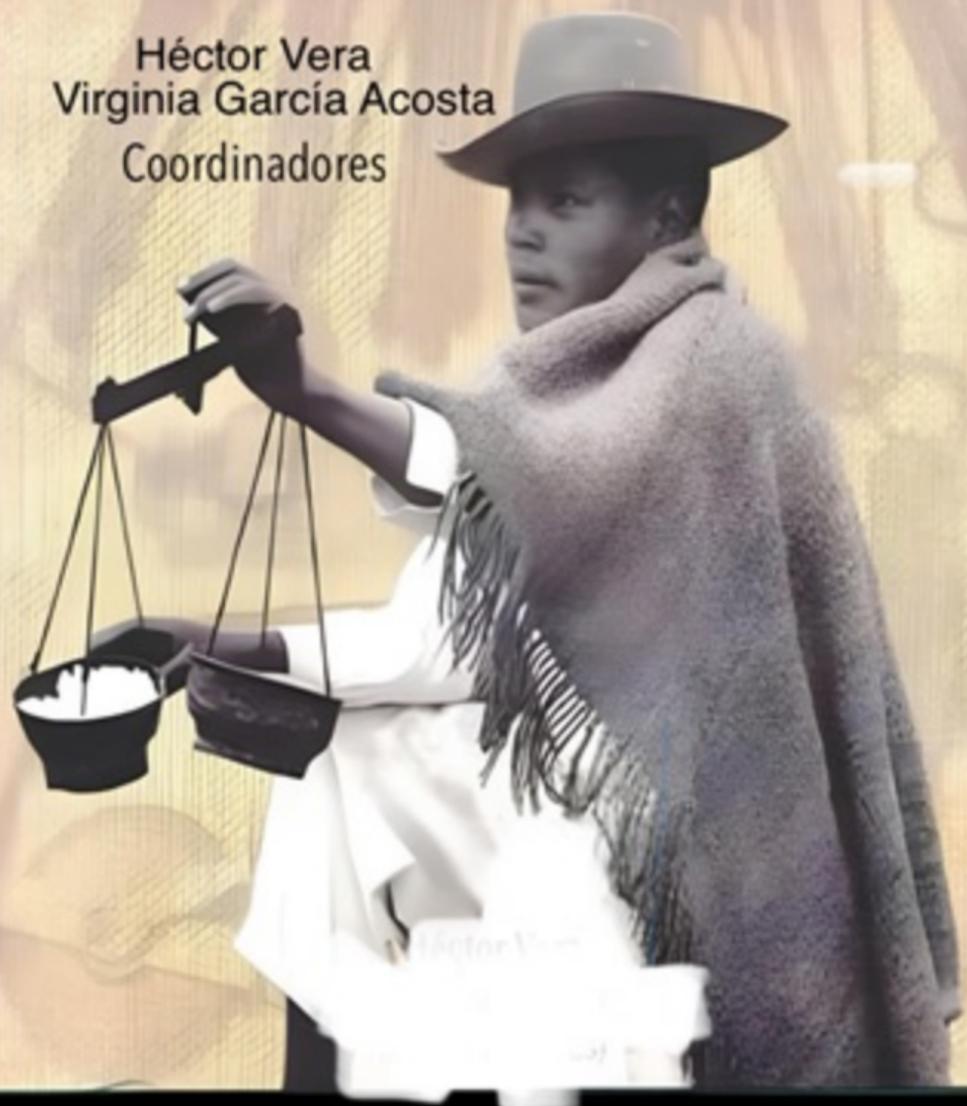


Antropología • Historia • Lenguaje • Sociología

Héctor Vera
Virginia García Acosta
Coordinadores



**METROS, LEGUAS Y MECATES
HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN
EN MÉXICO**

PUBLICACIONES DE LA CASA CHATA

Metros, leguas y mecatres.
Historia de los sistemas de medición en México

PUBLICACIONES DE LA CASA CHATA

Metros, leguas y mecatres. Historia de los sistemas de medición en México

Héctor Vera y Virginia García Acosta
(coordinadores)



530.8

M374m Metros, leguas y mecatres. Historia de los sistemas de medición en México /
Héctor Vera y Virginia García Acosta (coordinadores). -- México :
Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social,
Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, 2011
282 p. : il. ; 23 cm. -- (Publicaciones de la Casa Chata)

Incluye bibliografía

ISBN 978-607-486-122-8 (CIESAS)

ISBN 978-607-95615-0-5 (CIDESI)

1. Pesas y medidas - México. 2. Instrumentos de medición. 3. Agua - Medición.
4. Sistema métrico - México, I. Vera, Héctor, coord. II. García Acosta, Virginia,
coord. III. Serie.

Corrección: Antonio Mendoza y la Coordinación de Publicaciones del CIESAS

Tipografía y formación: Laura Roldán Amaro y Antonio Mendoza

Diseño de portada: Gabriel Salazar Enciso

Cuidado de edición: Herlinda Contreras Maya

Fotografía de la portada: *Pesando sal en balanza de metal*, de Raúl Estrada Discua, ca. 1950.

Reproducción autorizada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Primera edición: 2011

D. R. © 2011 Centro de Investigaciones y Estudios
Superiores en Antropología Social
Juárez 87, Col. Tlalpan,
C.: P. 14000, México, D. F.
difusion@ciesas.edu.mx

D. R. © 2011 Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial
Av. Playa Pie de la Cuesta 702,
Desarrollo San Pablo, 76130, Santiago de Querétaro, Qro
<http://cidesi.com/joomla/index.php>

ISBN 978-607-486-122-8 (CIESAS)

ISBN 978-607-95615-0-5 (CIDESI)

Impreso y hecho en México.

Índice

Introducción	9
<i>Héctor Vera y Virginia García Acosta</i>	
Proemio: Panorama de las pesas y medidas prehispánicas y coloniales en México	23
<i>Jean-Claude Hocquet</i>	
Primera parte. Las medidas prehispánicas y coloniales	
¿Cómo medían y contaban los antiguos mexicanos?	31
<i>Teresa Rojas Rabiela</i>	
La geometría de los nahuas-acolhuas en el valle de México: un estudio preliminar con base en sus pinturas	49
<i>Barbara J. Williams y María del Carmen Jorge y Jorge</i>	
Sistemas de medición españoles e indios en el México del siglo XVI	67
<i>Serge Gruzinski</i>	
Medidas de antiguo régimen: medidas con sentido social	79
<i>Virginia García Acosta</i>	
Medidas antiguas de agua novohispanas y mexicanas	101
<i>Jacinta Palerm Viqueira y Carlos Cháirez Araiza</i>	
Anexo 1. Conversiones de las medidas antiguas de agua al sistema métrico decimal	117
Anexo 2. Dictamen sobre medidas de agua, realizado por el director de Pesas y Medidas, Ezequiel Pérez, a solicitud del gobernador de Michoacán, 1893 (AGN, <i>Pesas y Medidas</i> , caja 22, exp. 2, ff. 51-55).....	118

Segunda parte. Medidas modernas: el sistema métrico

Los prototipos nacionales del sistema métrico decimal.....	123
† <i>Félix H. Pezet Sandoval</i>	
Del metro universal al mexicano: controversias en el México del siglo XIX sobre el sistema métrico decimal y la estandarización	137
<i>Laura Cházaro</i>	
¿Qué tanto es tantito? Historia de las medidas en la cocina mexicana	159
<i>Kenya Bello y Claudia Tania Rivera Mendoza</i>	
Medidas de resistencia: grupos y movimientos sociales en contra del sistema métrico	181
<i>Héctor Vera</i>	
Historia de las matemáticas, el sistema métrico decimal y la sociología del riesgo	201
<i>José Luis Talancón E.</i>	

Tercera parte. Historia de la moneda decimal en México

La difícil implantación del sistema métrico decimal en las medidas y monedas de México en el siglo XIX	217
<i>Inés Herrera</i>	
El sistema monetario decimal: cambios de fondo y de forma, 1857-1870	239
<i>José Antonio Bátiz Vázquez</i>	
El peso mexicano: de unidad de cuenta a unidad monetaria	251
<i>Juan Cristóbal Díaz Negrete</i>	
Bibliografía sobre la historia de las medidas en México	259
<i>Héctor Vera</i>	
Biodatas	273
Índice de imágenes	277

Introducción

Héctor Vera y Virginia García Acosta

Metro, legua y mecate son términos que se usan habitualmente en el español de México y los tres designan un tipo de unidad de medición. El metro, empleado para determinar nuestra altura, las dimensiones de un terreno, el ancho de un mueble e infinidad de otras operaciones cotidianas, es la unidad central de todo el moderno sistema métrico decimal. La legua, una medida que originalmente llegó a América con los europeos en el siglo xvi y se usaba para designar una distancia de cinco mil varas o el camino que regularmente se recorre en una hora, se sigue empleando casi exclusivamente en la navegación como legua marítima. Por mecate nos referimos generalmente a un cordel o cuerda, pero este término de origen nahua también hacía alusión a una medida agraria conformada por un cuadrado de 24 varas por lado; hoy en día aún se usa en zonas rurales, por ejemplo en Yucatán para terrenos de 20 por 20 metros (400 metros cuadrados). Así, en nuestra habla diaria conjugamos medidas prehispánicas, coloniales y métricas, sin que su mezcla nos produzca disonancia alguna. Este libro trata de estos tres tipos de medidas y de las sociedades, pasadas y presentes, que les dan sentido.

Una de las partes centrales de la historia de las medidas, en México o en cualquier parte del mundo, la constituye la aparición y difusión del sistema métrico decimal que en el transcurso de dos siglos ha logrado desplazar a miles de medidas locales, regionales y nacionales. La adopción oficial del sistema métrico en diferentes latitudes fue un proceso lento que pasó, en cada caso, de la autorización legal a la obligación de su uso generalizado. Fue en 1793 cuando se estableció la base natural y universal del sistema métrico al definir, a partir de una ley específica, al metro como la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre y dividirlo siguiendo una progresión decimal.

En 1790 la Asamblea Nacional Francesa lanzó el decreto que suprimió los derechos señoriales, entre los que estaban precisamente los usos indiferenciados, y por ello frecuentemente arbitrarios, de pesos y medidas particularmente en las transacciones comerciales; pero también el pago de impuestos en especie que hacían los siervos a los señores feudales. De ello se derivó la propuesta de adoptar medidas unitarias de carácter “natural”, por lo cual serían invariables. El Decreto de la Convención Nacional de Francia fue emitido el primero de agosto de 1793.

El sistema métrico nació entonces como un sistema científico basado en la naturaleza “inmutable” e igual para todos los hombres. Sin embargo, como señala Houben, “la lógica y la simplicidad del sistema [métrico] eran científicamente atractivos, pero en la práctica se tuvieron que superar muchos problemas. La introducción del sistema métrico decimal estaba muy lejos de ser fácil” (Houben, 1990: 132).

Si bien en Francia, que fue el primer país donde se introdujo —el sistema empezó a funcionar en 1795—, tuvieron que pasar diez años para que su adopción fuera extendiéndose. La primera oleada de propagación fuera de Francia se dio con el ejército de Napoleón a través de Europa, porque se imponía el metro en los territorios conquistados aunque cuando el ejército del Gran Corso fue definitivamente derrotado, el sistema métrico fue expulsado junto con los soldados franceses. Sin embargo, algunos años después varios gobiernos comenzaron a adoptar el sistema métrico, empezando por Bélgica, Luxemburgo y los países bajos, y seguidos en las décadas siguientes por casi toda Europa continental.

A mediados del siglo XIX se inició en América la adopción del sistema métrico: primero en la Guyana francesa, Martinica y Guadalupe; más tarde en el continente, comenzando en Colombia y después en México, Brasil, Chile y Ecuador (*L'aventure du mètre*, 1989: 68; Vera, 2007: 153). En la actualidad, prácticamente todos los países del mundo utilizan metros, litros y kilogramos, con la excepción de pocos países como los Estados Unidos, Liberia y Myanmar (antes Birmania).

En Francia se considera que la creación del sistema métrico decimal fue una de las obras capitales de la Revolución francesa, ya que permitió la unificación de medidas que, a su vez, constituyó uno de los factores preponderantes en el desarrollo del comercio y con ello de la integración nacional (*L'aventure du mètre*, 1989: 9). Su expansión, posterior reconocimiento y adopción como sistema internacional, debió pasar por varias sanciones también de carácter internacional. La Oficina Internacional de Pesos y Medidas realizó, entre 1875 y 1889, el estudio de los prototipos internacionales del metro y el kilogramo, el cual fue sancionado en 1889 por la Conferencia General de Pesos y Medidas. Estos acuerdos se mantuvieron por más de siete décadas hasta que en 1960 se adoptó una nueva definición basada en el largo de una onda de radiación de Kriptón 86. Hoy, tras una nueva definición que ha logrado la mayor exactitud posible hasta la fecha, por metro se entiende la longitud del trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de $1/299\,792\,458$ de segundo.

