

## CONSIDERACIONES GENERALES

### SOBRE LA MEDIDA DE LAS AGUAS

POR

J. ALEJANDRINO VELASCO,

INGENIERO CIVIL Y PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD DE QUITO.

(Continuación)

Pero pase: M. Berge 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 aserciones: 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 de-

(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. (Consta en la Memoria de la Academia de Ciencias, año de 1817).

cía 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  $\frac{1}{1} = 1$  es la primera convergente de la fracción continua

$$\frac{17}{20} = 1 + \frac{1}{5 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2}}}$$

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 orificio 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<sup>m.m.</sup> á 20<sup>m.m.</sup>, 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 para más abundamiento, citaremos las doctrinas de otro autor que corroboran nuestra proposición. En efecto, M. de Beudant, 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  $\frac{5}{6} = 1$  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 Beudant. Y para que *el agua ad-*

(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 que 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).

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

2º Probado 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 Uhland (1), cuyos libros son, sin duda alguna, los más excelentes entre las obras de hidráulica moderna. De este mo-

ÁREA HISTÓRICA

(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. Uhland 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 coeficient de dépense  $\mu$  varie avec le rapport de la longueur  $l$  de l'ajutage à son diamètre  $d$ ,

pour $\frac{l}{d} =$	1	2 ½	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  $\mu = \frac{8}{9} = 0\cdot815 = \varphi$ ".

De modo que, según este autor, sólo cuando la razón de la longitud al diámetro crece de 1 á  $2\frac{1}{2}$  ó  $3\frac{1}{2}$ , 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.

do, 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

$$G = 0\cdot85 \cdot S \cdot \sqrt{2gh}, \quad G = 0\cdot87 \cdot S \cdot \sqrt{2gh}. \quad (198)$$

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)*

$$G = 0\cdot82 \cdot S \cdot \sqrt{2gh}. \quad (199)$$

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

(1) Estas palabras constan en el tomo y pág. citados; y la doctrina en ellos contenida es idéntica á la enseñada por Herr Uhland, 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.

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 (1); ¿qué significa esto?: significa lo que dice este algebrista, en el prólogo de su 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 incuestionada, 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 *máximum 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 mas gasto.

He 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 Uhland, lo que se lee en la nota que antes hemos puesto: la disminución en los coeficientes de gasto cuando

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

crece la longitud del tubo, demuestra la verdad de nuestra proposición.

b) El Sr. Dulos, 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 es un *mínimum*, en el derrame á boca llena habrá un *máximum de gasto*.

c) Beudant, 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* (2).

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 pequenísima 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* (3).

Si, pues, 0·82 es sólo un *valor medio*, es porque, siendo iguales las otras condiciones, hay casos en que puede ser mayor;

(1) Tomo y pág. citados.

(2) "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].

(3) "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].

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 (¼ centímetros), por lo que veremos después, el coeficiente será de

$$0\cdot84 \times 0\cdot998 = 0\cdot838\ 32;$$

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 BIEZ 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 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

$$\left. \begin{aligned} m &= 0\cdot7529, \text{ el error es } e' = 0\cdot0821; \\ g &= 979\cdot4001, \text{ " " " } e'' = 1\cdot4959; \\ t &= 86\ 164^s000\ 0, \text{ " " " } e''' = 236\cdot000\ 0. \end{aligned} \right\} \text{ (b)}$$

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

$$\begin{aligned} G_1 &= f(m + e', g + e'', t + e''') = f(m, g, t) + f'_m \times e' + \dots \\ &= \phantom{f(m, g, t)} + f'_g \times e'' \\ &\phantom{f(m, g, t)} + f'_t \times e''' \end{aligned}$$

$$= G + \frac{dG}{dm} \times e' + \frac{dG}{dg} \times e'' + \frac{dG}{dt} \times e'''.$$

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

$$\frac{dG}{dm} \cdot e' = t \cdot \pi r^2 \cdot \sqrt{2gh} \cdot dm,$$

$$\frac{dG}{dg} \cdot e'' = m \cdot t \cdot \pi r^2 \cdot \sqrt{2h} \cdot \frac{dg}{2\sqrt{g}},$$

$$\frac{dG}{dt} \cdot e''' = m \cdot \pi r^2 \sqrt{2gh} \cdot dt.$$

De este modo será

$$G_1 = G + \frac{dG}{dm} \cdot e' + \frac{dG}{dg} \cdot e'' + \frac{dG}{dt} \cdot e''' = G + \pi r^2 \cdot$$

$$\sqrt{2h} \left( t \cdot \sqrt{g} \cdot dm + m \cdot t \cdot \frac{dg}{2\sqrt{g}} + m \sqrt{g} \cdot dt \right).$$

