Medidas de volumen.

1	vara cúbica (27 piés cúbicos)	= 0'588480. (m. cúbico.)
1	pié cúbico (1728 pulgadas cúbicas)	= 0'021796.
1	cuartillo para líquidos	= 0'456264. (litros)
1	cuartillo para aceite	= 0'506162.

1	metro cúbico	= 1'699292. (v. cub)
1	litro	= 2'191716. (cuartillo de liq.)
1	litro	= 1'975651. (cuartillo de aceite.)

Medidas de capacidad para granos.

1	carga (2 fanegas)	= 181'629775 (litros.)
1	fanega (48 cuartillos)	= 90'814888.
1	cuartillo (150 pulgadas cúbicas)	= 1'891977.

1 hectolitro = 0'550571 cargas.

Medidas para manantiales y mercedes de agua.

1	buey (48 surcos)	= 9543'661056. (litro por minuto.)
1	surco (432 pajas)	= 198'826262.
1	paja (1 libra por minuto)	= 0'460246. (*)

1 litro de agua por minuto = 2'172749 (pajas) de á una libra.

Medidas de peso.

1	quintal (4 arrobas)	= 46'024634. (kil.)
1	arroba (25 libras)	= 11'506159.
1	libra (16 onzas)	= 0'460246.
1	onza (576 granos)	= 0'028765.
1	grano	= 0'050. (gramos.)

1 kilogramo = 2'172749 libras.
1 gramo = 20 granos.

(*) Por la ley de 2 de Agosto de 1861, la paja es igual á 0'45 de litro por minuto; pero hemos creido preferible que las unidades de volumen de aguas queden relacionadas exactamente á las de peso, conforme á la base de que una paja produce en un minuto un cuartillo de agua de una libra, según lo ordenó el Virrey Revillagigedo, fundándose en las experiencias practicadas por Don Miguel Constansó en Mayo de 1792, base que debe aplicarse en los casos de títulos y documentos anteriores á Agosto de 1861.

Monedas.

1	peso de plata	= 5'431. (francos)
1	peso de oro	= 5'100.
1	franco de plata	= 0'184. ($)
1	franco de oro	= 0'196.

Las anteriores relaciones entre las unidades lineales, de superficie, de volumen, de peso y de moneda del sistema métrico y las mexicanas, sirven para convertir unas en otras, y á fin de que los alumnos puedan hacer sin vacilación estas reducciones tan frecuentes en la práctica daremos la siguiente

Regla.—Cuando el número que expresa la equivalencia con la unidad *es heterogéneo con la cantidad que trata de convertirse, se multiplicará* esta por la equivalencia; pero cuando el número que expresa la equivalencia con la unidad *sea de la misma especie que la cantidad que va á reducirse, se dividirá* ésta por la equivalencia.

Por ejemplo, siendo una vara=0'838 (m) se quiere reducir 22 varas á metros.

En este caso, siendo *heterogéneos* 0'838 (m) y 22 varas, *multiplicaremos* estos números para obtener que 22 varas equivalen á 18'436 (m).

Si se quieren convertir 30 varas en metros, sabiendo que un metro =1'193 (v).

Como en este ejemplo 1'193 (v) y 30 varas son cantidades *homogéneas, dividiremos* el último número por el primero para saber que 30 varas equivalen á 25'146 (m).

CALCULO DE LOS NUMEROS DENOMINADOS.

DEFINICIONES, PRINCIPIOS Y OPERACIONES FUNDAMENTALES.

187.—Definición.—*Se llaman números complexos ó denominados los que se componen de varias partes expresadas como números enteros y concretos de diferentes especies, pero relativas todas á una misma clase de unidades.* Por ejemplo: 3 varas, 2 pies y cinco pulgadas. La vara, los

pies y las pulgadas son partes que están expresadas en la forma de números enteros y concretos de diferentes especies entre sí, pero relativas todas á la clase de unidades lineales.