Son varios los textos que se han escrito sobre los efectos diversos de la introducción en Europa del sistema métrico decimal, que fuera calificado en su momento de “gloria de la Revolución francesa”. Quizá el más importante de estos trabajos sea *Las medidas y los hombres* (Kula, 1980) que analiza la naturaleza de las medidas premétricas, lo mismo que las resonantes exigencias de campesinos y comerciantes

por una reforma metrológica, poco antes de que explotara la Revolución francesa, y cómo el sistema métrico fue la respuesta de los científicos a estas demandas. Recientemente, en 2003, se publicó *La medida de todas las cosas* del historiador estadounidense Ken Alder, una investigación detallada sobre el origen del sistema métrico y las intensas labores de los matemáticos y astrónomos para determinar la longitud del arco del meridiano. También hay que mencionar las publicaciones dirigidas por Jean-Claude Hocquet, entre ellas *Genèse et diffusion du système métrique* que incluye ensayos sobre las circunstancias antes y después de esa “creación revolucionaria” en varias regiones francesas, y en el Imperio otomano, pasando por revisiones con respecto a las resistencias y problemas derivados del intento y posterior aplicación cada vez más generalizada de ese sistema. En México existen pocos esfuerzos sustantivos de esta índole; la única monografía dedicada al tema hasta la fecha es *A peso el kilo. Historia del sistema métrico decimal en México*, de Héctor Vera. De ahí parte la importancia de la presente publicación, que intenta menguar en algo estas carencias.

* * *

El interés por los temas metrológicos, desde una perspectiva histórica, surgió en la Europa del siglo xvi con la aparición de una serie de textos que describen pesos y sistemas de medición antiguos. Tal es el caso del famoso *De ponderibus et mensuris* de Juan de Mariana, escrito en 1599. Las publicaciones europeas de este tipo se iniciaron con el nacimiento del sistema métrico decimal; durante la segunda mitad del siglo xix varios “libros gruesos” aparecieron, particularmente en Alemania, discutiendo lo que ya se consideraba la “metrología de la antigüedad” (Houben, 1990: 4).

Pero el interés por recabar información sobre pesas y medidas no era puramente histórico. Conocer qué unidades de medición se usaban en distintos países era crucial para el comercio, especialmente al inicio de la era moderna, cuando los intercambios internacionales se intensificaron y la enorme variedad de unidades y magnitudes que se usaban en los distintos puertos entorpecía grandemente los cálculos y los contratos entre mercaderes. Así fue que nacieron compendios pensados para facilitar el comercio ultramarino. Obras como el enciclopédico *Tratado general de monedas, pesas, medidas y cambios de todas las naciones*, de Tomás Antonio de Marien y Arróspide (1789), son sumamente útiles para darse una idea del confuso estado de la metrología en las naciones europeas y sus colonias; incluso las largas y numerosas tablas de conversión de este tratado, todas llenas de cifras, consideran apenas algunas de las medidas y monedas de cada ciudad y reino. En particular, el trabajo de Marien y Arróspide es de interés porque fue publicado justo el año en que

el ambicioso plan para crear un sistema universal de medición, basado en principios cinéticos, comenzaba a tomar forma en los planes de los revolucionarios franceses.

El improbable pero exitoso itinerario del sistema métrico, de los pasillos de la Academia de Ciencias en París hacia el resto del mundo, comenzó formalmente después de que los científicos franceses convocaron a sabios de otras naciones europeas (aunque con la visible ausencia de Inglaterra) para verificar los cálculos en los que estaba basado el metro y declarar finalizados los trabajos para la creación del patrón definitivo en 1799 (Crosland, 1969). A esta reunión, que ha sido considerada como el primer congreso científico internacional en la historia, asistió el marino de guerra y matemático español Gabriel Ciscar y Ciscar, quien poco después publicó su *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales fundados en la naturaleza* (1800). Este tratado sirvió para que muchos sabios y científicos en México y el resto de la América hispana se familiarizaran con los principios del sistema métrico.

La primera obra publicada en México de la que se tiene noticia, y que discute el sistema métrico, es la *Guía para el conocimiento de monedas y medidas de los principales mercados de Europa, en las operaciones del comercio* (1825), de la cual se guarda una copia en el archivo histórico Ignacio Manuel Altamirano, de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. En su página introductoria se puede leer lo siguiente:

La multitud de obras científicas que incesantemente están llegando, ponen á los que quiere instruirse en ellas la obligación de imponerse en el sistema métrico decimal, decretado por la Convención Nacional de Francia en el año tercero de la república. Este sistema, tan hermoso como sublime, tan sencillo como exacto, tiene por principio generador de todas la medidas á la diezmillonésima parte del meridiano que vá del Ecuador al Polo, que es lo que se llama por antonomasia Metro, logrando de esa manera tener una unidad invariable y que ecsistiria aun cuando llegáran á perderse los marcos ó patrones de que actualmente se sirven en París, para determinar la estension en sus diferentes especies.

Esta guía cuenta también con “una noticia de las dimensiones de las medidas de los áridos y agrarias que se usan en los Estados Unidos Mexicanos”, en la que se muestran las equivalencias métricas de medidas como la caballería y la suerte de tierra. Como éste, al menos otros treinta manuales y tablas de conversión fueron publicados en las décadas siguientes en México.¹

¹ Véase la bibliografía al final del presente volumen.

Siguiendo esta línea de interés, a principios del siglo xx se publicó el popular *Diccionario de pesas y medidas mexicanas, antiguas y modernas y de su conversión. Para uso de los comerciantes y de las familias*, de Cecilio A. Robelo. Además del diccionario como tal, que en orden alfabético corre del adarme (“la dieciseisava parte de una onza”) a la vara (“unidad principal de las medidas de longitud”), incluye un apartado sobre “conversiones métricas”, que tiene por objetivo mostrar al lector las formas de convertir esas pesas y medidas mexicanas al sistema métrico decimal. Si bien este segundo apartado del diccionario incluye una introducción en la que Robelo aclara que “En este artículo sólo nos ocuparemos de la conversión de pesas y medidas del sistema mexicano a pesas y medidas del sistema métrico decimal y viceversa”, al inicio del diccionario propiamente dicho no hace lo mismo, es decir, no explica por qué incluyó en ese listado de 69 elementos, medidas derivadas tanto del sistema métrico decimal como algunas anteriores al mismo, ninguna de ellas de origen propiamente mexicano, pues se concentra en las medidas coloniales llegadas de España. Al titular su obra *Diccionario de pesas y medidas mexicanas* (1997 [1908]), Robelo quiso ofrecer al público un listado ordenado y las definiciones correspondientes de las pesas y medidas en uso en México a principios del siglo xx y con ello auxiliar en la difícil tarea de convertir medidas no métricas a métricas, cada vez más extendidas por entonces en el país, utilizando explicaciones sencillas y claras.

Robelo ofrece un listado de las “unidades de pesas y unidades que se han empleado hasta hoy en el comercio y que tienen que sustituirse por otras unidades del sistema moderno” (Robelo, 1997: s. p.):

La Vara	que se sustituirá con	el Metro.
La Fanega	” ”	el Hectolitro.
El Cuartillo	” ”	el Litro.
La Libra	” ”	el Kilogramo.
La Onza	” ”	el Gramo.
La Jarra	” ”	el Decalitro.
El Cuartillo	” ”	el Litro.

Robelo dedica las últimas páginas del diccionario a explicar con ejemplos las conversiones en precio “de las unidades antiguas en el precio equivalente de las unidades métricas”. Se trataba de modelos como este (Robelo, 1997: s. p.):

Ejemplo primero: un comerciante tiene piezas de género del que ha estado vendiendo la vara á 60 centavos, ¿á qué precio ha de dar el metro?

Sabremos el precio diciendo: si 838 milímetros valen 60 centavos, los 1 000 milímetros que tiene el metro ¿cuánto valdrán?

838: 60 = 1 000: X

$X = 60 \times 1\,000 / 838 = 72$ centavos.

Este formato de listado de equivalencias entre medidas antiguas y modernas, más un suplemento con nociones de aritmética y ejercicios, que siguió Robelo en el diccionario, fue muy común y está en otros folletos y guías sobre medidas escritas para ayudar a la gente a entender las medidas métricas y cómo usarlas en actividades cotidianas.

Tampoco era extraño que en estos manuales se aprendiera el uso de las nuevas monedas, pues la introducción en 1857 del sistema métrico decimal de pesas y medidas en el país estuvo acompañada de otra reforma: la decimalización de la moneda, con la cual el peso quedó dividido en cien centavos (dejando atrás el fraccionamiento de las monedas en octavas y doceavas partes, como sucedía desde el inicio de la Colonia). En México, como en casi todos los países del mundo, la adopción del sistema métrico se realizó simultáneamente, tendencia que puede verse desde que fueron introducidos en Francia el metro y el franco en la década de 1790, hasta los años setenta del siglo xx, cuando Inglaterra aceptó por fin metrificarse y hacer su moneda decimal, abandonando el secular sistema de libras, chelines y peniques. Excepciones notables a esta tendencia son Canadá y los Estados Unidos; en este último país el dólar fue la primera moneda plenamente decimalizada de la era moderna, después de haber sido diseñada por Thomas Jefferson en 1786, adelantándose por unos años a los franceses y que, sin embargo, no ha adoptado el sistema métrico decimal para las pesas y medidas. Como lo hicieron notar en numerosas ocasiones intelectuales y periodistas en México, a lo largo del siglo xix la reforma métrica de pesas y medidas perdía mucho de su sentido si no venía acompañada de la introducción efectiva de la moneda decimal (y viceversa), por lo que resulta necesario complementar el estudio del proceso de metrificación de las medidas con el de la decimalización de la moneda.

La historia de las medidas ha despertado el interés de numerosas áreas de especialización académica y tiene implicaciones para muchas disciplinas, algo que se puede confirmar atendiendo la diversidad de los colaboradores de este volumen. La variedad geográfica, disciplinar y hasta generacional, es lo que caracteriza a los autores de *Metros, leguas y mecatres*. Se trata de historiadores, antropólogos, sociólogos, geógrafos, ingenieros y matemáticos, de instituciones de México, Francia y los Estados Unidos; algunos de ellos son académicos con una reconocida trayectoria internacional; otros, investigadores jóvenes que aún cimentan su carrera. Esta

pluralidad en parte se debe a lo incipiente de nuestro conocimiento colectivo sobre el tema y, al mismo tiempo, puede verse como una muestra de la nueva forma de hacer historia que pretende integrar saberes previamente dislocados y evitar la separación artificial de continuidades sociales e históricas.

Al reunir estos trabajos esperamos colaborar a que futuras investigaciones tengan bases más sólidas y coherentes sobre las cuales apoyarse.

Metros, leguas y mecatres incluye catorce artículos, compilados en tres secciones. Las dos primeras responden a una división cronológica, mientras que la tercera constituye un recorrido histórico centrado en la introducción de la moneda decimal en México.

El proemio, "Panorama de las pesas y medidas prehispánicas y coloniales en México", de Jean-Claude Hocquet, se inicia con la pregunta: ¿quién usaba las medidas y con qué propósito? Describe los cambios en las medidas usadas por los indígenas mexicanos durante la Colonia, las conversiones relativamente fáciles de hacer y las diferencias prácticas de pesos entre productos frescos, secos, húmedos, mojados, etcétera. Considera las facilidades o dificultades, en su caso, de aceptar y adoptar medidas extranjeras; la adopción de las medidas de Andalucía y de Castilla, por ejemplo, radicó en la similitud que guardaban con las medidas indígenas de tipo antropométrico.

La primera sección dedicada a las medidas prehispánicas y coloniales incluye cinco artículos, empezando con "¿Cómo medían y contaban los antiguos mexicanos?", en el que Teresa Rojas Rabiela realiza un recuento sintético de la manera cómo se contaba y medía el tiempo, la longitud, el peso, el volumen y la población en el México antiguo. Se describe el sistema vigesimal (o de base 20) con el que se organizaba la medición y la contabilidad y cómo se registraban los números en documentos pictográficos. Igualmente el texto refiere el uso de calendarios, la elaboración de padrones de población y las unidades de medición más importantes, subrayando cómo muchas de ellas tenían al cuerpo humano como punto de referencia, tal es el caso de *cenxocpalli*: planta del pie, *cenomitl*: un codo y *mahtl-nehuitzan*: braza del pie a la mano extendida hacia arriba.

Barbara Williams y María del Carmen Jorge y Jorge, en "La geometría de los nahuas-acolhuas en el valle de México: un estudio preliminar con base en sus pinturas", sustentan la argumentación de que antes de la época colonial, los agrimensores acolhuas mantenían una geometría autóctona, la cual se representó en los registros a nivel local, tales como censos de población y títulos catastrales. De estos documentos se conservan muy pocos. Las autoras reconocen dos códigos pictográficos de Tepetlaoxtoc (municipio ubicado en el valle de México oriental) con los cuales han trabajado para demostrar su argumento de una "geometría indígena": el *Códice de Santa María Asunción* y el *Codex Vergara*. El estudio de los sistemas metrológicos

empleados por los agrimensores y con la elaboración de una base de datos, les permite hablar hipotéticamente de “los algoritmos acolhuas de área de superficie”.

Serge Gruzinski toca el tema de la medición de terrenos en su artículo “Sistemas de medición españoles e indios en el México del siglo xvi”; identifica el sistema de medidas prehispánico y menciona cómo perduró después de la conquista de manera sincrética, manteniendo el empleo del sistema vigesimal de origen indígena en medidas como la brazada o la varilla, que correspondía a dos varas y media relacionadas con las medidas *quahuatl* o *matl* (manos y brazos). Ante el interés de los colonizadores, y por medio de las ordenanzas de Felipe II, los españoles iniciaron sus expediciones, no sólo con el fin de reconocer el terreno recién apropiado, sino también para distinguir las dimensiones del mismo. En el artículo se pueden identificar medidas de espacio y la forma en que pudieron compartirse y equipararse tanto las indígenas como las españolas.

Virginia García Acosta en su artículo “Medidas de antiguo régimen: medidas con sentido social” revisa algunos casos de medidas antiguas que, no siendo antropométricas en sentido estricto, califica de medidas y formas de medir con sentido social. Considera dos casos: el del sistema “precio fijo-peso variable” a partir de dos productos de consumo básico en el México novohispano, el pan de trigo y la carne, y el que corresponde a medidas y formas de medir los temblores, un fenómeno natural recurrente en México. En ambos casos la información fáctica procede de trabajo de archivo.