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



$$t \times \sqrt{g} \times d m = 221\,385\cdot452\,894,$$

$$m \times t \times \frac{d g}{2\sqrt{g}} = 1\,550\cdot442\,429,$$

$$m \times \sqrt{g} \times d t = 5\,560\cdot698\,788,$$

$$\text{Suma} \qquad \qquad \qquad = 228\,496\cdot594\,111.$$

Así es

$$\text{produ}^\circ \text{ del } 2^\circ \text{ miemb}^\circ = 8\,885\,736 \times 228\,496\cdot594\,111$$

$$= 2\,030\,360 \text{ cm. cúb.}, 412\,169\,500\,696$$

$$= 2 \text{ m. cúb. } 030\,360;$$

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:

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<sup>o</sup> 65 del 1<sup>o</sup> 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<sup>o</sup> de "El Municipio" anteriormente citado].

2<sup>o</sup> Los científicos, obras ó autores que den *cinco centímetros* de presión sobre el centro; entre otros, 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 quería 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<sup>o</sup> 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<sup>o</sup> 67, abril 12 de 1889]

*Mémoires De L' Académie 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 eminente señor Ygnacio M. de Varona que da sus UNOS SEIS centímetros 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 matemático, entiende, que si *seis* es la suma de dos números, y uno de los sumandos es *dos*, el otro no puede ser ni *tres ni cinco*, mucho 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 *objeccion I* es suficiente para despreciar cualesquiera otras que se hicieran; pe-

[1] Nótese que los Sres. Llauradó, Solignac, Bergs, Habich y Varona han sido 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 otras; 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<sup>o</sup> 161, 2<sup>o</sup>] que el inconveniente indicado entonces, *no desaparece con sólo conocimientos científicos teóricos*.

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*.

**II. 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 Nº 84 de “ El Municipio ”, 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?—Que 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 nº 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

[1] “J’observe que  $g$  quoique susceptible de légères variations à différens points du sphéroïde terrestre et à 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.

Tierra, no el Sol, la que se movía [1]; 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 *necios* 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 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: &c* (2). IRAY 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* (3).—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

(1) 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 quedaba, 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)

[2] Obra indicada, T. I págs. 122 y 123.

[3] Id. pág. 153.

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 confundió 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, &º &º (1): ¿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?— ¡Ha!: con ejemplos.— ¡Qué!: ¿con ejemplos, y errados como ya se ha dicho, por ser falsa la gravedad introducida (2), se demuestra CON LA MAYOR EVIDENCIA una proposición afín ó contraria de otra? 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: 1º, 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*; 2º, al calcular dichos ejemplos con factores diversos, como lo<sup>a</sup> son las varias gravedades, pero sin cambiar los *coeficientes de gasto* que sólo corresponden á la gravedad de París, supone *pero se nota* una proposición que no lo es, á saber, *que al variar las gravedades NO CAMBIAN DICHS 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 aseveraciones 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 *perdersé 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 prue-

[1] Véase lo dicho sobre la gravedad al dilucidar lo relativo al 2º *error* en que estribaba la *1ª 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.

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

bas directas de la verdad, es decir, de la aserción contraria, y tomadas, esto es lo curioso, de la misma obra de Vallejo.

1ª Después de manifestar (1) 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:

“1. Resultado. Un fluido, como el agua, que corre por un tubo ó canal de una longitud suficiente para que pueda establecerse 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” (2).

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 resistencia 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 prue-

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

(2) Tomo y obra citados, pág. 102.

ba, no cayó en la cuenta de la contradicción en que incurría al aceptar *éste* y negar *aquél*. Pero si 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 (1): . . . . . 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 de 2, saldrá cosa como de  $\frac{2}{3}$ , 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 úno y otro sentido; luego son iguales. Por tanto, con iguales masas de agua, cuya presión actúa sobre ori-

(1) Obra y tomo indicados pág 96.

ficios 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 otro: *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, cree aplicables á España y á todo el mundo las *Tablas de coeficientes* dadas en Francia por M. Navier (1); y M. Bergs, *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 contruídos 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 otro; 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

1) Por eso hemos dicho antes que D. Mariano Vallejo, pretendiendo refutar á otros, 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.



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 1 886, 1 887 y 1 888, fueron públicas, muchas personas de la Capital las presenciaron, 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 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

[1] Constan en el N° 60 de "El Municipio", noviembre 15 de 1 888. Pueden leerse en este N° las explicaciones dadas al respecto.

[2] Están insertas en el N° 63 del mismo periódico, corresponde al 25 de enero de 1 889.

para la carga de 5 centímetros, . . . . . 22 m. cúb. 032 (1); 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. cúbs. 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 (2) 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

[1] 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 tarrito de hoja 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 construídos según las indicaciones que el Sr. Armengaud Ainé da 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 aseveraciones; 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.

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 venidos 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.

[2] 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.

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 *objección 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. 2º 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, 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.—Arizaga.—Coronel.—Freile.—Velasco [A]”<sup>[1]</sup>.

