

Sistemas de masas en la India

Fernando Bodega Barahona - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas - Madrid

[An analysis of the history and evolution of ancient systems of weights is currently under preparation as part of a General Study spanning the period between the first civilizations and the fall of Rome. The system of the Indus may be the link between the Chinese system and those in use in the Mesopotamian and Mediterranean world. This study is based only on the bibliography consulted. The units published in modern measures (gram or troy grain) have been translated into ancient measures (grains of wheat, barley, millet) and are expressed in significant (rounded) numbers; the relationships between the units of the same system, or between different systems are simple and comprehensible. Indian standard units (mustard and barley) can be compared with others in use in the East (Chinese millet grain) or in the West (Mesopotamian grain).]

Introducción

En el Estudio General, publicándose actualmente, sobre la historia de los sistemas de masa utilizados por los pueblos antiguos y que alcanza hasta la caída de Roma, la India representa el eslabón que enlaza el sistema de China con los que pertenecen al ámbito del Mar Mediterráneo.

Su desarrollo se basa en los datos contenidos en la bibliografía que se ha podido consultar. Los pesos de los patrones que se citan, expresados en unidades actuales (gramos o granos troy), se han ajustado en lo posible a los de otros conjuntos de granos, cebada o mostaza, que se usaron inicialmente como patrones, de manera que se puedan expresar mediante números significativos, -redondos-, tales que permitan obtener relaciones sencillas tanto entre las unidades de un sistema como entre las de éstas con las pertenecientes a otros distintos.

Las equivalencias de los patrones indios más ligeros, mostaza y cebada, son congruentes si se comparan con los implantados hacia el Este, grano de mijo chino, o hacia el Oeste, grano mesopotámico.

Sistemas indios

Hacia la mitad del II milenio, la invasión de los arios modificó todos los aspectos de la vida de una población muy adelantada y fue causa directa de la desaparición de unas civilizaciones que, como sus contemporáneas más importantes, evolucionaron a favor de las posibilidades ofrecidas por la proximidad a un gran río el cual, finalmente, contribuyó con sus avenidas y cambios de curso a ocultar y a que quedaran olvidadas unas ciudades previamente asoladas por sus conquistadores.

Estos acontecimientos definieron un antes y un después, y delimitaron la frontera entre dos sistemas de masas diferentes sin contactos comunes por no coincidir en el tiempo, pero es posible vislumbrar la existencia de un eslabón entre ambos. En los aspectos materiales de la vida, el pueblo indio es plural y poco preciso; cuando en 1959 accedía a la independencia, las máquinas de escribir se proyectaban para catorce grandes lenguas de las que se derivaban más de doscientos dialectos. Sin embargo hay que considerar que el amor inmenso a la tradición y el tener en cuenta los usos de las potencias vecinas, tuvieron que ejercer grandes influencias en sus patrones de peso.

El sistema del Indo

A mediados del siglo XIX, el Gobierno inglés planeó el trazado de un ferrocarril que, desde la costa, se dirigiera hacia el interior, adaptándose en lo posible al curso del río Indo. Desde el principio, el proyecto presentó dificultades dado que las canteras que habían de suministrar el balasto necesario para asentar los raiiles estaban demasiado alejadas. El problema se resolvió explotando como material los ladrillos troceados de la ciudad medieval de Brahminabad y después los de Harappa, entre Multan y Lahore, en la región de los Siete Ríos.

La misma suerte hubiera seguido, sin lugar a dudas, Mohenjo-Daro si los objetos encontrados en Harappa no se hubieran conocido por arqueólogos, que reaccionaron ante aquellos indicios que denunciaban la existencia de ciudades muy antiguas, soporte de civilizaciones insospechadas de las que se había perdido el rastro.

Las investigaciones arqueológicas en Mohenjo-Daro, coordinadas por Sir JOHN MARSHALL, pusieron de manifiesto que hubo varias ciudades superpuestas, la más antigua del principio del III Milenio, que contaba con una cuidada planificación, una red de drenaje y una escritura aún no descifrada. Sus pobladores intervenían en el comercio terrestre, fluvial y marítimo, exportando una artesanía muy adelantada, que se extendía desde China a Mesopotamia.

