 480,

(2) Véase el N.º 67 de "El Municipio", 12 de abril de 1889.

Y nótese, que por coger un error en la ley, se infringió otra ley; pues dice nuestro Código Civil:

“Art. 43. Todos los plazos de días, meses ó años de que se haga mención en las leyes ó en los decretos del Presidente de la República, de los tribunales ó juzgados, se entenderá que han de ser completos; y correrán, además, hasta la media noche del último día del plazo.” &c

Y si después de todo esto, después de las autoridades mencionadas, hubiera persona que se empeñase en decir lo que se lee en la pág. 45 de los mismos “Documentos” (1), á saber, que *el día sideral es el verdadero día de 23 horas 56' 4"*, y no 86 400 segundos del día solar de 24 horas (olvidando que la ley menciona veinticuatro horas ni más ni menos); lo que equivale á decir, contra lo expuesto y contra las autoridades citadas, que *el día de las transacciones, el día que se considera en la MECÁNICA PRÁCTICA, el día que debe tomarse en consideración PARA LA AGRICULTURA y otras empresas* es el día sidéreo, el lector forme ya su juicio: la tal persona, procediendo contra el común sentir de los hombres, de los sabios, de las propias autoridades á que apela, de la Revelación en fin, ¿qué merecerá?

Pero ¿cuál habrá sido el origen de semejante error? Es fácil explicarlo: se leyeron *muy á la ligera* algunos trozos del T. I de la obra de D. Mariano Vallejo, indicada al principio de este Libro; y se tomó sin examen lo que allí se encontró. Pues dos veces, por lo menos, en el volumen indicado y en las páginas 145 y 171 asegura este señor, que un día es igual á 86 164^s, lo que en absoluto no es falso; pero no dice, que lo recordemos al menos, que 24 horas sean 86 164^s: al contrario, en las págs. 159 y 160, escribe *1 hora igual á 3 600^s*, lo que es verdad; en la 161, *3 horas igual á 10 800 segundos* — $3 \times 3 600$, y cierto por lo mismo; en la 164, *2 horas = 7 200 segundos*, lo que es $2 \times 3 600$, cosa muy verdadera: aseveraciones análogas se repiten en la pág. 166 y otras.

Por tanto, si esos trozos de la obra de Vallejo se hubieran leído con atención, se habría comprendido, que si bien un día, *el día sidéreo*, puede contener los 86 164 segundos de que habla este autor, lo que está conforme con las teorías precedentes, no se puede, según el mismo autor, afirmar que 24 horas sean 86 164^s; porque, si dice que $1h = 3 600^s$, $2h = 7 200^s$, $3h = 10 800$ afirmando está que

$$24 \text{ horas} = 86 400 \text{ segundos.}$$

Es claro, pues, que el error en que incurrió el del cálculo que refutamos, estuvo en esto, á saber: vió en Vallejo que un *día era igual á 86 164 segundos*; y, como supuso que todo día había de tener 24 horas, juzgó que *las 24 mencionadas en la ley de aguas, eran 86 164^s* que, á su entender, tenía el día, sea el que fuere: esto, y no otra cosa, fué la causa del error. Y se sigue

(1) Véase el N^o 61 de “El Municipio”, 1^o de diciembre de 1888.

do aquí, lo necesario que es, para adelantar en las ciencias, asistir á las clases, y oír las explicaciones de los profesores; pues, de otro modo, uno que no ha adquirido los conocimientos respectivos para ejercer actos profesionales en la vida social, se expone, *por creer que todo lo sabe ó puede saberlo*, á perjudicar grandemente á los particulares que en él confien. El caso actual ofrece un ejemplo: como, según la ley, una paja contiene 0^{litros} 231 48 en un segundo; el práctico que tomó 86 164^s en vez de 86 400^s, perjudica á una de las partes, por ejemplo al comprador en una compra venta, en $236 \times 0.231\ 48 = 54^{\text{litros}}\ 629\ 28 = 0^{\text{pajas}}\ 062\ 731$ por paja; y para una medida de pajas, como la indicada en el 2.^o cuadro del n.^o 164, el perjuicio sería de

$$1\ 528 \times 0.002\ 731 = 4^{\text{pajas}}\ 172\ 968$$

por lo menos.

2.^o ERROR.—Se dice, al hacer esa operación: *Como esta unidad de medida (la pulgada métrica con la cual se compensó nuestra antigua paja) fué calculada en París, para este cálculo se tomará la gravedad de aquel lugar, la cual es 980.865 7; y deducida la fuerza centrífuga, queda en 979.400 1.*

Aquí el error es doble, aunque el uno pudiera despreciarse. A la verdad, habiéndose hecho la corrección respectiva en el impreso aludido, el Sr. C. von Isschot, autoridad del exterior á quien recurrió el del cálculo, á una con todos los científicos franceses desde Borda y Cassini, asegura que la gravedad de París es 980.88, *velocidad adquirida por los graves sometidos á la acción de la gravedad, al fin del primer segundo de su caída* [1]; y ya se ve que

$$980.88 > 980.865\ 7.$$

Pero es error imperdonable el haber restado de 980.865 7 la fuerza centrífuga cualquiera que sea. ¿Por qué esa resta? ¿de dónde vino ese sustraendo? ¿qué razón se ha dado?: ninguna, se restó por restar y nada más; y, como estamos en los adentros de la cuestión, podemos manifestar lo que hubo al respecto. Ya en el *Libro II, Sección I, n.^o 99, 2.^a, f. 1.^o y 3.^o*, NOTA, al exponer la teoría de la gravedad, hemos manifestado el error inconcebible cometido por D. Mariano Vallejo en su *Tratado de Matemáticas T. III, Parte Primera*, pág. 90; porque al calcular la gravedad de Madrid, empleando como emplea una ecuación en que está ya deducida la fuerza centrífuga, del resultado que obtuvo,

$$35^{\text{pies}}\ 170\ 3 = 9^{\text{m}}\ 799\ 8,$$

restó otra vez esa fuerza centrífuga; sin esta operación, aquel

[1] Véase el N.^o 65 de el "El Municipio", 1.^o de marzo de 1839.

resultado debía ser la gravedad buscada, *pura y limpia*, é igual con muy pequeña diferencia á la que da, para esa capital, el ominente físico Sr. D. Eduardo Rodríguez, á saber, 9^m. 799 2, en su estimable obra *Manual De Física General Y Aplicada*. Al restar por segunda vez tal fuerza, creyó D. Mariano que

$$35 \cdot 170 3 - 0 \cdot 070 4 = 35 \text{ pies. } 1 = 9^{\text{m}}. 780 2,$$

gravedad del Ecuador, era la que correspondía á *la plaza mayor de Madrid*; y es manifiesto que, sin esa sustracción, el resultado primero es muy aceptable, porque es un número que está entre el dado por el P. Canudas y el del Sr. Rodríguez, una vez que se tiene

$$9^{\text{m}}. 804 15 > 9^{\text{m}}. 799 8 > 9^{\text{m}}. 799 2;$$

pero se hizo la malhadada resta, y *todo se dañó*. Este error espantoso cometido en un libro por un hombre que entondía de la ciencia, ha influido tanto, que sigue produciendo sus efectos en otra obra del mismo autor. Pues, en el *Tratado Sobre El Movimiento Y Aplicaciones De Las Aguas*, T. I, pág. 140, dice, que *de la gravedad de Madrid 35'1 pies españoles, puede usarse en las aplicaciones ordinarias, que ocurren generalmente en la práctica*; y en efecto, ha usado de ese número en los ejemplos propuestos en las págs. 145, 157, 171, 219, &c del mismo tomo; si las otras gravedades que en esta obra se consideran, están calculadas por el estilo, bien se puede asegurar que en dicho tomo, pocos, muy pocos serán los ejemplos bien calculados.

Esto supuesto, y volviendo al cálculo con que se ha impugnado la ley de aguas, he aquí lo acontecido: el que lo hizo vió en la pág. 90, antes citada, *la reglita de D. Mariano Vallejo*:

$$\begin{aligned} & \textit{gravedad de Madrid} \text{--(otra vez) la fuerza centrífuga} \\ & = \text{GRAVEDAD CORREGIDA;} \end{aligned}$$

y, aplicando el consabido método, halló que la gravedad para el cálculo, puesto que se trataba de París, tenía de expresarse por

$$980 \cdot 865 7 - 1 \cdot 465 6 = 979 \cdot 400 1;$$

pero con esta práctica se equivocó de nuevo *por defecto*, en 1'465 6. Luego, *corregido este segundo error se obtendrá un algo, que excederá en mucho al célebre DIEZ Y OCHO*.

Nótese que este nuevo error cometido sólo por lo que se vió en un libro, confirma nuestra aserción anterior, á saber: *que es necesario para adelantar en las ciencias, la asistencia á las clases respectivas*; sin esto los libros pueden ser perjudiciales; pues *falta el criterio para saber tomar lo bueno y desechar lo malo*.

Según la afirmación del Sr. Isschot, que ya hemos consignado, y autoridad irrecusable porque es del contrario, el error

quo analizamos es mayor aún, puesto que es mayor la gravedad de París; y como asciende á

$$980.88 - 979.400 \text{ l} = 1.479 \text{ 9};$$

es manifiesto que

$$1.479 \text{ 9} > 1.465 \text{ 6}.$$

Pero este error aun crece más, porque dice el Sr. Daguin:

“Según Bessel, que ha referido el péndulo al vacío por haber tomado en consideración la influencia de su movimiento sobre la pérdida del peso en el aire, la pesantez en París es de 9m. 83 96 [=980 cm. 836], y la longitud del péndulo que bate segundos, de 0m. 993 787” [1].

Así tendrá el valor de

$$980.896 - 979.400 \text{ l} = 1.495 \text{ 9}$$

3^{er} ERROR.—So dice, también, al hacer *ese cálculo*: *El coeficiente que corresponde á los 17 milímetros de la longitud del tubo y á los 4 centímetros de la carga es 0.752 9*

Pero el coeficiente es 0.84 ó por lo menos 0.835; luego asciende el error á

$$0.835 - 0.752 \text{ 9} = 0.082 \text{ 1}.$$

Para probarlo basta demostrar: 1^o, que *el tubo de 17 milímetros arroja el agua á boca llena, sin contracción*; y 2^o, que, para estos casos, los modernos hidráulicos han encontrado el coeficiente 0.84.

1^o—El Sr. Eduardo Habich, ingeniero no sospechoso, porque es autoridad consultada por el sujeto que practico *ese cálculo numérico*, hablando del *doble módulo de Prony*, dice: “Esta cantidad de agua (los veinte metros cúbicos en 24 horas) según las experiencias de Prony, debía salir por un orificio circular de 0^m.02 de diámetro, prolongado por un tubo adicional cilíndrico de 0^m.017 de largo, y bajo la carga de agua de 0^m.05 [2] sobre el centro, POR EL CUAL CONDUCTO EL AGUA DEBE CORRER LLENÁNDOLO COMPLETAMENTE (3).”

¿Se cree ó no se cree á la propia autoridad buscada?, llenándolo completamente dice: juzgue el lector.—¡Sr., que M. Bergs asegura: *La pared más delgada que el diámetro del orificio no suprime la contracción ni una parte de ella!* (4)—¿Qué nos importa?: las autoridades de Ud., propias suyas, por ser contradictorias no aprovechan á Ud., pero sólo á Ud. Mas, nosotros hacemos muy bien al tomar en este duelo el arma que á Ud. no le conviene; ¿qué nos importan los ajuros de Ud?: mejor para nosotros.

[1] “D’après Bessel, qui a ramené le pendule au vide en tenant compte de l’influence de son mouvement sur la perte de poids dans l’air, la pesanteur à Paris est de 9m. 808 96, et la longueur du pendule à seconde, de 0m. 993 781. [Obra citada, edición de 1878, T. I, pág. 120].

(2) Como lo veremos después, este 0m. 05 no nos importa; puede ser 5, 6, ó más.

(3) Consta en “El Municipio” del 21 de abril de 1889.

(4) Véase “El Municipio” N^o 91, 28 de junio de 1890.

Pero pase: M. Bergs y D. Eduardo Habich se destruyen mutuamente; si bien, por ser ambas autoridades buscadas por quien hizo el cálculo, sólo á él no debieran aprovecharle. Veamos si hay otra persona que, por haber hablado en público de lo que vió, hizo y le constó, merezca fe: fe, porque hablaba de lo que tenía conocimiento; fe, porque al dirigirse á toda una *Academia de sabios*, hubiera recelado decir una falsedad, pues podía ser cogido á poco en error, más aún, *en mentira*; fe, porque no tenía interés de engañar á nadie; y tal vez ni se le pasó por el magín que á los 70 años se pudiera dudar de sus dichos, ó pretender probar la verdad de sus aseveraciones: este hombre es el mismo M. de Prony, gran sabio, llamado por los modernos hidráulicos, *el verdadero fundador de la teoría de los cursos de agua en los tubos y canales* (palabras del Sr. Collignon, citadas ya).

Pues bien, leyendo M. de Prony una Memoria en que exponía el resultado de sus investigaciones sobre la *pulgada de fontanero* comparada con otras medidas, decía en la Academia de Ciencias el 23 de diciembre de 1816: *En mis experimentos he procurado que la pared interior del tubo adicional (de 17 milímetros de longitud) estuviera siempre mojada y que el AGUA LLENASE EXACTAMENTE LA CAPACIDAD DE ESTE TUBO; sin esta precaución la salida tendría lugar como por una pared delgada, y no se habría probado la influencia de la variación de longitud que se hace sentir en las más pequeñas dimensiones, cuando el agua corre á tubo lleno* (1). Esto, ¿se cree ó no se cree?: lo decía un testigo, lo decía uno que así lo había experimentado, procurado y observado. Luego ese tubo *no era, no es pared delgada* sino un verdadero tubo adicional; la relación de su longitud á su diámetro es 1, porque $\frac{17}{17} = 1$ es la primera convergente de la fracción continua

$$\frac{17}{20} = \frac{1}{1} + \frac{1}{5} + \frac{1}{1} + \frac{1}{5};$$

pues que la segunda es $\frac{5}{6}$, y < 1 . Luego M. Bergs, *Director del Canal interoceánico*, no afirma, en absoluto, una verdad cuando escribe: *la pared más delgada que el diámetro del orifi-*

(1) J' avais soin, dans mes expériences, de faire en sorte que la paroi intérieure de l'ajutage fut toujours mouillée, et que l'eau remplit exactement la capacité de cet ajutage; sans cette précaution, l'écoulement aurait eu lieu comme par une mince paroi, et n'aurait pas éprouvé l'influence de la variation de longueur qui se fait sentir dans les plus petites dimensions, lorsque l'eau coule à plein tuyau". (Conste en la Memoria de la Academia de Ciencias año de 1816)

cio no suprime la contracción, &c.; dice lo que ha visto escrito con error, y no lo ha observado; porque, si á espesores de pared pequeños para orificios no grandes, en algo inferiores al diámetro de la luz, se dan pequeñas cargas, se ve que hay relaciones, como la de 17^{m.m} á 20^{m.m}, para las cuales, siendo la longitud en algo menor que el diámetro, el agua sale á boca llena, esto es, *sin contracción*. Lo afirmado por el Sr. Habich, y las palabras de M. de Prony son suficientes para probar lo que deseábamos, á saber, que *el tubo de 17 milímetros arroja el agua á boca llena*. Pero á mayor abundamiento, citaremos las doctrinas de otro autor que corroboran nuestra proposición. En efecto, M. de Bendant, ha escrito:

“359. *Aumento del gasto con tubos cortos.*—La experiencia nos enseña que adaptando el extremo de un tubo al orificio de un vaso, el gasto puede llegar á ser mucho más grande que por un orificio abierto en pared delgada; pero, para que este efecto tenga lugar; es necesario, 1º que el líquido pueda contraer una cierta adherencia con las paredes del tubo: así el efecto no tiene lugar cuando sirviéndose de agua el interior del tubo está untado con una ligera capa de grasa, ó CUANDO SU DIÁMETRO ES DEMASIADO GRANDE COMPARATIVAMENTE Á SU LONGITUD; 2º es necesario que la salida se verifique en un medio resistente; así el efecto no tendrá lugar en el vacío” (1).