188.—Subdivisiones, nomenclatura y escritura.—El sistema de subdivisiones usado en el cálculo de los números complexos ó denominados, así como la nomenclatura, es convencional y variable en razón de las necesidades, de las costumbres y aún del capricho de los pueblos. En el párrafo 185 hemos explicado las unidades usadas en México, su nomenclatura y las subdivisiones de cada una.

En cuanto á la escritura, se indica separadamente cada una de las partes relativas á la clase de unidades que se considera como número entero, marcando su especie encima, por medio de un signo convencional ó por alguna abreviatura. Por ejemplo: 728 pesos, 6 reales, 4 tlacos se escriben así:

$ rls. tls.
728—6—4.

En cuanto al número de partes de que consta cada especie de unidades es necesario grabarlo en la memoria para ejecutar los cálculos correspondientes.

189.—Operaciones fundamentales.—Las de los números denominados son dos: reducir unidades de especie mayor á menor, y reducir unidades de especie menor á mayor.

Para reducir unidades de especie mayor á menor, siendo un uso de la multiplicación, *se multiplican las unidades de especie mayor por el número de unidades menores de que consta una mayor, y se agregan á este producto las unidades de su especie.*

Por ejemplo: sea por reducir á onzas.....32—2—20—4

Se multiplicarán los quintales por 4 para reducirlos á arrobas y se le agregará 2 arrobas al producto. Siendo 32 quintales, 2 arrobas, igual á 130 arrobas. Este número se multiplicará por 25 para reducirlo á libras y se le agregará 20 libras; siendo 32 quintales, 2 arrobas, 20 libras=3270 libras; este número se multiplicará por 16 para reducirlo á onzas y se agregarán 4 onzas al producto.

qq @ lb onz.
32—2—20—4
4
@ 130
25
650
260
20
lb 3270×16
19624
52324 onzas.

Resulta que:

32 qq. 2 @—20 lb—4 onzas=52324 onzas.

Para reducir unidades de especie menor á mayor; siendo éste un uso de la división, *se dividen las unidades menores por el número de estas de que se compone una mayor, el cociente indica el número de unidades mayores, y la resta el de las menores.*

Por ejemplo, se quiere reducir á varas 589 pulgadas.

pulgs. 589	12	
109	pies 49	3
1	19	16 vs.
	1	

Dividiendo 589 pulgadas entre 12 se obtienen 49 pies una pulgada. Los 49 pies los reduciremos á varas, dividiéndolos por 3, y se obtienen 16 varas y 1 pie.

En definitiva, resulta que:

589 pulgadas = 16 varas—1 pie—1 pulgada.

190.—Conversión de los denominados en quebrados y en decimales y recíprocamente.—Los problemas que frecuentemente se ofrecen entre los números quebrados, decimales y denominados, ya para ejecutar las operaciones, ya para expresar el resultado de ellas en la forma conveniente, son cuatro: 1º convertir un denominado en quebrado; 2º, un quebrado en denominado; 3º, un denominado en decimal; y 4º, un decimal en denominado.

1º *Para convertir un número denominado en quebrado, se reduce á la especie menor y se le pone por denominador el número de unidades menores de que se compone la mayor.*

Si se quiere convertir en quebrado 36 h.—48 m.—40 s., se reducirán las horas á minutos y éstos á segundos, resultando 132520 segundos y á éste número se le dará por denominador el número de segundos que tiene una hora, esto es, 3600, y se tendrá:

h. m. s.
36—48—40
60
2208
60
132520

36 h.—48 m.—40 s.=$\frac{132520}{3600}$ horas.

El fundamento de esta regla es que el valor del denominado no se ha alterado al reducirlo á unidades de especie menor, y que como el denominador de un quebrado indica el número de partes en que está dividida la unidad, el número de unidades menores de que consta una mayor, deberá ser el denominador del quebrado.

