

## CIENCIAS.

### FISICA APLICADA A LA MEDICINA, CIRUGIA, HIGIENE Y FARMACIA

*Continuación.*

157. Importancia del peso específico en Medicina.—Nos hemos extendido bastante en la determinación del peso específico por las numerosas aplicaciones que puede tener esta determinación en las operaciones farmacológicas, sea para distinguir unos cuerpos de otros, sea también por exigirlo así las farmacopeas universalmente adoptadas, especialmente para ciertos líquidos cuya concentración debe determinarse con precisión.

Por lo demás, en la práctica de la Medicina se ofrece también el caso de determinar la densidad de ciertos líquidos del organismo animal, con el fin de averiguar la mayor ó menor cantidad de agua que tiene cada uno de ellos: en este caso se hace uso de areómetros de peso constante, y más particularmente, los llamados densímetros. Con este fin, se han construido instrumentos especiales para cada líquido, puesto que no sería posible hacer uso de uno mismo para líquidos tan heterogéneos como son los que se deben medir, y á cada uno de ellos se le ha dado nombre diferente; llamándose, por ejemplo, *galactómetro* ó *lactodensímetro* el que sirve para averiguar la densidad de la leche; *urinómetro* ó *urodensímetro* para la orina &

**PESO ESPECIFICO DE ALGUNOS LIQUIDOS DEL ORGANISMO HUMANO  
TOMADO COMO TERMINO MEDIO.**

LIQUIDOS	SÓLIDOS
Agua destilada.....	Músculos.....
Sangre.....	Tendones.....
Suero de la sangre.....	Nervios.....
Líquido cefalo-raquídeo.....	Cerebro.....
Saliva.....	Arterias.....
Bilis.....	Venas.....
Humor acuoso del ojo.....	Tegido cutáneo.....
Orina.....	Tegido óseo.....
{ muger.....	Grasa humana.....
Leche de { vaca.....	Fibrina fresca.....
{ burra.....	Cristalino.....
Pus cremoso.....	Cuerpo del hombre.....

(Mouyer.)

158. Alcohómetro centesimal de Gay-Lussac.—Antes de terminar la parte concerniente al peso específico, daremos á conocer una especie de areómetro, ó mejor, volúmetro de peso constante, perfeccionado por Gay-Lussac y arreglado según el sistema decimal. Su objeto es determinar en volúmenes la riqueza alcohólica de un aguardiente ó una mezcla cualquiera de alcohol y agua.

Los alcoholes, aguardientes, y demás líquidos espirituosos que se encuentran en el comercio, contienen en mayor ó menor proporción, cierta cantidad de agua que conviene determinar en ciertos casos. Para esta determinación no bastan los instrumentos ordinarios que hemos estudiado con el nombre de areómetros, porque éstos dan á conocer únicamente la densidad del líquido, mas no las proporciones de alcohol y agua, en volumen, que contienen. La razón es obvia, una vez que se sabe que al mezclar dichos líquidos hay contracción, es decir, que sus volúmenes se reducen considerablemente. Así, si mezclamos, por ejemplo, 15 volúmenes de agua con 10 de alcohol, no obtendremos 25 volúmenes después de enfriada la mezcla, sino una cifra menor. Para evitar este inconveniente construyó Gay-Lussac su alcohómetro, que tampoco suministra datos precisos, si no se toman en cuenta varias circunstancias que las daremos á conocer tan luego como hayamos conocido la escala del instrumento.

El alcohómetro centesimal de Gay-Lussac (fig. 21) es un tubo areométrico de tallo mayor que los areómetros ordinarios, en el que se encuentran marcados los grados de diez en diez, desde 0 hasta 100.—En este instrumento el 0 de la escala corresponde al agua destilada, y el 100, al alcohol absoluto. Los grados intermedios se determinan experimentalmente de diez en diez, ó si se quiere más precisión, de cinco en cinco. Su pongamos que se va á graduar el instrumento del primer modo. Se toman entonces diez probetas perfectamente graduadas hasta 100 cc y se pone sucesivamente en ellas 10, 20, 30, 40, 50, . . . 100 centímetros cúbicos de alcohol absoluto; y en seguida

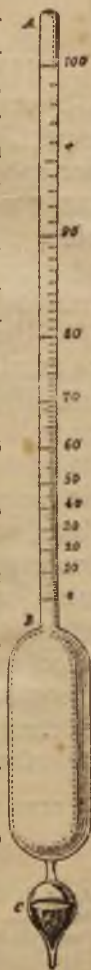


Fig. 21 Alcohómetro centesimal de Gay-Lussac.

se llena cada una de ellas, menos la última, con agua destilada hasta 100<sup>cc</sup> cuando la temperatura ha llegado á 15°. Tan luego como la mezcla en cada una de ellas ha llegado á dicha temperatura de 15°, se sumerge el instrumento y se marca en el punto de enrase 10, 20, 30 & grados. Luego después se hacen diez divisiones en los espacios intermedios comprendidos entre dos números. Construido así el instrumento, es natural que, en igualdad de circunstancias, se sumerja tal número de grados, cuantos son los volúmenes de alcohol que contiene el líquido espirituoso.