Entre los hallazgos, además de la sierra de dientes más antigua conocida, figuran platillos de balanza y juegos de masas cuyas piezas, en forma generalmente cúbica, están talladas en minerales y rocas de composiciones diferentes. Sus pesos forman parte de una sucesión de término general

$$a_n = 2^x \times 5^y$$

y referidos a una unidad en la que, aproximadamente, están de acuerdo todos los autores, si bien con diferente orden decimal:

Mackay (1936)	0,8565 g
Kisch (1965)	0,08503 g
Berriman (1969)	0,08500 g
Renfrew (1993)	0,8360 g

Berriman (p. 34 y 35) estudió 288 pesas distribuyéndolas en 7 categorías y calculando los valores más probables dentro de cada una de ellas. Llegó de esta manera a ajustarlas como términos de una progresión geométrica de razón 2, excepto el último término:

1,7	3,4	6,8	13,6	27,2	54,4	136
\	/	\	/	\	/	\
x 2	x 2	x 2	x 2	x 2	x 2	x 2,5

Los valores están correctamente obtenidos, pero las oscilaciones que se observan en cada categoría dan idea de que no eran muy estrictos en la confección de réplicas, aunque tuvieran un patrón bien definido.

1,7 g	valores entre	1,7 y 2,3 g
3,4 g	valores entre	3,2 y 4,0 g
6,8 g	valores entre	6,6 y 7,4 g
13,6 g	valores entre	13,4 y 14,2 g
27,2 g	valores entre	26,6 y 28,2 g
54,4 g	valores entre	53,6 y 55,0 g
136 g	valores entre	134 y 138 g

Esta falta de precisión se manifiesta también en dos piezas que cita MACKAY (p. 133) con 274,938 g y 11.325 g; la relación entre ellas debería ser 1:40. Sin embargo,

$$\frac{11.325}{274,938} = 41,19$$

Partiendo de 0,85 g (mitad de 1,7 g), los pesos serían, si se aplica como término general la expresión $2^x \times 5^y$

$$\begin{aligned} (2^6 \times 5) \times 0,85 \text{ g} &= 320 \times 0,85 \text{ g} = 272 \text{ g} \\ (2^9 \times 5^2) \times 0,85 \text{ g} &= 12.880 \times 0,85 \text{ g} = 10.880 \text{ g} \end{aligned}$$

y entonces

$$\frac{10.880}{272} = 40$$

La información proporcionada por unas tablillas encontradas en Uruk hace pensar que, en relaciones comerciales existentes entre Mesopotamia y los pueblos del Indo, actuaban como intermediarios Dilmun (Bahrein) y Maggan (Omán), donde llegaban los llamados "barcos negros", calafateados con asfalto mesopotámico. Según las tablillas de Ebla, el siclo de Dilmun era una unidad aceptada y respetada. Estas relaciones se presumen también por la semejanza de sellos encontrados en ciudades de ambas civilizaciones, así como por la equivalencia entre los shusi sumerios definidos en la Regla de Gudea y las marcas equidistantes en una concha del Indo, que sirvió al emperador Akbar el Grande (1542-1605) para determinar su yarda, igual a veinticinco veces la distancia entre dos marcas consecutivas, y son comprobables por equivalencias entre patrones de masas.

Los valores extremos de los dados anteriormente, 0,8565 g de Mackay y 0,8360 g de Renfrew, así como la sucesión de Berriman, sirven de base para la construcción del siguiente cuadro, en el que se expresan

* Primera columna:

Valores más probables calculados por Berriman para los juegos de pesas estudiados.

* Segunda columna:

- Número de unidades de Mackay (0,8565 g) contenidas en los pesos anteriores.
- * Tercera columna:
Número de unidades de Renfrew (0,8360 g) contenidas en los mismos pesos.
 - * Cuarta columna:
Ajuste a valores enteros entre las columnas segunda y tercera.
 - * Quinta columna:
Valores teóricos de los pesos de la primera, suponiendo una unidad de 0,8417 g

Pesos (en g) más probables	Unidades contenidas		Ajuste números enteros	Valores con u = 0,8417 g
	u = 0,8565 g	u = 0,8360 g		
1,7	1,985	2,033	2	1,6834
3,4	3,970	4,066	4	3,3668
6,8	7,940	8,134	8	6,7336
13,6	15,880	16,268	16	13,4672
27,2	31,760	32,536	32	26,9344
54,4	63,520	65,072	64	53,8688
136,0	158,786	162,679	160	134,6720