Jacinta Palerm Viqueira y Carlos Cháirez, en “Medidas antiguas de agua novohispanas y mexicanas”, parten de tres preguntas: ¿en qué consistían las medidas antiguas de agua?, ¿cómo se convierten al sistema métrico decimal? y ¿consideraban o no la velocidad al momento de medir el agua? Para responderlas y observar cómo se atendieron esos temas, analizan obras escritas en el siglo xviii por Sáenz de Escobar, Lasso de la Vega y Miguel de Constanzó. También contrastan la medición del agua y la conversión de unidades al sistema métrico que se hicieron en México con las de otras naciones hispanoparlantes.

La segunda sección, dedicada a las medidas modernas y en particular a la introducción del sistema métrico en México, da inicio con el artículo de Félix H. Pezet Sandoval, “Los prototipos nacionales del sistema métrico decimal”, que narra la historia de la adquisición y el uso formal de los patrones de metro y kilogramo que llegaron a México después de que el gobierno de Porfirio Díaz decidiera adherirse al Tratado del Metro. Pezet cuenta las vicisitudes por las que han pasado estos patrones: su traslado de París a México en 1891, los cuidados que recibieron en la Oficina de Pesas y Medidas de la Secretaría de Fomento y cómo casi se pierden con el sismo de 1985 en la ciudad de México.

“Del metro universal al mexicano: controversias en el México del siglo XIX. El sistema métrico decimal y la estandarización”, es un artículo en el que Laura Cházaro recuerda que para hacer posible la introducción del sistema métrico, no era suficiente la fuerza legal del gobierno ni las opiniones de los científicos, pues en la práctica se presentaron múltiples desacuerdos y negociaciones entre burócratas, científicos, funcionarios y la gente común para adaptarse paulatinamente a las nuevas medidas.

En “¿Qué tanto es tantito? Historia de las medidas en la comida mexicana”, Kenya Bello y Claudia Tania Rivera Mendoza identifican, por medio de recetas de cocina, el proceso del cambio hacia el sistema métrico decimal del siglo XIX al XX. Responden a preguntas relacionadas con las recetas de cocina: ¿quién o quiénes las crearon?, ¿en dónde y en qué momento?, ¿a quiénes se dirigían?, y muestran cómo al responderlas es posible reconstruir las formas de medir y calcular sin contar con dicho sistema.

En “Medidas de resistencia: grupos y movimientos sociales en contra del sistema métrico”, Héctor Vera analiza las formas de oposición que en México la población utilizó para manifestarse en contra de la introducción de las nuevas medidas legales. En particular, discute una violenta rebelión campesina ocurrida en Oaxaca en 1896 para rechazar una nueva ley de impuestos y la imposición del sistema métrico; asimismo, compara las numerosas similitudes de este alzamiento con la revuelta de los Quebra-Quilos, que ocurrió en el norte de Brasil en 1874.

José Luis Talancón comienza su texto “Historia de las matemáticas, el sistema métrico decimal y la sociología del riesgo” preguntándose: ¿cuál es el hilo conductor y el tejido que une a estos tres temas? Realiza un resumen del desarrollo histórico-filosófico de las matemáticas e identifica cómo el desarrollo del cerebro humano y la socialización de la ciencia van de la mano con la generación y complejización de los problemas y la creación de alternativas, a su vez complejas, para solucionarlos. Esa necesidad de unificar para medir no es más que el acercamiento entre distintas culturas, procurando alcanzar cierta armonía entre lo diverso y una “estructura ordenadora” entre el cielo y la tierra.

La última sección que, como mencionamos, está dedicada a la introducción del sistema decimal en la moneda mexicana, incluye tres artículos. Inicia con “La difícil implantación del sistema métrico decimal en las medidas y monedas de México en el siglo XIX” de Inés Herrera, quien subraya la importancia de las bases legales para la aplicación del sistema métrico decimal, pues el desarrollo histórico de este sistema, en cuanto a su implantación, estuvo acompañado de una serie de sucesos que implicaron el avance o retroceso en dicha empresa. Esta historia se inicia con el Decreto de 1857, tras un intrincado proceso en el que destacaron la inestabilidad política, las luchas internas, las intervenciones extranjeras y las unidades económicas aisladas, que dificultaron grandemente la instauración de dicho sistema en el país.

José Antonio Bátiz Vázquez en “El sistema monetario decimal: cambios de fondo y de forma, 1857-1870” expone de manera detallada la aparición de las nuevas monedas, su auge en ciertos periodos y su desplazamiento, desde las primeras pruebas realizadas en piezas de cobre de un centavo (1841), y otras similares en 1862 en cobre y plata, hasta que en 1870 aparece el peso plata de balanza o “juarista”. Vincula las modificaciones de forma en las monedas con la ideología política predominante en el país. Con los datos que el autor ofrece, por ejemplo, se puede hacer una comparación entre monedas, e identificar las diferencias simbólicas en aquellas marcadas por dos episodios políticos nacionales: la moneda de un peso de Maximiliano de Habsburgo, que muestra en su anverso el perfil del emperador y en el reverso un escudo de armas del Imperio mexicano, y la moneda de un peso “juarista” en la que se observa en el anverso el escudo nacional con el águila de alas extendidas y en el reverso la alegoría de la República.

Juan Cristóbal Díaz Negrete cierra esta sección con su artículo “El peso mexicano: de unidad de cuenta a unidad monetaria”, en el que describe las formas de apropiación de las “monedas” existentes por los españoles al llegar a la Nueva España, tales como el cacao y el *tepuzque* (cobre y oro) hasta la consolidación de la Casa de Moneda. Ofrece un recuento de los tipos de moneda utilizados a lo largo de la historia hispanoamericana hasta la época independentista, y la aparición del papel moneda en el régimen de Iturbide que incluyera los primeros “pesos” en la historia de México.

El libro concluye con una recopilación bibliográfica de obras dedicadas a la historia de las medidas en México, a cargo de Héctor Vera.

El origen de este libro está en el coloquio Historia de los Sistemas de Medición en México, realizado para conmemorar los ciento cincuenta años de la introducción del sistema métrico decimal en nuestro país, que se llevó a cabo entre el 14 y el 16 de marzo de 2007 en el Distrito Federal, bajo los auspicios de la Embajada de Francia en México, el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, el Museo Interactivo de Economía, el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial y el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Agradecemos ampliamente a estas instituciones su apoyo, sin el cual dicho coloquio, y consecuentemente este libro, no hubieran sido posibles. Christian Moire, de la Oficina del Libro de la Embajada de Francia, no sólo apoyó con entusiasmo la realización del coloquio, también hizo posible la traducción del artículo de Serge Gruzinski. Finalmente, hacemos extensivo nuestro agradecimiento a Myriam de la Parra por su ayuda para llevar a buen puerto esta publicación.

*

Cuando el libro estaba a punto de entrar en el proceso de impresión, recibimos la lamentable noticia del fallecimiento del ingeniero Félix Pezet Sandoval, quien fuera jefe de la División de Masa y Densidad en el Centro Nacional de Metrología. Además de un destacado científico, Félix fue un entusiasta de la historia del sistema métrico decimal en México y un colega siempre dispuesto a compartir su experiencia y descubrimientos. El texto que escribió para este volumen fue su último artículo; así como sentimos que no haya alcanzado a verlo publicado, nos alegra haber tenido la suerte de colaborar con él.

Bibliografía

ALDER, KEN

2003 *La medida de todas las cosas*, Madrid, Taurus.

CISCAR Y CISCAR, GABRIEL

1800 *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales fundados en la naturaleza*, Madrid, Imprenta Real.

CROSLAND, MAURICE

1969 "The Congress on Definitive Metric Standards, 1798-1799: The First International Scientific Conference?", *Isis*, núm. 2, vol. 60, pp. 226-231.

HOCQUET, JEAN-CLAUDE Y BERNARD GARNIER (coords.)

1990 *Genèse et diffusion du système métrique*, Caen, Editions-diffusion du Lys.

HOUBEN, G. M. M.

1990 *5000 Years of Weights*, Zwolle, Houben.

KULA, WITOLD

1980 *Las medidas y los hombres*, México, Siglo XXI Editores.

MUSÉE NATIONAL DES TECHNIQUES

1989 *L'Aventure du mètre*, París, Le Musée.

MARIANA, JUAN DE

1599 *De ponderibus et mensuris*, Toledo, Apud Thomam Gusmanium.

MARIEN Y ARRÓSPIDE, TOMÁS ANTONIO DE

1789 *Tratado general de monedas, pesas, medidas y cambios de todas las naciones, reducidas a las que se usan en España*, Madrid, Imprenta de D. Benito Cano.

OFICINA DE ONTIVEROS

- 1825 *Guía para el conocimiento de monedas y medidas de los principales mercados de Europa, en las operaciones del comercio. Con una noticia de las dimensiones de las medidas de los áridos y agrarias que se usan en los Estados Unidos Mexicanos*, México.

ROBELO, CECILIO A.

- 1997 [1908] *Diccionario de pesas y medidas mexicanas, antiguas y modernas y de su conversión. Para uso de los comerciantes y de las familias*, México, CIESAS.

VERA, HÉCTOR

- 2007 *A peso el kilo. Historia del sistema métrico decimal en México*, México, Libros del Escarabajo-Embajada de Francia.

Proemio: Panorama de las pesas y medidas prehispánicas y coloniales en México¹

Jean-Claude Hocquet

México ha tenido una increíble variedad de pesas y medidas que han cambiado según la región y periodo histórico, y si a esto se agregan los diferentes usos que se hacen de estas pesas y medidas la situación se complica aún más. La tarea del historiador, en este caso, consiste en reconstruir los antiguos sistemas de medición y entender cómo se usaban planteándose una doble pregunta: ¿quién usaba las medidas y con qué propósito? Una constante es que en cualquier tipo de intercambio, la más poderosa de las partes impone a la otra el modo de medir y contar que le resulta más conveniente.

MEDIDAS INDÍGENAS

En 1520 Hernán Cortés tuvo la oportunidad de visitar el mercado de Tlatelolco y conocer las transacciones que ahí se llevaban a cabo. En su segunda *Carta de relación* escribió que “Todo se vende por cuenta y medida, excepto que hasta ahora no se ha visto vender cosa alguna por peso” (Cortés, 1963: 73). Antonio de Herrera y Tordesillas reportó —aunque su información no ha sido confirmada— que los indios tenían una medida para todo y que los jueces controlaban las pesas y medidas y castigaban a quienes las adulteraban. Sin embargo, por el desarrollo alcanzado por los mesoamericanos antes de la conquista, es muy probable que hayan tenido un conjunto de medidas y estándares que usaban en el reparto de tierras, en las transacciones comerciales, en el cobro de tributos, en la construcción, en la medicina, etcétera, y que estas medidas constituyeran un sistema unificado y coherente.

¹ Una versión previa de este texto fue publicada en la *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures*, Helaine Selin (coord.), Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1997: 1023-1025. Se publica con autorización del autor. Traducción de Héctor Vera.

Después de la conquista, los españoles impusieron medidas provenientes de Andalucía y Castilla, como brazos, codos y palmos, que los indios adoptaron rápidamente pues eran medidas antropométricas como las suyas. El resultado de esta adopción fue que los símbolos mesoamericanos de medidas se transcribieron en términos europeos en los pictogramas indígenas escritos en náhuatl. Las barras representaban dígitos, pequeños círculos negros representaban veintenetas y otros signos, manos y pies. Así, por ejemplo, los indios daban el nombre de *tlamamalli* a la carga que un hombre (cargador o *tameme*) podía llevar sobre sus hombros en un día de trabajo. En el sistema novohispano, en un movimiento de lenguaje y significado muy simple, esta carga tenía precisamente el nombre de *tameme*, y era el equivalente a media fanega española o dos arrobas (Castillo, 1972: 202-203). Esta carga indígena cambiaba de peso en función de la mercancía pesada y de la fuerza del cargador; en el caso del cacao era el equivalente de tres *xiquipilli* de ocho mil granos cada uno.

En las medidas de capacidad, de las cuales había una gran diversidad, la más pequeña era el *centlachipinilli* que literalmente significa “una gota de algo” y que se relacionaba con el *centlachipiniltontli* (“una gotilla de algo”). También había unidades pequeñas usadas en la medicina, como la cucharada (*cemixcolli*, *cenxumatli*, etcétera). El *testal* era la medida para designar la cantidad de maíz necesaria para hacer una tortilla (Castillo, 1972: 204-205).

Para medidas de áridos, en especial granos, era común que se usaran medidas equivalentes a las que habían llegado desde España. El *acalli*, por ejemplo, del cual no se conoce su peso, era parte de un sistema aritmético junto con el *cencuauhacalli*—que era igual a media fanega— y con el *cuauhacaltontili*—que equivalía a un clemín—. Estos intentos de hacer equivalencias permiten concluir que los conquistadores trataron de imponer su propio sistema de medición, al mismo tiempo que adoptaban los nombres locales.