Si se examina atentamente la escala del alcoholómetro, se notará que los grados, partiendo desde 0 hasta 20°, van decreciendo en distancia; que desde 20° hasta 30° queda casi una misma; y por último, de 30° á 100°, se prolonga rápidamente. Esta singularidad la explican los físicos atribuyendo, unos, á la contracción de los líquidos, y otros, entre ellos Lejenne, más bien á la *tensión superficial* que existe en cada uno de ellos, siendo ésta notable en el agua y debil en el alcohol.

La determinación de la riqueza alcohólica de los líquidos espirituosos es en Farmacia de suma importancia, porque frecuentemente se presentan casos en los que, es preciso hacerla con alguna exactitud; y entre los medios con que se puede contar, no hay otro más expedito por su simplicidad, rapidez y exactitud, que el uso del alcoholómetro centesimal. No obstante, es preciso no fiarse mucho de sus indicaciones sino se les da el verdadero sentido que deben tener, para lo cual, es oportuno que sepamos las causas de error que se pudieran cometer.

(a) Hay que recordar, ante todo, que el alcoholómetro centesimal no se aplica indistintamente á toda especie de líquidos espirituosos, no siendo á aquellos que estén compuestos únicamente de alcohol y agua. Si por ejemplo, se aplicase á la determinación de la cantidad de alcohol que tiene una tintura, no podría darnos á conocer la cantidad de alcohol que ésta contiene, porque á más de esta sustancia, hay otras que aumentan necesariamente su densidad: y si fuese preciso hacer esta determinación, habría necesidad de destilar la tintura, y añadir al líquido obtenido tal cantidad de agua, hasta obtener el volumen que tuvo antes de la destilación, y entonces ha-

cer la determinación con el alcoholómetro. Este procedimiento se sigue aun para los vinos, como lo veremos des pués.

(b) No debemos tampoco olvidar que para que el alcoholómetro dé indicaciones exactas, es preciso operar siempre á la misma temperatura en que estuvo el líquido alcohólico cuando se construyó el instrumento. Esta temperatura para el alcoholómetro normal es de  $15^{\circ}$ .

El calor que penetra en una mezcla de alcohol y agua altera el volumen, y por tanto, la titulación del líquido: aumenta el volúmen porque lo dilata, y eleva el título porque disminuye la densidad. El farmacéutico que ignorase estas circunstancias, cometería frecuentes y perjudiciales equivocaciones.

Cuando por circunstancias especiales no es posible medir el líquido á la temperatura normal de  $15^{\circ}$ , hay que hacer una corrección consultando las tablas formadas con este objeto por el mismo Gay-Lussac, y que las pondremos al fin de este párrafo.

(c) Por la manera como está construído el alcoholómetro, no está destinado, como se ha visto, sino para determinar el volumen del alcohol, mas no el del agua; menos todavía, para averiguar sus pesos. Si decimos, por ejemplo, que un aguardiente marca  $60^{\circ}$ , afirmamos únicamente que en 100 centímetros cúbicos de este líquido hay 60 volúmenes de alcohol absoluto; pero no sabemos cual sea el volumen, mucho menos, el peso del agua; tan cierto es esto, que en el ejemplo propuesto, no son 40 centímetros cúbicos de agua como se pudiera creer, sino  $43^{\text{cc}} 73$ , los que contienen  $100^{\text{cc}}$  del aguardiente que marca  $60^{\circ}$ , por la contracción que sufren los dos. Por regla general, cuando se mezclan  $n$  volúmenes de agua y  $n'$  volúmenes de alcohol absoluto, nunca se obtiene una mezcla que sea la suma de los dos, es decir,  $n + n'$ , sino que el volúmen del conjunto es siempre menor cuando se ha dejado enfriar la mezcla.

Para obviar los inconvenientes que hemos hecho conocer, M. Lejenne tuvo la idea de convertir los grados vulmétricos del alcoholómetro de Gay-Lussac en grados ponderables. Salta á la vista la ventaja de esta conversión, porque las proporciones relativas de alcohol y de agua siendo dadas en peso, resultan independientes de la variable contracción que puede resultar de la mezcla

de los dos líquidos. Si se mezclan, por ejemplo, 60 gramos de alcohol puro y 40 gramos de agua destilada, se obtendrá siempre 100 gramos de mezcla; mientras que con 60 centímetros cúbicos de alcohol y 40 centímetros cúbicos de agua, se tiene, como ya hemos visto, un volumen bastante inferior á 100 centímetros cúbicos.