La última columna, en la que la unidad considerada es igual a 1/10 del siclo mesopotámico, se adelanta a partir de los datos a los que se ha tenido acceso. Se apoya en que:

- * El siclo de Dilmun gozaba del prestigio suficiente para ser aceptado en el intercambio, luego tenía que contar con equivalencia exacta y sencilla entre ambos sistemas, el del Indo y el de Mesopotamia.
- * El *hwan* chino equivalía en peso a la mina primitiva mesopotámica. Las civilizaciones del Indo no podían ser insensibles a este hecho, dada la situación geográfica intermedia.
- * Forzar este ajuste puede significar un primer paso para estimular investigaciones dirigidas a obtener un mejor conocimiento de las equivalencias entre los diferentes sistemas.

Y es menester avanzar en otro sentido; adelantar un supuesto sobre cuál sería la unidad empleada, sin duda una sencilla, y no olvidando que los sistemas de numeración empleados eran el sexagesimal y el decimal, respectivamente.

En las ruinas de Mohenjo-Daro se encontraron trozos de arcilla procedentes de vasijas rotas y carbonizadas. Tenían incrustados granos de trigo y de cebada que fueron identificados como *Triticum spherococcum* y *Hordeum vulgare* (la cebada de seis carreras, materia prima en la obtención de cerveza y licores).

El supuesto se completa eligiendo el grano de cebada que será considerado como grano-tipo, iniciando así la tradición que será recordada un milenio después, con un peso comprendido entre los que dan KISH (p. 223) de 0,0413 g, y BERRIMAN (p. 36) de 0,0434 g para cebada actual de Kenya, coincidente con el dado por OLIVER (p. 511) en el año 1896.

Si se busca la exactitud en la relación entre granos de trigo mesopotámicos (gm) y granos de cebada del Indo (gc), teniendo en cuenta las bases de los sistemas de numeración, la más sencilla es

$$180 \text{ gm} = 200 \text{ gc}$$

o lo que es lo mismo

$$\text{gm} = 10/9 \text{ gc}$$

y aplicando el valor de 0,0468 g/gm resulta que

$$\frac{180 \text{ gm} \times 0,0468 \text{ g/gm}}{200 \text{ gc}} = 0,0421 \text{ g/gc}$$

cifra comprendida entre las dadas por los autores anteriormente citados.

De esta forma, 20 granos de cebada, considerados como unidad u, pesarían 0,842 g (por exceso, puesto que así está el gm) con equivalencia exacta a la décima parte del siclo mesopotámico.

Completando el cuadro anterior con las citas de MACKAY en las dos últimas líneas y las equivalencias en granos de mijo chino en la columna de la derecha, se propone el cuadro siguiente:

Peso en gramos		Unidades contenidas			
Publicado	Calculado	u = 0,8417 g	g cebada (gc)	g trigo (gm)	gmijo (m)
1,7	1,68	2	40	36	320
3,4	3,37	4	80	72	640
6,8	6,73	8	160	144	1280
13,6	13,47	16	320	288	2560
27,2	26,93	32	640	576	5120
54,4	53,87	64	1280	1152	10240
136,0	134,67	160	3200	2880	25600
274,9	269,34	320	6400	5760	51200
11325,0	10773,76	12800	256000	230400	2048000

Con estos valores se obtienen equivalencias exactas y sencillas entre los tres sistemas:

* 10 u son equivalentes a un siclo, a 200 granos de cebada india y a 180 granos de trigo mesopotámico.

* 600 u equivalen, en granos estándar, a 12.000 granos de cebada india, a 10.800 granos de trigo mesopotámico (mina) y a 96.000 granos de mijo chino (hwan).

De donde se deduce que:

Un grano de trigo = 8 y 8/9 granos de mijo
 Un grano de cebada = 8 granos de mijo
 Un grano de cebada = 9/10 grano de trigo

No se ha encontrado información alguna sobre los nombres que corresponden a las diversas unidades del sistema.