Pero la razón del diámetro á la longitud ó viceversa, en el tubo descrito por la ley, es 1 ó 5/6 = 1 próximamente, por lo cual este diámetro *se halla muy lejos de ser demasiado grande comparativamente á dicha longitud*; luego, mientras el tubo no esté engrasado, el agua al salir *se adherirá á él y se derramará á boca llena*, según el sabio Bendant. Y para que *el agua adquiera tal adherencia con las paredes del tubo*, ó para que *pueda mojarlas*, que fué lo que cuidó Prony, basta hacerlo de una sustancia á que pueda unirse el agua: con el vidrio, las piedras y los metales hay un buen resultado, como lo hemos visto en los diferentes experimentos que hemos practicado en el patio de la Universidad, y que han presenciado muchas personas: siempre que no ha habido rebaba en el tubo, ó no ha estado mal unido á la pared, ó no ha tenido grasa, el agua se ha derramado á boca llena.

En esta parte, pues, á más de las autoridades concluyentes que hemos citado, afirmamos un hecho que nos consta, y del cual, por ser tan fácil la repetición, los lectores pueden satisfacerse por sí mismos. Añadimos más: el tubo no sólo arroja el agua á boca llena bajo la carga de cuatro centímetros sobre el

(1) “359. *Augmentation de dépense par des tuyaux courts.*—L'expérience nous apprend qu'en adaptant un bout de tuyau à l'orifice d'un vase, la dépense peut devenir beaucoup plus grande qu'il par un orifice percé en mince paroi; mais, pour que cet effet ait lieu; il faut, 1º que le liquide puisse contracter une certaine adhérence avec les parois du tube: ainsi, l'effet n'a pas lieu lorsqu'en se servant d'eau, l'intérieur du tube est enduit d'une légère couche de graisse, ou lorsque son diamètre est trop grand comparativement à sa longueur; 2º il faut que l'écoulement se fasse dans un milieu résistant: ainsi l'effet n'a pas lieu dans le vide. (Obra indicada, edición de 1838, pág. 273).

centro, sino que el fenómeno continúa con cargas ó presiones de 5, 6 y hasta de 7 centímetros.

2º Probadó como está el hecho de la *salida á boca llena* sin temor de que lectores imparciales duden de nuestras afirmaciones, una vez que pueden verificar las citadas consignadas ó repetir el experimento indicado, demostrar que el coeficiente de gasto asciende á 0·84, no es cosa difícil. En efecto, la generalidad de los buenos *escritores de hidráulica* afirman que en ese supuesto, el coeficiente que da el cálculo, es, no sólo 0·85, sino 0·87: nosotros así lo demostraremos en la *Sección II*; pero, por ahora, nos basta indicar entre otros, á los Sres. Dulos, Graëff y Uhlund (1), cuyos libros son, sin duda alguna, los más excelentes entre las obras de hidráulica moderna. De este modo, si en la ecuación (191) que da el gasto de un orificio ó sección cualquiera en la unidad de tiempo, se escribe

$$V = \sqrt{2gh};$$

y se multiplica el producto por un cierto *coeficiente m de gasto*, el volumen que pasa por tal orificio ó sección, como se verá despues, se expresa por

$$G = m \cdot S \cdot \sqrt{2gh}; \quad (197)$$

y para el valor 0·85 y 0·87 de *m*, que dan los señores Dulos y Graëff, el gasto será

(1) Véanse en las obras de los dos primeros, indicadas al principio de este Libro, los tomos III y II respectivamente, págs. 36 y 22. En la obra del Sr. Uhlund intitulada *Notes Et Formules De L' Ingenieur Et Du Constructeur-Mécanicien*, traducida del alemán al francés por Laharpe, Faucon, y Wolff, se lee, en la pág. 106: "*Ajutages cylindriques.*—Le coeficiente de dépense μ varie avec le rapport de la longueur *l* de l' ajutage à son diamètre *d*,

| | | | | | | | |
|----------------------|------|-------|------|------|------|------|------|
| pour $\frac{l}{d} =$ | 1 | 2 à 3 | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 |
| $\mu =$ | 0·88 | 0·82 | 0·77 | 0·73 | 0·68 | 0·63 | 0·60 |

"Pour *ajutages cylindriques courts* ($\frac{l}{d} = 2\cdot5$ á $3\cdot5$) on a en moyenne $\mu = \frac{Q}{Q_1} = 0\cdot815 = \varphi$ ".

De modo que, según este autor, sólo cuando la *razón de la longitud al diámetro* crece de 1 á $2\frac{1}{2}$ ó $3\frac{1}{3}$, disminuye el coeficiente de gasto de 0·88 á 0·815 que es un *término medio*: lo que es natural, porque, á igualdad de carga, crece el frotamiento del agua con la longitud del tubo, y se disminuye el gasto.

$$G = 0.85. S. \sqrt{2gh}, \quad G = 0.87. S. \sqrt{2gh}. \quad (198)$$

Pero dice el Sr. Dulos: *La comparación de los resultados obtenidos por la fórmula [cualquiera de las (198)] con los deducidos de la experiencia, ha enseñado que el coeficiente 0.85 (ó 0.87) debe reducirse á 0.82. Así, para tubos adicionales de pequeña longitud, se tendrá (1)*

$$G = 0.82. S. \sqrt{2gh}. \quad (199)$$

Y nótese que tal es la fórmula dada por todos los hidráulicos, dignos de este nombre, para el gasto que producen á boca llena los tubos adicionales exteriores (2); mas, por el tubo de Prony ó el adoptado en nuestra ley, el gasto es á boca llena; luego, vale dicha fórmula para este tubo.

Ahora pues, como se ha observado que con presiones de consideración, los tubos cuya longitud es de dos ó tres veces el diámetro, ya dan el agua á boca llena; se ha deducido que, para tal longitud es aplicable la fórmula (199). Pero de aquí concluir, como lo hacen muchos hidráulicos, que sólo con la longitud indicada hay el MÁXIMUM DE LA SALIDA, y que sólo entonces EL MÁXIMUM DEL COEFICIENTE DE GASTO ES 0.82, es afirmar, como verdad, un error manifiesto. Y no es sólo en asuntos semejantes en los que se descubren yerros en los tratadistas de ciencias exactas: en otros muchos, las obras de los matemáticos están llenas de errores. Ya hemos visto y probado (3) los graves yerros contenidos en las obras de D. Mariano Vallejo, y en los cuales ha incurrido, seguramente, por haber copiado lo de otros autores; pues, bien, ahora vamos á indicar el error que han asentado todos los escritores de matemáticas puras, menos uno, que lo sepamos á lo menos, en los tratados de álgebra superior: en las obras de todos ellos se demuestra la proposición siguiente:

Las m relaciones que hay entre las m raíces de una ecuación y los coeficientes de la misma, no bastan para determinar estas raíces.

Mas, he aquí que un matemático moderno demuestra que no sólo son suficientes sino que unas pocas de las m relaciones BASTAN PARA ENCONTRAR ESAS RAÍCES (4); ¿qué significa esto?: significa lo que dice este algebrista, en el prólogo de su

(1) Estas palabras constan en el tomo y pág. citados; y la doctrina en ellos contenida es idéntica á la enseñada por Herr Uhlund, que hemos indicado en la nota precedente.

(2) Por ahora nos contentaremos con la prueba de autoridad; mas, en la Sección II, demostraremos la verdad de esta ecuación.

(3) Libro II. Sección I, nos. 99 y 100; como también lo expuesto en la ilustración que hemos dado al esclarecer lo relativo al 2º error cometido en el cálculo que estamos analizando.

(4) D. Fernando Gómez de Salazar: *Álgebra Superior*.

obra, que hay errores tan bien disfrazados para usurpar el puesto de la verdad, que no han podido ser conocidos por los matemáticos más eminentes: al contrario, estos mismos han venido alimentando y demostrando, como verdad inconcusa, un principio enteramente falso, en extremo trascendental y dañoso, no solamente á la ciencia, sino también y en muy alto grado á los que se dedican al estudio de las matemáticas.

Por felices nos contaríamos si, con la discusión razonada que hacemos en esta parte de nuestro ESTUDIO ACERCA DE LAS AGUAS, lográramos que los futuros escritores de hidráulica observaran y calcularan mucho; de esta manera sus trabajos harían conocer la excesiva generalidad con que se asientan proposiciones que, por lo mismo, lejos de producir un beneficio, son un manantial fecundo de males para la ciencia, como lo manifestaremos después.

Esto supuesto, repetimos que hay un error al asegurar, en absoluto, que *el máximo del gasto se produce con longitudes de tubo, iguales á dos ó tres diámetros*. Porque, si disminuye la carga, la salida á boca llena se efectúa con longitudes mucho menores; y el hecho del tubo de Prony lo confirma. En este caso, é iguales las demás condiciones, el tubo mientras más corto da más gasto.

Ho aquí nuestra proposición en la que insistimos porque así conviene á la ciencia: *con una presión fija y saliendo el agua á boca llena, EL TUBO MIENTRAS MÁS CORTO DA MÁS GASTO*. Y la razón es obvia: con la salida á boca llena, mientras más corto es el tubo hay menos frotamiento entre el líquido y las paredes del adicional; aumentándose, pues, la longitud, el frotamiento se repite en un espacio más largo, lo que *por retardar considerablemente la velocidad, HACE DISMINUIR EL GASTO*. Y para que nuestras aserciones tengan toda la fuerza que se exige en las tesis matemáticas, apoyémoslas en la autoridad. Dicen, entre otros hidráulicos:

a) Herr Uhländ, lo que se lee en la nota que antes hemos puesto: la disminución en los coeficientes de gasto cuando crece la longitud del tubo, demuestra la verdad de nuestra proposición.

b) El Sr. Dulós, al razonar sobre la ecuación (198): *Observamos que al establecer esta fórmula, hemos hecho abstracción del frotamiento de los filetes líquidos contra las paredes del tubo, lo que no es permitido sino en el caso de tener el tubo cilíndrico una longitud muy pequeña* (1).

luego debemos concluir, que el gasto calculado por esa ecuación será tanto mayor cuanto menor sea la longitud del tubo, porque menor será el frotamiento; por tanto, si la longitud

(1) Tomo y pág. citados.

es un *mínimum*, en el derramo *á boca llena* habrá un *máximum* de gasto.

c) Boudant, al estudiar el mismo punto: *Cuando el tubo cilíndrico es horizontal el líquido tiende á conservar el mismo grado de velocidad por toda la longitud, de modo que el gasto debería ser uno mismo; pero aquí el frotamiento, repetido sobre un largo espacio, retarda considerablemente la velocidad, y de tal modo que aun puede suceder que la salida no se haga sino gota á gota* (1).

Al disminuir, por tanto, *ese espacio* ó sea la longitud del tubo corrida por el agua, hay aumento en la velocidad, y se aumenta el gasto; y si tal espacio es un *mínimum con salida á boca llena*, el gasto será un *máximum*. Ahora, pues, en esto, precisamente, consistió el feliz invento de Prony: por una serie de experiencias, variando ya la carga, ya el diámetro, ya la longitud del adicional, logró descubrir un tubo que, con una *mínima longitud y á boca llena*, producía un volumen igual, con *pequeñísima* diferencia, al de la *pulgada de fontanero*, ó al de su equivalente, la *antigua paja ecuatoriana*. Luego, este tubo, según la teoría de los autores mencionados, tan racional que basta el sentido común para aceptarla, debía producir un *gasto máximo*; y por esto, si para una longitud *doble ó triple del diámetro* el coeficiente, por lo dicho antes, resulta ser 0·82; con una longitud *mucho menor*, el coeficiente será *mucho mayor*: ¿cuál se tomará? He aquí lo que dice al respecto un sabio hidráulico moderno: *Para un orificio circular en pared delgada, M. Boussinesq encuentra un coeficiente de 0·657, y para un tubo adicional cilíndrico exterior el coeficiente 0·84, cifras que difieren muy poco de los valores medios 0·64 y 0·82 que da la experiencia* (2).

Si, pues, 0·82 *es sólo un valor medio*, es porque, siendo iguales las otras condiciones, hay casos en que puede ser mayor; pero el gasto crece siempre que, con las mismas condiciones, se disminuye el frotamiento, lo que supone disminución en la longitud del tubo, luego crece el coeficiente hasta 0·84. Mas, el tubo de Prony no puede ser *pared delgada*, porque, como lo hemos probado, *arroja el agua á boca llena*; y tiene una longitud muy pequeña. Luego, *el coeficiente de gasto para tal tubo, es de 0·84*. Y si alguna influencia pudiera obrar la razón del diámetro (2 centímetros) á la pequeña carga (4 centímetros), por lo que veremos después, el coeficiente será do

(1) "Lorsque le tuyau cylindrique est horizontal, le liquide tend à conserver le même degré de vitesse sur toute la longueur, de sorte que partout la dépense devrait être la même; mais ici le frottement, répété sur un long espace, retard considérablement la vitesse, et à tel point qu'il peut arriver que l'écoulement ne se fasse plus que goutte à goutte. [Obra citada, edición de 1838, pág. 276].

(2) "Pour un orifice circulaire en mince paroi, M. Boussinesq arrive à un coefficient de 0·657 et pour un ajutage cylindrique extérieur, au coefficient 0·84, chiffres qui diffèrent encore assez peu des valeurs moyennes 0·64 et 0·82 que donne l'expérience" [Graëff, tomo y pág. citados].

$$0.84 \times 0.998 = 0.83832;$$

luego, tomando como coeficiente sólo 0.835, cantidad en algo menor, será, con mayor razón, seguro el resultado; y, comparado con este coeficiente el del cálculo de que nos ocupamos, se ve que el 3er error es también por defecto. Luego, corregido este tercer error obtendremos con mayor razón, un resultado que excederá en mucho al célebre DIEZ Y OCHO.

Y el origen de este error, ¿cuál sería?: en D. Mariano Vallejo está, siempre en D. Mariano; pues, en el T. I, págs. 178 y 180, pone unas tablas de coeficientes y da unas reglas para calcularlos, tales que si se les supone la generalidad que piensa el autor, y de la cual carecen, inducen necesariamente en error, como se demostrará en otro lugar.

RESUMEN.—De todo lo expuesto al discutir lo relativo á los tres grandes errores cometidos en el cálculo con que se ha pretendido impugnar la ley de aguas, resulta, que por haber hecho

$$\left. \begin{aligned} m &= 0.7529, \text{ el error es } e' = 0.0821; \\ g &= 979.4001, \text{ " " " } e'' = 1.4959; \\ t &= 86164.0000, \text{ " " " } e''' = 236.0000. \end{aligned} \right\} (b)$$

Veamos ahora si determinado el influjo de estos errores y corregida esa operación aritmética, llamado *cálculo matemático*, se producen los VEINTE METROS CÚBICOS fijados por la ley.