Existe la escala de conversión calculada por M. Lengen, pero no sabemos si el cálculo corresponda á la práctica.

TABLA DE CORRECCION PARA LOS GRADOS CENTESIMALES DE ALCOHOL,  
MEDIDO A TEMPERATURAS SUPERIORES O INFERIORES A 16 GRADQS.  
*Gay-Lussac.*

Grados alcohométricos correspondientes á las temperaturas observadas.

Grados termométricos	45°	50°	55°	60°	80°	85°	90°	95°	100°
5°	48,8	53,6	58,5	63,4	82,9	87,7	92,4	97,0	..
6°	48,4	53,3	58,1	63,0	82,6	87,4	92,2	96,8	..
7°	48,1	52,9	57,8	62,7	82,3	87,2	91,9	96,6	..
8°	47,7	52,6	57,5	62,4	82,0	86,9	91,7	96,4	..
9°	47,3	52,2	57,1	62,0	81,7	86,6	91,5	96,2	..
10°	46,9	51,8	56,8	61,7	81,5	86,4	91,2	96,0	..
110	46,6	51,5	56,4	61,4	81,2	86,1	91,0	95,8	..
12°	46,2	51,2	56,0	61,0	80,9	85,8	90,7	95,6	..
13°	45,8	50,8	55,7	60,7	80,6	85,5	90,5	95,4	..
14°	45,4	50,4	55,3	60,3	80,3	85,3	90,2	95,2	..
15°	45	50	55	60	80	85	90	95	100
16°	44,6	49,6	54,6	59,6	79,7	84,7	89,7	94,8	99,8
17°	44,2	49,3	54,3	59,3	79,4	84,4	89,5	94,6	99,7
18°	43,8	48,9	53,9	58,9	79,1	84,1	89,2	94,3	99,5
19°	43,5	48,5	53,6	58,6	78,8	83,9	88,9	94,1	99,3
20°	43,1	48,2	53,2	58,2	78,5	83,6	88,7	93,9	99,1
21°	42,7	47,8	52,9	57,9	78,2	83,3	88,4	93,7	99,0
22°	42,3	47,4	52,5	57,5	77,9	83,0	88,2	93,4	98,8
23°	41,9	47,0	52,1	57,1	77,6	82,7	87,9	93,2	98,6
24°	41,5	46,6	51,8	56,8	77,3	82,4	87,6	93,0	98,4
25°	41,1	46,3	51,4	56,5	77,0	82,1	87,4	92,7	98,2
26°	40,7	45,9	51,0	56,1	76,7	81,8	87,1	92,5	98,1
27°	40,3	45,5	50,7	55,8	75,3	81,5	86,8	92,2	97,9
28°	39,9	45,1	50,3	55,4	75,0	81,2	86,5	92,0	97,7
29°	39,5	44,7	49,9	55,0	75,7	80,9	86,2	91,7	97,5
30°	39,1	44,3	49,6	54,7	75,4	80,6	86,0	91,5	97,3

159 Examen de la leche.—No quiero abandonar todavía este capítulo antes de hablar acerca de la leche bajo el punto de vista físico-químico, conocimiento que debe poseer el medico y aun el farmacéutico.

En las grandes ciudades en las que el exceso de pobladores no está en relación con la cantidad de ciertos productos de escasa producción pero de uso diario, tales como la leche, la falsificación ha tomado tal incremento que es indispensable conocer la manera de pesquisarla,

“La leche, que se consume en las ciudades, es á me.

nudo el objeto de fraudes, de los cuales, el más común consiste en sustraer la crema, ó diluirla con agua. Falsificada de este modo, se hace menos opaca, menos consistente, y adquiere un tinte azulejo, que se revela sobre todo, en las paredes de las vasijas que la contienen. Por esta razón, y con el propósito de restituírle su aspecto natural, los falsificadores le mezclan con sustancias diversas, tales como, el *azúcar de fécula* (glucosa) *el almidón*, *la dextrina*, *materias gomosas*, *la yema de los huevos*, *el caramelo*, *el extracto de achicorias*, *la gelatina* & c.

“La añadidura de estas sustancias á la leche, puede, en efecto, restablecer hasta cierto punto su aspecto natural. Pero estas sustancias á más de alterar profundamente la proporción de los principios constitutivos de la leche, tienen el grave inconveniente de cambiar aun su naturaleza química, y de comunicarle cualidades enteramente diversas de las que tiene en estado de pureza.”

“El ensayo de la leche por los medios físicos conocidos, exige tres determinaciones:

- 1º la del agua
- 2º la de la mantequilla, y
- 3º la de la azúcar de leche.