Segundo sistema indio

Está definido en las LEYES DE MANÚ, base de la jurisprudencia india y compendio filosófico de las obligaciones de la raza aria, escritas en sánscrito hacia la mitad del I milenio a.C., con las siguientes equivalencias (Libro VIII):

- * La unidad menor es el transarenu (t) cuya masa es la de una mota de polvo que flota en un rayo de sol.
- * Ocho transarenu son, en peso, una liksha (l), o huevo de piojo.
- * Tres likshas se igualan a un grano de mostaza negra (mn)
- * Tres granos de mostaza negra equivalen a uno de mostaza blanca (mb)
- * Seis granos de estos últimos, a un grano de cebada (gc)
- * Tres granos de cebada, a una krishnala (k) o retti.

Como unidad se considera la krishnala, baya de un arbusto, el abrus precatorius, quizá como homenaje al auriga Krishna, octava encarnación de Visnú.

Con toda evidencia, el concepto de transarenu es puramente filosófico, pero si se calculan los que contiene una krishnala, resulta que:

$$3 \times 6 \times 3 \times 3 \times 8 = 1.296$$

y 1.296 es una cifra que aparece frecuentemente $1.296 = (36)^2$ que puede señalar una nueva relación con Mesopotamia y China.

En cuanto a la krishnala, tampoco parece que una baya, no sólo por diferencia de tamaño sino por contenido en humedad, pueda representar un peso constante. Ahora bien, si equivale su peso al de tres granos de cebada, no sólo se ha llegado a definir un grano-tipo más fiable, sino a restablecer una tradición mantenida desde la desaparición del sistema del Indo.

Las equivalencias contenidas en las "Leyes de Manú" se expresan en números enteros: esto no es algo que se cumpla exactamente en la Naturaleza; es posible que, por aproximaciones, se determinaran unas medidas estándar para cada grano, a las que recurrieran en caso de carecer de patrones.

Resumiendo lo anteriormente expuesto, se puede formular el siguiente cuadro:

	k	c	mb	mn	l	t
1	3	18	54	162	1296	
		1	6	18	54	432
			1	3	9	72
				1	3	24
					1	8

En cuanto a los múltiplos:

- 5 k = 1 masha (m)
- 16 m = 1 suvarna (s)
- 4 s = 1 pala (p) o nishka
- 10 p = 1 dharana (d) o purana

dando origen al siguiente cuadro de equivalencias:

d	p	s	m	k
1	10	40	162	3200
	1	4	64	320
		1	16	80
			1	5

Establecidas por las LEYES DE MANÚ las relaciones entre las unidades de masa, es necesario llegar a equivalencias en gramos partiendo de la base más fiable, el grano de cebada, en cuya valoración no están de acuerdo los autores consultados: KISH da para la krishnala 124 mg, de donde un tercio, grano de cebada, son 0,0413 g; pero OLIVER y BERRIMAN coinciden en 0,0434 g. En principio, la diferencia se reduce, aproximadamente, a 0,002 g, pero ya resulta apreciable en los múltiplos.

Ahora bien, un sistema de medidas no se establece en un país sólo para ser utilizado por sus habitantes; hay que adaptarlo también a las necesidades del comercio exterior: el Imperio Persa al Oeste y China al Este, con lo que lo más lógico es que el grano de cebada estándar se relacionara de nuevo exactamente con los de trigo y de mijo, como sucedía en el sistema perdido, en el que el grano de cebada pesaba 0,0421 g, cifra, por otra parte, muy cercana a la media entre las dos consideradas. Este grano de cebada puede ser el eslabón necesario que ligue los dos sistemas.

En el cuadro adjunto se dan las equivalencias en gramos de los tres supuestos para las unidades superiores en masa a la del grano de cebada. Prácticamente, las inferiores no eran útiles en una época en que la precisión alcanzaba, con gran dificultad, medio grano de trigo o de cebada:

UNIDAD	P A S O A MAYOR	PESO EN GRAMOS			EQUIVALENCIA PROPUESTA EN GRANOS		
		OLIVER Y BERRIMAN	PROPUESTO	KISH	g c	gm	gmj
Cebada		0,0434	0,0421	0,0413	1	0,9	8
Krishnala	X 3	0,1302	0,1263	0,1239	3	2,7	24
Masha	X 5	0,6510	0,6315	0,6195	15	13,5	120
Suvarna	X 15	10,416	10,104	9,912	240	216	1920
Pala o Nishka	X 4	41,664	40,416	39,648	960	864	7680
Dharana	X 10	416,64	404,16	396,48	9600	8640	76800

El sistema no es el mismo para cada mercancía y para cada región y varían los coeficientes de paso a la unidad inmediatamente superior. Esta circunstancia, unida a otros hechos históricos como las invasiones de Darío, Alejandro y el Islam, que iban aportando sistemas diferentes, provocó su final, aunque se conservaran los nombres.