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<sup>os</sup> 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

[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).

para explicarse el *increíble fenómeno*: la cantidad justa de que habla el informe, se había producido sólo por *artificios de pres-tidigitación*; felizmente ninguna prueba se rinde al afirmar éstas y otras aserciones semejantes, que se pueden leer en el N<sup>o</sup> 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 aquieta 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 disertación 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<sup>er</sup> 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 &<sup>a</sup>. 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 LIGERAMENTE CON GRASA EL INTERIOR DEL TUBO Ó CUANDO &<sup>a</sup> [1]? Tal proposición equivale evidentemente á estotra: *para que el agua adquier-*

[1] Véase en el N<sup>o</sup> 72 de “El Municipio”, 1<sup>o</sup> de julio de 1889; en este N<sup>o</sup> constan las palabras que el Sr. Arias pone en boca de M. Beudant.

*ra adherencia con un cuerpo*, CONVIENE ENGRASAR EL CUERPO. No podemos suponer al Sr. Arias tan escaso de nociones de física, que diga—permítasenos 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?

Permítasenos ahora una ligera digresión: cuando el profesor de hidrotecnia supo el *absurdo inmenso* que se acababa de publicar en el N<sup>o</sup> 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 Beudant, 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 ¡cosa 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 hablan 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, aperciéndolo 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 creer y copiar* lo que encontraban en los libros someramente leídos (1). No: los jóvenes que tuvieron de profesores

(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<sup>o</sup> 91 de “El Municipio” correspondiente al 28 de junio de 1899, 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 venide-

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 aberración 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 1<sup>o</sup> 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;

&<sup>a</sup>, &<sup>a</sup>

Pues, bien, este 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, &<sup>a</sup>, &<sup>a</sup>, 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)

---

ros, 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 peores 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 seria 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.

“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, hecha 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 saluciones atentas.

Por Armengaud Ainé

Ch. Douy” (1).

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

**IV. OBJECIÓN.**—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

DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

(1)

Paris, le 14 Mars 1890.

Monsieur J. Alejandrino Velasco.

Ingenieur 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' á une faute de impression.

Veuillez agréer, Monsieur, nos salutations empressées

Par Armengaud Ainé

Ch. Douy.

*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 *fórmulas 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 aluvión* 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

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

se sigue

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

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

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

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

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

*Observación.*—Es tan verdadero nuestro aserto sobre la fórmula algébrica contenida en el art. 1 092, 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

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

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

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

*Demos<sup>n</sup>.* Por hipótesis tendremos, de (b),

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

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

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

.....  
 .....

Q. D. E. T.

Que demuestra una de las partes del *teorema-artículo* 1 092.

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

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

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

*Demos<sup>n</sup>* En efecto, si se dan á  $x, y, z, \dots$  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

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

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

lo mismo se obtiene con cualquiera de las otras.

Q. D. E. T.

Que demuestra otra de las partes del *teorema-artículo* 1 092.

Por tanto, aunque los artículos de la ley de aguas contuvieran una fórmula matemática, el hecho no sería extraño á nuestra legislación, ni inusitado, volvemos á repetirlo, en otras legislaciones: el art. 43 que existe en el código de los Estados Sardos, como ya se ha dicho en el n<sup>o</sup> 163 2<sup>o</sup>, lo prueba. Luego el inconveniente por que se objeta la ley, no es tal; y si hubiera en ella esa fórmula matemática, por lo mismo sería más segura y digna de conservarse antes que derogarse; pues de otro modo habría que derogar todos los artículos mencionados. ¡Ojalá que nuestras leyes, todas sin excepción, estuvieran inspiradas en las fórmulas matemáticas!: ¡qué pocos fueran los pleitos! ¡cuán seguras y uniformes las sentencias!

**169. Proyecto de ley de aguas aprobado en la Cámara del Senado del año 1 890.**—Antes de insertar la letra de este proyecto, debe observarse que para presentarlo en la Cámara del Senado algunos de sus HH., no precedió estudio de Comisión especial formada de individuos que tuvieran conocimientos propios y prácticos sobre el asunto de que iba á tratarse; pues ninguno de los miembros de la Cámara, que formaron la Comisión para acordar el proyecto, tenía esos conocimientos; la Comisión de la Cámara, con el fin de buscar el acierto, ha debido reunir, como la de Diputados del 86, á algunos de los hombres científicos del país, no empíricos solamente; y de un modo verbal descubrir si había ó no inconvenientes en la ley del 24 de agosto, para cambiarla si los había; pero para no tocarla si esos inconvenientes eran más bien ilusorios que reales. Porque la Comisión del Senado creyó innecesario ese procedimiento, y porque sólo por sí y ante sí concibió su proyecto, el

informe en que lo apoyó está lleno de errores aun de simple aritmética, como vamos á manifestarlo. He aquí el

## INFORME.

NOTA. Advertimos que el informe lo insertamos tal cual se encuentra en el archivo de las Cámaras legislativas; pues, para ser fieles, hemos querido estudiarlo en las fuentes.