La análisis química es verdaderamente el medio más adecuado y exacto para llegar á hacer estas determinaciones; pero es de larga ejecución, y ordinariamente sucede que sus resultados se obtienen, cuando ya los consumidores han agotado la leche cuya composición se investiga. Por el contrario, los procedimientos físicos son de pronta ejecución; y si es verdad que éstos no conducen á un resultado fijo y riguroso, tienen en cambio la ventaja de ser simples y fáciles en su aplicación.”

#### I. DETERMINACIÓN DEL AGUA.

160 “Cuando la leche es pura, contiene, por término medio, 87 por 100 de agua, y su densidad, aunque variable, oscila entre 1.027 y 1.037 (\*) Si se le añade agua, su densidad baja, en razón de la menor que tiene este líquido. Es pues fácil conocer la proporción del agua por una

(\*) La densidad media de la leche no desnatada es de 1.031; la de leche desnatada es 1.033.

simple determinación de la densidad de la leche.

161 **Lactodensímetro.**—Muchos instrumentos conducen á una determinación pronta y fácil de la leche; pero el imaginado por Quévenne que lleva el nombre de *lactodensímetro*, ofrece singulares ventajas. Este instrumento es un areómetro semejante á los ordinarios de peso constante. Su escala se halla arreglada especialmente para aplicarla á la investigación de la densidad de la leche, habiéndose restringido la extensión de sus indicaciones con el fin de hacerla más sensible.”

“El lactodensímetro está lastrado de tal modo, que la extremidad superior de su tallo enrasa en un líquido cuya densidad sea igual á 1.014; y sus dimensiones se han calculado de tal modo, que el punto de enrarse por la parte inferior corresponda, á lo más, á la densidad de 1.040. Contraída de este modo la escala del instrumento, no comprende sino veintiseis divisiones muy separadas unas de otras y con éstas solas pueden medirse densidades comprendidas entre 1.014 y 1.040. Para más simplificar el instrumento, se ha convenido en suprimir en la escala las dos primeras cifras de la izquierda, de suerte que, cuando la densidad de la leche marca 25, es como si dijéramos, que su densidad es de 1.025, y que por consiguiente, un litro de este líquido pesa 1.025 gramos.”

“*Influencia de la temperatura.*—Para calcular la diferencia de densidades tan pequeñas, es preciso tomar en consideración la temperatura. La graduación marcada sobre el tallo del instrumento se refiere á la temperatura de 15°; y se ha observado que, para cada grado por encima ó por debajo de esta cifra, crece ó baja un quinto de división, ó sea, 0° 20. Si pues  $n$  expresa el número de grados termométricos por encima ó por debajo de 15°; si  $d$  indica el número de grados densimétricos en el momento de la observación, se tiene para el grado densimétrico corregido, la ecuación simple;  $x = d + (n \ 0,20)$ ”

“*Relación entre la densidad de la leche y la porción de agua que contiene.*—Quévenne ha observado que cuando se añade á un litro de leche no desnatada, un decilitro de agua común, su densidad decrece á 3 milésimas; de suerte que, una leche que en estado de pureza marca 1.032 á 15°, no tiene sino 1.029 á la misma temperatura, cuando se le ha incorporado un 10 por 100 de agua.

Si la leche ha sido desnatada, la adición del agua verifica una baja mayor en su densidad. Cada décima parte de agua añadida, corresponde entonces á una disminución de  $3^{\circ}, 14$  de la escala densimétrica acusada por el instrumento.

“Según lo que precede, parece evidente que se pueda descubrir fácilmente y por una simple pesada con el lactodensímetro, la falsificación de la leche, y aun determinar la proporción de agua que se encuentra mezclada fraudulentamente. En la mayor parte de los instrumentos contruídos con dicho objeto, se encuentra á derecha é izquierda de la escala de graduación, otra escala fraccionada, destinada á dar á conocer el grado de fuerza de la leche. La de la derecha, se refiere para el caso en que este líquido se encuentre desnatado, y la de la izquierda para el caso contrario. Con la simple inspección de las cifras densimétricas de la derecha é izquierda, se conoce la proporción de agua que se ha añadido á la leche en uno y otro caso.”

*“Insuficiencia de las indicaciones densimétricas.—*Fácil es juzgar que las indicaciones del lactodensímetro no tienen nada de rigurosas ni exactas, cuando se trata de averiguar la buena ó mala calidad de la leche. Los elementos que entran en la composición de este líquido, influyen de una manera diferente y aun oponiéndose á su densidad. Mientras que el caseum, la lactina, las sales salubres, contribuyen á aumentar la densidad de la leche, la crema ó mantequilla tiende á producir un efecto contrario, y en tal caso la densidad disminuye tanto más, cuanto mayor es la proporción de la sustancia grasa que contiene. De esto resulta que, si de un lado se la hace á la leche específicamente más pesada privándole de su crema, de otro se la hace específicamente más ligera añadiéndole agua, y por poco que estos dos efectos sean habilmente combinados, la leche normal puede haber cambiado completamente de naturaleza, sin que su densidad primitiva hubiese cambiado de una manera sensible. Por otra parte, si se advierte que el agua añadida puede no ser agua pura, sino agua á la que se han incorporado algunas sustancias extrañas para aumentar su densidad, tales como azúcar, goma, dextrina, &c. se comprenderá que la leche puede contener este líquido en notable cantidad, sin que el lactodensímetro revele su presencia. En tal caso, el instru-



mento no sirve sino para justificar, dirémoslo así, el fraude.”