La apertura al comercio –portugueses (siglo XV), seguidos por holandeses, franceses e ingleses– introduce poco a poco las normas europeas, predominando las inglesas.

El grano de mostaza

La mostaza, de la familia de las crucíferas, produce frutos que, desde las edades más remotas, se molían para obtener una harina muy empleada como condimento y en recetas medicinales. Se le atribuían efectos milagrosos y era considerada por su simbolismo:

* "... un grano de mostaza que toma uno y lo siembra en su campo; y con ser la más pequeña de todas las semillas, cuando ha crecido es la más grande de todas las hortalizas, y llega a hacerse un árbol, de suerte que las aves del cielo vienen y anidan en sus ramas" (Mt. 13, 31 y 32).

* "... sembrada una vez, apenas se puede librar de ella el lugar donde se sembró, porque cayéndose la semilla, luego nace".

* "... efectos fogosos y muy saludables al cuerpo ... cuya virtud y fuerza sube a lo alto, porque no hay cosa que penetre más en las narices y en el cerebro .. purga los sentidos y la cabeza con estornudos ... linimento para picaduras, dolores de dientes, estómago, pulmones, asma, gota, epilepsia...". (Plinio XIX, VIII y XX, XXII).

En la cultura maya, árbol con semillas parecidas, la Pimienta Dioica, procedente de la zona de Tikal. Árbol de 20-25 m de alto y diámetro de hasta 40 cm, que alimenta a gran número de animales de la selva. Semilla para condimentos, bebida, buena digestión y sacar gases del estómago. Buena leña, vigor, arco para flechas, hojas de buen olor en fiestas y bodas.

Se ha considerado conveniente comprobar si a partir del peso del grano de cebada calculado así como de las relaciones expresadas en las LEYES DE MANÚ, el peso del grano de mostaza es coherente con la hipótesis planteada.

Por una parte, si el grano de cebada (g c) equivale en peso al de 18 granos de mostaza (g mtz):

$$g \text{ mtz} = \frac{g \text{ c}}{18} = \frac{0,0412 \text{ g} / g \text{ c}}{18 \text{ g mtz} / g \text{ c}} = 0,00234 \text{ g} / g \text{ mtz}$$

Se han encontrado en el mercado tres tipos de granos de mostaza. Tomando 100 granos medianos de cada tipo y pesándolos, se concluyó que uno sólo de estos tres tipos tenía un peso de grano semejante al calculado. Su envase especificaba "agricultura ecológica" así como "especial para germinar". Elegido este tipo y empleando los equipos debidamente calibrados del Laboratorio de Combustibles de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, se procedió de la siguiente forma:

- Eliminación, con dos mallas, de los granos mayores y menores. Al no considerarse satisfactoria la operación de separar los de tamaño medio, se finalizó con estrío manual, con ayuda de lupa.

- Formación de grupos de 100 granos y pesaje de cada uno de ellos, por separado. Fue obtenida la mediana, y se aceptaron todas las pesadas, por estimarse suficiente que la mayor diferencia entre la mediana y cualquiera de esas pesadas no alcanzara los 0,05 g.

- El peso total así conseguido, de 2,521 g, corresponde al de 1.000 g mtz, con lo que al peso medio de uno de ellos le corresponden 0,002521 g, que no difiere mucho de los 0,00234 g/g mtz calculados, si bien en el grano de cebada tal diferencia sería mayor: 0,0453 g.

Como el cultivo de mostaza, a diferencia de los de trigo o cebada, no ha experimentado mejoras notables, la diferencia es más bien imputable a la imperfección del sencillo experimento llevado a cabo. Pero se recuerda que con él sólo se pretendía comprobar el orden de cifras.