Las medidas de longitud eran usadas en la confección de ropa, especialmente mantas manufacturadas con lienzos de diversos tamaños. La mayoría de las unidades de longitud eran para medir terrenos y estaban basadas en partes del cuerpo humano, como *cemíz-tetl*, *cemmapilli* y *cémmatl*, que significan, respectivamente, uña, dedo y mano o braza. La “braza” designaba la altura de una persona, desde un pie hasta una mano alzada, pero también medía una diagonal desde el pie izquierdo hasta la mano derecha alzada y era el equivalente de tres varas españolas. Esta dimensión prueba que la braza era una medida geométrica y no una antropométrica; fue obtenida juntando una medida antropométrica como el dedo—medido en su largo— a un coeficiente. Las medidas europeas de longitud no tenían el mismo tipo de variación, en las que un pie podía variar entre 28 y 60 centímetros. Sin embargo, para las medidas agrarias, algunas brazas eran más pequeñas y la vara era igual a dos brazas. En Tula había una división de tierra implementada para reformar

los impuestos, es decir, a cada indio le dieron un terreno de cien varas de largo y veinte de ancho; cada una de estas varas hacía dos brazas y ésta era la medida que usaban los indios. Es posible que en esta reforma se hiciera referencia a lo que llamaban “una vara indígena” y a una braza española. Existían estándares de medida y longitud y para medir la tierra se usaban palos y cordeles, tal como hacían los agrimensores europeos (Castillo, 1972: 210-221; Matías Alonso, 1984).

También había medidas itinerarias, como el *cennecehuilli* y el *cennetlalolli*, que eran usadas por viajeros, soldados y comerciantes, y que algunos autores españoles tradujeron como leguas.

PESAS Y MEDIDAS EN NUEVA ESPAÑA

En las fuentes del siglo XVIII la variedad de nombres que tenían las medidas —carga, fanega y arroba— esconde las relaciones numéricas que unen a múltiplos y submúltiplos.² La carga está compuesta por dos fanegas, y éstas a su vez se componen de entre seis y ocho arrobas. Por lo general, el historiador va de las más grandes a las más pequeñas; pero en la práctica el campesino, el arriero o el comerciante proceden en sentido inverso. Del mismo modo que el quintal métrico está hecho de gramos y kilogramos, entre los cuales el factor diez rige todas las relaciones, en el siglo XVIII el dos y el seis (que es igual a dos multiplicado por tres) rigen las relaciones de la carga con sus submúltiplos. El sistema métrico decimal es un sistema científico, tiene un carácter matemático, es invariable e independiente de los humanos. En cambio, los sistemas de medición anteriores al sistema métrico partían de las personas y de observaciones que directamente les concernían; de su trabajo y de su capacidad para completar ciertas tareas con la ayuda de animales. Es decir, si una mula tiene que subir por veredas muy pronunciadas con su carga a cuestras, el arriero compensa reduciendo el peso de la carga en una o dos arrobas. En ocasiones las fuentes mencionan “cargas pequeñas” en contraste con “cargas regulares de mula”. Como informa Ewald,

Mientras el transporte estuvo basado principalmente en recuas y carretas, el peso de las cargas se determinó por la distancia que había hasta el consumidor, la disponibilidad de pastura durante el trayecto y por el tipo de caminos y veredas. En el caso de sendas montañosas, terrenos con muchas irregularidades o distancias muy largas, la carga —el peso que tradicionalmente cargaban las mulas— podía disminuir.

² Sobre las medidas en Nueva España, puede verse García Acosta (1988).

Es decir, una carga de mula podía constar de una y media o dos fanegas. En 1832 el gobernador de Oaxaca dijo que “debido al mal estado de los caminos, la carga no podía constar de más de ocho arrobas”. (Ewald, 1985: 218)

Generalmente la costumbre de mencionar el número de arrobas que componen una fanega o una carga, no elimina la incertidumbre que rodea a todo dato cuantitativo. En 1751 la carga de sal en Tehuantepec consistía en 14 arrobas. Otras fuentes del siglo XVIII dicen que la sal húmeda de Tehuantepec era de 16 arrobas, mientras que la sal seca se calculaba entre 12 y 14 arrobas.

La humedad o resequedad de las mercancías transportadas afectaba notablemente su peso. El agua incrementa el peso de productos ligeros, como los granos, pero puede aligerar los productos pesados, en particular la sal. En Tehuantepec la variación en el peso frecuentemente alcanzaba a ser de una cuarta parte. Otras variaciones se podían notar también entre diferentes regiones: “En Yucatán, en el siglo XVIII, una fanega de sal vieja pesaba aproximadamente nueve arrobas, una fanega de sal nueva diez u once arrobas” (Ewald, 1985: 368). Comúnmente la carga en el Valle de México era llamada incorrectamente fanega como en Yucatán.

Y todavía hay otra complicación. Ralph Roys, por ejemplo, notó que la fanega puede definirse como 1.6 *bushels* y como una carga de cien arrobas de grano (Roys, 1957), que es un ejemplo de hacer concordar medidas tradicionales con las usadas en el mercado nacional que se regía por el sistema métrico decimal, al mismo tiempo que se pretendía conservar los nombres antiguos. Pero,

esta afirmación ha llevado a varios académicos a asumir que la fanega pesa cien libras, lo cual no siempre es el caso. La fanega, como el *bushel*, es una medida de capacidad, no de peso. Por lo tanto, el peso de la fanega varía enormemente dependiendo de los productos que se midan con ese estándar. Una fanega de maíz bien podría pesar cerca de cien libras, pero la sal es mucho más pesada. Una amplia investigación de la literatura sobre pesas y medidas en la región maya, desde Yucatán hasta El Salvador, sugiere que una fanega de sal comúnmente pesa unos 115 kilogramos. (Andrews, 1983: 136-138)

Es importante no confundir medidas de capacidad, que son volúmenes, con unidades de peso, que miden masa: pesar los contenidos de una medida volumétrica sólo puede llevar a distorsiones, pues cada cuerpo tiene un peso específico que lo distingue de todos los demás.³

³ Sobre este problema, véase Hocquet (1992).

Los extranjeros que viajaron y trabajaron en México durante el siglo XIX reportaron que una fanega de sal pesaba aproximadamente 70 kg y una carga 140 kg. J. Buschmann afirmaba que la carga tenía 138 kg. Sin embargo, entre 1912 y 1913 hay registros comerciales que calculaban la carga de sal de Colima en 161 kg. Entre 1916 y 1917 la carga fue reducida nuevamente a su acostumbrada cantidad de 140 kg. En fuentes del siglo XIX se dice que el equivalente de la carga era de 300 libras.

En suma, algunos de los resultados de la literatura histórica sobre este asunto indican que en la meseta central (sal de Tehuantepec), una carga se dividía en dos fanegas, 14 arrobas (cuando se trataba de sal seca) o 16 arrobas (cuando se trataba de sal húmeda), y 300 libras (para la sal seca), como puede verse en el siguiente cuadro:

CUADRO 1

	<i>Carga</i>	<i>Fanega</i>	<i>Arroba</i>
Carga	1		
Fanega	2	1	
Arroba (sal seca)	14	7	1
Arroba (sal húmeda)	16	8	1
Libras (sal seca)	300	150	24.1
Kilogramos	138	69	

En Yucatán la substitución de la fanega por la carga no modifica el sistema. Una fanega se dividía en nueve arrobas (cuando se trataba de sal vieja) u once arrobas (cuando se trataba de sal nueva), y 300 libras:⁴

CUADRO 2

	<i>Fanega</i>	<i>Arroba</i>	<i>Libra</i>
Fanega	1		
Arroba (sal vieja)	9	1	
Arroba (sal nueva)	11		
Libras	300	33.33	1
Kilogramos	138		0.460

⁴ Sobre las medidas en España, véanse Villeda (1985) y Gual Camarena (1981).

El historiador reconocerá la carga de mula de 300 libras y la libra de 16 onzas, un territorio tan familiar que pensará que se encuentra en Castilla en los tiempos de los reyes católicos.

Bibliografía

ANDREWS, ANTHONY P.

1983 *Maya Salt Production and Trade*, Tucson, University of Arizona Press.

CORTÉS, HERNÁN

1963 *Cartas y documentos*, México, Porrúa.

CASTILLO FERRERAS, VÍCTOR

1972 "Unidades nahuas de medida", *Estudios de Cultura Náhuatl*, núm. 10, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas, pp. 195-223.

EWALD, URSULA

1985 *The Mexican Salt Industry, 1560-1980: A Study in Change*, Nueva York, Gustav Fischer Verlag.

MATÍAS ALONSO, MARCOS

1984 *Medidas indígenas de longitud*, México, CIESAS.

ROYS, RALPH L.

1957 *The Political Geography of the Yucatan Maya*, Washington, Carnegie Institution of Washington.

Primera parte

Las medidas prehispánicas y coloniales

¿Cómo medían y contaban los antiguos mexicanos?

Teresa Rojas Rabiela

El estudio de las pesas, medidas y cuentas en la historia de México, en particular de la época prehispánica (quizá la menos conocida de todas), es un tema apasionante que se vincula con la evolución de, entre otros temas, la tecnología y la cultura material. De él me he ocupado desde hace tiempo, producto de lo cual he reeditado dos fuentes intituladas *Diccionario de pesas y medidas mexicanas*, de Cecilio A. Robelo (1908) y *Ordenanzas de tierras y aguas* recogidas por Mariano Galván y Rivera (1826), y pronto publicaré la inédita *Geometría práctica y mecánica*, de Joseph Sáenz de Escobar (1706). Pero ahora me ocupo de las pesas, medidas y cuentas durante el periodo mesoamericano, concentrándome en los pueblos nahuas del centro, sobre los que tenemos numerosas fuentes, en particular una serie de documentos en náhuatl de gran valía.

Medir y contar son verbos distintos que, en lo que toca a pesas y medidas, deben combinarse. Y en materia de medición y contabilidad, las culturas prehispánicas tuvieron logros significativos, si se consideran en el contexto de las antiguas civilizaciones del mundo. “Los aztecas tenían una fuerte tendencia a medir y contar” nos dicen al respecto Harvey y Williams (1981: 22).

Al lado, y en combinación con la medición y la contabilidad, se dieron otras invenciones y desarrollos técnicos significativos: la escritura jeroglífica, la observación astronómica, los calendarios o almanaques, los registros históricos y las habilidades “ingenieriles” y arquitectónicas, concretadas en obras urbanas e hidráulicas (e. g. calzadas-dique, diques, acueductos, canales, presas, cisternas, basamentos de templos, palacios, juegos de pelota, caminos, plataformas artificiales, suelo artificial, etcétera). No es aquí el lugar para hacer una síntesis del conocimiento sobre todas estas materias, pero sí de señalar que sabemos mucho más acerca de los calendarios y de la escritura de los antiguos mexicanos, que de los sistemas de medición y contabilidad o sobre sus aplicaciones en la planeación y construcción de las obras antes mencionadas.

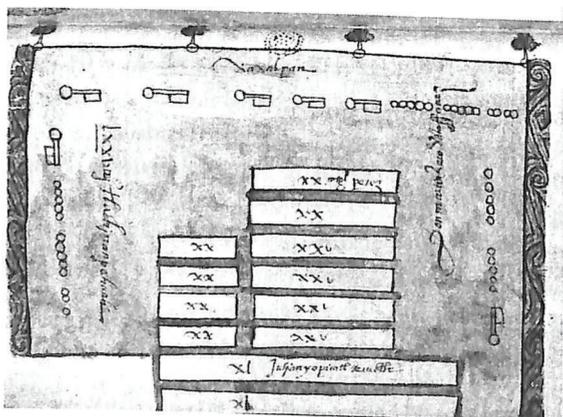
Enseguida haré un recuento muy sintético, y seguramente parcial, de lo que sabemos en torno a la materia de medir, contar y pesar en el México antiguo, por lo que revisaré las diversas materias posibles relacionadas con contabilizar; para empezar menciono que el sistema aritmético se basaba en “tres números mayores”: 20, 400 y 8 000.

En náhuatl el número “20” se traducía literalmente como “una cuenta” (*cem-poalli*); el “400” (20 al cuadrado), como “un cabello”, *cen-tzontli*; y el “8 000” (20 al

cubo), como “una bolsa” (costal, talega alforja), *cen xiquipilli*. En los altiplanos centrales el sistema “era vigesimal en todas las cantidades, mientras que en el sistema maya hay una alteración en la tercera posición” (Ayala, 1995: 398).

En cuanto a la forma de registrar dichos números en pictografías, los habitantes de los altiplanos centrales utilizaron el glifo bandera = *pantli* para el “20”, una especie de pluma o pinito estilizado (cabello) para el “400” y una bolsa de copal o incienso (*xiquipilli*) para el “8000” (sobre todo en registros catastrales y de tipo económico) (Boone, 2000: 43).

FIGURA 1
Paraje Xaxalpan, ca. 1582



El numeral *pantli* = 20, más los círculos, uno = 1, dan las medidas lineales 53, 114 y 30.
Con romanos se registra, probablemente, el número de chinampas en cada bloque rectangular
(AGN, *Vínculos y Mayorazgos*, vol. 279, exp. 1, f. 78, cat. 2964).

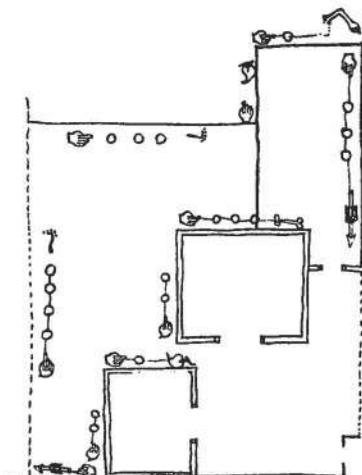
Para cantidades menores a 20, los mexicas emplearon pequeños círculos en blanco para el número uno, y cinco de estos círculos unidos por una línea inferior para el número cinco. Los acolhuas de Texcoco, cuya aritmética ha sido estudiada a profundidad por Harvey y Williams, usaron un sistema “posicional de línea y punto [...] que empleaba solamente cuatro símbolos de trazo fácil: una línea vertical, cinco líneas atadas en la parte superior, un punto y un glifo de maíz (*centli*) con posición indicativa del valor de los símbolos, o ‘para representar algunas funciones de cero’” (Harvey y Williams, 1981: 28). Este sistema se empleó en documentos prediales, pero también se aplicaba, en términos generales, en el cálculo aritmético, sobre lo cual estos autores anotan que: “Los enteros entre estas posiciones (20, 400, 8000) son las cantidades que se añaden o multiplican. Por ejemplo, 49 se representa como *ompou-*

alli onchiconahui, o sea ‘2 cuentas y 9’; y 500, como *centzontli ipan macuilpoualli*, o sea, ‘un cabello y 5 cuentas’” (Harvey y Williams, 1981: 23).