2º *Para convertir un quebrado en denominado, se divide el numerador por el denominador, y si hay resta se valúa* (151) *en la subdivisión de la unidad á que se refiere, continuando así la operación.*

Por ejemplo, si se quiere transformar en denominado el quebrado $\frac{875}{325}$

de barril, se ejecutarán las operaciones que constan al lado:

875 | 325
225 | 2 bars.—6 jarras,—4 cuarts.
9
2025
75×18
600
1350
50

y resulta que:

barril. bars. js. cs.

$\frac{875}{325} = 2 - 6 - 4\frac{2}{13}$

Como convertir un quebrado en denominado es valuarlo, el fundamento de esta operación es el que hemos dado (151) al tratar de la valuación de los quebrados, y que consiste en servirse de la multiplicación para reducir unidades de especie mayor á menor y en extraer los enteros de un quebrado impropio dividiendo el numerador por el denominador.

3º *Para convertir un denominado en decimal, se transforma primero el denominado en quebrado, y en seguida éste en decimal.*

Por ejemplo, se quiere convertir en decimal: $8^{\$}-4^{rs.}-4^{tis.}$

Se convertirá primero en quebrado resultando $\frac{548^{\$}}{64}$ En seguida se transforma este quebrado en decimal resultando igual á \$ 8'5625. Siendo el valor del denominado igual al del quebrado, y el de éste á la decimal, en el caso de que nos ocupamos.

$8^{\$}-4^{ris.}-4^{tis.}=8'5625$

$ rs. tis.
8—4—4
8
68
8
$548^{tis} = \frac{548^{\$}}{64}$

548 | 64
360 | \$ 8'5625
400
160
320
00

* (Simplificación). — Cuando el denominado que quiere transformarse en decimal, sólo consta de dos clases de unidades, la operación puede simplificarse, multiplicando las subdivisiones del denominado por el número de centésimos á que sea igual cada subdivisión.

Por ejemplo, si se quiere transformar en decimal 7@—16 lb, bastará observar que una libra $=\frac{1}{25}$ arroba, y que $\frac{1}{25}=0'04$, por lo cual multiplicando 16 lb. por 4=64, se tiene que:

$$7@-16\,lb=\overset{@}{7'64}$$

2º Ejemplo.—Se quiere transformar 15 lb—10 onzas en decimal. Como 1 onza $=\frac{1}{16}$ lb y $\frac{1}{16}=0'06\frac{1}{4}$, multiplicaremos $10^{onzas}\times 6\frac{1}{4}=62\frac{5}{16}$ y se tendrá:

$$15^{lb.}-10^{onz}=\overset{lb}{15'625}.$$

Para ejecutar esta simplificación en los casos más frecuentes, los alumnos pueden recordar las siguientes relaciones:

$\frac{1}{2} = 50$ centésimos
$\frac{1}{4} = 25$ "
$\frac{1}{8} = 12\frac{1}{2}$ "
$\frac{1}{12} = 8\frac{1}{3}$ "
$\frac{1}{16} = 6\frac{1}{4}$ "
$\frac{1}{25} = 4$ "

4º *Para convertir una cantidad decimal en denominado, se tomará la parte entera con su especie, y la parte decimal se multiplicará por el número de subdivisiones de que conste la unidad á que corresponde, separando en el producto igual número de cifras decimales. En este resultado se tomará la parte entera con su especie y la decimal se multiplicará por el número de subdivisiones de la unidad á que corresponde, y así se continuará la operación hasta llegar á la última subdivisión.*

Por ejemplo, se quiere transformar en número complexo, $\overset{marcos}{135'8675}$

marcos
135'8675
8
onzas 6'9400
8
ochavas 7'52
6
tomines 3'12×12
24
granos 1'44

Tomaremos desde luego la parte entera 135 marcos, y reduciremos á onzas la parte 0'8675 multiplicándola por 8, lo que da 6 onzas y 94 centésimas. La parte decimal la reducimos á ochavas; 0'52 de ochava los reducimos á tomines, y por último, 12 centésimas de tomines las reducimos á granos. Obteniéndose que:

Marcos Marcos Onz. Och. Ts. Gr.
$135'8675 = 135 - 6 - 7 - 3 - 1'44.$

Esta operación tiene por fundamento que es un uso de la multiplicación reducir unidades de especie mayor á menor.