El mencionado informe dice así:

“Exmo. Señor.

“La solicitud que los Ingenieros Nacionales han elevado á la H. Legislatura y los términos en que está concebida la ley de 24 de agosto de 1886 dan lugar á las observaciones siguientes:

“El §. único art. 9º de la ley Colombiana de 11 de abril de 1825, entiende por *paja de aguas* corrientes la cantidad que fluye por una cavidad de seis líneas de diámetro, sin dar valor á la carga y más factores que determinan la salida de las aguas. Con igual deficiencia, la costumbre y práctica de los peritos HA ESTABLECIDO, gratuitamente, por unidad de medida, la sección de una pulgada cuadrada, ó sean DOCE LÍNEAS CUADRADAS (1).

“Adelantando la ilustración del país y el estado de las ciencias, los profesores y peritos conocieron que las unidades indicadas, si bien *se hallan determinadas por UN*

(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 de 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,  $1 \text{ pulgada cuadrada} = (12)^2 = 12 \times 12 = \text{ciento cuarenta y cuatro líneas cuadradas}$  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;.....!

SOLO PUNTO (2), la sección, ESTÁN INDETERMINADAS ABSOLUTAMENTE por los demás (3), y, que con frecuencia ocurrían discordancias muy considerables en el aforo de 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.

(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.? Y nótese, que lo que ESTÁ INDETERMINADO ABSOLUTAMENTE, como dicen los señores Senadores de la Comisión, no tiene la *determinación por punto alguno*, 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 HH. quisieron escribir; porque nadie que tenga sentido común *puede negar lo mismo que afirma*.

(4) Fíjese el lector en lo que exigen los HH. como cualidad 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*<sup>a</sup> 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 *objeción 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 *objeción* indicada, bas-

“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, a 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 medirla 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 ella es un volumen de veinte metros cúbicos en

ta para que cualquier persona de razón asienta sin dificultad á las teorías de la hidráulica moderna: piénsese, pues, despacio en los raciocinios expuestos y desaparecerá toda duda. La demostración matemática que ofrecemos dar en la *Sección II*, confirmará lo expuesto al resolver dicha objeción.

(7) ¿De dónde habrán sacado los HH. 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* *corrída por un móvil*; pero, como LAS MEDIDAS DE LONGITUD, según dicen los HH., *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, porque en el MUNDO, en el UNIVERSO, todo, aun lo moviente, se halla en movimiento! (\*): sólo Dios es el motor inmóvil (Santo Tomás: Sum. Teol. I, C. 2<sup>a</sup>, Art. III). De ser cierta la teoría de los HH., de hoy en adelante nada se puede medir ni en los cielos ni en la Tierra; ni el peso, volumen, densidad, &<sup>a</sup> de ésta; porque, como está moviéndose en el espacio . . . . .

(8) ¡Nueva teoría de los HH.!: todo el mundo ha creído siempre, y creará 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 HH.?*

[\*] “. . . . Si nous osions 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”. &<sup>a</sup> [Violle: obra citada, T. I, Vol. 2, pág. V, edición de 1884].

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 *añadidura 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 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

(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 aquélla, como es muy diversa, ha de estar *muy mal definida*, según los mismos HH. 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 precisas palabras, habría quedado determinada la unidad de medida sin lugar á discusión; ¿? ¡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 HH.!: 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 *objecciones* del n.º 168. Esto supuesto, si uno dice  $4 + 2 = 5$ ; y otro, *no:  $4 + 2 = 6$  no 5.*—Sí, Sr., es 5.—No, Sr., es 6. ¿Habrá discusión? Esto y no otra cosa ha sucedido con las *objecciones hechas* á la ley; y los HH. 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 n.º 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 HH. que la Comisión Científica agregó *indebida-*

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

*mente otro artículo.* ¿No habrá falta<sup>ra</sup> 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 HH. 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 HH.*, 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 cual, *la unidad de medida que sirviese de base invariable para los cálculos y operaciones, quedaría determinada con claridad y exactitud*—asi lo dicen.—Pero ahora los mismos HH. califican de *indebidamente agregado*, el artículo que contiene dichos elementos: ¿cómo se entenderan 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 Sardinios, 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.!:



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

¿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 N<sup>os</sup> 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 trincar 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 N<sup>os</sup> 69, 72 y 88 del mismo periódico, del 10 de mayo y 1<sup>o</sup> de julio de 1889, y del 18 de abril de 1890. Además, á lo aseverado por esta Comisión, que solo 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 *objeción 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. 2<sup>o</sup> 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 HH. 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?