A diferencia de los sistemas de notación árabe y romano, que utilizan el valor posicional horizontal, el sistema texcocano ignora la posición horizontal, por lo que el número 23 puede ser escrito ya sea como *///.* o *.///*, y tiene una notación posicional de línea y punto, basada en la posición vertical (Harvey y Williams, 1981: 29).

FIGURA 2

Plano de una casa en la ciudad de México en 1583



El plano tiene cuatro medidas lineales: la mano, *cenmatl*, o “braza”, y tres monadas o medidas indivisibles: *cenyolotli*, un corazón; *cenomitl*, un hueso y *cenmitl*, una flecha (AGN, *Tierras*, vol. 54, exp. 5, f. 7, cat. 576. 9).

Los mayas y zapotecos emplearon el punto para el número uno, una barra para el número cinco, y cuatro barras para el número 20 (Boone, 2000: 43). Los mayas, además, crearon un signo que ha sido llamado “cero” pero que, de acuerdo con Ayala, “cumple una función similar, aunque no tiene sentido de vacío o ausencia, sino que indica ‘completamiento’” (Ayala, 1995: 397). Con esos tres signos (1, 5 y 0), los mayas

pudieron anotar cualquier cantidad ya que los números aumentan su valor en forma vigesimal por la posición que ocupan. Aunque puede sonar extraño, en realidad funciona igual que nuestro sistema; es decir, la diferencia entre 1, 10, 100 y 1 000 está indicada precisamente por la posición que ocupa el dígito 1 y los ceros escritos. Lo

mismo ocurre con los números mayas, con la diferencia de que el incremento es de 20 en 20, y los números se anotaban en columnas, siendo la posición más baja la de las unidades y continuando hacia arriba. (Ayala, 1995: 398)

Esta autora señala que todas las anotaciones numéricas de los mayas conocidas son calendáricas, “por lo que se desconoce si los comerciantes, ingenieros y arquitectos usaban el sistema vigesimal sin alteraciones” (Ayala, 1995: 398).

Una característica de la numeración en la lengua náhuatl era que variaba “conforme a la diferencia y diversidad que ay de cosas”, de acuerdo con fray Alonso de Molina en su *Vocabulario* (1576, en 1977).

La siguiente lista procede de esta misma fuente (se respetó la grafía del original) (Molina, 1977: 10-11): 1) “cosas animadas, maderos, mantas, chili, papel, esteras, tablas, tortillas, sogas o cordeles, hilo, pieles, canoas, barcas o navíos, cielos, cuchillos, candelas o cosas semejantes”; 2) “gallinas, huevos, cacao, tunas, panes de Castilla, cerezas, assentaderos, frutas, frisoles, calabazas, nabos, xicamas, melones, libros o cosas redondas y rollizas”; 3) “renglones, o camellones de surcos, paredés, rengleras de personas, o otras cosas puestas por orden a la larga”; 4) “platicas, sermones, pares de zapatos o cacles, papel, platos, escudillas, troxes o cielos; y esto se entiende, quando esta una cosa sobre otra doblada, o quando una cosa es diversa o diferente de otra”; 5) “papel, esteras, tortillas, manas, pellejos: contando de veinte en veinte”; 6) “mazorcas de mayz, o mazorcas o piñas de cacao, y unas flores que llaman yeloxuchitl, y pilares de piedra, platanos, y cierto pan de semillas, como bollos que llaman tzuoualli. Y otros de mayz largos como cañutos, que llaman tlaxcalmimilli”.

¿QUÉ SE CONTABA Y QUÉ SE MEDÍA?

Abordemos ahora dos temas distintos pero relacionados entre sí: medir y contar, y qué y cómo se hacía: el tiempo, las personas, los trabajadores y tributarios, los predios agrícolas y para habitación, las acequias y otras construcciones, el volumen, el peso, la distancia, las cosas, y el valor de éstas como medios de cambio (moneda o equivalencias).

El tiempo. Se tenía cuenta y registro de los días, las semanas, los meses, los años y los “siglos” (en su sentido de época, generación), derivados de la observación práctica y astronómica de fenómenos solares (los solsticios y equinoccios), lunares y venusinos. Se ha podido determinar que los mesoamericanos del periodo anterior al contacto con Europa compartían un sistema calendárico, si bien con ciertas variaciones, que estuvo fuertemente relacionado con la religión y los rituales.

El ciclo superior o “siglo” era de 52 años (el ciclo de Venus) y en él se concatenaban, a manera de engranaje, dos calendarios, el de 260 días y el de 365 días.

En el primero, llamado “calendario ritual” o “almanaque sagrado”, *tonalpohualli* en náhuatl, “cuenta de los días”, se combinaban 13 numerales con 20 nombres de los días, con lo que se tenían 13 periodos de 20 días cada uno (veintenas), “que se sucedían sin interrupción; para que el primer día se vuelva a combinar con el primer número es necesario que transcurran 260 días (820 por 13)” (Ayala, 1995: 399). Este almanaque sagrado o ritual, “servía principalmente para buscar el pronóstico relativo al día, ya fuera para los individuos (nacimiento, casamiento, enfermedades y diferentes actividades), o bien para la comunidad (inicio de periodos, guerras, sacrificios comunales, epidemias, etcétera)” (Ayala, 1995: 399). Resulta evidente que este calendario era el que servía para anotar las fechas, mientras que el solar era para tareas agrícolas y económicas.

En el calendario “solar”, “civil” o *xiuhpohualli* en náhuatl, “cuenta del año”, se combinaban 20 días con sus respectivos nombres y 18 numerales, con lo que se tenían 18 periodos de 20 días cada uno (veintenas, “meses”), a los que se agregaba un “mes” de cinco días, sin nombre, considerados aciagos. La combinación o concatenación de los calendarios permitía no repetir la misma fecha antes de que transcurrieran 52 años, equivalentes a un “siglo” o rueda calendárica (Ochoa, 1999: 189).

Los nombres para designar los días, meses y años tuvieron algunas variaciones según las diversas culturas mesoamericanas; pero como ya se asentó, el sistema era el mismo. Debe resaltarse que los mayas desarrollaron “un sistema más complejo que les permitió ubicar los distintos eventos sin posibilidades de confusión”. A ese sistema se le ha llamado la “cuenta larga” y lo constituyen los siguientes signos básicos (Ochoa, 1999: 190):

Kin = 1 día

Uinal = 20 días = 20 kines (un día)

Tun = 360 días = 18 uinales (un año)

Katun = 7 200 días = 20 tunes

Baktun = 144 000 días = 20 katunes

Según afirma Ochoa, los mayas pudieron registrar el tiempo con gran exactitud como “resultado de cuatro grandes logros: la concepción de una ‘fecha era’, la invención del cero con valor posicional, una numeración vigesimal y un sistema de representación gráfica de los ‘signos’ calendáricos y no calendáricos” (Ochoa, 1999: 190). La “fecha era” significaba el “punto de partida para referir todos los acontecimientos que les interesaba dejar asentados. Esa fecha corresponde al 11 de agosto

del año 3114 a.n.e., o al 12 de agosto de 3113 a.n.e del calendario gregoriano, según distintos autores. Al contar el transcurso del tiempo [...] pudieron registrar sin confusión los acontecimientos más relevantes de su historia. A ese procedimiento de registrar se le llama “cuenta larga” (Ochoa, 1999: 189-190).¹

Las personas en general y en su ciclo vital. Se contaban y registraban los hombres, las mujeres, los viejos y las viejas, los niños y las niñas, los muertos; en ocasiones se distinguían rasgos físicos, vestuario, pose, rango, estatus, ocupación y etnicidad (Boone, 2000: 44-48). Si bien no tenemos la fortuna de contar con un registro prehispánico, alguno de este tipo de padrón de población, sí lo tenemos de los cronistas del siglo XVI para los altiplanos centrales de México. En este tipo de documento, llamado en náhuatl *tlacatlacuilolli* o *tlacanyotl* (censo de gente por casa de familia), se registraba a los pobladores comprendidos en las diversas unidades socioterritoriales (*calpulli*, *tlaxilacalli*, *altepetl*), y probablemente se daba cuenta de las diferencias internas en lo que toca a estrato (noble o *pilli*, o bien *macehualli*, es decir, gente del común, plebeyo) y especialización (artesano, oficial, funcionario, entre otros).

También es posible que además existieran *Padrones de trabajadores* (*tequichiuhque* en náhuatl, trabajadores), similares a algunos elaborados en la colonia temprana, en donde se registraron en conjuntos de 20 y de 100 (5 veintenas), cada uno a cargo de funcionarios menores (veintenario o *cenpanpxiqui* y centurión o *macuiltepanpixqui*), y con el señalamiento, según el caso, de la especialidad de los trabajadores (artesano, albañil, picapedrero, carpintero, huarachero, petatero, etcétera). Dos fuentes de este tipo, una manuscrita en lengua náhuatl y la otra en pictografías y en caracteres latinos, son los *Padrones de Tlaxcala* (Rojas Rabiela, 1987) y la *Matrícula de Huexotzinco* (Prem, 1974).

En diversos documentos y en las obras de los cronistas del siglo XVI hay referencias a la organización sociopolítica relacionada con el conteo y el empadronamiento de la población para su control y manejo con fines diversos (tributarios, laborales, catastrales, militares), que muestran claramente una estructura característica de sociedades de tipo estatal, específicamente “oriental”, basada en el manejo de la gente más que en un desarrollo tecnológico mediante los instrumentos.² Esta organización ha sido estudiada principalmente por la que esto escribe. Entre los poco abundantes pasajes que la abordan, está uno de los varios que le dedica fray Diego Durán, en el que describe la elección del nuevo “rey” de México luego de la muerte de Tízoc, en la cual, además de “todos los señores y grandes” y de “todos los principales y caballeros de la corte”, estuvieron “todos los mandoncillos de los barrios y personas constituidas en cualquier género de oficio”, cuyas funciones describe así:

¹ Los mayas además utilizaron otros sistemas de registro. Véase Ayala (1995: 402).

² Al respecto, véase Rojas Rabiela (1979).

Y así, no les falta niño que, en naciendo, no esté empadronado por *los oficiales de los barrios y capitanes. Para lo cual había centuriones y quincuagenarios y cuadragenarios, y era que uno tenía cargo de veinte casas; otro, de cuarenta; otros de ciento.* Y así tenían repartida toda la ciudad y todos los barrios. Porque el que tenía cien casas a cargo, escogía y constituía otros cinco, o seis de los que tenían por súbditos, y repartía entre ellos aquellas cien casas, *para que aquéllos, a las veinte casas, o quince, que les cabían, las guiase y mandase y acudiese con sus tributos y hombres de servicio a las cosas públicas.* Y así, eran los oficiales de las repúblicas tantos y tan innumerables, que no tenían cuenta. (Durán, 1977: 23-324)

El oidor Alonso de Zorita, por su parte, se explayó sobre los “cuadrilleros y capitanes” y su función en el empadronamiento de las personas:

Y siendo casados los empadronaban con los demás casados, porque también *tenían sus cuadrilleros y capitanes, así para los tributos como para otras cosas, porque todo se repartía por orden y concierto:* aunque la tierra estaba muy poblada y llena de gente, había memoria de todos, chicos y grandes, e cada uno acudía a su superior a lo que le mandaban, sin haber falta ni descuido en ellos. (Zorita, 1941: 65-205, 112)

Las parcelas agrícolas (milpas), los terrenos de las casas y las acequias se contaban, se medían y se registraban en catastros (en su sentido de censo de fincas rústicas y urbanas con fines tributarios y laborales) y en “mapas” (tlalamatl, “papeles de las tierras”), cuyo contenido era el los linderos de los “pueblos” (altépetl), o bien de alguna propiedad en particular.

Con respecto a las medidas agrarias que se utilizaban en estos documentos de contenido agrario-agrícola, todo parece indicar que, al menos en el centro de México —y quizá en toda Mesoamérica—, existieron tanto las medidas lineales como las de superficie o área.

La medida de superficie equivalía a 400 unidades cuadradas (resultado de la multiplicación de 20 por 20 unidades lineales o brazas). Para exponer este tema utilizaré el caso de Tepetlaoztoc, en el Acolhuacan (Texcoco, México), que ha sido estudiada por Harvey y Williams (1981) y Williams y Jorge (2008), en el que “la medida de 400 unidades cuadradas equivalía a 0.25 hectáreas (resultado de multiplicar 20 *quahuítl* por 2.5 metros cuadrados)” (Harvey y Williams, 1981: 28). En documentos tempranos coloniales de otras regiones es frecuente encontrar menciones a “*pantli* de tierra”, que es como decir “20 de tierra”, sin especificar las medidas precisas del terreno, por lo que se deduce que se trata de la medida estandarizada para área, 20 por 20, es decir, 400, en cuyo caso sería igual que en el Acolhuacan. Esta unidad probablemente estuvo re-

lacionada con el pago de tributos, una especie de “tabulador de impuestos” (Harvey y Williams, 1988: 28). En un reciente artículo, Williams y Jorge (2008) exponen los resultados de su investigación sobre el problema del procedimiento para calcular las superficies agrarias, o la “regla del agrimensor”, a partir del examen de la excelente información contenida en dos fuentes catastrales pictográficas de la región acolhua de Texcoco (Códices Santa María Asunción y Vergara). Para ello, adoptan dos métodos: uno *etic* y otro *emic*, arrojando resultados de mucho interés, a los que remitimos al lector.