“Según lo que precede, los datos densimétricos no pueden tener ningún valor real si no van auxiliados de los demás procedimientos que se conocen para el ensayo de la leche; y si es verdad que aquellos pueden á veces proporcionar indicios ciertos, es sólo en el caso de que la leche no hubiese sufrido otra alteración, que haberla privado de la nata, ó haberle añadido agua pura.”

## II. DETERMINACIÓN DE LA MANTEQUILLA.

162 “De una manera general se puede decir que la calidad de la leche depende de la cantidad de mantequilla que contiene: todos los fraudes de que es susceptible, sea desnatándola, sea diluyéndola con agua, tienen por fin disminuir la cantidad relativa de este principio inmediato.”

“Se han puesto en uso tres procedimientos físicos para avalorar de un modo rápido la proporción de mantequilla que contiene la leche. A estos tres procedimientos, corresponden otros tantos instrumentos conocidos con los nombres de *cremómetro*, *lactoscopio* y *lactobutirómetro*.”

163 “*Cremómetro*.—El *cremómetro* no es otra cosa que una probeta ó cilindro de vidrio con pie, que tiene un diámetro interior casi de 38 milímetros. En su cara externa se encuentran marcadas 100 divisiones que representan 100 partes de igual capacidad, del fondo para arriba.”

“Se introduce en esta probeta la leche que se trata de ensayar, cuidando que su nivel llegue exactamente á la centésima división; después se la deja reposar en un lugar fresco por el espacio de 15 á 18 horas. Por el enfriamiento sube la nata á la superficie, en donde forma una capa, cuyo espesor se puede medir bastante bien, una vez que por su coloración y su opacidad se distingue del líquido seroso que queda por debajo. La leche de buena calidad no debe dar menos de un 10 por 100 de nata, es decir, que ésta debe ocupar en el *cremómetro* lo menos diez divisiones. Dragendorff recomienda llenar la probeta con leche solamente hasta la división 50, y el resto con agua destilada que contenga una pequeña cantidad

de bicarbonato de sodio. De esta manera, la separación de los cuerpos grasos se hace mejor y aun se evita el que pueda agriarse y cortarse la leche, lo que tendría el inconveniente de perturbar la operación, puesto que el caseo formado se uniría en parte á la sustancia grasa, aumentando así el espesor de la capa que sobrenada. Si se opera de este modo, es preciso multiplicar el resultado por 2."

164 Inconvenientes.—El uso del cremómetro presenta dos inconvenientes graves."

"1º No puede dar sus indicaciones sino al cabo de 15 á 18 horas, tiempo bastante largo en atención á la rapidez que exige la naturaleza de la manipulación."

"2º Suponiendo que no existiese el inconveniente anterior, el resultado obtenido por el cremómetro sería todavía bastante incierto; toda vez que se sabe que el volumen de la crema separada, no está en relación con la calidad de mantequilla que contiene la leche."

El empleo del cremómetro no tiene verdadera utilidad sino cuando se lo combina con la aplicación del lactodensímetro, cuyas indicaciones son en cierto modo más significativas y más seguras. Tomando sucesivamente la densidad de la leche y la del suero que se ha formado en el cremómetro, se adquiere nociones mucho más precisas que las que resultan del uso simple del cremómetro."

165 Lactoscopio.—El lactoscopio imaginado por M. Donné, está destinado como el cremómetro, á indicar la riqueza de la leche en mantequilla. Este instrumento está basado en la opacidad que los glóbulos de sustancia grasa comunican á la leche, y en que, para obtener un mismo grado de opacidad en una capa de leche escasa en glóbulos hay que aumentar su espesor."

"El instrumento se compone de dos tubos á manera de antejo de puño, en cada uno de los cuales se halla encajado un disco de vidrio transparente y de caras perfectamente paralelas. Los dos tubos pueden penetrar el uno en el otro á beneficio de una rosca ó tornillo fino que tiene á lo más medio milímetro de paso. Con esta disposición se pueden alejar los dos discos de vidrio el uno del otro hasta una distancia conocida, ó acercar tanto que puedan tocarse. Con este objeto aquel de los tubos que se tornilla en el otro tiene su circunferencia

dividida en 50 partes iguales, los que constituyen los grados del instrumento. Una vuelta completa del instrumento equivale á una proporción de medio milímetro, ó sea  $0^{\text{mm}} 50$  y cada una de las divisiones corresponde á  $0^{\text{mm}} 01$ .” (*Buinet obra cit.*)

La leche se coloca entre las dos láminas de caras paralelas valiéndose para ello de una cucharilla de marfil: se la vierte después de bien ajitada, por un pequeño embudo que tiene el instrumento en su pared lateral y cuyo vértice corresponde á la separación de las dos láminas.