Cuando en la ecuación (197) se escribe, por la sección ú orificio circular, $S = \pi r^2$, y se considera el tiempo t en vez de un segundo, hallamos

$$G = m \times t \times \pi r^2 \times \sqrt{2gh}, \quad (200)$$

fórmula que, como lo hemos dicho y se demostrará en la *Sección II*, es la adecuada para el cálculo del gasto ó volumen que fluye por un orificio circular en el tiempo t . Ahora, pues, tres de las seis cantidades generales en ella contenidas, han sido las alteradas; luego deben cambiarse tales cantidades para obtener el valor adecuado: lo que equivale á decir, que G es una función de las tres variables m, g, t ; y que adquirirá un valor justo cuando al mismo tiempo cambien las variables indicadas; si G_1 es el valor alterado, deberá ser

$$G_1 = G + \text{el aumento}$$

producido por el cambio de las variables.

Esto supuesto para los incrementos e', e'', e''' los que

siones $m + e'$, $g + e''$, $t + e'''$, mediante el teorema de Taylor extendido á tres variables, producen

$$\begin{aligned} G_1 &= f(m + e', g + e'', t + e''') = f(m, g, t) + f'_m \times e' + \dots \\ &\qquad\qquad\qquad + f'_g \times e'' \\ &\qquad\qquad\qquad + f'_t \times e''' \\ &= G + \frac{dG}{dm} \times e' + \frac{dG}{dg} \times e'' + \frac{dG}{dt} \times e''', \end{aligned}$$

al despreciar los términos correspondientes á las potencias superiores de los incrementos, desde el segundo grado. Si se ejecutan las diferenciaciones indicadas, y se escribe

$$e' = dm, \quad e'' = dg, \quad e''' = dt,$$

resulta

$$\begin{aligned} \frac{dG}{dm} \cdot e' &= t \cdot \pi r^2 \cdot \sqrt{2gh} \cdot dm, \\ \frac{dG}{dg} \cdot e'' &= m \cdot t \cdot \pi r^2 \cdot \sqrt{2h} \cdot \frac{dg}{2\sqrt{g}}, \\ \frac{dG}{dt} \cdot e''' &= m \cdot \pi r^2 \sqrt{2gh} \cdot dt. \end{aligned}$$

De este modo será

$$\begin{aligned} G_1 &= G + \frac{dG}{dm} \cdot e' + \frac{dG}{dg} \cdot e'' + \frac{dG}{dt} \cdot e''' = G + \pi r^2 \cdot \\ &\sqrt{2h} \left(t \cdot \sqrt{g} \cdot dm + m \cdot t \cdot \frac{dg}{2\sqrt{g}} + m \sqrt{g} \cdot dt \right). \end{aligned}$$

Si escribimos por e' , e'' , e''' , ó sus iguales dm , dg , dt , los valores hallados en (b), y ejecutamos las operaciones indicadas, se obtiene

$$t \times \sqrt{g} \times dm = 221\,385\,452\,894,$$

$$m \times t \times \frac{dg}{2\sqrt{g}} = 1\,550\,442\,429,$$

$$m \times \sqrt{g} \times dt = 5\,560\,698\,788,$$

$$\text{Suma} \qquad\qquad\qquad = 228\,496\,594\,111.$$

Así es

$$\begin{aligned} \text{produ}^\circ \text{ del } 2^\circ \text{ miemb}^\circ &= 8\ 885\ 736 \times 228\ 496\ 594\ 111 \\ &= 2\ 030\ 360 \text{ cm. cúb. } 412\ 169\ 500\ 696 \\ &= 2 \text{ m. cúb. } 030\ 360; \end{aligned}$$

y recordando el valor de G dado en (a), resulta, finalmente,

$$G_1 = \left| \begin{array}{l} 18 \text{ m. cúb. } 004\ 489 \\ 2 \text{ ,, } 030\ 360 \end{array} \right| = 20 \text{ m. cúb. } 034\ 849, \quad (c)$$

que son los VEINTE METROS CÚBICOS que da la ley; pues el pequeñísimo aumento de 34 litros en 24 horas, es una cantidad despreciable.

CONCLUSIÓN.—Creemos que ninguna razón ilustrada y libre de pasión, después de considerar atentamente los fundamentos en que se apoya el cálculo precedente, puede un instante dudar de la verdad contenida en el resultado [c], porque negarlo, sería negar, por ejemplo, la equivalencia

$$4 + 2 = 6:$$

los que así procedieran estarían impulsados ó por una suprema ignorancia, y con los tales no se puede discutir; ó por una pasión irracional; más, para con éstos, antes que discutir, convendría poner en práctica el aforismo del Filósofo: *Contra negantes principia fustibus est arguendum.*

Y, si racionalmente no se puede poner en duda la verdad contenida en el resultado [c], porque la corrección hecha con los datos de la ley, se funda en autoridades irrecusables, preciso es concluir, que yerran:

1º Los autores ó científicos que, para el doble módulo de Prony, dan *tres centímetros* de presión sobre el centro; y son entre otros:

Armengaud Jeune: *Formulaire de l'Ingénieur-constructeur*, edición de 1878, pág. 211.

Daguin: *Cours de Physique*, edición de 1878. T. I, pág. 219, § 248.

Llauradó: *Tratado de Aguas y Riegos*, edición de 1884. T. I, pág. 112. El mismo error está repetido en la contestación dada á una consulta que sobre el particular, se le hizo desde Quito [v. "El Municipio" N.º 65 del 1.º de marzo de 89].

Silliman: *Principles Of Physics*, edición de 1865, pág. 178, § 221.

Solignac: cuando ha contestado á una pregunta que al respecto se le hizo [consta en el N.º de "El Municipio" anteriormente citado].

2º Los científicos, obras ó autores que den *cinco centímetros* de presión sobre el centro; entre éstos, se conocen los siguientes:

Bergs: pues, en la contestación que dió á una pregunta hecha al respecto, practicó un cálculo con un falso coeficiente, porque supuso una pared delgada; y

como, para un segundo de tiempo con la presión 4 c. m., sacó el valor 0.183 2 litros en vez de 0.231 48, es manifiesto que, para obtener este número, lo menos necesitaría de cinco centímetros. Si el Sr. Bergs hubiera tenido la astucia que adquieren los hombres versados en cada clase de operaciones, habría maliciado que *algo que- ría significar esa prescripción de 17 milímetros*, ni más ni menos; pues, si el tubo equivaliera á una pared delgada, podría ser menor que 17 milímetros la longitud [v. "El Municipio" N.º 91, del 28 de junio de 1890].

Benoit: *Guide Du Meunier*, edición de 1863, T. I, pág. 204, § 467.

Habich, contestando á una pregunta que se le hizo sobre el particular [v. "El Municipio", N.º 67, abril 12 de 1889]

Mémoires De L' Academie Royale Des Sciences De L' Institut De France, Année 1817.

Hay también una edición del *Formulario* de "Armengaud Jeune en que se indica la presión cinco centímetros (1).

¿Y los que asignan más de cinco centímetros, como el emi- nente señor Ygnacio M. de Varona que da sus UNOS SEIS cen- tímetros cuando, como matemático, contestaba á otra consulta que se le hizo?: ¿qué se debe pensar de éstos?.....

[v. lo dicho por el señor de Varona en los Nos. 84 y 85 de "El Municipio", 15 y 18 de febrero de 1890].

Cualquiera cabeza bien organizada, sin ser de matemáti- co, entiende, que si seis es la suma de dos números, y uno de los sumandos es dos, el ótro no puede ser ni tres ni cinco, mu- cho menos otro mayor: es necesariamente cuatro.

Están, de este modo, en lo cierto los autores siguientes:

Armengaud Ainé: *Traité Des Moteurs Hydrauliques*, pág. 48, § 61.

Ch. Delaunay: *Curso Elemental De Mecánica Teórica Y Aplicada*, pág. 510, § 443. [se habla de la edición española].

H. Sonnet: *Dictionnaire Des Mathématiques Appliquées*, pág. 1071.

Pascal Dulos: *Cours De Mécanique*, T. III, pág. 70, § 41.

J. Weisbach: *Lehrbuch Der Theoretischen Mechanik*, pág. 1133, § 512.

NOTA.—La respuesta que hemos dado á la *objeción I* es su- ficiente para despreciar cualesquiera otras que se hicieran; pe- ro, por dar unión á las cuestiones afines, vamos á examinar las demás objeciones que se han hecho á la ley de aguas; con- este procedimiento consignaremos ciertas ilustraciones que, de no hacerlo así, expondríamos en la *Sección II*.

III. OBJECIÓN.—Pero ¡Señor! suponiendo que los datos de la ley sean verdaderos, lo serán sólo en París, más no en Quito, donde, por ser menor la gravedad, la carga de cuatro centímetros ha de dar necesariamente un gasto menor. (V. la parte última del 2º trozo que consta en la página 114, contenida en el N.º 84 de "El Mu- nicipio", 15 de febrero de 1890).

RESPUESTA.—Abra el libro de M. de Prony intitulado *Recueil De Cinq Tables*: ¿qué halla Ud. en la página 9?—Quo

[1] Nótese que los Sres. Llaudó, Solignac, Bergs, Habich y Varona han si- do consultados, desde Quito, acerca de la presión que en París corresponde al *doble módulo* de Prony; pero las afirmaciones de estos señores, se contradicen unas con ótras; pues de las contestaciones dadas, que pueden verse en los Nos. citados de "El Municipio", aparece que esa presión es de 3, 5 y hasta de 6 centímetros sobre el centro del orificio de 2 centímetros de diámetro; por esto hemos dicho antes [nota al n.º 161, 2.º] que el inconveniente indicado entonces, no desaparece con sólo conoci- mientos científicos teóricos.

al exponer lo relativo á las *Considérations générales sur la théorie physico-mathématique du mouvement des eaux dans les canaux découverts et dans les tuyaux de conduite*. Équation fondamentale, dice: Yo observo que *g* (la gravedad) aunque susceptible DE LIGERAS VARIACIONES en diferentes puntos del esferoide terrestre y á diferentes alturas sobre el nivel de la mar, en el género de investigaciones de que aquí se trata (los cursos de agua y sólo para éstos) no se puede menos que considerarla COMO UNA CONSTANTE ABSOLUTA [1].—Ya lo ve: la gravedad aunque cambie, si bien lo hace en cantidad muy pequeña, debe ser considerada en los cursos de agua, y sólo en los cursos de agua, como una constante absoluta. Pero lo constante no tiene variaciones; luego, en los cursos de agua, la gravedad no tiene variaciones; ó de otro modo: aunque en absoluto las tenga, éstas no influyen en los cursos de agua. Por consiguiente, como se ha afirmado en una nota al n.º 166: dos orificios en iguales condiciones, dan el mismo gasto aunque el uno esté situado en el Ecuador y el otro en cualquiera de los polos.—¡Absurdo, absurdo!—¿Porqué?: ¿no ve Ud. que así lo afirma un sabio que, á pesar de reconocer variaciones en la gravedad, pudiendo deducir lo que cualquier hijo de vecino dedujera, concluye de un modo opuesto? ¡Cuánto habrá calculado y observado aquel sabio, para afirmar una cosa contraria á lo que el instinto parece decir á cualquiera, aunque no sea matemático!: declare Ud. ó que el sabio M. de Prony, llamado por un eminente mecánico moderno [2], el verdadero fundador de la teoría de los cursos de agua en los tubos y canales, es UN LOCO, ó que en su aserción hay una gran verdad que no alcanzan á descubrir LAS INTELIGENCIAS VULGARES. Mire Ud.: cuando antes de Copérnico y de Galileo, alguno, sabio en forma, hubiera dicho que era la Tierra, no el Sol, la que se movía [3]; por lo mismo de afirmar una cosa contraria á lo que manifestaba el instinto, los hombres prudentes hubieran debido suspender el juicio, y no negar aquel aserto; porque, si nosotros juzgáramos ahora sobre el particular, calificaríamos de *sabio* al primero y de *neccios* á los segundos: cuidado se cumpla en lo porvenir nuestra afirmación con los que creen—como D. Mariano Vallejo—haber encontrado error en la tesis de M. Prony.—Pero D. Mariano Vallejo era

[1] "J'observe que *g* quoique susceptible de légères variations à différens points du sphéroide terrestre et á différentes hauteurs au-dessus de la mer, n'en doit pas moins, dans le genre de recherche dont il s'agit ici, être considérée comme une constante absolue".

(2) M. Eduardo Collignon en la obra citada.

(3) Como 2 035 años antes de Copérnico, el filósofo de Samos, en su doctrina acerca de los mundos, llamada de la *armonía pitagórica*, había descubierto las verdades por las que se engrandeció tanto aquel astrónomo; por esto, bien podemos decir, con un célebre crítico, que la gloria de los Copérnicos, Galileos y otros sólo consiste en haber descartado de esa doctrina la metáfora de la música, y aplicádola, tan sencilla como que lababa, á constituir la moderna teoría de los cielos. (V. entre otras, las obras del Abate Juan Andrés y del Cardenal González, intituladas *Historia de la Literatura é Historia de la Filosofía*, Ts. II y I, respectivamente).

también un *sabio grande*; y, sin embargo, al citar aquellas palabras de M. de Prony, escribe:.....

*Aunque yo respeto muchísimo la bien merecida reputación de Mr. Prony, y le estoy muy agradecido por los favores que me ha dispensado mientras he permanecido en París, me parece que su proposición sólo se podrá considerar como verdadera en aquella parte de la Francia que no es montuosa; la cual viene á tener por centro á París; y en ella las variaciones de la fuerza de la gravedad no son demasiado grandes; pero de ninguna manera, se pueden considerar sus tablas aplicables á todos los países, y con especialidad á España: &^a (1). Y más adelante añade el sabio D. Mariano: 29. Consecuencia general.—Queda, pues, demostrado con la mayor evidencia, que por ningún título se puede considerar la fuerza de la gravedad COMO UNA CONSTANTE ABSOLUTA, sino para localidades que disten poco en latitud y en que la diferencia de altura sobre el nivel del mar no sea de mucha consideración; y por lo mismo las fórmulas que se vean en los Autores, cualquiera que sea la celebridad de éstos, que no contengan indeterminada la gravedad, no pueden ser aplicables á países distantes de aquéllos en que se han formado los cálculos; y que para dichas localidades es indispensable hacer uso de las fórmulas que yo presento; en las cuales la fuerza de la gravedad se halla indeterminada; siendo indispensable al hacer las aplicaciones, determinar ante todas cosas la fuerza de la gravedad por el método expuesto [5], para sustituirla en nuestras fórmulas generales (2).—Vamos despacio: 1º D. Mariano incurre en el sofisma que los lógicos llaman *de accidente*, porque lo dicho por M. de Prony respecto á la gravedad, como un accidente hablando de los cursos de agua, aquél lo toma esencialmente cuando dice:..... por ningún título se puede considerar la fuerza de la gravedad como una constante absoluta: nosotros no conocemos persona que haya dicho lo contrario, en sentido tan absoluto. 2º ¿Querrá D. Mariano que se determine la gravedad por el consabido método de restar dos veces la fuerza centrífuga?: Dios nos libre de aquella sabiduría que confunde lo de 0º con lo de 40º; que sitúa la plaza mayor de Madrid, capital de España, en la Punta.....Palmar de la República del Ecuador, &^a, &^a (3): ¿y á estos hombres se les llama *sabios*? ¿y estos hombres se citan en contraposición de verdaderos sabios, lumbreras de la Humanidad? En 3º lugar, ¿podrá Ud. decirme, cómo ha demostrado D. Mariano, y con la mayor evidencia, el sofisma *de accidente* en que ha incurrido?—*

(1) Obra indicada, T. I, págs. 122 y 123.

(2) Id. pág. 153.

(3) Véase lo dicho sobre la gravedad al dilucidar lo relativo al 2º error en que estribaba la *Objeción*; pues, si la gravedad de tal plaza es 9m. 78 y lo mismo la de Punta Palmar, situada en el Ecuador y al nivel del océano, no hay inconveniente para que dicha plaza esté en la Punta indicada, como puede hallarse en cualquier otro paraje del Ecuador, al nivel de la mar.