ADICION DE LOS DENOMINADOS.

191.—Regla.—*Para sumar los números denominados, se colocan las cantidades unas debajo de otras, lo mismo que en los enteros, teniendo cuidado de poner separadamente cada especie de unidades formando una columna vertical. Se tira una línea horizontal para separar el resultado, y*

se comienza la operación por las unidades de especie menor; si la suma no consta del número de unidades que componen una mayor, se escribe la suma debajo de la columna de su especie; y en caso contrario, se reduce la suma á la especie inmediata mayor, escribiéndose el número de unidades menores que queden, como resta en la división, debajo de la columna correspondiente; y se retienen las unidades mayores para unirlas á las de su especie. Con cada clase de unidades se repite la misma operación, y en las de mayor especie se escribe la suma tal como sale.

Sean por sumar las siguientes cantidades:

Cargas.	fs.	alms.	cts
345	1	9	3
200	0	10	2
175	1	8	2
875	1	6	1
100	0	9	2
50	1	3	1
90	1	2	2
162	1	11	3
2002	1	2	0

16 cuartillos = 4 almudes.
62 almudes = 5 fs.—2 alms.
11 fanegas = 5 cgs.—1 fs.

Se comienza la operación sumando los cuartillos, lo cual da 16 cuartillos; y como un almud se compone de 4 cuartillos, dividiendo 16 por 4, se obtienen 4 almudes, que se retienen para reunirlos á la columna de los almudes, y se pone 0 en la de los cuartillos.

Sumando los 4 almudes retenidos con la columna correspondiente, se obtienen 62 almudes, que se reducen á fanegas dividiendo por 12, de lo que resultan 2 almudes que se escriben debajo, y 5 fanegas que se agregan á la columna correspondiente. La suma de las fanegas da 11, que reducidas á cargas, dan 5 cargas y 1 fanega. Este último número se escribe en la columna que le corresponde, y las 5 cargas se agregan á las unidades de esta especie, cuya suma es 2002 cargas y la suma total es:

2002 cargas—1 fanega—2 almudes.

La prueba de esta operación se hace como la de los enteros, repitiéndola en sentido contrario, esto es, si se sumó de arriba para abajo, se suma de abajo para arriba, y debe obtenerse el mismo resultado; ó se dividen los sumandos cuando son muchos en varias porciones, se hace la suma de cada porción, y en seguida se suman las sumas parciales, debiéndose obtener un resultado igual al primero, si no se ha cometido ninguna equivocación.

SUBSTRACCION DE LOS DENOMINADOS.

192.—Regla.—*Para restar los números denominados, se colocan las cantidades unas debajo de otras, lo mismo que en los enteros, teniendo cuidado de poner separadamente cada especie y las del substraendo debajo de las correspondientes del minuendo. Se tira una línea horizontal y se comienza á ejecutar la resta por las unidades de menor especie, restando cada parte del substraendo de la superior del minuendo. Cuando alguna de las partes del substraendo es mayor que la correspondiente del minuendo para poder ejecutar la resta, se agrega al minuendo una unidad de la especie inmediata mayor reducida á la menor, y para no alterar el valor de la diferencia, se le agrega una unidad á la parte inmediata mayor del substraendo, al continuar la operación.*

Sea como primer ejemplo encontrar la diferencia entre

Surcos.	Naranjas.	Reales.	Pajas.
36	2	6	16
24	2	5	8
12	0	1	8

Como cada parte del substraendo en este ejemplo ha sido menor que la correspondiente del minuendo, se ha ejecutado la substracción haciendo uso de la primera parte de la regla.