Una vez dispuesto el líquido de aquesta manera se mira por transparencia al travez del aparato una bujía encendida que se halle colocada más ó menos á un metro de distancia del ojo. Cuando la capa de leche tiene poco espesor se alcanza á distinguir perfectamente la llama de la luz; pero por poco que las dos láminas de vidrio se separan, lo que permite más aflujo de leche al instrumento haciéndose más y más opaca, se extingue por completo. En este estado se lee en el instrumento el número de vueltas que ha recorrido, incluyendo aun las fracciones de vuelta. La cifra que señale indicará la separación de las dos láminas, y por tanto, el espesor de la capa de leche interceptada por ellas.

Una buena leche debe interceptar la imagen de la luz con un tercio de milímetro de espesor. El lactoscopio debe marcar en tal caso  $33^{\circ} \frac{1}{3}$ ; puesto que esta cifra cooresponde á un tercio de milímetro de separación de las dos láminas.

Suponiendo que los copúsculos grasos que contiene la leche sean puramente la causa de la opacidad, se puede deducir su proporción del grado que marque el lactoscopio. Pero no faltan ocasiones en que por malicia se le incorporen otras sustancias que den el mismo efecto, tales como el almidón, la magnecia y así otras sustancias; en tal caso, el instrumento que acabamos de describir no tiene importancia ninguna y hay que adoptar otro procedimiento; siendo el más recomendable el siguiente:

166 “Lactobutirómetro.—El lactobutirómetro imaginado por el Sr. Marchand de Fecamp, está destinado como el lactoscopio, á dar rápidamente la proporción de materia grasa contenida en la leche. El fundamento físico de tal procedimiento reposa sobre los hechos siguientes:

1<sup>o</sup> Que la mantequilla es completamente soluble en eter puro.

2<sup>o</sup> Que por el contrario, es poco soluble en una mezcla de partes iguales de alcohol y eter; y

3<sup>o</sup> Que añadiendo á la leche una pequeña cantidad de soda caústica, se obtiene la coagulación del caseo (*caseum*), sin que por esto cambien sensiblemente las condiciones de solubilidad de la sustancia grasa."

167 "Descripción del instrumento.—El lactobutirómetro consiste en un simple tubo de vidrio cerrado por una de sus extremidades; de 10 á 11 milímetros de diámetro interior y de 35 centímetros cúbicos de capacidad. Este tubo está dividido en tres secciones ó zonas señaladas con las letras A, E y L, contando de arriba hacia abajo: cada una de estas divisiones tiene la capacidad de 10 centímetros cúbicos exactos, por manera que la L corresponde al número 10; la E al 20 y la A al 30. Quedan 5 centímetros cúbicos de tubo que no se cuentan. La primera letra limita el volumen de la leche (L); la segunda el del eter (E) y la tercera el del alcohol (A). Todos estos líquidos se introducen en el tubo en el momento del experimento."

"La capacidad comprendida entre las letras E y A se halla dividida en 10 partes iguales, y de éstas, las tres últimas, ó sean las más próximas á A, están de nuevo divididas también en 10 partes, siendo estas divisiones propiamente los grados del lactobutirómetro, cada uno de los que corresponde á un décimo de centímetro cúbico, ó lo que es lo mismo, á un centésimo del volumen total de la leche introducida."

168 "Procedimiento operatorio.—Para hacer el ensayo se ajita la leche perfectamente hasta que la nata se haya difundido bien en su masa; en seguida se procede de la manera siguiente:

1<sup>o</sup> Se introduce en el tubo la cantidad de leche necesaria, hasta que su nivel corresponda exactamente á la raya marcada en la letra L; se añade en seguida una gota de disolución de soda caústica que marque 1<sup>o</sup>,33 del densímetro [\*], hecho lo cual se agita perfectamente la mezcla.

[\*] Siempre que se añade á la leche, alcohol ó eter se determina la coagulación total ó parcial del caseo que contiene. Si en el presente caso se operase en estas condiciones, la coagulación verificada se opondría á la separación fácil y completa de

2º Se vierte eter puro sobre el líquido precedente hasta que su nivel enrase con el punto E; se tapa el tubo y se agita.

3º Por fin se añade alcohol á 86º centígrados en cantidad tal que su nivel alcance al punto A. Se tapa perfectamente y se agita por tercera vez hasta disgregar completamente los pequeños coágulos que pudieran haberse formado.