¡Ha!: con ejemplos.—¡Qué!: ¿con ejemplos, y errados como ya se ha dicho, por ser falsa la gravedad introducida (1), se demuestra CON LA MAYOR EVIDENCIA una proposición afín ó contraria de ésta? Pero, demos que los ejemplos no estén errados, y que se pueda aceptar ese método inductivo de ínfima escala: D. Mariano ha supuesto, que siendo embudada la forma de los orificios que indica en la mayor parte de esos ejemplos, ya no había más que hacer; pero no tuvo en cuenta que dicha forma, para que se pueda adherir el agua *al embudo*, debe cambiar, en cuanto á la magnitud, con la variación de velocidad de la vena líquida que á cada gravedad corresponde, como se demostrará en la *Sección II*. Además, en otras partes de su obra comete dicho Señor el sofisma llamado *petitio principii* por los lógicos; pues: 1.º, debía demostrar la influencia de la variación de la gravedad; pero, al introducir en el cálculo de los ejemplos distintas gravedades, *ha tomado como medio para la prueba lo mismo que debía probarse*; 2.º, al calcular dichos ejemplos con factores diversos, como lo son las varias gravedades, pero sin cambiar los *coeficientes de gasto* que sólo corresponden á la gravedad de París, supone *per se nota* una proposición que no lo es, á saber, *que al variar las gravedades NO CAMBIAN DICHIOS COEFICIENTES*; y este es un *nuevo error* que debe sumarse con los indicados en el *Libro II, Sección I, nº 99*. Por todo lo expuesto, las aserciones de D. Mariano Vallejo, no por ser contrarias á las proposiciones de los verdaderos científicos, deben considerarse como capaces, no diremos de anular, ni siquiera de suspender la aquiescencia que deben dar á éstas los hombres que quieran ilustrarse. Y Ud., *señor objetante*, si no quiere *perderse en el laberinto de las ciencias*, sólo de algunos conocido pero de muchos muy ignorado, *no se fie del conductor D. Mariano*.

Destruyamos, sin embargo, la objeción oponiéndole pruebas directas de la verdad, es decir, de la aserción contraria, y tomadas, esto es lo curioso, de la misma obra de Vallejo.

1.º Después de manifestar (2) que M. de Prony se *propuso obtener una teoría físico-matemática de los fluidos fundada en los seguros principios de la Mecánica, enriquecida y verificada por la experiencia*; por ser RESULTADOS INMEDIATOS DE LA EXPERIENCIA, útiles *para formarse una idea en general de las fuerzas aceleratrices ó retardatrices que MODIFICAN LA ACCIÓN DE LA PESANTEZ EN EL MOVIMIENTO DE LOS FLUIDOS*; acepta como verdades inconsumas, las consecuencias deducidas de los estudios hechos por M. de Prony. Así es evidente:

“I. *Resultado*. Un fluido, como el agua, que corre por un tubo ó canal de una longitud suficiente para que pueda estable-

(1) Véanse en las págs. 145, 157, 171. del T. I de la misma obra, los ejemplos resueltos con la gravedad errónea dada á Madrid.

(2) Tomo y obra citados, págs. 102 y 104, nos. 52 y 56.

cer allí su régimen, esto es, para que él proceda con cierta uniformidad, sufre resistencias que pueden ser miradas como fuerzas retardatrices, cuyos valores SON DEL MISMO ORDEN que la que mide la fuerza aceleratriz debida á la pesantez; de donde se sigue, que estas fuerzas pueden no solamente disminuir el efecto de la pesantez, en una cantidad finita, sino aun aniquilarla y reducir el movimiento á la uniformidad" (1).

Este RESULTADO obtenido por la experiencia y por los hechos positivos que presenta la naturaleza, como lo dice D. Mariano Vallejo, tiene de ser verdadero y aceptable. Luego, si para cada lugar de la Tierra hay un efecto $+a$ que corresponde á la acción de la fuerza aceleratriz debida á la pesantez g , y que variará en cada paraje por variar esta fuerza, tambien hay resistencias ó fuerzas retardatrices cuyos valores son del mismo orden que $+a$; y pueden, no solamente disminuir el efecto de la pesantez ó sea el incremento positivo que recibe, en una cantidad finita, sino aun aniquilarlo. Luego para los cursos de agua, en los diferentes lugares del mundo, será

$$(g + a) - a = g$$

$$(g + a') - a' = g$$

.....

Por tanto, para tales cursos, la gravedad es siempre la misma; pues no influyen sus variaciones, por haber causas opuestas que las compensan. Luego, la gravedad para los fluidos en el caso supuesto, ES UNA CONSTANTE ABSOLUTA.

Esta consecuencia del 1. Resultado ó principio establecido, es evidente; mas, como D. Mariano Vallejo lo escribió 20 páginas antes de la afirmación contraria al teorema de Prony, sobre la gravedad constante, y del cual dicho 1. Resultado es la prueba, no cayó en la cuenta de la contradicción en que incurría al aceptar éste y negar aquél. Pero sí conviene notar que es cosa muy rara haber un filósofo que rechace la proposición y acepte la prueba que evidentemente la demuestra.

2ª Dice Bossut, según Vallejo (2): que á causa del rozamiento, los pequeños orificios dan menos agua á proporción que los grandes; y que aumentando la altura del depósito, AUMENTA LA CONTRACCIÓN, LO CUAL HACE DISMINUIR EL GASTO

OBSERVACIÓN.—Sea cual fuere la proposición de Bossut, la conclusión que leemos en la obra de D. Mariano, parece afirmar un absurdo; pues se dice, nada menos, que creciendo las alturas de agua sobre el orificio de salida son menores cada vez los gastos respectivos; esto es, si con la carga de 1, sale 1, por ejemplo, con la

(1) Tomo y obra citados, pág. 102.

(2) Obra y tomo in lica. Es pág. 95.

de 2, saldrá cosa como de $\frac{3}{4}$, con la de 3, $\frac{1}{2}$, &c., lo que es contrario á la experiencia y al sentido común. Lo que Bossut ha querido decir, y que es una teoría de la hidráulica moderna; como se demostrará en la Sección II, es, que *para cada altura, el gasto correspondiente es menor de lo que debiera ser para sólo esa altura*; porque, á medida que ella crece, se aumenta la contracción respectiva; pero no que el gasto de un orificio dado, para una cierta altura, sea MAYOR que el de otra mayor que ella. Por tanto, debe decirse que Bossut ha encontrado, que *aumentándose las alturas de agua sobre un orificio situado en un depósito, aumenta la contracción, con lo cual se DISMINUYE DE UNA PEQUEÑA CANTIDAD EL GASTO QUE DEBÍA CORRESPONDER Á CADA ALTURA.*

Esto supuesto, veamos las consecuencias que se deducen del principio de Bossut. Es manifiesto que las alturas multiplicadas por la superficie ú orificio común, y por las densidades, serán los pesos; luego, decir que *con las alturas aumenta la contracción, lo que hace de alguna cosa disminuir el gasto*, es asegurar que *con los pesos de las masas líquidas se aumenta la contracción, lo que hace de alguna cosa disminuir el gasto*. Ahora pues, con orificios y alturas iguales, en diferentes parajes de la Tierra, ó sea con *masas iguales, los pesos están en razón de las gravedades*. Luego se pueden poner éstas por aquéllos; y resulta, según Bossut: *los aumentos de gravedad aumentan la contracción CON LO CUAL SE DISMINUYE DE UNA PEQUEÑA CANTIDAD EL GASTO QUE DEBÍA CORRESPONDER Á CADA GRAVEDAD.*

Nótese ahora que todo el aumento de una cierta gravedad, respecto de otra, tiene por efecto aumentar el peso de la masa, *con lo cual se aumenta el gasto*; pero también todo el aumento de la misma gravedad tiene por efecto aumentar la contracción, *con lo cual se disminuye el gasto*. Es así que estos dos efectos son producidos por *toda la acción* de una misma fuerza *el aumento de gravedad* que obra en uno y otro sentido; luego son iguales. Por tanto, con iguales masas de agua, cuya presión actúa sobre orificios iguales, las variaciones de la gravedad, respecto del líquido que fluye, *causan efectos iguales y contrarios*. Luego los gastos no cambian; ó en otras palabras: por no influir en tales gastos las variaciones de la gravedad, *obra esta fuerza como una constante absoluta.*

En la Sección II, al tratar de los cursos de agua que pasan por orificios cualesquiera; daremos, matemáticamente, otra demostración de este principio importante; y se verá que lo dicho es tan cierto como la identidad

$$3 = 3.$$

Por ahora nos basta indicar que lo expuesto; fundado en las observaciones de autoridades tan competentes como Bossut y Prony, manifiesta lo verdadero de la tesis que afirma *no ejercer acción alguna en los cursos de agua de régimen constante, las variaciones de la gravedad.*

Si esto, por lo que se ha demostrado y se demostrará en otro lugar, es así, se incurre, sin duda alguna, en un *grosero error* al calcular el gasto de agua de un paraje, tomando la gravedad de éste pero aplicando los coeficientes hallados en ótro: *las variaciones de la gravedad producen variaciones en la contracción*, no hay que olvidarlo. Luego han errado, el Sr. Vallejo, cuando, en la obra citada, T. I, págs. 180 y siguientes, creo aplicables á España y á todo el mundo las *Tablas de coeficientes* dadas en Francia por M. Navier (1); y M. Berge, *Director del Canal interoceánico*, cuando, al calcular un gasto de agua para Quito, con la gravedad de este lugar introduce un coeficiente de contracción dado en las Tablas de Poncelet y Lesbros (2).

Pero no se suponga que juzgamos inútiles las tablas de coeficientes bien determinados para un lugar cuya gravedad sea conocida: estos coeficientes servirán para poder calcular los correspondientes á otra gravedad. La manera de conversión ó cálculo se explicará en la Sección II.

Para concluir la *Respuesta* que damos á esta objeción indicaremos los resultados de observaciones muy precisas hechas en Quito, con aparatos arreglados á las disposiciones de la ley y construídos de la manera prescrita por el Sr. Armengaud Ainé, en la pág 84 de la obra que hemos citado al principio de este *Libro*. En una caja prismática cuadrangular recta, que al principio fué hecha de hojalata y después de planchas de cobre, se dipusieron tres compartimientos por medio de dos placas ó tabiques, por debajo de los cuales podía el agua comunicarse de un compartimiento á ótro; el líquido, entrando en uno de los departamentos extremos de la caja, llegaba completamente tranquilo al tercero; y en una de las paredes verticales de éste se hallaba el tubo de aforo; una señal movable permitía fijar la altura del agua sobre el centro, á cuyo efecto servía una compuerta de derrame movida por medio de una fina cremallera. El agua del tubo se recibía en otra caja prismática que tenía justamente un metro cuadrado de base y medio metro de altura. En las varias observaciones que se hicieron, el agua ha salido del aparato de aforo durante 5, 10 y hasta 20 minutos de tiempo; después de lo cual, el volumen se midió directamente por la altura en la caja métrica; porque á cada milímetro correspondía un litro de agua; pero, en algunas ocasiones, para obtener la aproximación hasta en centímetros cúbicos, después de aplicar el primer método, se repitió la medida con un litro de cristal dividido en secciones de á 10 centímetros cúbicos.

Las observaciones se hicieron en los años de 1886, 1887 y 1888, fueron públicas, muchas personas de la Capital las pre-

1) Por eso hemos dicho antes que D. Mariano Vallejo, pretendiendo refutar á ótros, incurría en el sofisma llamado *petitio principii*, al suponer *per se nota* una aserción completamente falsa.

(2) Consta el cálculo en el N^o 91 de "El Municipio" junio 28 de 1890.

senciaron, y siempre que se logró disponer bien la compuerta de desagüe, el resultado fué muy satisfactorio: jamás salió por el tubo, tan pequeño como es en longitud, el agua contraída. No todas las observaciones se han publicado, porque se juzgó innecesario; una cuantas de las que aparecieron en papeles públicos no ofrecen mucha seguridad, porque, como se ha indicado en los mismos, fué difícil arreglar la altura constante del líquido; y he aquí el resultado de las observaciones en que dicha altura estuvo más permanente:

en 24 horas dió

| | | | |
|----------------------------|-------------|---------|-----|
| una observación, | 19 m. cúbs. | 864 800 | |
| otra " , | 19 " " | 980 000 | |
| " " , | 20 " " | 008 000 | |
| " " , | 19 " " | 987 200 | |
| " " , | 20 " " | 016 000 | (1) |
| " " , | 19 " " | 926 720 | |
| " " , | 20 " " | 080 800 | (2) |

El 17 de junio de 1 888, en presencia de las Comisiones de Legislación y de Hacienda de la Cámara de Diputados y de muchas otras personas, se observó con un tubo arreglado á las condiciones legales, pero se le dieron las cargas de 3, 4 y 5 centímetros sobre el centro; el resultado en 24 horas fué:

| | | | |
|---|-------------|-----|------|
| para la carga de 3 centímetros, | 16 m. cúbs. | 992 | |
| " " " " 4 " , | 20 " " | 088 | |
| " " " " 5 " , | 22 " " | 032 | (3); |

[1] Constan en el N^o 60 de "El Municipio", noviembre 15 de 1888. Pueden leerse en este N^o las explicaciones dadas al respecto.

[2] Están insertas en el N^o 63 del mismo periódico, corresponde al 25 de enero de 1889.

[3] En el N^o 88 de "El Municipio", del 18 de abril de 1890, en una nota puesta en la pág 130 de los "Documentos" citados, al hablar de la segunda de estas observaciones, se asegura que *los experimentos se hicieron en un gracioso territo de lata*: aquí hay gran malicia en lo que se dice; pues, como lo hemos insinuado, había dos aparatos de aforo, uno hecho de esta materia y otro de planchas de cobre; y ambos contruídos según las indicaciones que el Sr. Armengaud Aineá en la obra citada. Se afirma asimismo, en dicha *nota*, que otro experimento, con la carga de 4 c. m. dió 19 248 litros, y que las diferencias de este resultado con el de 20 088 litros *son tan monstruosas como las que se apuntaron anteriormente*: la seriedad de nuestra obra nos impide calificar tales aserciones; pero sepa el lector que, como consta á muchas personas de la Capital, al tiempo de hacerse el experimento que produjo los 19 248 litros, se desoldó la caja métrica; y por esto no fué posible medir la cantidad de agua derramada durante la observación que duró 15 minutos: el resultado, pues, no pudo servir para formarse un juicio; no así el de 20 088 litros obtenidos luego que se compuso la caja. Lo ocurrido al hacer tales experimentos puede verse en el opúsculo intitulado "Ley de aguas: su necesidad: su verdad," impreso en Quito el año de 1890.

y sabiendo que estos resultados son de experiencia, ¿habrá persona de recto criterio que juzgue posible ser cinco y no cuatro centímetros la carga necesaria para obtener veinte metros cúbicos en 24 horas?

Además, los ocho experimentos precedentes, para la carga de cuatro centímetros, manifiestan que en Quito el gasto de la pulgada métrica se expresa por números que oscilan en las cercanías de 20 m. cúb. 034 849 obtenidos para París en el cálculo de corrección hecho al contestar la *Objeción I*. Y ¿cuánto va de París á Quito?: lo que va de 48° 50' 14" de latitud norte, á 0° 13' 20" de latitud sur; de 34 metros de altura (1) sobre el nivel de la mar, á 2 850 metros de altura sobre el mismo nivel. Luego, si los resultados de los experimentos hechos en Quito están á uno y otro lado de lo que un cálculo justo da con relación á París, preciso es afirmar que ni latitud ni altura ni otra causa cualquiera pueden influir en los gastos de agua; porque, si así fuera, el volumen obtenido por las experiencias hechas en Quito, cuya gravedad es menor que la de París, debiera ser siempre menor que el volumen suministrado por el cálculo para esta ciudad.