Sea como segundo ejemplo encontrar la diferencia entre

2078 $	—4 rs.	— 5 tls.
894	—6	— 6
1183	—5	— 7

Aquí, como de 5 tlacos no se puede restar 6, se le agrega á la parte 5 tlacos del minuendo un real reducido á tlacos, y la diferencia de 6 á 13 tlacos, que es 7, se escribe debajo, reteniéndose un real para agregarlo á los reales del substraendo y no alterar la diferencia. Así se dice: 6 y 1 son 7, que no pudiendo restarse de 4, se le agrega á este último número un peso reducido á reales, y la diferencia 5 entre 7 y 12 reales se escribe debajo, reteniendo un peso para agregarlo á los pesos del substraendo al continuar la operación. Así se dice; 4 y 1 son 5, á 8, la di-

ferencia es 3; de 9 á 17, 8 y va 1; de 9 á 10, 1 y va 1, á 2, la diferencia es 1. La diferencia total es 1183 $—5 rs.—7 tlacos.

La prueba de esta operación se ejecuta como la de enteros, sumando el substraendo con la resta, y cuando no se ha cometido equivocación, la suma debe ser igual al minuendo.

MULTIPLICACION DE LOS DENOMINADOS.

193.—Regla general.—La multiplicación de denominados se ejecuta de dos modos: transformándolos en quebrados, ó por partes alícuotas.

Para multiplicar un denominado por otro, primero se convierten el multiplicando y el multiplicador en quebrados; segundo, se multiplican los quebrados; y tercero, se transforma el quebrado que resulta en denominado valuándolo en la especie de las unidades de que deba ser el producto.

Antes de multiplicar los quebrados, se abrevian cuando es posible.

Por ejemplo: se quiere saber cuánto valdrán 32@ 8 lb., 12 onzas de cobre á razón de 7 $—2 rs.—4 tlacos la arroba.

La operación se dispone como sigue:

```
 @  lb  onzs.      $  rs.  tls.
32—8—12          ×7—2—4
25                  8
160                58
648                 8
808 × 16          468
4848
  12
12940
```

$$\frac{\begin{matrix}647\\12940\\400\\20\end{matrix}}{} \times \frac{\begin{matrix}117\\468\\64\\16\end{matrix}}{} = \frac{647\times117^{\$}}{20\times16} = 236^{\$}—4^{rs.}—3^{tls.}\ \tfrac{4}{5}$$


```
647 × 117
 647
 4529                    4
7569(9 | 32(0            32
116    | 236—4—3+       256
 209                    320
  179                    40
    8                     5
 1432
  152
 1216
  256
```

Después de haber reducido el multiplicando y el multiplicador á su menor especie, se convierten en los quebrados $\frac{12940}{400}$ de arroba, y $\frac{468}{64}$ de peso. Estos quebrados se abrevian y se multiplican $\frac{647}{20}$ @ por $\frac{117}{16}$ $. Como el producto debe expresar pesos, al quebrado que resulta de la multiplicación se le sacan los enteros y se valúa en reales y en tlacos; obteniéndose que el valor del cobre es

236 $—4 rs.—3 tlacos $\frac{4}{5}$

Después de haber convertido los denominados en quebrados, la multiplicación de éstos también puede hacerse transformándolos en decimales.

Cuando el multiplicador, además de ser incomplexo, solo consta de unidades, se abrevia la operación comenzando la multiplicación por las unidades de especie menor, y se determina, lo mismo que en la suma, el número de unidades de la especie inmediata mayor y de la menor, que contenga el producto; éstas últimas se escriben debajo de las de su especie y las primeras se retienen en la memoria para reunirlas al producto del multiplicador por las unidades de la especie inmediata mayor, continuándose así la operación hasta las unidades del orden mayor.

Sea como ejemplo averiguar el valor de 6 varas á razón de 25 pesos —3 reales—9 granos. La operación se dispone y ejecuta como sigue:

```
   $  rs.  gs.
  25—3—9
   6
$ 152—6—6
```

Se comienza multiplicando 6 por 9 granos=54 granos=4 reales y 6 granos. Se escriben los 6 granos y se retienen los 4 reales. Multiplicando 6 por 3 reales se obtienen 18, y 4, son 22 reales=2$ que se retie-