4º Se sumerge el tubo en baño de agua á 45º y se lo mantiene en él hasta que la capa que sobrenada se ponga transparente y amarillenta y se haya separado del líquido inferior, el cual á su vez pierde por completo su opacidad.

5º No resta sino leer sobre el tubo el número de grados ocupados por la capa líquida que sobrenada. Se debe leer de abajo para arriba y no tomar en consideración la capa del líquido que se levanta por la acción de la capilaridad; hay pues que fijarse tan sólo en el nivel bajo del menisco cóncavo. Hecho esto se busca en el cuadro formado por Sr. Marchand á qué cantidad de mantequilla corresponde la capa de grasa indicada por el instrumento."

"El ensayo de la leche hecho con el lactobutirómetro no dura más de 12 minutos; es un procedimiento simple y rápido, y la exactitud de los resultados que por él se obtienen son suficientes para satisfacer las necesidades de la práctica."

"La leche ordinaria contiene por término medio 36 gramos por litro; mínimun 30 gramos. Toda leche que se saca al mercado y que contiene menos cantidad que la expresada, se la puede reputar como muy pobre, y revela haber sido falsificada ó siquiera desnatada. Por tolerancia se puede aceptar todavía un leche que tenga 27 grados por litro, lo que corresponde á 6º,2 del lactobutirómetro; cualquiera leche que baje de esta cifra debe ser rechazada. No obstante, debe tenerse en cuenta que la cantidad de la mantequilla que contiene la leche es muy variable aun en el estado de pureza; por consiguiente, aun en el supuesto de estar bien hecha la dosificación de la sustancia grasa es insuficiente para establecer

la grasa; pero si se añade, como se ha indicado, una sola gota de soda caustica se estorva la coagulación, manteniéndose el caso en disolución; circunstancia indispensable para el buen resultado del ensayo.

una conclusión positiva acerca de la cantidad de la leche.”

Por lo visto, el lactobutirómetro es un precioso instrumento para dosificar físicamente la cantidad de grasa que contiene la leche, pero no puede por sí solo llegar á determinar la calidad de ésta, sobre todo, cuando se trata de leches pobres de materias grasas aun en el estado de pureza. Por todo esto, es preciso saber investigar los demás elementos principales que contiene este líquido tan apetecido y tan necesario, para por medio de ella sacar conclusiones más exactas acerca de su verdadera composición. Para completar el examen físico de la leche nos faltaría que hacer la determinación de la azúcar que también contiene; mas como su investigación exige conocimientos previos acerca del sacarímetro, reservaremos este estudio para cuando tratemos de este instrumento al hablar de la polarización de la luz.

**169 “Nociones complementarias relativas á los ensayos de la leche.**—El ensayo ó examen de la leche es de tal importancia para el farmacéutico que no hemos creído del caso limitarnos á los procedimientos físicos precedentes. Hay que notar desde luego que estos procedimientos cuya principal ventaja consiste en su rapidez, no siempre tienen el grado de certeza que es preciso en tales circunstancias. A fin, pues, de poner al farmacéutico al corriente de todas las cuestiones que pueden sujerirle alguna luz al respecto, nos proponemos añadir algunas nociones complementarias:

1º Acerca de los caracteres físico-químicos de la leche de buena calidad; 2º acerca del camino que debe seguir cuando se trata de hacer análisis de la leche por el método de las pesadas; y 3º en fin, respecto de las reacciones principales á las que puede someterse la leche cuando se trata de pesquisar algún fraude ó adulteración.

**170 Caracteres físico-químicos de la leche de buena calidad.** La leche es un líquido blanco, opaco, dotado de olor característico y de sabor dulce y salado á la vez. Examinada al microscopio presenta una multitud de glóbulos de dimensión variable entre un centésimo y un milésimo de milímetro de diámetro. Estos corpúsculos aunque transparentes se presentan en la leche como si fuesen opacos, lo que proviene de que su índice de refracción es muy diverso del líquido en que sobrenadan [suero]. La densidad media de la leche es 1,031 pero, varía en multitud de circunstancias y en límites extremos.

Al salir de la teta la leche es ordinariamente alcalina, pero bien pronto se acidifica en presencia del aire, sobre todo cuando la temperatura es elevada. El ácido que se desarrolla es

El ácido láctico y éste es el que ocasiona la coagulación del caseo que se separa en forma de grumos, arrastrando consigo la materia grasa: en este caso se dice que la leche se ha *cortado*. Para evitar esto, basta añadir á la leche un pequeñísima cantidad de bicarbonato de sodio.

Las principales sustancias contenidas en la leche son; la mantequilla, materias albuminoideas, azúcar de leche (*lactosa* ó *lactina*) y diversas sales minerales.