Pero hemos dicho que hay impresos ó documentos oficiales en los que consta, que los resultados de los experimentos confirman la verdad de la ley de aguas. En efecto, para manifestar pública y prácticamente que el cálculo de la *objeción I* no tenía fundamento alguno, un ingeniero ecuatoriano pidió á la Cámara de Diputados, el 5 de julio de 1887, que ésta ordenara determinar, por medio de observaciones, el valor justo que, por el art. 2.º de la ley, podía corresponder á la paja de agua; pues se creyó que los resultados de los experimentos serían concluyentes contra la objeción hecha y las demás que pudieran hacerse. La Cámara nombró una *Comisión ocasional*; y ésta, el 27 del mismo mes,

Pero si ocurre hacer una pregunta: por qué será que los experimentos tan repetidos, hayan sido ó no perfectos los aparatos de aforo, han estado siempre en favor de los defensores de la ley y no de los objetantes. Sobran los impresos públicos que así lo demuestran; y á poco citaremos uno oficial que es concluyente. ¿Qué se habría dicho de los Ingenieros ecuatorianos defensores de la ley, si, vencidos con los experimentos, se hubieran lanzado por el camino de las consultas, para con números falsos y contradictorios venidos de afuera, pretender destruir la verdad de los resultados prácticos? No: esos Ingenieros tuvieron de profesores á sabios de primera clase que vinieron de Alemania; y por esto, sin necesidad de consultar á nadie, conocían lo que se decían y hacían antes y después del informe que dió como consecuencia la sanción de la ley de aguas. En los "Documentos" publicados en "El Municipio", que tantas veces hemos mencionado, y en que está reunido todo lo que se creyó contrario á la ley, no se ha referido hecho alguno concluyente contra ella, como lo son en su favor los que indicamos. Si se leen tales "Documentos", y se comparan sus partes, según las citas que hacemos, se verá que las opuestas á las determinaciones legales, los informes venidos de afuera y nada más que éstos, por ser contradictorias entre sí, forman una verdadera MORONDANGA que las personas de seso no podrán menos de despreciar.

[1] Esta altura da á París el Sr. Gregoire en el T. I de su *Geografía Universal*; pero Larousse en su *Grand Dictionnaire Universel Du XIX Siècle*, letra P, dice que la altura es de 65 metros, al menos para la gran sala del Observatorio; si bien puede variar para los diferentes puntos de París, por las desigualdades del suelo.

en el patio de la Universidad, en presencia de muchos individuos y aun del sujeto que creía infalible su cálculo, procedió á ejecutar los experimentos convenientes con aparatos iguales á los descritos: el resultado manifestó que había justa correspondencia entre los artículos 2º y 3º de la ley. En consecuencia, la Cámara, en sesión del 1º de agosto de dicho año, aprobó este informe:

“Excmo. Señor: Vuestra Comisión ocasional, designada para informar acerca de la solicitud del señor Lino M. Flor que pide se determine con exactitud la medida de una paja de agua, ha procedido á practicar los experimentos necesarios valiéndose de los medios más adecuados; y ha observado *que es exacta la medida señalada en el Art. 2º de la ley de 24 de agosto de 1886*, la cual en consecuencia, NO NECESITA MODIFICACIÓN ALGUNA.—Quito, Julio 27 de 1887.—Arízaga.—Coronel.—Freile.—Velasco [A]” [1].

Como el sujeto que había hecho la objeción vió entonces su desengaño, los defensores de la ley supusieron que había desaparecido toda dificultad. Pero allí mismo principió para el del cálculo erróneo, la época de consultar al exterior: y, aunque los informes recibidos fueron contradictorios, y son los mismos que están insertos en los N.ºs citados de “El Municipio”, ha supuesto que estos informes son *verdaderos y falso lo que percibió con sus propios ojos*; y, para mejor convencerse de ello ó poder convencer á otros, si bien el día del experimento nada tuvo que oponer á lo que vió, tres años después ha encontrado una razón para explicarse el *increíble fenómeno*: la cantidad justa de que habla el informe, se había producido sólo por *artificios de prestidigitación*; felizmente ninguna prueba se rinde al afirmar éstas y otras aseveraciones semejantes, que se pueden leer en el N.º 84 de “El Municipio”, correspondiente al 15 de febrero de 1890: el que procede con pasión, por sostener un capricho puede llamar *blanco lo negro* ó al revés: ¿quién lo convencerá de lo contrario? Pero dígase lo que se quiera: el informe que acabamos de consignar, inserto en documentos oficiales, es una prueba que no es posible destruir; y nos aquietta el juicio de los lectores imparciales y de recto criterio.

III. OBJECIÓN.—Pero en la Memoria de la Academia de Ciencias, que corresponde al año de 1817, consta la diser-

[1]. El nombramiento de la Comisión y el informe indicado constan en los Nos. 262 y 293 de “El Nacional”, 27 de julio y 13 de setiembre de 1887; págs. 1072 colum. 4ª, 1296 colum. 3ª. Además, en el opúsculo intitulado *Otra vez la cuestión aguas*, publicado en Quito el 10 de junio de 1888, puede leerse lo que aconteció en el experimento aludido: todo lo dicho está debidamente comprobado. La Comisión afirma con justicia que se *valió de los medios más adecuados*, porque esto de recibir en un depósito de capacidad conocida y por un tiempo dado el agua que ha de aforarse, procurando mantener tranquilo el líquido y constante su altura en el aparato de aforo, es el medio más exacto que se conoce: así procedió en 1811 M. de Prony en Roma, para determinar el valor de la moderna GRANDE ONZA DE AGUA ROMANA (v. *Recueil de Cinq Tables*, pág. 21).

tación que M. de Prony leyó en la sesión del 23 de diciembre del año anterior; y allí aparece, hasta por dos veces, que la presión del doble módulo es *cinco centímetros y no cuatro*. Luego, según el propio inventor del doble módulo, *se comete un yerro al afirmar que la presión es de cuatro centímetros*.

RESPUESTA.—Es erróneo decir, que siempre todo lo aseverado en un libro, escriba con intención el autor del libro: ¡cuántos errores de imprenta, especialmente tratándose de números, hay en las obras! Se replicará que tales errores se anotan en los libros. Pero á esto respondemos, que no todos se pueden anotar: unos cuantos pasan desapercibidos; y, como lo hemos dicho, abundan las obras en que, al tratarse de números ó fórmulas matemáticas, un mismo error de impresión se repite dos, tres y más veces: así, no es extraño que en la *Memoria de la Academia* esté hasta dos veces el ERRADO NÚMERO 5. Y nótese que es muy más fácil escribir este número con error, no diremos dos, sino ciento y más veces, que cambiar, en lo impreso, las palabras de modo que den un sentido opuesto á lo que se quiso decir; y aduzcamos á este respecto un ejemplo concluyente: cuando M. de Beudant escribió en su obra citada al principio de este *Libro*, las palabras que hemos copiado al probar la existencia del 3.^{er} error cometido en el cálculo con que se ha querido impugnar la ley que defendemos, decía, que el *efecto* (la salida á boca llena por un *tubo*) NO TENÍA LUGAR CUANDO, SIRVIÉNDOSE DE AGUA, EL INTERIOR ESTÁ DADO DE UNA LIGERA CAPA DE GRASA, Ó CUANDO &^a. Pues ¿quién había de creer que, al traducirse esta obra al español, un Sr. Nicolás Arias haga decir á ese sabio físico, en el pasaje citado, que el *efecto* (la salida á boca llena, que supone adherencia del agua á las paredes del tubo) NO SE VERIFICA SINO UNTANDO LICERAMENTE CON GRASA EL INTERIOR DEL TUBO Ó CUANDO &^a [1]? Tal proposición equivale evidentemente á estotra: *para que el agua adquiera adherencia con un cuerpo, CONVIENE ENGRASAR EL CUERPO*. No podemos suponer al Sr. Arias tan escaso de nociones de física, que diga—pórrmitasenos la expresión—lo que no diría una cocinera de las más rudas; tampoco dice *ese horror* el Sr. Beudant; luego hubo un yerro de imprenta de los más groseros, y el Sr. Arias no se fijó en él al corregir las pruebas; porque, para sólo traducir ese trozo del físico Beudant, ha de haber sabido suficiente francés, tanto más cuanto traducía la obra entera. ¿Y se dirá después de esto que se debe dar crédito al número 5 de la *Memoria*, por sólo estar en la *Memoria*? ¿y ésto después de las respuestas que hemos dado á las objeciones I y II, en que se han consignado pruebas de riguroso cálculo y de experimentos concluyentes?

[1] Véase el N.º 72 de "El Municipio", 1.º de julio de 1889: en este N.º constan las palabras que el Sr. Arias pone en boca de M. Beudant.

Permítasenos ahora una ligera digresión: cuando el profesor de hidrotecnia supo el *absurdo inmenso* que se acababa de publicar en el N^o citado de "El Municipio," lo manifestó á sus alumnos; y para que éstos se aquietaran, pues no quiso que prevaleciera sólo la autoridad del profesor, les mostró, además, la obra original de Bendant, publicada en francés: se vió así que lo escrito en ese periódico era sólo una traducción *de las más horribles*. Los alumnos bien instruidos sobre el particular, censuraron, por la imprenta, el horrendo pasaje que, por vía de ilustración, se publicaba en "El Municipio"; y jecosa indecible!: también por la imprenta el autor de los "Documentos" que en dicho periódico se publicaban, contestó á los alumnos, que *ellos no el renombrado físico Sr. Arias eran los que adulteraban la esencia de la teoría; y que, sin saber lo que habían hecho querían despedazar de una plumada aquello que jamás físico alguno pretendió siquiera objetarlo*. De modo que, según esta contestación, era evidente la tesis de *engrasar un cuerpo para que se le una el agua*. Parece inverosímil que en la Capital haya habido persona que así escribiera, creyendo verdadero lo dicho en el libro del Sr. Arias, *por sólo estar en un libro; y que terminara esa publicación contra los alumnos de hidrotecnia, diciendo: El consejo de instrucción pública está, pues, en el deber de prohibir que en el Instituto de Ciencias se dicten esas erradas teorías*—las que demostraban lo absurdo que era siquiera imaginar, *que el agua se una á un cuerpo engrasado—y de que los estudiantes las promulguen, apercibiendo á aquel que los impele*. En tales "Documentos" (los de "El Municipio") con frecuencia se ha censurado á los Ingenieros ecuatorianos por el hecho, diz que, *de crear y copiar* lo que encontraban en los libros someramente leídos (1). No: los jóvenes que tuvieron de profesores á los sabios Padres alemanes de 1870, no han creído y copiado, ni mucho menos sostenido, los errores que han podido hallar en los libros que hayan leído: para no hacer esto aprendieron metódicamente las ciencias respectivas; y solamente los individuos que no han hecho los estudios necesarios en las aulas que tanto ilustran, sólo ellos son los únicos que dan crédito á lo que dice el primer libro que les llega á las manos.

Volviendo ahora á la dificultad propuesta, si por una abe-

(1) Con esta ocasión protestamos, no por los ingenieros ecuatorianos ni tampoco por la persona que los ha infamado, de las injuriosas expresiones insertas en el N^o 91 de "El Municipio" correspondiente al 25 de junio de 1890, y que pertenecen á las últimas páginas de esos "Documentos relativos á la ley sobre medida de aguas". Protestamos por amor á la justicia y á la ciencia: cuando en años venideros, si alguno, por curiosidad, llegase á leer tales "Documentos", y no encontrara aserciones que contradijeran lo que en ellos se afirma, había de creer que el establecimiento de la Escuela Politécnica en 1870 hizo á los ecuatorianos pobres de lo que antes podían haberlo sido; y, con este juicio, sufrirían ante la historia las ciencias patrias. Ni aun escribiendo como escribimos una obra sería podríamos contestar injuria con injuria: sólo oponemos á los ataques de la animadversión, la frialdad filosófica de los sucesos como acontecieron y de la verdad científica.

ración que no podemos suponer, alguien creyera que las respuestas á las *objecciones I y II*, no manifiestan de una manera irrefragable, haber error en el número 5 de la *Memoria* citada, dará crédito, al menos, á la siguiente carta venida de París, en contestación á otra que, con fecha 1º de febrero de 1890, fué dirigida al Sr. Armengaud Ainé, Ingeniero, Antiguo Profesor en el Conservatorio Imperial de Artes y Oficios, Caballero de la Legión de Honor y Miembro de Muchas Sociedades Industriales. El Sr. Armengaud Ainé ocupa con justicia un puesto muy elevado en el mundo de las ciencias, porque es autor de una PUBLICACIÓN INDUSTRIAL de máquinas, útiles y aparatos en 31 vol. con 31 atlas;

de un Tratado De Motores Hidráulicos, 2 grandes Vol. con texto y atlas;

de un Vignola De Mecánicos, gran Vol. con atlas;

” ” Tratado de Motores de Vapor, 2 grandes Vol. con texto y atlas;

&^a, &^a

Pues, bien, esto señor, que por sus extraordinarios conocimientos es quizás el primer hidráulico teórico y práctico de la actualidad, que como tal ha sido condecorado con diplomas y medallas de primera clase en las Exposiciones de París, Londres, Amsterdán, Barcelona, Amvers, &^a, &^a, verificadas en los diferentes años transcurridos entre 1851 y 1888, este sabio señor, lo repetimos, al consultársele acerca de ese número 5 que se encuentra dos veces en la *Memoria de la Academia de Ciencias*, año de 1817, ha respondido:

“París, 14 de marzo de 1890.

“Sr. J. Alejandrino Velasco

Ingeniero civil.

en Quito

(República del Ecuador)

“En contestación á la atenta de Ud. del 1º de febrero, la presión correspondiente al módulo de Prony es de 4 centímetros, estando aplicada esta presión al centro del orificio de dos centímetros de diámetro, hecho en pared vertical.

“El gasto es de 20 000 litros en 24 horas.

“Si, pues, la *Memoria* citada por Ud. indica 5 centímetros de presión, no podemos atribuir ESTE ERROR sino á una FALTA EN LA IMPRESIÓN.

Sírvase Ud. aceptar nuestras salutations atentas.

Por Armengaud Ainé

Ch. Douy" (1).

Lo dicho parece que *á rapa terrón* concluye con la dificultad.

IV. OBJECCION.—Sea lo que fuere, la ley contiene una ecuación ó fórmula matemática; y no es conveniente que en las leyes haya fórmulas ni ecuaciones matemáticas.

Nota.—Esta dificultad parece *salida del estudio de algún abogado*; pues bien, á los abogados nos dirigimos ahora: ellos sabrán si tenemos ó no razón al dar la siguiente

RESPUESTA.—Si con las palabras *ecuación ó fórmula matemática* se quiere designar la relación que entre sí guardan los artículos 2º y 3º, evidentemente hay en la ley una ecuación matemática; pero, en este sentido, toda *proposición afirmativa* es una *ecuación matemática*, porque toda proposición de esta clase *es la relación de sujeto y predicado*. Mas, si con las palabras *ecuación ó fórmula matemática* se quiere significar, que alguno ó algunos de los artículos de la ley comprendan en sí algún teorema de los que enseñan las matemáticas puras ó aplicadas, entonces necesario es decir que dicha ley no contiene fórmula, ecuación ni cosa parecida.