La distancia. Hasta ahora ignoramos si existían medidas itinerarias estandarizadas que pudieran basarse en la distancia posible de recorrer a pie, con o sin carga, los accidentes topográficos y otras dificultades (políticas, territorios enemigos); y condiciones materiales (tipos de caminos, albergues para pernoctar, alimentación, etcétera). Pero, en todo caso, lo más probable es que los recorridos se hayan regido más bien por el tiempo invertido que por la distancia, si bien este último factor contaría sin duda. Y el tiempo, ¡vaya que si lo conocían!

Hassig, el autor que más se ha ocupado del tema, señala las dificultades para conocer los “términos reales para el pörteo –cargas, distancias y paga–” (Hassig, 1990: 40). Luego de discutir críticamente las cifras asentadas por Bernal Díaz del Castillo, este autor afirma lo siguiente –que coincide con mi apreciación–: “La medida indígena era, muy probablemente, sobre una base por días, método que tomaría en consideración variaciones de terreno, de carga, de clima, etcétera” (Hassig, 1990: 41).

El peso de las cosas. Los objetos, las mercancías, ya lo vimos, se contaban y medían, individualmente o en conjuntos, pero todo parece indicar que no se pesaban, ni existían aditamentos para hacerlo. El conquistador Hernán Cortés nos dejó un valioso testimonio sobre el gran mercado de Tlatelolco, fechado el 30 de octubre de 1529: “todo se vende por cuenta y medida, excepto que hasta ahora no se ha visto vender cosa alguna por peso” (Cortés, 1963: 73).

Si bien no parecen haber existido ni sistema de pesas ni aparato alguno para pesar, lo que es un hecho es que las cargas que transportaban los tamemes o *tlamemes* estaban directamente relacionadas con el “peso que un hombre podía soportar durante una determinada jornada [...] llamada durante la Colonia de igual manera que al cargador, es decir ‘tameme’, correspondiente al *tlamamalli* o ‘carga’ prehispánica” (Castillo, 1972: 202). Lo que puede desprenderse del siguiente pasaje del *pochtecatoytl*, texto en náhuatl de la obra coordinada por fray Bernardino de Sahagún sobre los *pochteca* o comerciantes a larga distancia:

Y cuando se ha dispuesto totalmente la carga, luego la acomodan en las angarillas para transportar; la van sopesando los que han de llevarla, los que cargarán a ver si es pesada, no más la regulan en buena cantidad.

Y han de cargar los traficantes: no muy pesada, sino llevadera, no más moderada.
(*Pochtecatoytl*, 1995: 56-57)

FIGURA 3
El *tameme*



El *tameme* (cargador) sopesaba el bulto a transportar y la distancia a recorrer, en este caso, leña para los templos (*Códice Florentino*, lib. 8, f. 41r).

Volumen o capacidad. Diversos indicios documentales indican la existencia de una serie de convenciones o medidas estandarizadas de volumen o capacidad para áridos (granos, legumbres y otros frutos secos), utilizados en la tributación y posiblemente en el comercio y el trueque de productos realizados en los tianguis y otros espacios. Algunas de las medidas de volumen mejor documentadas provienen de piezas pictográficas de tema tributario o de manuscritos en caracteres latinos tipo arancel. Así, por ejemplo, entre los productos tributados a la Triple Alianza, según el *Códice Mendocino* o la *Matrícula de tributos*: trojes (para granos de maíz, frijol, chíya y *huaubtli*), cantarillos (para miel), petacas (para el algodón en rama), bultos o cargas (para cal, chile, cacao, frijol, *pinolli*, leña, etcétera; la carga de cacao contenía 24 000 granos), canastillas (para copal blanco), cestos (para *pinolli*, cacao), *apastles* o recipientes a manera de tazones (para polvo de oro), saquitos de grana, canutos de carrizo, pellas envueltas en hojas (para copal sin refinar), panes (de sal), entre otros (Berdan y Anawalt, 1997).

Al respecto, hay que darle crédito a Manuel Orozco y Berra, el primero en sugerir que la troje o *cuahcuezcomatl* registrada en las dos fuentes citadas no era una simple representación realista de un *cuezcomate*, sino una medida estandarizada para áridos (citado en Castillo, 1972: 207), y la misma idea es aplicable al resto de los “recipientes” antes mencionados.

Los “atados” de ciertos objetos como medida estandarizada. La carga de 20 unidades y de sus múltiples eran medidas estandarizadas para determinados productos, que se representaban mediante convenciones plásticas establecidas. Hubo así cargas de textiles (“carga” o *tlamamalli* de 20 piezas), papel amate (8 000 pliegos), plumas (“manojos”).

Medidas de longitud. El cuerpo humano, como en muchas otras áreas del mundo, fue el patrón para las medidas de longitud en el México antiguo. Las más estudiadas provienen de diversas regiones de los altiplanos centrales. Las siguientes eran las principales medidas de longitud, según documentos escritos en náhuatl y en español en el siglo xvi,³ de las que cabe anotar una diferencia básica, según la cual las primeras son enteros y las segundas son mónadas (que no fragmentarias, como se explica más adelante):

- *Cenequetzali*: estado o la altura de un hombre erguido.⁴
- *Cenmaitl*, “una mano”: en los documentos bilingües náhuatl-español se traduce como “una braza”, y es con mucho la más frecuentemente utilizada (en términos de las proporciones humanas, esta mano-braza era la distancia entre los dedos de las manos con los brazos extendidos horizontalmente). En la escritura pictográfica de la cuenca de México, la braza se representa con una mano, de la muñeca a la punta de los dedos; pero cuando se escribía una medida de más de una braza, se usaba un sistema quinario en el que una mano es la primera braza y las otras cuatro son círculos en blanco. De acuerdo con Matías, la braza-*cenmaitl* era también “la pauta a partir de la cual se organizan y utilizan las demás medidas de longitud que son menores” (Matías, 1984: 13). La braza-*cenmaitl* se usó para medir casas, tierras cultivadas o incultas, calles, callejones, calzadas, patios, corredores (Matías, 1984: 19).
- *Maitl-Nehuitzan* traducido como “nehuichal” o “neguizantle” en los documentos bilingües, también llamado *maitl tlalquahuitl*, era una braza del pie a la mano extendida hacia arriba. Matías la llama “braza india vertical o *maitlnehuitzantli*” (Ma-

³ Para el centro de México se cuenta con estudios de Cline (1966), Castillo Farreras (1972), Matías Alonso (1984), Harvey y Williams (1988), Rojas Rabiela (2002), Williams y Jorge (2008), Lockhart, 1999 y Reyes García *et al.*, 1996.

⁴ Sobre el tema de la altura de los hombres de aquel tiempo pueden verse Matías, 1984 y Hassig, 1990.

tías, 1984: 27). El *tlalquahuítl* era la “vara para medir tierras o heredades” (Molina, 1977), es decir, la vara para medir. Esta *mailt nehuítzan* no parece haberse representado en los planos, si bien su uso en los documentos bilingües náhuatl-español del periodo colonial temprano fue frecuente (por ejemplo en testamentos dictados por indígenas en el siglo xvi). (Rojas Rabiela, 2002: 60)

A continuación consigno una relación de otras medidas, todas menores a la mano-*mailt*-brazo. De acuerdo con el reciente estudio de Williams y Jorge, no eran medidas fraccionarias sino mónadas (Williams y Jorge, 2008: 76), es decir, medidas indivisibles y de naturaleza distinta a la brazo.

- *Cenmitl*: una flecha, medida menor a la mano, era “una brazo del codo a la otra mano”, o “un codo”, y según otros documentos, “una medida o mitad de la brazo”, o “tres cuartas de una vara” (Matías, 1984: 35).
- *Cenyolotli*: un corazón, medida menor a la mano; “una brazo del pecho a la mano” (Brinton: “la mitad del pecho al fin de los dedos”, citado en Matías, 1984: 60).
- *Quahuítl*: vara, brazo, literalmente “Árbol, madero o palo” (Molina, 1977). Harvey y Williams calculan que en Texcoco equivalía a tres varas castellanas, o 2.5 m (1981: 23).
- *Cenomítl*: un hueso; medida que se traduce como “un codo”, “un hueso”, “media brazo”.
- *Cemacollí*: una “brazo, medida desde el hombro a la mano” (Molina, 1977), o “desde el hombro hasta la punta del dedo más largo”. De la palabra *ahcollí*: “hueso que va desde el codo al hombro” (Matías, 1984: 76).
- *Cenciacatl*: “medida que va desde el sobaco hasta la punta del dedo más largo”.
- *Cenmolícpitl*: “medida que va desde el sobaco hasta la punta del dedo más largo”.
- *Cenxocpalli*: una huella, planta del pie (humana); medida menor a la brazo.
- *Cenmíztitl* (*cenmíztetl*) (*cenmmatl*): un *xeme*, una uña; medida de longitud que comprende de la uña del dedo pulgar a la uña del dedo índice de la mano; la palma de la mano extendida; de uña a uña, “una cuarta”.
- *Mecatl*, *mecate*, *cuerda*: medida de superficie que probablemente tomó su nombre de la cuerda utilizada para medir en sus orígenes. En diversos lugares del centro de México, el *mecatl* era una medida agraria de área (como hasta el presente lo es entre los mayas yucatecos), igual a un mecate cuadrado (20 por 20 mecates lineales). En algunos documentos en castellano el mecate cuadrado se describió como “una suerte de tierra”, con lo que se obviaba anotar las medidas lineales, dando sólo la medida del área total.

FIGURA 4

Construcción de los pueblos fundados por los primeros señores mixtecos



“Esto pasó en el Lugar del Cielo. Éste era el primer año, el tiempo del Principio: se hicieron las medidas con cuerdas, se pusieron las piedras labradas del cimientó, las piedras toscas para los altares, las piedras toscas para las escaleras. Se hizo la construcción en forma piramidal”. (*Códice Vindobonensis*)

PALABRAS FINALES

Además de lo anotado, lo que puedo sugerir es que el tema se someta a una revisión sistemática a través de la búsqueda y lectura crítica de los documentos indígenas de la época temprana novohispana para buscar pistas que nos permitan avanzar en el conocimiento de la materia aquí abordada. Como en otros muchos temas, sólo el análisis de “casos concretos”, como reiteradamente nos lo ha señalado Pedro Carrasco, podrá permitirnos avanzar significativamente. Lo que aquí expongo es sólo un esquema de un camino apenas desbrozado. Hay buenos avances con respecto a la medición del tiempo, las personas, los trabajadores, las parcelas, las cargas y otras, pero casi siempre los datos se refieren al centro de México. Esperamos que en el futuro podamos sistematizar y compaginar la información de las diversas áreas culturales de las cuales contamos con fuentes confiables. Queda en parte pendiente abordar, entre otros, el tema de la aritmética relacionada con las diversas operaciones matemáticas.

FIGURA 5

Los xochimilcas y tepanecas en la construcción de la calzada México-Xochimilco



Unos nivelan, otros miden con una cuerda y otros más trabajan en ella con sus *coas* o *uictin*: “De cómo después de hecha la calzada por los xuchimilcas y tepanecas, mandó el rey Itzcoátl de México ir a repartir las tierras de Xuchimilco”. (*Códice Durán*)

Bibliografía

ANDERS, FERDINAND; MAARTEN JANSEN Y LUIS REYES GARCÍA (eds.)

1992 *Códice Vindobonensis. Origen e historia de los reyes mixtecos*, México, FCE-Sociedad Quinto Centenario-Akademische Druckund Verlagsanstalt.

ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN

1999 *Joyas documentales del Archivo General de la Nación*, México.

AYALA FALCÓN, MARICELA

1995 “La escritura, el calendario y la numeración”, en Linda Manzanilla y Leonardo López Luján (coords.), *Historia antigua de México*, 3 t., México, INAH-UNAM-Miguel Ángel Porrúa, pp. 383-417.

ALVA IXTLILXÓCHITL, FERNANDO DE

1965 *Obras históricas*, publicadas y anotadas por Alfredo Chavero, Historia Chichimeca, México, Editora Nacional.

