

CONSIDERACIONES GENERALES

SOBRE LA MEDIDA DE LAS AGUAS

POR

J. ALEJANDRINO VELASCO,

INGENIERO CIVIL Y PROFESOR DE LA UNIVERSIDAD DE QUITO.

(Continuación)

“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 observa 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.

(1) Nada más práctico en la medida de las aguas para el riego y las distribuciones, que fijar óvalos ú 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 *fijer 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].

“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 espesor 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. Alejandrino 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 formaron la Comisión de Instrucción pública, no contentos 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 conduccion, aforo y distribución de aguas.

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

“Dado en Quito, Capital de la Republica, á veinte de agosto de mil ochocientos ochenta y seis.—El Presidente del Senado, *Juan León Mira*.—El Presidente de la Camara 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. Moaesto Espinosa*.” (1)

EXPOSICIÓN

Todo lo dicho en los nºs anteriores manifiesta que en la ley precedente, al definirse la unidad, se han observado los requisitos 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 previene 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 incesante de la sociedad” (2).

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*

(1) Véase “El Nacional” Nº 64, del 31 de agosto de 1886.

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

designar la nueva unidad que debe añadirse al sistema métrico decimal PARA COMPLETAR ESTE SISTEMA (1). Adoptado, pues, entre nosotros el sistema métrico (n.º 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 MECANICA, y que, por lo mismo, ocupa un alto puesto en el mundo de las ciencias, en atención á las mismas medidas que él juzga muy exactas, no ha titubeado en decir: **108.** *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* (2).

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 libres 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

(1) “. on 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 décimal pour compléter ce système.” [Consta en la Memoria de la Academia de Ciencias, del año 1817].

(2) “108 De Prony doit être considéré comme le véritable fondateur de la théorie de l'écoulement dans les tuyaux et dans les canaux.” [Collignon, obra citada, edición de 1880, T. II, pág. 150].

una pulgada sobre el borde inferior, correspondía, en un segundo, el gasto expresado por

$$G = 13 \text{ pulgs. cúbs. } 788,$$

igual, con pequeña diferencia, al gasto de la pulgada de fontanero (nº 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. 2º 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, de no alterar en nada la medida, debía dar los detalles del orificio, 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; pero 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.

163. 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.

La *ley sobre medida de aguas* ha sido atacada como errónea: ¡cuántos cálculos y suposiciones no se han hecho con este fin! ¡qué de informes no se han pedido al exterior! ¡qué de aseveraciones 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, apelaríamos 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, si, 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 le han opuesto.

I. 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 pedía 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 orificio, como estaba descrito en el artículo 2º, no producía los veinte metros cúbicos indicados en el 3º (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 el inventor de las matemáticas, creyó infalibles sus cálculos; y así, antes de recibir contestación alguna, ya hechó á volar por los cuatro vientos la solicitud impresa con la reserva de los caballos de batalla que formaban dichos cálculos. Es seguro se haya pensado que, con este procedimiento, la opinión pública caería, como una montaña, sobre la pobre ley para destruirla y anonadarla. Pero dejemos á un lado las ideas que se tuvo en mientes al proceder de este modo, y vengamos á los cálculos ú operaciones; y nótese que aun se incitaba á S. E. *las mandara 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 de

$$G = 18 \text{ metros cúbicos. } 004\ 489, \quad (a)$$

y 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

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

fuera de la República, no porque nos proponíamos 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, Polonia, Francia, Rusia ó la Escandinavia, tengan prudencia, y no sean tan ligeros en poner su nombre al pie de cualquier escrito que, á guisa de contestación dada á una pregunta, sin pensamiento ni cálculo se envía como la última afirmación de la ciencia. 2º Porque, como lo hemos dicho, nos importa, no el juicio de *ciegos apasionados* que niegan ser *tres más tres igual 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 8 de noviembre de 1886 (1) se anotaron SEIS ERRORES cometidos en él: hasta yerros de multiplicación hubo. —Y, aun cuando en el Nº 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 nº 164), que *no hay tales errores*, probaremos que los hay, insistiendo en *tres de los más gordos*, porque, con un valor 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

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

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

(1) Véase el Nº 59 de “El Municipio”, 31 de octubre de 1888.

á 60^m, y el minuto á 60^s (1); 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 *babilónico* y *arábiga ó astronómico*. De este modo aparece 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 (2), 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 (3), tratando de los términos, añade: “. *El término jurídico pudiera adelantarse ó retrasarse de las VEINTICUATRO 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: &^a* 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 (4): *Sin embargo, para atender á los designios ó fines de la sociedad, se ha encontrado que es más conve-*

(1) Carrasco: *Mitología Universal*.

[2] *Sistema Del Derecho Romano Actual*, T. III, edición española de 1879, pág. 215. [3] Pág. 225.

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

niente 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 $86 \ 400^s$. *d.*; 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 pasa 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 al 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*), *p. m.* (*post meridiem*), según se trate de un intervalo que está en el período 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 retra-

(1) Consúltese la *Astronomía Esférica Y Práctica* del Dr. M. F. Brünnow.

sa 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 debe tomarse como medida del tiempo el *día solar*, y ser éste el que arregle las transacciones de la vida civil, sino que la Revelación misma lo declara así; pues leemos:

Dijo también Dios: Sean hechas lumbreras 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 alumbrén la tierra. Y fué hecho así.