Cierto que en la ley se dan *algunas medidas, un cuanto y un término ó plazo de tiempo*; pero todo esto no es ecuación: si lo fuera, los códigos de todas las naciones estarían llenos de *fórmu-*

(1)

Paris, le 14 Mars 1890.

Monsieur J. Alejandrino Vela-co.

Ingénieur civil.

à Quito

(Rep. de l' Equateur)

En réponse à votre honorée du 1er. février, la pression correspondante au module de Prony est de 4 centimètres la dite pression étant appliquée au centre de l' orifice de 2 centimètres de diamètre perce en mince paroi.

Le débit est de 20 000 litres en 24 heures.

Si donc la Memoire cité par vous indique 5 centimètres de pression, nous ne pouvons attribuer *cette erreur* qu' à une *faute de impression*.

Veuillez agréer, Monsieur, nos salutations empressées

Par Armengaud Ainé

Ch. Douy.

las matemáticas; y, sin irnos muy lejos, nuestro Código Civil, antes de ser tal, sería, en esta hipótesis, un *tratado de matemáticas*; léanse sino los artículos 582, 602, 603, 639, 640, 645, 853, 869 y otros, y otros: todos ellos están llenos de prescripciones en que se dan medidas que se han establecido, á no dudarlo, para el mejor arreglo de la sociedad. Y lo que es más: los artículos 640 y 1092 contienen verdaderas proposiciones ó fórmulas enseñadas en las matemáticas; ó son teoremas ó fórmulas cuya enunciación ó *forma*, no el *fondo*, está variada en la ley. En efecto, al hablarse, en el Código, *De las accesiones del suelo*, se lee:

“Art. 640. Siempre que prolongadas las antedichas líneas de demarcación se corten una á otra antes de llegar al agua, el triángulo formado por ellas y por el borde del agua, accederá á las dos heredades laterales. *Una línea recta que lo divida en dos partes iguales, tirada desde el punto de intersección hasta el agua, será la línea divisoria entre las dos heredades*”.

¿Qué se contiene en la segunda parte de este artículo?: un teorema de geometría que, con más sencillez, se enuncia diciendo: *Dos triángulos son equivalentes si tienen igual base y altura*. Mas, como un triángulo puede dividirse en partes iguales, científicamente y sin tanteos, ó por líneas que parten de un vértice ó de un punto del perímetro ó de un punto situado en lo interior, ¿habrá hecho mal la ley en ordenar la división de la manera indicada? ¿se deberá por esto derogar el artículo? No, porque al prescribir el legislador el método más sencillo, que consiste en trazar líneas desde un vértice á los puntos del lado opuesto que limitan partes iguales, esta manera tan fácil de hacer la división permite, en todo tiempo, á los partícipes del terreno de *olucción* cerciorarse de lo que reciben ó tienen; y que, en caso de aumento ó decremento, como sucede en esta clase de tierras, sin otra operación de peritos, de suyo se establezca el aumento ó disminución proporcional. Y nótese también que, prescribiendo la ley ese procedimiento, ha impedido que los peritos, por capricho ú otra causa, hicieran divisiones que, sobre no ser tan fáciles de comprobar, y necesitar nuevas operaciones en caso de un aumento ó decremento, hasta pudieran interrumpir la continuidad de los terrenos que á los propietarios correspondieran, y establecer esas servidumbres de tránsito, que son siempre odiosas. Todo esto seguramente ha previsto el legislador; así, á nuestro modo de entender, ha hecho muy bien en ordenar como ley, en el caso que discutimos, ese teorema ó procedimiento geométrico.

Vengamos ahora al art. 1092; y advertimos que éste y los dos que le preceden no son otra cosa que una serie de prescripciones aritméticas ó algébricas. Con ocasión *De las asignaciones á título universal*, dispone el Código:

“Art. 1092. Reducidas las cuotas á un común denominador, incluidas las computadas según el artículo precedente, se representará la herencia por la suma de los numeradores, y la cuota efectiva de cada heredero por su numerador respectivo”.

Este artículo es, en el lenguaje ordinario, la expresión de una de las fórmulas que el álgebra enseña en la regla de *distribución proporcional*. Porque, sea M la herencia ó masa divisible, y x, y, z, \dots las partes que deben corresponder á los herederos de $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \dots$, por ejemplo. En este caso, las razones entre las cuotas x, y, z, \dots deben ser iguales á las que hay entre $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \dots$; así,

$$M = x + y + z + \dots$$

y si los quebrados reducidos á un común denominador, se expresan por

$$\frac{1}{2} = \frac{a}{D}, \frac{1}{4} = \frac{b}{D}, \frac{1}{5} = \frac{c}{D}, \dots$$

se sigue

$$\frac{x}{\frac{a}{D}} = \frac{y}{\frac{b}{D}} = \frac{z}{\frac{c}{D}} = \dots, \text{ ó } \frac{x+y+z+\dots}{D} = \frac{M}{D}$$

$$= \frac{x}{a} = \frac{y}{b} = \frac{z}{c} = \dots,$$

$$\text{ó } \left. \begin{aligned} \frac{M}{x} = \frac{a+b+c+\dots}{a}, \quad \frac{M}{y} = \frac{a+b+c+\dots}{b}, \\ \frac{M}{z} = \frac{a+b+c+\dots}{c}, \dots \end{aligned} \right\} (a)$$

es decir: *la razón que hay entre la herencia ó masa divisible y la parte de cada heredero, ES IGUAL Á LA RELACIÓN QUE GUARDAN LA SUMA DE LOS NUMERADORES DE LAS CUOTAS REDUCIDAS Á UN COMÚN DENOMINADOR Y EL NUMERADOR RESPECTIVO.* Luego se puede poner una razón por ótra: así, la herencia se *representará por la suma de los numeradores*; y la parte ó cuota efectiva de cada heredero, *por su numerador respectivo.* Esto, precisamente, se dice en el artículo; luego, como lo habíamos afirmado, el tal es la expresión de una fórmula algébrica.

Por las ecuaciones (a) serán las cuotas efectivas

$$\left. \begin{aligned} \text{para el heredero } X, \quad x &= \frac{M}{a+b+c+\dots} \cdot a, \\ \text{'' '' '' } Y, \quad y &= \frac{M}{a+b+c+\dots} \cdot b, \\ \text{'' '' '' } Z, \quad z &= \frac{M}{a+b+c+\dots} \cdot c, \\ \dots \end{aligned} \right\} [b]$$

Observación.—Es tan verdadero nuestro aserto sobre la fórmula algébrica contenida en el art. 1092, que si se da por hipótesis una de las partes del artículo, se infiere por demostración matemática la ótra. En efecto:

1º Representése por M la suma de los numeradores de las cuotas reducidas á un común denominador, es decir, sea

$$M = a + b + c + \dots\dots\dots;$$

en este caso, aseguramos que la cuota respectiva se representará por el numerador correspondiente; y debe ser

$$x = a, y = b, z = c, \dots\dots\dots$$

Demosⁿ Por hipótesis tendremos, de (b),

$$x = \frac{M}{a + b + c + \dots\dots\dots} \quad a = \frac{a + b + c + \dots\dots\dots}{a + b + c + \dots\dots\dots} \quad a = 1. \quad a = a,$$

$$y = \frac{M}{a + b + c + \dots\dots\dots} \quad b = \frac{a + b + c + \dots\dots\dots}{a + b + c + \dots\dots\dots} \quad b = 1. \quad b = b,$$

$$z = \frac{M}{a + b + c + \dots\dots\dots} \quad c = \frac{a + b + c + \dots\dots\dots}{a + b + c + \dots\dots\dots} \quad c = 1. \quad c = c,$$

.....

Q. D. E. T.

Que demuestra una de las partes del *teorema-artículo* 1092.

2º Inversamente, si la cuota efectiva se representa por el numerador respectivo, la herencia ó masa divisible quedará representada por la suma de los numeradores de las cuotas reducidas á un común denominador; esto es, si se hace

$$x = a, y = b, z = c, \dots\dots\dots,$$

debe ser

$$M = a + b + c + \dots\dots\dots$$

Demosⁿ En efecto, si se dan á x, y, z, los valores que hemos supuesto, y se despeja M en cualquiera de las ecuaciones (a) ó (b), en la primera de las (a) por ejemplo, tendremos

$$M = \frac{a + b + c + \dots\dots\dots}{a} \cdot x$$

$$= \frac{a + b + c + \dots\dots\dots}{a} \cdot a = a + b + c + \dots\dots\dots;$$

lo mismo se obtiene con cualquiera de las ótras.

útilmente, por unidad de medida, la sección de una pulgada cuadrada, ó sean DOCE LÍNEAS CUADRADAS (1).

“Adelantando la ilustración del país y el estudio de las ciencias, los profesores y peritos conocieron que las unidades indicadas, si bien se hallan determinadas por UN SOLO PUNTO (2), la sección, ESTÁN INDETERMINADAS ABSOLUTAMENTE por los demás (3), y, que con frecuencia ocurrían discordancias muy considerables en el aforo de

(1) En todo esto hay una *inexactitud de lenguaje* y un *error de aritmética* apenas perdonables en niños de escuela, mucho menos en HH. Senadores, que siquiera han de saber el español y las cuatro operaciones de enteros:

a). Los HH. han debido decir: *la costumbre y práctica de los peritos ESTABLECIÓ antes de 1886 &ª;* porque si bien *tal práctica*, fundada por los tiempos de Maricastaña, llegó hasta nosotros (nº 166), terminó con la ley del 24 de agosto, mucho antes de darse el Informe: esto sabían los HH., pues se proponían derogar esa ley. Y ¿qué enseñan los gramáticos, en especial la Real Academia, para el uso del *pretérito perfecto compuesto*? que se emplea tal forma cuando la época á que se refiere el hecho no se fija ó determina, ó, en caso de que se fije, NO HA PASADO TODAVÍA (v. la Gram. de la Academia). Pero esa época había pasado ya, cuando hablaron los HH. Luego.

b) *¡Una pulgada cuadrada, ó sean DOCE LÍNEAS CUADRADAS han dicho los HH.!* ¿qué se habrá hecho LA FRIOLERA de ciento treinta y dos líneas cuadradas?: porque, con perdón de los HH. informantes, *1 pulgada cuadrada = (12)² = 12 × 12 = ciento cuarenta y cuatro líneas cuadradas*, y no *DOCE líneas cuadradas*. ¡Y estos señores, que se han olvidado hasta de la multiplicación de enteros, informan sobre un asunto que requiere conocimientos no vulgares de las matemáticas! ¡Y la Cámara del Senado acepta ese informe; y aprueba el proyecto que en el tal se funda; y deroga la ley apoyada en el informe de una Comisión científica;!

(2) *¿. . . determinadas por UN SOLO ELEMENTO, no habrán querido decir los HH.?* el PUNTO, en cuestiones matemáticas, designa sólo un lugar; y es el *cero* de la cantidad geométrica.

(3) Lo que de algún modo se *halla determinado*, esto es, DEFINIDO, aunque sea por *un solo punto*, como dicen, los HH., es porque no necesita de otros para *ser determinado*; y así, DETERMINADO QUEDA. Pero estar una cosa *determinada* por un algo, y estar la misma *indeterminada* por otro ú otros, es afirmar que la cosa ESTÁ y NO ESTÁ determinada; es como decir que *una cosa sea y no sea al mismo tiempo*; es, en una palabra, ASENTAR UN ABSURDO, según los principios más triviales de ontología. Si sobre esto no queda duda: *¿. los profesores y peritos conocieron que las unidades indicadas SÓLO TIENEN DETERMINADO UN ELEMENTO y NO LOS ÓTROS QUE SON IGUALMENTE NECESARIOS*. no habrán querido decir los HH. ? V. . . .

aguas. Para evitar los perjuicios que sufrían los propietarios por la diferencia de cálculos y operaciones de los peritos, era necesario que una ley *determinara con claridad y exactitud la unidad de medida que sirviese de base invariable para los cálculos y operaciones* (4).

“Es indudable que la sección de salida solamente no basta *para determinar el volumen de aguas* (5) que depende de la carga sobre la luz, del grueso de las paredes, de la inclinación del plano por donde se deslizan, de la fuerza de la gravedad (6) y otras circunstancias muy significativas.

“Las medidas de longitud, de superficie, de peso, de volumen se refieren á UN OBJETO QUE SE SUPONE SIEMPRE EN QUIETUD (7); la distancia de un paraje á otro,

que lo que ESTÁ INDETERMINADO ABSOLUTAMENTE, como dicen los señores Senadores de la Comisión, no tiene la *determinación por punto alguna*, que afirman los mismos señores. Por tanto, si no han querido expresar la aserción que suponemos, es posible no haya quien entienda lo que esos H. H. quisieron escribir; porque nadie que tenga sentido común *puede negar lo mismo que afirma*.

(4) Fíjese el lector en lo que exigen los H. H. como *calidad en la unidad de medida*: á poco se verá que el proyecto no cumple con este requisito.

(5) Cualquiera que hubiera estudiado la ciencia habría dicho: *no basta para determinar el gasto correspondiente, el cual depende de?* Decir *el volumen* solamente, sin referencia al que corresponde á tal salida es, por la lógica, una *equivocación* ú *homonymia reprehensible*; porque hay volúmenes que no dependen de cargas, de espesores de paredes, ni de cosa parecida.

(6) Si con las palabras *fuerza de la gravedad* se quiere impugnar la teoría expuesta al contestar la *objección II*, se incurre otra vez en el sofisma llamado *de accidente*; por la fuerza de la gravedad corren las aguas: esto nadie lo niega; pero las *pequeñas variaciones* de la gravedad no alteran los gastos que, en iguales condiciones, se producen en diferentes puntos del globo. Y creemos que lo dicho contestando á la *objección* indicada, basta para que cualquier persona de razón asienta sin dificultad á las teorías de la hidráulica moderna: piénsese, pues, despacio en los ratiocinios expuestos y desaparecerá toda duda. La demostración matemática que ofrecemos dar en la *Sección II*, confirmará lo expuesto al resolver dicha *objección*.

(7) ¿De dónde habrán sacado los H. H. estas nuevas teorías que dan en tierra con la CINEMÁTICA, DINÁMICA y ASTRONOMÍA? Pues, ¿qué cosa es la velocidad?: la medida del *espacio, camino ó LONGITUD corrida por un móvil*; pero, como LAS MEDIDAS DE LONGITUD, según dicen los H. H., *se refieren á un objeto que se supone siempre en quietud*, LA VELOCIDAD ES UN ABSURDO. ¡Para calcular distancias, pesos, volúmenes, suponer los cuerpos en quietud! ¡suponer lo que no se puede suponer!

La extensión de un terreno, los metros cúbicos que tiene un edificio. Al paso que el agua renovándose perpetuamente (8) por un incesante movimiento, no da lugar á medida *sino estableciendo relación entre el volumen y el tiempo* (9).

“Por esta razón la Comisión Científica, en su proyecto que fué sancionado el 24 de agosto de 1886, propuso la unidad cúbica para la medida de aguas corrientes, y la DEFINIÓ MUY BIEN, diciendo que élla es un volumen de veinte metros cúbicos en veinticuatro horas (10). Concebida la ley en estas precisas palabras, habría quedado determinada la unidad de medida sin lugar á discusión; pero la Comisión técnica agregó indebidamente otro artículo para enunciar la misma unidad describiendo la sección, la carga, el grueso y POSESIÓN DE LA PARED que dan los 20 metros por veinticuatro horas y con esta *añtiduda innecesaria* dió fundamento á la discusión que se ha sostenido por la imprenta sobre un punto de ninguna importancia para la fijación de la unidad (11). Algunos creen que los factores indicados ó elementos que

halla en movimiento! (*): sólo Dios es el *motor inmóvil* (Santo Tomás: Sum. Teol. I, C. 2^a, Art. III). De ser cierta la teoría de los III., de hoy en adelante nada se puede medir ni en los cielos ni en la Tierra; ni el peso, volumen, densidad, &^{ca} de ésta; porque, como está moviéndose en el espacio

(8) ¡Nueva teoría de los III.!: todo el mundo ha creído siempre, y crecerá en lo sucesivo, que el agua medida en los cursos ó corrientes no puede ser otra sino la que pasó ó corrió por el orificio ó sección, no la que se renueva: y el *tiempo* de que se habla más abajo es el que empleó al pasar por la sección, *no al renovarse*. Si el agua renovada se mide, pasó otra vez; y nos encontramos en el caso anterior.