- BERDAN, FRANCES F. Y PATRICIA RIEFF ANAWALT
1997 *The Essential Codex Mendoza*, Berkeley, University of California Press.
- BOONE, ELIZABETH HILL
2000 *Stories in Red and Black. Pictorial Histories of Aztecs and Mixtecs*, Austin, University of Texas Press.
- CALNEK, EDUARD
1974 "Conjunto urbano y modelo residencial en Tenochtitlan", en *Ensayos sobre el desarrollo urbano de México*, México, SEP, pp. 5-94.
- CASTILLO F., VÍCTOR M.
1972 "Unidades nahuas de medida", *Estudios de Cultura Náhuatl*, vol. x, pp. 195-225.
- CLAVIJERO, FRANCISCO SAVERIO
1826 *Historia antigua de Méjico*, 2 vols., Londres, R. Ackermann.
- CLINE, HOWARD F.
1966 "The Oztoticpac Lands Map of Texcoco, 1540", *Quarterly Journal of the Library of Congress*, vol. 23, núm. 2, pp. 76-116.
- CLINE, SARAH L.
1986 *Colonial Culhuacan, 1580-1600: A Social History of an Aztec Town*, Albuquerque, University of New Mexico Press.
- CORTÉS, HERNÁN
1963 *Cartas y documentos*, México, Porrúa.
- DURÁN, FRAY DIEGO
1977 *Historia de las Indias de Nueva España e islas de la tierra firme*, México, Porrúa.
1990 *Códice Durán*, presentación de Electra y Tonatiuh Gutiérrez, México, Arrendadora Internacional.
- GALVÁN RIVERA, MARIANO
1995 *Ordenanzas de tierras y aguas*, edición facsimilar de la quinta edición de 1868, presentación de Teresa Rojas Rabiela, México, CIESAS-Archivo Histórico del Agua-Registro Agrario Nacional.
- GARIBAY K., ÁNGEL MARÍA
1995 *Pochtecaoytl. Vida económica de Tenochtitlan. I Pochtecaoytl (arte de traficar)*, paleografía, versión, introducción y apéndices por Ángel María Garibay K., México, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas.
- HARVEY, H. R. Y BARBARA J. WILLIAMS
1981 "La aritmética azteca: notación posicional y cálculo de área", *Ciencia y Desarrollo*, año VII, núm. 38, mayo-junio, pp. 22-33.

HASSIG, ROSS

- 1990 *Comercio, tributo y transportes. La economía política del valle de México en el siglo XVI*, México, Alianza.
- 2006 "Rutas y caminos de los mexicas", *Arqueología Mexicana*, vol. xiv, núm. 81, pp. 54-59.

KULA, WITOLD

- 1980 *Las medidas y los hombres*, México, Siglo XXI Editores.

LOCKHART, JAMES

- 1999 *Los nahuas después de la Conquista. Historia social y cultural de la población indígena del México central, siglos XVI-XVIII*, México, FCE.

MARTÍNEZ MARTÍNEZ, HILDEBERTO

- 1984 *Tepeaca en el siglo XVI: tenencia de la tierra y organización de un señorío*, México, CIESAS.

MATÍAS ALONSO, MARCOS

- 1984 *Medidas indígenas de longitud*, México, CIESAS.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA

- 1973 *Códice Osuna, Pintura del gobernador, alcaldes y regidores de México*, Madrid.

MOLINA, FRAY ALONSO DE

- 1977 *Vocabulario en lengua castellana y mexicana*, México, Porrúa.

OCHOA, LORENZO

- 1999 "La civilización maya en la historia regional mesoamericana", en Teresa Rojas Rabiela y John V. Murra (dirs.), *Historia general de América Latina*, vol. 1, *Las sociedades originarias*, Madrid, Trotta-UNESCO, pp. 175-198.

PREM, HANNS J.

- 1974 *Matrícula de Huexotzinco: Ms. mex. 387 der Bibliothecque Nationale Paris*, Graz, Akademische Druck.

REYES GARCÍA, LUIS; EUSTAQUIO CELESTINO SOLÍS, ARMANDO VALENCIA RÍOS,
CONSTANTINO MEDINA LIMA Y GREGORIO GUERRERO DÍAZ

- 1996 *Documentos nahuas de la ciudad de México del siglo XVI*, México, CIESAS-Archivo General de la Nación.

ROBELO, CECILIO A.

- 1997 [1908] *Diccionario de pesas y medidas mexicanas antiguas y modernas, y de su conversión para uso de los comerciantes y las familias*, edición facsimilar, presentación de Teresa Rojas Rabiela, México, CIESAS.

ROJAS RABIELA, TERESA

- 1979 "La organización del trabajo para las obras públicas el coatequitl y las cuadrillas de trabajadores", en E. C. Frost, M. C. Meyer y J. Z. Vázquez (eds.), *El trabajo y los trabajadores en la historia de México*, México, El Colegio de México-The University of Arizona Press, pp. 41-66.
- 2002 "La agricultura mesoamericana y el mundo rural desde los testamentos indígenas del primer siglo novohispano", en Louis Cardaillac y Angélica Peregrina (coords.), *Ensayos en homenaje a José María Muriá*, México, El Colegio de Jalisco, pp. 53-68.

ROJAS RABIELA, TERESA; MARINA ANGUIANO, MATILDE CHAPA Y AMELIA CAMACHO (eds.)

- 1987 *Padrones de Tlaxcala del siglo XVI*, México, CIESAS.

ROJAS RABIELA, TERESA; ELSA LETICIA REA LÓPEZ Y CONSTANTINO MEDINA LIMA

- 1999 *Vidas y bienes olvidados. Testamentos indígenas novohispanos*, vol. 2, México, CIESAS-Conacyt.

SAN ÁNGEL EDICIONES

- 1979 *Códice Mendocino*, México.

SMITH, MARY ELIZABETH

- 1973 *Picture Writing from Ancient Southern Mexico: Mixtec Place Signs and Maps*, Norman, University of Oklahoma Press.

SIMÉON, RÉMI

- 1994 [1885] *Diccionario de la lengua náhuatl o mexicana*, México, Siglo XXI Editores.

SUGIURA YAMAMOTO, YOKO

- 1982 "La ciencia y la tecnología en el México antiguo", *Ciencia y Desarrollo*, año VII, núm. 43, marzo-abril, pp. 112-140.

VALLE, PERLA

- 1994 *Códice de Tepetlaoztoc (Códice Kingsborough)*, Estado de México, edición facsimilar, Toluca, El Colegio Mexiquense, 1994.
- 2000 *Ordenanza del Señor Cuauhtémoc*, estudio de Perla Valle, paleografía y traducción del náhuatl de Rafael Tena, México, Gobierno del Distrito Federal.
- 2005 "Xochimilco-Huexocolco. Plano e inventario de bienes de una familia de Tepetenchi, Xochimilco Manuscrito Mexicano 33: Biblioteca Nacional de Francia", México, *Diario de Campo*, suplemento núm. 35, pp. 40-47.

WILLIAMS, BARBARA J. Y H. R. HARVEY (comps.)

- 1997 *Códice de Santa María Asunción: Households and Lands in Sixteenth-Century Tepetlaoztoc*, Salt Lake City, University of Utah Press.

WILLIAMS, BARBARA J. Y MARÍA DEL CARMEN JORGE Y JORGE

2008 "Aztec Arithmetic Revisited: Land-Area Algorithms and Acolhua Congruence Arithmetic", *Science*, vol. 320, núm. 5872, 4 de abril, pp. 72-77.

ZORITA, ALONSO DE

1941 "Breve y sumaria relación de los señores de la Nueva España", en *Relaciones de Texcoco y de la Nueva España*, México, Editorial S. Chávez Hayhoe.

La geometría de los nahuas-acolhuas en el valle de México: un estudio preliminar con base en sus pinturas¹

Barbara J. Williams y María del Carmen Jorge y Jorge

Los agrimensores acolhuas del valle de México empleaban dos métodos de mensuración para determinar los terrenos de cultivo. Uno medía las longitudes de los lados; y otro, las áreas de las superficies; éste es de especial interés en etnomatemáticas. El *Codex Vergara*, pintado alrededor de 1540, registra cientos de parcelas con estos datos, lo cual proporciona la oportunidad de investigar cómo determinaron las áreas los agrimensores. En este estudio preliminar del código, iniciamos la búsqueda de algoritmos geométricos que hubieran producido las áreas registradas, usando los datos de longitud para calcularlas. Los resultados sugieren que los agrimensores utilizaron procedimientos que involucraban las cuatro operaciones aritméticas, los algoritmos largo por ancho y regla del agrimensor, y un conocimiento de los atributos geométricos de triángulos y trapezoides que se encuentra en la matemática occidental.

El Imperio azteca descubierto por Hernán Cortés en 1519 estaba constituido por una alianza de tres reinos asentados en el valle de México: el mexica (tenochca) que ocupaba la isla capital de Tenochtitlan en el centro del lago Texcoco, el tepaneca de Tlacopan en el litoral occidental del lago, y el acolhua de Texcoco en los territorios del lado oriental. Desde este núcleo, la Triple Alianza conquistó territorios y poblaciones que se extendieron desde el Caribe hasta las costas del Pacífico y hacia el sur hasta Guatemala. El acceso a recursos naturales y el pago de tributos de los vasallos dirigieron las conquistas (Berdan *et al.*, 1996; Carrasco, 1999).

Archivos de varios tipos y a varias escalas territoriales fueron necesarios para manejar el vasto imperio y las complejas relaciones imperiales entre los miembros de la Triple Alianza. Han sobrevivido registros imperiales en los que se detallan conquistas específicas realizadas durante los reinados de varios reyes y listas de tributos e impuestos.

¹ Este texto fue originalmente publicado en *Symmetry: Culture and Science* (vol. 12, núm. 1-2, 2001, pp. 185-200), con el título "Surface Area Computation in Ancient Mexico: Documentary Evidence of Acolhua-Aztec Proto-Geometry". Se publica con autorización del editor.

También crucial para el funcionamiento de la Triple Alianza, fueron los registros locales, tales como censos de población y títulos catastrales de propiedad de tierras, con los cuales se gravaban los tributos en forma de bienes y servicios. Pocos de estos documentos locales se conservan, entre ellos dos códices pictográficos de Tepetlaoztoc (Glass, 1975), en la actualidad un municipio ubicado en el valle de México oriental que fue señorío sujeto a los acolhua de Texcoco. Estos libros, dibujados alrededor de 1540, registran censos de las familias y catastros de tierras familiares de 16 pequeñas localidades (aldeas y caseríos) en la jurisdicción de Tepetlaoztoc. Conocidos como *Códice de Santa María Asunción* y *Codex Vergara*, estos dos documentos pictográficos recibieron escasa atención académica a pesar de haber sido adquiridos en el siglo XIX por las bibliotecas nacionales de México y Francia, respectivamente. La falta de atención se debió, al menos en parte, a que nadie había podido decodificar grandes secciones de la información catastral. Eso cambió hace dos décadas cuando Harvey y Williams descifraron la parte numérica del *Códice de Santa María Asunción* (Harvey y Williams, 1981). Su trabajo mostró que los agrimensores acolhua del periodo de contacto, midieron y registraron cuidadosamente dimensiones lineales de los terrenos agrícolas. Y, más importante, estos agrimensores también determinaron las áreas de las superficies de los terrenos que registraron con un sistema único de notación numérica.

Que los agrimensores acolhuas conceptuaran el área de superficie como un atributo de los lotes de terreno, es significativo en la historia de las ciencias matemáticas mesoamericanas, pues sugiere la existencia de una geometría indígena, lo que nos conduce a indagar cómo fueron derivados los valores indígenas de áreas. Con base en el estudio de Harvey y Williams, emprendemos la cuestión de mensuración de área analizando uno de los manuscritos de Tepetlaoztoc, el *Codex Vergara*. Nuestros resultados preliminares (publicados en Williams y Jorge [2001], aquí traducidos y reeditados) sugieren que antes del contacto con Europa los acolhuas tenían una geometría autóctona. Aparentemente conceptuaron atributos de áreas de formas geométricas como rectángulos y triángulos, y claras evidencias sugieren que calculaban áreas de superficie utilizando varios algoritmos que requerían equivalentes funcionales de adición, sustracción, multiplicación y división. Hasta donde sabemos, éste es el primer ejemplo de evidencia empírica documentada, no sólo de cálculos matemáticos aplicados a agrimensura sino también su anotación pictográfica en registros catastrales en el periodo de contacto del México central.

Para desarrollar nuestro argumento, primero discutimos la estructura de los datos del manuscrito y los sistemas metroológicos empleados por los agrimensores, luego describimos nuestra base de datos del *Codex Vergara*, seguido de ejemplos que ilustran lo que serían hipotéticamente los algoritmos acolhua de área de superficie.

ESTRUCTURA Y METROLOGÍA DE LOS REGISTROS DE TIERRA

Las familias y terrenos registrados en el *Codex Vergara* pertenecían a cinco aldeas y caseríos nombrados Callatlaxoxiuhco, Topotitla, Teocaltitla, Patlachihuca y Texcalticpac. Estructurado como el *Códice de Santa María Asunción*, cada localidad tiene registradas tres secciones secuenciales de datos. La primera sección registra la composición de la población de cada familia en la localidad. Al final de cada sección de población de las familias, continúa una segunda sección que muestra dibujos catastrales de los terrenos que pertenecían a cada familia enlistada. La tercera sección de datos para cada localidad muestra un segundo registro de los mismos terrenos, pero en un formato diferente. ¿Por qué los agrimensores indígenas registraron los mismos terrenos agrícolas dos veces? Resulta evidente al comparar los dos catastros: cada uno de ellos es distintivamente diferente del otro.

En el primer catastro, el agrimensor-escribano bosquejó la forma de cada terreno sin precisar las escalas lineales y angulares. Este registro, llamado *milcolli* en el código, también muestra medidas perimétrales del terreno; la longitud de cada lado la indica la combinación de rayas y puntos. Entre los acolhuas una raya es igual a una medida estándar de longitud, llamada *tlalcuahuitl*. Cuatro rayas con una raya encima se lee como “5 medidas estándar de longitud”, y un punto sólido equivale a “20 medidas estándar de longitud”. Al final de esta secuencia de rayas y puntos, glifos de una mano, un corazón o una flecha aparecen algunas veces. Estos glifos representan distancias menores a la medida estándar de longitud que hay que añadir a la longitud del *tlalcuahuitl*. Los dibujos del *milcolli* también registran el tipo de suelo de los terrenos mediante un glifo en el centro de cada parcela. Una explicación detallada de los símbolos numéricos y de suelo se puede consultar en la obra de Williams y Harvey (1997: 30-37) (figura 1A).