Cuadro resumen

No hay una relación directa entre el primitivo sistema del Indo y el que después se implantó en la India según las LEYES DE MANÚ. Pero el hecho de que las potencias situadas a Oriente y Occidente hubieran mantenido sus sistemas de pesadas, influiría decisivamente en la elección de nuevas unidades y en una vuelta a un grano de cebada, que se había olvidado, pero que recuperó sus equivalencias con el grano mesopotámico y el de mijo chino.

En esa época del I milenio a.C., en Grecia ya se había cambiado del grano-tipo mesopotámico al de Solón, pero su conocimiento en la India no se da, ya que el Imperio Persa hacía de pantalla, y habrá que esperar la invasión de Alejandro para conocerlo.

El sistema indio, como el chino, es muy minucioso en el establecimiento de unidades inferiores (hasta pesos menores de 500 g); el incremento del comercio con Europa hará cambiar esta costumbre.

En el cuadro adjunto se parte del grano de cebada porque los pesos inferiores a él eran inapreciables para las balanzas de la época. Con el nombre de cada unidad se dan las equivalencias en granos de cebada (g c), de trigo mesopotámico (gm) y de mijo (g mj), así como el peso en gramos (g), a partir del grano de cebada.

Se han expuesto las relaciones de los sistemas de masas indios con los de Mesopotamia y China. Falta establecer equivalencias con los de los pueblos de la península arábiga. Para ello, la fuente de información es la obra de AL MAKRIZI, traducida por DE SACY, con datos bastante incompletos y algunas contradicciones; si se parte de "el que inventó el mithkal ... hizo su peso igual al de 6.000 granos de mostaza", se obtienen cifras coherentes:

Si un grano de cebada pesa como 18 de mostaza,

Si 10 granos de cebada pesan como 9 de trigo,

entonces

$6.000 \text{ granos de mostaza} = 333 \text{ y } 1/3 \text{ g c} = 1.000/3 \text{ g c};$

y como

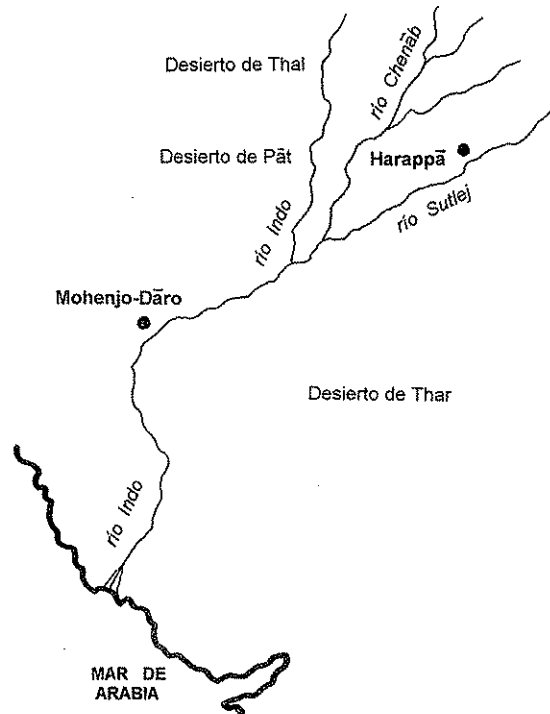
$333 \text{ y } 1/3 \text{ granos de mostaza} = 300 \text{ gm},$

se llega a un mithkal cuya mitad pesa lo que 150 gm, o sea, un siclo fenicio I.

Estas relaciones se deterioran o se van complicando a medida que el grano griego (o de Ugarit) va sustituyendo como grano-tipo al primitivo mesopotámico, con pesos relacionados por el coeficiente 77/76.

Bibliografía

- Berriman, A.E., *Historical Metrology*, London 1953.
Bodega Barahona, F., "Los sistemas de masas griegos", *Numisma* nº 240, 1998, 23-44
Kisch, B., *Scales and Weights*, New Haven 1965.
Mackay, E., *La Civilisation de l'Indus*, Paris 1936.
Makrizi, A. AL., *Traité des Monnaies Musulmanes* (Trad. de Silvestre de Sacy), Valencia 1995.
Oliver Castañer, E., *Manual práctico del comerciante*, Barcelona 1896.
Renfrew, C. & Bahn, P., *Arqueología*, Madrid 1993.
Weeler, Sir M., *The Indus Civilization*, Cambridge 1968.



La civilización del Indo