(9) *Otra nueva teoría*: al medir las aguas hay que determinar *ese volumen* y no otra cosa. ¿Cómo, pues, se podrá *establecer relación* entre el volumen incógnito y el tiempo? Según los señores Senadores de la Comisión, hay dos incógnitas en vez de una, porque siendo desconocido el volumen debe ser *desconocida la relación entre el volumen y el tiempo*: *¿. sino estableciendo relación entre el espacio corrido por las aguas y el tiempo*, no habrán querido decir los III.?

(10) Si ha habido *razón y la unidad cúbica ha estado MUY BIEN DEFINIDA*, ¿por qué se ha introducido en el proyecto la unidad llamada *pluma*, sin precedente alguno entre nosotros, y con distinto volumen? Si los veinte metros cúbicos en *veinticuatro horas* forman una *muy buena definición* de la unidad, la definición que asigna un litro por segundo derogando aquella, como es muy diversa, ha de estar *muy mal definida*, según los mismos III. informantes. Así, ellos, ellos mismos impugnan su proyecto; y no obstante: ¡ese proyecto se aprobó en la Cámara del Senado!

(11) Se ha dicho antes: *Concebida la ley en estas*

[*] “. . . . Si nous osons prêter à la nature des sentiments comme le faisaient nos pères, nous dirions volontiers qu'elle a HORREUR DU REPOS. Rien dans l'immensité de l'univers n'est immobile. Déplacement des mondes, frémissement des atomes, TOUT EST AGITATION ET MOUVEMENT. La science de la nature tend donc vers la mécanique par une évolution nécessaire, le physicien ne pouvant établir de théories solides que sur LES LOIS DU MOUVEMENT”. &c! [Violle: obra citada, T. I, Vol. 2, pág. V, edición de 1884].

forman la unidad, sólo producen 19 ms. en veinticuatro horas; otros sostienen que son exactamente 20, y se han practicado los experimentos con diversos resultados

*precisas palabras, habría quedado determinada la unidad de medida sin lugar á discusión; &ª ¡Qué! ¿la unidad no ha quedado bien determinada por la discusión que se suscitó?; pero entonces, ¿cómo han dicho que se la definió muy bien? Por otro lado, ¿acaso la discusión daña una cosa?: ¡cuánto no se ha discutido sobre el valor del metro!; ¿por esto se deberá cambiar esta unidad que ha adoptado casi todo el mundo? ¡Que ha habido discusión dicen los III.!: la discusión consiste en la investigación razonada y científica sobre la verdad de un hecho ó teoría; pero, probado como lo está hasta la evidencia el hecho de haber habido tremendos errores en el cálculo con que se pretendió impugnar la ley, ¿habría discusión?—¡Sr.!, que se ha dicho que no hay errores.—Pero lo cierto de los errores cometidos consta por las autoridades á que se ha recurrido, como aparece en las respuestas que hemos dado á las objeciones del nº 168. Esto supuesto, si uno dice $4 + 2 = 5$; y otro, *no: $4 + 2 = 6$ no 5.*—Si, Sr., es 5.—No, Sr., es 6. ¿Habrá discusión? Esto y no otra cosa ha sucedido con las objeciones hechas á la ley; y los III. han debido tener conocimiento de ello, porque se les envió el opúsculo intitulado “Ley de aguas: su necesidad: su verdad” en que consta la misma doctrina expuesta en el nº 168; y se les remitió, además, la colección de los “Documentos” tantas veces mencionados en lo anterior, que prueba la verdad de lo que decimos. Si en el caso de la suma 5 ó 6 citada, se escribiera por unos diciendo, que es 5; y por otros, que es 6; creemos que sólo los que supieran que se escribe pero no leyeran los escritos, sólo ellos y nadie más que ellos supondrían que había discusión.*

Dicen los III. que la Comisión Científica *agregó indebidamente otro artículo.* ¿No habrá falta de propiedad en la expresión?: la agregación supone *posterioridad*; mas, el artículo que se dice *indebidamente agregado*, que es el art. 2º, precede al 3º que constituye *una muy buena definición*, según los mismos III. Luego Y ¿cuál es el artículo *indebidamente agregado*?: aquél en que se habla de *sección, carga, espesor de pared, &ª*; pero, como en las *distribuciones de aguas* (nº 159, 161 y siguientes) se trata de medir las aguas que salen por orificios ó compuertas, y en este caso la *sección de salida solamente no basta para determinar el volumen de aguas QUE DEPENDE DE LA CARGA SOBRE LA LUZ, DEL GRUESO DE LAS PAREDES, &ª, &ª*, según lo dicho antes por los *mismos III.*, claro es que la unidad que midiera esos volúmenes, debiendo ser de la misma especie, conforme á las más triviales definiciones de aritmética, debe contener los elementos que determinan aquellos volúmenes: con lo

(12), tal vez por la imperfección de los aparatos y diferencias de procedimiento, más

culos y operaciones, quedaría determinada con claridad y exactitud—así lo dicen.—Pero ahora los mismos HH. califican de *indebidamente agregado* el artículo que contiene dichos elementos: ¿cómo se entenderán las aseeraciones de los HH. informantes?

Por otro lado, en el país había la costumbre de medir las aguas con el orificio no más [nº 162]; y, como éste sólo no basta, se quiso, sin alterar nada, añadir los otros elementos necesarios, para que así continuase la unidad, como antes y la misma que antes, conocida de todos: ¿sería en este supuesto *indebidamente agregado el artículo*? Además, todos los científicos, al definir las *unidades de distribución*, lo han hecho así [nº 163]; como nuestra ley trataba de definir esta unidad; ¿sería *innecesaria la añadidura*? En otros países, como los Estados Sardos, se ha hecho lo mismo, ¿habrá sido *innecesario el artículo* que tal cosa ha establecido? Sólo por la carencia extrema de los conocimientos adecuados para saber sobre lo que se escribe ó va á ser objeto de una ley, se puede consignar en un informe el trozo de que nos hemos ocupado.

Sabemos de buen origen que el autor de este informe y del proyecto que insertaremos á poco, es el mismo Senador que en 1886 razonaba, en plena sesión, sobre la necesidad de conservar en la ley el artículo que ahora, por una *sinrazón* que carece de nombre, lo llama *indebido y añadidura innecesaria*: las personas que quieran saber el nombre de este Senador lean el Nº 112 de “El Nacional” correspondiente al 2 de noviembre de 1886, pág. 450, colum. 3ª, hacia el medio: concluye esta columna con el discurso que pronunció demostrando la *necesidad* de fijar lo *innecesario* de ahora.

Además, ¿POSESIÓN DE LA PARED han dicho los HH.!: ¿qué casa, hacienda ó bienes tendrá la pared? ¿ó será que al hablar de este modo se ha querido significar *posesión del espíritu maligno*, por lo menos en la pared? ¿*Posición de la pared*, no habrán querido decir los HH.? [v. el Diccionario de la Academia Española].

[12] Los impresos en que están insertos los experimentos no dicen que haya esa *diversidad en los resultados*; y cuando se ha producido alguna diferencia, en los mismos impresos consta la razón: fué por el aumento ó disminución en la altura del agua, ó por haberse usado tubos estrechos [v. los Nos 60, 62 y 63 de “El Municipio”, del 15 de noviembre de 1888, y del 7 y 25 de enero de 1889].

Sólo quien carece de buena fe en absoluto, ha podido truncar las exposiciones consiguientes, y hacer que aparezca monstruoso lo que, con la explicación debida, no lo es: ese procedimiento se ha seguido al escribir lo que se lee en los Nos 69, 72 y 88 del mismo periódico, del 10 de mayo y 1º de julio de

bien que por falta de exactitud en la fórmula [13].

“Es de notar por otra parte que los 20 ms. cúb. en veinticuatro horas no sólo pueden producirse por los factores puntualizados en la ley, sino también por el conveniente y proporcionado concurso de otros muy distintos; v. g.: una sección cuadrada ó rectangular ó elíptica, mayor diámetro ó base y menor carga ó al contrario *en innumerables combinaciones posibles*. Parece, por tanto, que la ley, en su artículo redundante, limita sin necesidad, y puntualiza un procedimiento que no es en manera alguna necesario para obtener el fin que se propone [14].

“Por lo expuesto la Comisión opina: que podéis sustituir la Ley vigente con el proyecto adjunto, salvo vuestro más ilustrado concepto.—Quito, julio 14 de 1890.—Vázquez.—Peña.—Chaves,—Quevedo”.

1889, y del 18 de abril de 1890. Además, á lo aseverado por esta Comisión, que sólo afirma lo que ha oído decir á personas interesadas contra la ley, pero que nada observó, podemos oponer el informe emitido en 1887, por la Comisión de la Cámara de Diputados, inserto ya al contestar la *objeccion II*: esta Comisión, asociada á dos ingenieros competentes é imparciales que hicieron los experimentos, afirma lo que vió y le constó; por eso ha escrito que *es exacta la medida señalada en el Art. 2º de la ley*; y que ésta, en consecuencia, no necesita modificación alguna. ¿A cuál de las dos Comisiones darán crédito las personas que tengan siquiera sentido común?

(13) Si no hay *falta de exactitud en la fórmula* deducida en virtud de consideraciones teóricas y prácticas, los III. no han debido hacer caso de las objeciones ni de la variedad de los experimentos aunque no hubieran sido, como lo fueron, una prueba concluyente de la verdad de la ley. ¿Por qué, pues, presentaron un proyecto diferente, en que se derogaba la citada ley?

(14) Todos los III. Senadores que han firmado este proyecto son abogados, pero no han sospechado que en el Código Civil hay artículos análogos: ¿se deberá por esto derogarlos? Porque, como lo hemos dicho al contestar la *IV objeccion*, también un triángulo puede dividirse en dos partes iguales, con un procedimiento muy diferente del prescrito en el art. 640 de dicho Código: deróguese, pues, este artículo. Sin necesidad de hacer las operaciones prescritas en los artículos 1090, 1091 y 1092 del mismo Código, pueden calcularse los haberes ó asignaciones que corresponden á los herederos: deróguese, por tanto, *esos redundantes artículos*. Y, como de esta clase hay muchos, con los cuales el legislador se ha propuesto prescribir la manera de obtener algo útil socialmente; y esto puede obtenerse también por *innumerables combinaciones posibles*: deróguese todos ellos. Con tal procedimiento nuestro Código Civil se reduciría á un pequeño volumen; y sería útil prácticamente, porque así los estudiantes de jurisprudencia lo aprenderían pronto y podrían graduarse, por decirlo así, EN TRES MESES.

Pero en lo mismo que los III. informantes encuentran vicio, la ciencia económica halla utilidad; porque, si hay *innumerables combinaciones posibles* que puedan hacerse para obtener un cierto gasto de poca *debe tenerse en cuenta*...

terminar un *talón, marco ó tipo*, como lo requieren las unidades de medida, y por el cual la unidad que se fije *pueda ser conocida de todos y fácilmente comprobada*; de este modo cada uno sabrá lo que recibe ó á lo que se obliga, como dice el Sr. Hidalgo Tablada: esto es de necesidad social. Parece que el informe de los HH. Senadores, para ser aceptado ha debido fundarse en las prescripciones de la ciencia; pero, lejos de esto, los autores las han olvidado en absoluto.

¿Y es posible que semejante informe tan erróneo, tan contradictorio, tan opuesto á las prescripciones científicas haya movido á toda una Cámara, á la Cámara del Senadó, á esa Cámara que, según los principios republicanos, representa *la madurez de la edad, la sabiduría de la prudencia, el consejo de la experiencia*? Felizmente no se ejerce en nuestra República el Poder Legislativo por la *Asamblea Unica*; y si los Senadores del 90 no pararon mientes en tanto absurdo, no ha de suceder lo mismo con la Cámara de Diputados del Congreso venidero. *Verba volant, scripta autem manent: lo escrito, escrito queda*; y por muchos sofismas que se adujeran para explicar el absurdo informe que impugnamos, nuestras correcciones se fundan en las palabras mismas con que se presentó en el Senado: fielmente lo hemos transcrito; y creemos que ante las personas imparciales y de sano juicio, como, á no dudarlo, son los miembros que compondrán en el 92 la Cámara de Diputados, cuerpo que de algunos años á esta parte, por su prudencia é ilustración ha tenido el comportamiento de un verdadero Senado, nuestras observaciones no tienen réplica fundada ó racional: *réplica racional* decimos, porque *cualquier contradicción* no forma una respuesta adecuada, una vez que, por capricho, se puede afirmar que *lo blanco es negro y al revés*. No: la pundonorosa Cámara de Diputados se sonrojaría con sólo el suponerse que pudiera aceptar el proyecto que se apoya en un informe en que se ha *alardeado* de la falta de conocimiento hasta de los principios más elementales de las *Símulas*; se ha *hecho lujo* de no haber aprendido ó de haber olvidado hasta las *cuatro operaciones de enteros*; y se ha tenido como una honra manifestar que ni el *idioma se conoce* (*).

Si, pues, el informe en que se fundó el proyecto tiene esos caracteres, según lo hemos probado: ¿qué será el mencionado proyecto? Para verlo insertemos *la letra* y demos su exposición.

[*] Este informe tan falto de ciencia en todo sentido, se aplaudió en una hoja suelta publicada con el título "Informe sobre la ley de aguas"; y en él unos IMPARCIALES hicieron pie para dar sobre seguro el GOLPE DE GRACIA á los conocimientos de los Ingenieros ecuatorianos.

PROYECTO.

“EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR,

“DECRETA:

“Art. 1º La unidad decimal en el aforo de aguas corrientes, es la pluma.

“Entiéndese por pluma de agua una corriente de agua que da un litro por segundo de tiempo.

“Art. 2º Se autoriza al Poder Ejecutivo para que mande escribir un tratado que facilite en la práctica, todas las cuestiones que se refieren á la conducción, aforo y distribución de aguas.

“Art. 3º Queda derogada la ley de 24 de agosto de 1886.

COMUNIQUESE”.

EXPOSICIÓN.