**“Mantequilla.**—La mantequilla es la materia grasa de la leche. Está compuesta de glóbulos grasos encerrados en una cubierta á la que ciertos autores consideran como una membrana particular; pero que según otros no sería sino un barniz jabonoso formado por los cuerpos grasos en combinación con las sales básicas. Cualquiera que sea la naturaleza de esta cubierta, basta saber que existe, y que es la que se opone á la unión ó soldadura de los glóbulos entre sí y á su disociación por vía de disolución en el éter.

“Por el batido se puede romper las cubiertas de los glóbulos y hacer que se unan los unos á los otros formando una sola masa, constituyendo así la mantequilla. De la misma manera, cuando se trata la leche por algunas gotas de ácido acético se destruye la cubierta protectora, y entonces el éter que no los disuelve tan fácilmente en el estado natural, llega á disolverlos con excesiva facilidad.”

“La proporción de la mantequilla es por término medio de 30 á 40 gramos por litro; pero en esto nada hay de seguro. Es de notar que para un mismo animal y en los diversos productos fraccionados del ordeño, la proporción varía considerablemente: es más abundante en las últimas partes que en las primeras. Para dar una idea de las disposiciones que pueden resultar á este respecto, bastará recordar que en una leche que contiene por término medio 36 gramos de mantequilla por litro, los productos sucesivos y fraccionados del ordeño han presentado 9, 14, 28, 66 y hasta 78 gramos por litro,”

“La buena calidad de la mantequilla no depende únicamente de la cantidad de crema contenida en la leche, sino también de la manera como ha sido preparada. Es importante que la crema sea fresca, y que la mantequilla esté purificada completamente del líquido lechoso que ordinariamente contiene.”

**“Materias albuminoideas.**—Las materias albuminoideas de la leche son la *caseína*, la *albumina*, y una sustancia designada por Millon y Comaille con el nombre de *lactoproteína*. La caseína es la más importante.”

“La *caseína*.—existe en la leche en dos diversos estados: en estado de disolución completa en un líquido alcalino, ó en estado de granulaciones muy pequeñas suspendidas en la masa de la leche. La caseína es una materia azoada pero soluble en el agua, y á la que debe la leche sus principales propiedades nutriti-

vas. No se coagula por el calor, pero sí por los ácidos, el alcohol, el tanino &; pero singularmente por la acción de lo que vulgarmente se llama *coajo*, sustancia que se extrae del estómago de los rumiantes y que está formada de un poco de suero y de jugo gástrico, cuyo principio activo es la *pepsina*. Un gramo de coajo, basta para coajar 30 litros de leche."

"**La albúmina** existe en tan pequeña cantidad en la leche, que su presencia ha sido revocada á duda por algunos autores. Lo que sí hay de cierto es, que la leche puede soportar aun la ebullición sin que aquella se coagule de un modo aparente. Para poder revelar su presencia, se calienta la leche á  $35^{\circ}$  y se vierten algunas gotas de ácido acético que coagula por completo la caseína, dejando libre y disuelta la albúmina que pasa al través del filtro. Se la precipita sea por la acción del calor ó por la añadidura de unas pocas gotas de ácido nítrico."

"**La lactoproteína** difiere de la caseína y de la albúmina en que ni el calor ni el ácido nítrico ni el biclorido de mercurio producen su precipitación. Hasta ahora está mal definida, y conviene cerciorarse de su presencia en la leche."

"**Azúcar de leche.**—El azúcar de leche ( $C_{24}H_{24}O_{24}$ ) existe en estado de disolución en la leche que lo contiene, llegando á ocupar hasta un  $\frac{1}{20}$  de su peso ó sean 50 gramos por litro."

"Es una sustancia sólida perfectamente cristalizable. Sus cristales que son prismas de cuatro caras terminadas por pirámides también de cuatro facetas, necesitan para disolverse seis partes de agua fría y dos de agua hirviendo. La solución del azúcar de leche tiene un sabor dulce y sacarino: desvía á la derecha la luz polarizada ( $\alpha$ )  $j = +60^{\circ}2'$ . Reduce el licor de Fehling como si fuese una solución de glucosa, pero con menos energía. El azúcar de leche es capaz de sufrir fermentación alcohólica, láctica ó butírica, según la naturaleza del fermento y las condiciones en que se halla. Calentando con el ácido nítrico, da ácido oxálico y múico. La producción de este último ácido distingue el azúcar de leche de las demás materias sacarinas ordinarias, que no dan sino ácido oxálico."

"**Sales minerales.**—Cuando se calcina é incinera el producto de la evaporación de la leche, se observa en las cenizas diversos óxidos metálicos, tales como la potasa, la soda, la cal, la magnesia, el óxido de hierro y diversos cuerpos electro negativos, tales como el cloro, el ácido fosfórico y el ácido carbónico.

*Continuará.*