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 Amorrheo en manos de los hijos de Israel, y dijo delante de ellos: Sol, detente 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 jnstos? 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*

$$86\,400 \text{ segundos, bastarán } \frac{3\,419\,263}{86\,400} = 39 \text{ días} \cdot 58 \text{ para que fluyan}$$

los 6 458 820 metros cúbicos &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^h que corresponde al volumen de 20 metros cúbicos en las 24 HORAS = 86 400' &ª*

b) el Sr. Eduardo Habich escribe: *En mecánica teórica y*

(1) Obra citada, T. II, pág. 480.

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

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, é introducir el factor.

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

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 sidereal 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 leyó 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 × 3 600, y cierto por lo mismo; en la 164, 2 horas = 7 200 segundos, lo que es 2 × 3 600^s, cosa muy verdadera: aserciones 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

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

se puede, según el mismo autor, afirmar que 24 horas sean $86\ 164^s$; porque, si dice que $1h = 3\ 600^s$, $2h = 7\ 200^s$, $3h = 10\ 800^s$, 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* que, á su entender, tenía el día, sea el que fuere: esto, y no otra cosa, fué la causa del error. Y se sigue de 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, úno 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 confíen. El caso actual ofrece un ejemplo: como, según la ley, una paja contiene $0^{\text{litros}}\ 231\ 48$ en un segundo; el práctico que tome $86\ 164^s$ en vez de $86\ 400^s$, perjudica á una de las partes, por ejemplo al comprador en una compra venta, en $236 \times 0\ 231\ 48 = 54^{\text{litros}}\ 629\ 28 = 0^{\text{pajas}}\ 002\ 731$ por paja; y para una medida de pajas, como la indicada en el 2º cuadro del nº 164, el perjuicio sería de

$$1\ 528 \times 0\ 002\ 731 = 4^{\text{pajas}}\ 172\ 968$$

por lo menos.

2º 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 Casini, 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

$$980\cdot88 > 980\cdot865\ 7.$$

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

[1] Véase el N.º 65 de el "El Municipio", 1.º de marzo de 1889.

adentros de la cuestión, podemos manifestar lo que hubo al respecto. Ya en el *Libro II*, Sección I, nº 99, 2ª, f, 1º y 3º 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,

$$35 \text{ pies. } 1703 = 9^m. 7998,$$

restó otra vez esa fuerza centrífuga; sin esta operación, aquel resultado debía ser la gravedad buscada, *pura y limpia*, é igual con muy pequeña diferencia á la que da, para esa capital, el eminente físico Sr. D. Eduardo Rodríguez, á saber, $9^m. 7992$, en su estimable obra *Manual De Física General Y Aplicada*. Al restar por segunda vez tal fuerza, creyó D. Mariano que

$$35 \cdot 1703 - 0.0704 = 35 \text{ pies. } 1 = 9^m. 7802,$$

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

$$9^m. 80415 > 9^m. 7993 > 9^m. 7992;$$

pero se hizo la malhadada resta, y todo se dañó. Este error espantoso cometido en un libro por un hombre que entendía 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, &ª 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*:

gravedad de Madrid—(otra vez) la fuerza centrífuga

= GRAVEDAD CORREGIDA;

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

$$980\cdot865\ 7 - 1\cdot465\ 6 = 979\cdot400\ 1;$$

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

$$980\cdot88 - 979\cdot400\ 1 = 1\cdot479\ 9;$$

es manifiesto que

$$1\cdot479\ 9 > 1\cdot465\ 6.$$

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 9 m. 853 95 [= 980 m. 896], y la longitud del péndulo que bate segundos, de 0 m. 993 787" [1].

Así tendrá el valor de

$$980\ 896 - 979\cdot400\ 1 = 1\cdot495\ 9$$

3^{er} ERROR.—Se 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 asciendo el error á

$$0\cdot835 - 0\cdot752\ 9 = 0\cdot082\ 1.$$

Para probarlo basta demostrar: 1º, que *el tubo de 17 milímetros arroja el agua á boca llena, sin contracción; y 2º, que, para estos casos, los modernos hidráulicos han encontrado el coeficiente 0·84.*

1º—El Sr. Eduardo Habich, ingeniero no sospechoso, porque es autoridad consultada por el sujeto que practicó *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*

[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 9 m. 808 06. et la longueur du pendule à seconde, de 0 m. 993 781. [Obra citada, edición de 1878, T. I, pág. 120].

de 0^m. 017 de largo, y bajo la carga de agua de 0^m. 05 [1] sobre el centro, POR EL CUAL CONDUCTO EL AGUA DEBE CORRER LLENÁNDOLO COMPLETAMENTE (2).

¿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!* (3)—¿Qué nos importa?: las autoridades de Ud., propias suyas, *por ser contradictorias no aprovechan á Ud., pero sólo á Ud.* Más, nosotros hacemos muy bien al tomar en este duelo el arma que á Ud. no le conviene; ¿qué nos importan los apuros de Ud?: mejor para nosotros.

(Continuará).



ÁREA HISTÓRICA

DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

- (1) Como lo veremos después, este 0^m. 05 no nos importa; puede ser 3, 6, ó más.
- (2) Consta en "El Municipio" del 21 de abril de 1889.
- (3) Véase "El Municipio" N^o 91, 28 de junio de 1890.

ERRATAS

PÁG.	LÍNEA	DICE	LÉASE
166	44	1 ^h	1 ^{''}
170	21	980 ^m .896	980 ^{cm} .896