Al Art. 1º—Ya hemos indicado (nº 167, *al Art. 1º*) la razón que hubo para llamar *paja* la unidad definida por la ley sancionada en 1886: ¿por qué se habrá llamado *pluma* la unidad que se pensó definir en el proyecto? La *pluma*, sin precedente alguno en la República y sin tener relación con la *paja* de que hemos usado siempre, es, por lo mismo, un algo exótico, inútil por demasiado arbitrario, é inaceptable, pues peca contra las prescripciones de la Economía Política, la cual enseña que las *medidas deben ser estables*. Si por ley se quería crear una cosa nueva é innecesaria, llámesela en buena hora *ala*, *pata* ó como se quiera, pero *pluma* no; porque sería manifestarse ó muy atrasados ó faltos de inventiva, al adoptar por ley una antigua medida española, que ha variado de una ciudad á otra; y lo que es peor, sería descubrir que se carece de los conocimientos adecuados, si al apropiarse de una cosa ajena, se le quita lo bueno que tiene: así se quiere hacer con la tal pluma; pues, he aquí lo que de ella se sabe:

a) Según el Diccionario de la Real Academia Española y el Sr. Andrés Llauradó (1), la *pluma de agua*, en Barcelona, es el volumen de 25 centímetros cúbicos que fluyen durante un segundo por un orificio circular de 5^m.8 de diámetro, con la carga, sobre el centro, de 78^m.

b) El mismo Sr. Llauradó añade, que la *pluma de agua* en Mataró, es el volumen de 7^m. cúb. 921, que sale, durante 24 horas, por un orificio de 10^m. de diámetro, abierto en pared vertical que tiene el espesor de 24^m.

es de 147^{m.m.}. Esta unidad se estableció en Mataró desde 1820; y las dimensiones que fijan el talón, según el Ingeniero D. Melchor de Palau, difieren algún tanto de las que se han indicado.

e) El Sr. D. Nicolás Valdez afirma, que la *pluma de agua* en Cataluña, es el *gusto* de 21^{cm.} cúb. 22 suministrado por un orificio circular de 5^{m.m.} 8 de diámetro, con la carga sobre el centro de 73^{m.m.} 5 (1).

d) El Sr. Pelayo Clairac y Saenz dice (2), que la *pluma* es $\frac{1}{144}$ de la *fila*; y ésta, el *volumen de agua que corre por una abertura de un palmo valenciano cuadrado* (0'051 metros cuadrados); y que, como se asignan distintas velocidades al curso, el *gasto, en un segundo, es de 46, 69 y hasta de 86'52 litros.*

Según los autores mencionados la *pluma* es el volumen fijado por un cierto *patrón ó marco*; pero con el proyecto, cuyo artículo 1º discutimos, se creyó introducir una novedad en el país, aumentando el volumen de esa unidad extraña y quitándole el talón, lo único que podía haberla hecho conocer. Mas, como según el agrónomo D. José Hidalgo Tablada, *todo está en favor de que en un país bien administrado debe haber para la distribución de las aguas un aparato de exactitud demostrada para evitar el fraude y arbitrariedades, y que asegure á los compradores y vendedores de lo que adquieren los unos y á lo que se obligan los otros*; se sigue, que la *pluma del Senado ES LO PEOR QUE HA PODIDO PENSARSE*: medida exótica, sin medios de ser conocida, ¡qué inmenso campo no presentaría á la arbitrariedad si llegara á establecerse! Antes, cada perito dió á la *paja* el volumen que juzgaba conveniente: y ¡qué de perjuicios no hubo por esto!; ahora dará al volumen de un litro por segundo, el orificio y la presión que le parezca; y, aunque nominalmente se diga que por tal orificio pasa una PLUMA, ¡quién sabe si no se escapará UNA AVE ENTERA!: ¡cuando hasta ahora, á pesar de los datos tan ciertos que contiene la ley vigente, hay peritos en el país que no saben calcular el volumen de 20 metros cúbicos que corresponden á la *paja*! Véase, pues, como es cierto lo apuntado en la nota 4ª que hicimos al informe: ¿dónde está la *unidad clara y exacta que sirva de base invariable para los cálculos y operaciones que se hagan en las medidas de agua*, como lo querían los H.H. autores del proyecto?

Pero supongamos que establecida la *pluma* todo se arregle bien: si por contratos celebrados ahora veinte ó treinta años se reclaman los perjuicios ocasionados por una cierta cantidad de pajas que ha dejado de darse, ó se pide la devolución de cierta cantidad de pajas sustraída de una acequia que llevaba un cierto volumen, ¿cómo se descubrirá por medio de esa

(1) Manual Del Ingeniero, pág. 300.

[2] Diccionario General de Arquitectura é Ingeniería, edición de 1884, T. III, pág. 98.

pluma, que no se sabe de que pájaro es, el perjuicio causado, ó el volumen primitivo de la acequia y el medrado que deba devolverse? Deróguese la ley que define la paja, y otra vez volveremos á las *ambasas anteriores* al 86; otra vez, al medir un mismo caudal, habrá unos peritos que encuentren *mil pajas* y otros *siete mil*, como sucedió en el caso que hemos indicado en el n.º 164, supuesto que, por haberse hecho la medida por *pajas* antes de la *pluma*, por *pajas* debe hacerse el cómputo después; y como en este caso se presentarán ótros y ótros, sin que la *pluma* sirva para nada. Luego, los miembros del Congreso no pueden, no deben cambiar la ley. La paja se definió por necesidad, para uniformar los aforos que se hacían con esa medida de que siempre hemos usado; la *pluma* se quiere establecer, convenga ó no convenga, sólo por capricho; y, según lo indicado, es una medida inútil para los casos que ocurren: ¿por cuál deberá estarse? Tanto más cuanto que los III. del informe parece que no han tenido en cuenta que, en la medida de las aguas se presentan dos operaciones diversas (n.ºs 159, 160, 161); y que *las de distribución* (n.º 163) requieren que la unidad se dé por medio de un *talón, marco ó tipo*. Los III. que concibieron el proyecto, de seguro supusieron que bastaba la unidad de medida para los *reconocimientos*, lo que no es cierto. Así, aunque la *pluma extranjera*, privada del talón, pudiera servir de tal unidad, no es necesaria entre nosotros, porque, admitido el sistema métrico, ya puede tomarse un litro por segundo y decir *tantos litros*, expresión más clásica que *tantas plumas*; y esto sin necesidad de nueva ley. Luego, ya se trate de resolver sobre cuestiones anteriores á la época en que se sancionara la *pluma*, ya sobre las posteriores, en todo caso, *la tal pluma es para nosotros, una inútil medida*.

Creemos que estas consideraciones serán suficientes para que las Legislaturas venideras y, hoy por hoy, los miembros de la Cámara de Diputados hagan dormir á la *pluma del Senado* el sueño eterno.

Al Art. 2.º—El proyecto que venimos impugnando no es otra cosa, como se ve comparándolo con la ley vigente, que un mal plagio del que presentó la Comisión científica al Congreso de 1886: en este proyecto hubo razón para disponer que el Poder Ejecutivo mande escribir *un tratado que facilite en la práctica*, la introducción de la unidad en el *aforo, conducción y distribución de las aguas*; porque, acostumbrados los peritos del país á medir las aguas sólo por la relación de los orificios, era necesario, considerando la presión, manifestar que los volúmenes de *una, dos, tres, &c. pajas* no guardaban las razones de los tales orificios, como antes se suponía. Al quitar, pues, en la unidad, el *tipo ó talón*, y disponerse que el aforo se haga sólo por el volumen, ya no hay esta necesidad práctica social, una vez que las teorías científicas que enseñen el procedimiento en tales casos

se daría en las aulas. Y tanto menor era la necesidad de este artículo, cuanto que la escritura de la obra estaba ya arreglada por un contrato, y muy adelantado el trabajo que esa escritura requería.

Más, como los autores del proyecto sólo tuvieron en mira derogar la ley vigente, debían formarlos de algunos artículos, sean ó no indispensables, convengan ó no convengan, sean ó no un plagio del proyecto anterior.

Al Art. 3.^o—Este artículo sí que fué indispensable: el objeto era derogar á todo trance la ley; y, si el artículo se aprobaba, se cumplía el designio.

170. **Resumen.**—La ley de aguas que definió la *paja*, fué necesaria por las irregularidades que se introdujeron en las medidas de agua. La *paja* se hallaba establecida convencionalmente en la República desde tiempo inmemorial; y como, por muchos contratos antiguos sobre pajas de agua, se suscitaban pleitos y de mucha cuantía, para evitar los perjuicios que ocasionaban las falsas medidas fué necesario arreglar, no otra unidad, sino la misma *paja* que cada práctico la variaba á su antojo. La Cámara de Diputados del 86, con ese tino que debe caracterizar al prudente legislador humano, pidió informes á sujetos que, por sus estudios especiales, podían ilustrar la materia; y dichos sujetos, reunidos en Comisión dos veces, hallaron lo que debía ser la *verdadera paja* que sólo por capricho se alteraba. En consecuencia, se dió la ley que interpretó la medida; y, aun cuando se ha dicho que la Comisión científica erró, los cálculos fundados en los datos que suministran los maestros de la hidráulica moderna, y las observaciones racionales practicadas, prueban que no ha errado ella, sino los que impugnaron la ley. La sola aserción de *haber errores* en una cosa, nada prueba; cuando no han faltado necios ó impíos que al mismo Dios hayan imputado error ó falta de ciencia en las obras que produjo con la Palabra omnipotente [1], ¿qué importa aquella afir-

[1] Primeramente, D. Alfonso X., con sobrenombre de el *Sabio*, por haber criticado Alhoacen, con mucho fundamento, la obra que á mediados del siglo XIII, publicaron los astrónomos de este Rey, con el título *Tabule Alfonsine*, se dejó decir, que *el error de sus Tablas provencía más bien por lo complicado que era el sistema del mundo; y que si él* (D. Alfonso) *hubiera asistido á los Consejos de Dios al tiempo de formar el Universo, la Creación hubiera sido más sencilla y más bien ordenada. ¡Qué impiedad! ¡Qué petulancia!*

Después, y poco más ó menos á principios de este siglo, se dice que Laplace, el gran compilador de las teorías acerca del Universo, al preguntarle Napoleón I, *per qué en la Mecánica celeste no está escrita siquiera una sola vez, la palabra Dios; contestó, que la causa fué por no haber necesitado de tal hipótesis para constituir y explicar los cielos.* Pero esto no es tanto que digamos; porque, en orden á impiedad, es menor negar la existencia de Dios, que suponer un Dios ignorante ó que pueda errar. Pues bien, el mismo Laplace, en su *Exposition Du Système Du Monde*, edición de 1835, al tratar *Sobre las perturbaciones del movimiento de la Luna*, se propone en la página 233 rechazar lo afirmado en los versículos de la S. Escritura que hemos citado contestando á la *Objcción I*, y en los cuales se asegura que la *lumbra menor, la luna, alumbrá y preside á la noche;* pues dice Laplace: En

mación respecto del hombre, cuya herencia es "el crimen y el error"? La Cámara del Senado del año 90, para enmendar por sí y ante sí el supuesto yerro cometido en la ley, hizo que la Comisión de legislación, formada de cuatro Senadores, estudiara el asunto; y en virtud de un proyecto apoyado en un informe escrito de una manera inconsulta, quiso privarnos de lo nuestro adoptando lo ajeno pero truncado, con la introducción de una *pluma* no conocida en el país. Tal es en resumen lo ocurrido con la ley de aguas.

Mas, si hacemos un paralelo entre la conducta de la Cámara de Diputados del 86 y la del Senado del 90, creemos que ninguna persona de razón puede aprobar el procedimiento de la segunda. A la verdad: en aquella se descubre *la moderación en sus miembros*, pues consultan porque temen errar, en ésta la presunción, porque los miembros de su seno, que dieron el informe, procedieron sin consultar á nadie, como si ellos supieran lo suficiente en materia tan ardua y delicada; en la primera se observa *la práctica del consejo*, en la segunda el *don de ligereza*; la de Diputados procede como superior, porque *es propio del superior la prudencia*, la del Senado, como un cuerpo que sólo se propuso el triunfo de una idea, sea ó no buena. Aquélla, en fin, discute para resolver algo que pudiera convenir; pues su Comisión, antes discutió en privado con los miembros de la Comisión científica, y después en las sesiones en que se trató del asunto; la del Senado aceptó y aprobó *el nuevo proyecto*, que por serlo ha debido pensarse mucho en él, pues no siempre lo *nuevo es lo mejor*, lo aprobó, decimos, sin discusión alguna (1): en vista de esto no es difícil saber á cual se da la preferencia.

El proyecto sobre la pluma, después de aprobarse en la Cámara del Senado, pasó á la de Diputados; pero en esta Cámara, por cuanto se lo juzgó como convenía, quedó sobre la carpeta. ¿La Cámara de Diputados del próximo Congreso le dará curso, lo aprobará?: creemos que nó; pues para algo ha de servir la imprenta cuando, con la luz de la razón en la mano, se pro-

to, por cuanto frecuentemente nos hallamos privados á la vez de la luz del Sol y de la luna. En seguida, corrigiendo el pensamiento de Dios, indica la manera como han debido disponerse los tres cuerpos Sol, Tierra y luna, para que se cumpliera lo asegurado en la Biblia. Pero los mismos discípulos de Laplace han demostrado lo absurdo del juicio con que este geómetra se proponía corregir el pensamiento de Dios (v. Moigno: *Las Esplendores De La Fe*, edición española de 1884, T. III, págs. 549 y siguientes).

Y este mismo presuntuoso Laplace erró otra vez, cuando en la *Teoría de las Probabilidades* escribió, que, al tratarse de los errores de observación, *los errores sumados con sus signos dan cero*; PERO SUMADOS CON SUS VALORES ABSOLUTOS DAN UN MÍNIMO: principio falso, porque la ciencia moderna demuestra, que LA SUMA DE LOS CUADRADOS DE LOS ERRORES es el mínimo.

[1] Regístrense las actas de las sesiones del Senado, y no se encontrará en ninguna de ellas que haya habido discusión ni cosa parecida al aprobar los artículos del proyecto que establecía la *pluma*; como unidad de medida para las aguas corrientes. Al contrario, en los números de "El Nacional" citados en el n.º 166, consta la discusión en virtud de la cual se aprobó el proyecto presentado por la Comisión científica.

pone aclarar los hechos que la malicia de las pasiones pretende oscurecer. No: estamos persuadidos que esta Cámara formada de jóvenes ilustrados que, por lo mismo, se propone el progreso de la juventud, no desatenderá los esfuerzos de los jóvenes Ingenieros ecuatorianos, quienes, no tanto por destruir caprichosos errores, cuanto por ilustrar la materia ante personas imparciales, no han dejado un instante de estudiar y consultar lo conveniente en las fuentes de la ciencia, y no de una manera empírica: el empirismo, sobre no ver claro las cosas, con frecuencia trueca los extremos; sino con los principios científicos que aprendieron de sabios profesores que, en épocas más felices, vinieron del otro lado de los mares, del mundo ilustrado. Prueba de ello es la presente obra, ESTUDIO ACERCA DE LAS AGUAS; y ésta, aunque no sea la última expresión de la ciencia manifiesta, á lo menos, que sus autores han estudiado las materias que en ella se discuten.

Mas, si por desgracia, si por una aberración inconcebible, la ley de aguas, dada por el Congreso del 86, se derogará, nuestro libro producirá sus efectos en los jóvenes que estudien en el Ecuador las ciencias matemáticas puras y aplicadas. El empirismo pasará, los empíricos desaparecerán y quedarán esos jóvenes que, con la ciencia adquirida metódicamente, conocerán la verdad de los teoremas en esta obra contenidos. Y cuando, en lo porvenir, tengan que informar sobre asuntos de agua que se susciten por litigios sobre contratos celebrados en lo antiguo, en ella encontrarán los fundamentos en que deban apoyarse: la *pluma exótica* no los servirá, pero sí la interpretación legal dada por el Congreso del 86; porque ésta se funda en lo que racionalmente ha debido suponerse. En los pueblos que recién principian á vivir la vida de la ciencia, todo pueden hacer los empíricos que cuentan con algún apoyo, menos inculcar sus nebulosas ideas en los jóvenes que asisten á las Universidades; porque éstos en las teorías racionales y, más aún, en las matemáticas tienen de seguir á sus maestros: los profesores, cuando con la tiza en la mano descubren ese mundo de nuevas relaciones que sólo pueden ver los alumnos ó sean los iniciados con orden y método en el estudio de las ciencias, no engañan jamás.