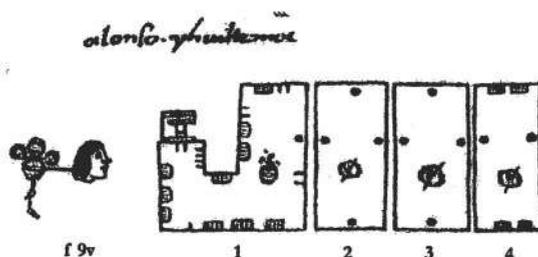
El segundo catastro, llamado *tlahuelmantli* en el código, muestra los mismos terrenos registrados en el *milcolli*, pero con diferencias sobresalientes. Una de ellas es que todos los dibujos tienen la misma forma y tamaño, la de un rectángulo a menudo con una pestaña en la esquina superior derecha. Así, el catastro *tlahuelmantli* no transmite información acerca de la forma del terreno, más bien el rectángulo sirve como un marco para registrar datos. En segundo lugar, el sistema de notación numérica es diferente. Los símbolos numéricos están compuestos exclusivamente por rayas y puntos, y aparecen sólo en lugares específicos del marco. Las rayas aparecen en la pestaña, en el margen de abajo y en el centro. Puntos sólidos están sólo en el medio del marco, junto con el glifo de tipo de suelo. El significado de los números fue finalmente descifrado por Harvey y Williams (1981) cuando descubrieron que una forma rudimentaria de notación posicional es aplicada en este

catastro. Rayas en la pestaña (Lugar 1) son unidades (1), mientras que rayas en la línea de abajo (Lugar 2) o en el centro del terreno (Lugar 3) son unidades multiplicadas por 20 (1 por 20). Los puntos, que aparecen sólo en el centro del terreno, son también multiplicados por 20, de modo que un punto equivale a una unidad de 400 (20 por 20). Así, el Lugar 1 registra valores de 1-19 unidades; el Lugar 2 registra valores de 20-380; el Lugar 3 registra valores de 400 o mayores. Cuando el valor del total es menor a 400, el glifo de una mazorca de maíz es dibujado cerca del margen superior del marco para llamar la atención al hecho de que el número es menor que 400, significando efectivamente que el Lugar 3 es "cero" (figura 1B).

Dos sistemas acolhuas de medir terrenos

FIGURA 1A

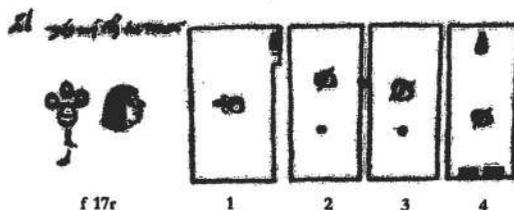
Registro *milcolli* de terrenos 1-4 del jefe de familia Alonso Yhuiltemoc



Muestra la forma del terreno y las dimensiones lineales perimetrales. Una unidad lineal estándar de longitud, el *tlacuahuil*, equivale a una raya, y 20 *tlacuahuil* a un punto.

FIGURA 1B

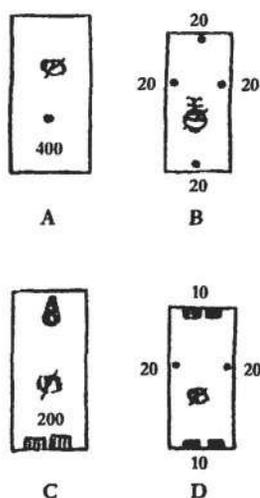
Registro *tlahuelmantli* de áreas en *tlacuahuil* cuadrados de los terrenos 1-4 de Alonso



Rayas en la pestaña superior derecha son las unidades cuadradas, mientras rayas en el margen inferior o en el centro son iguales a 20 unidades cuadradas (1 por 20). Puntos son iguales a 400 unidades cuadradas (20 por 20). El glifo de una mazorca de maíz en el borde superior del terreno 4 señala un área total menor a 400 *tlacuahuil* cuadrados (*Codex Vergara*, ff. 9v y 17r).

Los valores numéricos registrados en este segundo catastro denotan el área de la superficie de cada terreno en *tlalcuahuítl* cuadrados. Esta conclusión resulta de calcular las áreas de superficie de los terrenos usando las medidas en el catastro *milcocolli*, y luego comparando las áreas calculadas con los números registrados en el catastro *tlahuelmantli* (figura 2).

FIGURA 2
Área registrada en el catastro *tlahuelmantli* y computación de área de las dimensiones del catastro *milcocolli* correspondiente



A: área registrada = 400 *tlalcuahuítl* cuadrados. C: multiplicación de largo por ancho (20 por 20) da la misma área de 400. B: Área registrada = 200 *tlalcuahuítl* cuadrados. D: la regla largo por ancho (20 por 10) da 200 *tlalcuahuítl* cuadrados (*Codex Vergara*, f. 16r [A, C], f. 8v [B, D]).

ANÁLISIS DE LA BASE DE DATOS VERGARA

Para este estudio calculamos el área de 282 terrenos cuadrangulares en el *Codex Vergara* para realizar una comparación con los registros indígenas de áreas. Supusimos que los ángulos de los terrenos son de 90 grados, o bien, el máximo ángulo posible dados los lados del cuadrángulo, una suposición consistente con patrones contemporáneos e históricos de terrenos agrícolas. Además, nuestros cálculos ignoran las cantidades menores a la unidad estándar: mano, corazón y flecha. El número de correspondencias entre nuestros cálculos y los de los indígenas no incluyen

los terrenos de forma irregular con más de cuatro lados. Sin embargo, aquí presentamos algunos ejemplos que ilustran, probablemente, cómo descomponían los agrimensores acolhuas estas formas irregulares en rectángulos y triángulos. Finalmente, debemos anotar que en nuestros cálculos utilizamos el sistema decimal. Nuestra investigación en curso toma en cuenta el hecho de que los agrimensores y los matemáticos acolhuas habrían usado el sistema panmesoamericano de base 20.

Para el propósito de nuestro análisis clasificamos los cuadrángulos en tres grupos: 1) aquéllos en los que los lados opuestos son iguales, 2) los que sólo tienen un par de lados opuestos iguales, y 3) los que no tienen lados opuestos iguales. Para identificar los posibles algoritmos, suponemos que los agrimensores utilizaron, ya sea la regla base por altura, largo por ancho,² o bien, la regla del agrimensor en la cual el área es el producto de los promedios de los lados opuestos. En casos en los que estos algoritmos producen discrepancias, mediante prueba y error intentamos otros métodos de cómputo que pudieran resultar en el mejor ajuste con los valores de área de los agrimensores.

Cuadrángulos con lados opuestos iguales

Para terrenos en los que los lados opuestos son iguales, multiplicando largo por ancho resultan áreas de terrenos que corresponden exactamente con los registros indígenas en 120 de los 122 casos. Esta correspondencia casi perfecta en tantos ejemplos sugiere que los acolhuas utilizaron el algoritmo Largo-por-Ancho.

Cuadrángulos con un par de lados opuestos iguales

Para terrenos en los que sólo un par de lados opuestos son iguales (49 casos), derivamos las áreas del código utilizando más frecuentemente la regla del agrimensor. Con el uso de este algoritmo en 36 de estos casos, logramos la correspondencia exacta en 19 terrenos; para los 17 terrenos en los que no se logró ésta, hallamos un promedio de 6.5 y una mediana de 3.5 *tlalcuahuitl* cuadrados de diferencia entre nuestros valores y los registrados.

² Cuando los ángulos del cuadrángulo no son rectos, las alturas no coinciden con los lados y la fórmula Base por Altura produce un área distinta a la fórmula Largo por Ancho, en la que Largo y Ancho son un par de lados contiguos. Por tanto, esta última fórmula es la que usaremos en casos de cuadrángulos irregulares.

Otros dos algoritmos proporcionan el mejor ajuste para las restantes 13 parcelas en esta clase de cuadrángulos. En tres casos, el área es igual al producto de uno de los lados iguales y el mayor de los lados adyacentes. Una regla converso (área es igual al producto de uno de los lados iguales por el lado adyacente menor) resulta en correspondencia exacta en seis casos. En otros cuatro casos en los que se aplicaron estos algoritmos, se obtuvieron discrepancias de tres *talcuabuitl* cuadrados.

Cuadrángulos en los que no hay lados opuestos iguales

Cuadrángulos en los que los lados opuestos no son iguales (111 casos) muestran más variabilidad en los posibles algoritmos utilizados y menor congruencia entre nuestros resultados y los de los indígenas, probablemente por las grandes irregularidades en la forma de los terrenos. Logramos mejores ajustes utilizando los siguientes algoritmos: regla del agrimensor (80 casos); producto del promedio de un par de lados opuestos por el mayor de los lados adyacentes (seis casos); producto del promedio de un par de lados opuestos por el menor de los lados adyacentes (seis casos); producto de la mayor longitud por la menor anchura (ocho casos); producto de la menor longitud por la mayor anchura (cinco casos); producto de la menor longitud por la menor anchura (cuatro casos); producto del promedio de lados adyacentes, en lugar de opuestos (dos casos). En la aplicación de estos algoritmos, obtuvimos 18 casos de correspondencia exacta contra 93 de discrepancia entre nuestros valores y los de los indígenas.

El cuadro 1 resume el número exacto de correspondencias y el número y la magnitud de las discrepancias para los ocho algoritmos que proporcionan el mejor ajuste, con los datos registrados en la base de datos total de 282 cuadrángulos. Se obtiene igualdad para un poco menos de 60% de las áreas de terrenos registradas. En 40% donde ocurren discrepancias, el promedio de la discrepancia no excede 7.5 unidades cuadradas; medianas y modas³ son alrededor de la mitad de este número. Así, parece razonable concluir que varias permutaciones de la regla Largo por Ancho y la regla del agrimensor, sirvieron como algoritmos indígenas para derivar los valores de las áreas superficiales de los terrenos agrícolas cuadrangulares.

³ Moda es el valor más frecuente en una serie de datos.

CUADRO 1
Comparación entre las áreas registradas de tierras cuadrangulares
en el catastro *tlahuelmantli* del *Codex Vergara* y las áreas calculadas
de las dimensiones dadas en los registros *milcocolli*

<i>Tipos de cuadrángulos y los algoritmos correspondientes</i>	<i>Núm. de cuadrángulos</i>	<i>Núm. de correspondencias exactas</i>	<i>Núm. de discrepancias</i>	<i>Promedios/ medianas de discrepancias en tlacuahuitl cuadrados</i>
<i>Lados opuestos iguales</i>				
Largo por ancho	122	120	2	7.0/na
<i>Un par de lados opuestos iguales</i>				
Regla del agrimensor.	36	19	17	6.3/3.5
Uno de los lados iguales por el mayor de los lados adyacentes.	4	3	1	2.0/na
Uno de los lados iguales por el lado adyacente menor.	9	6	3	2.4/na
Subtotales	49	28	21	5.5
<i>Sin lados opuestos iguales</i>				
Regla del agrimensor.	80	6	74	5.6/3
Promedio de un par de lados opuestos por el lado adyacente mayor.	6	1	5	7.5/3
Promedio de un par de lados opuestos por el lado adyacente menor.	6	5	1	6.0/na
Mayor longitud × la menor anchura.	8	4	4	3.5/2
Longitud menor × la anchura mayor.	5	1	4	5.5/5
Longitud menor × la anchura menor.	4	1	3	7.0/5
Producto del promedio de lados adyacentes.	2	0	2	3.5/na
Subtotales	111	18	93	5.6
TOTAL	282	166	116	5.6

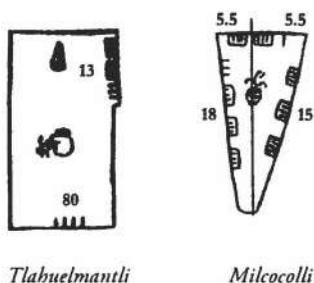
El número exacto de correspondencias y discrepancias por algoritmo se aplican a cada tipo de cuadrángulo. Las sumas no incluyen los seis triángulos y trapezoides.

Áreas de triángulos y trapezoides

Como ya se mencionó, los bosquejos del *milcocolli* de las parcelas de tierra no están trazados a escala. Como resultado, algunas parcelas parecen aproximar formas rectangulares, pero cuando se toman en cuenta las longitudes registradas de los lados, las formas distan de ser rectangulares. En algunos casos excepcionales, el escribano dibujó parcelas de tierra como triángulos y trapezoides. Estos casos indican dónde puede obtenerse mayor comprensión sobre la geometría acolhua.

Existen tres terrenos de forma triangular en el *Codex*. Para uno, el valor del área acolhua registrada en el *tlahuelmantli* es de 93 *tlalcuahuitl* cuadrados (figura 3). Considerando que los agrimensores podían medir la altura de triángulos en los terrenos, utilizamos el teorema de Pitágoras y calculamos el área usando el algoritmo base por altura sobre dos. Supusimos que los acolhuas aproximaron el triángulo dado por un triángulo isósceles. ¿Por qué isósceles? Porque si dividimos cualquier triángulo isósceles sobre su altura en dos triángulos iguales, estas partes se ajustan dentro de un rectángulo cuyos lados son la altura y la mitad de la base del triángulo isósceles. Por lo tanto, suponiendo un triángulo isósceles con lados iguales a 18 y base 11 se obtiene una altura de 17.1, la cual, redondeada a 17, resulta en un área de 93.5 (17 por 11/2) *tlalcuahuitl* cuadrados, correspondencia casi exacta con el área registrada con valor 93.

FIGURA 3
Área de un terreno triangular

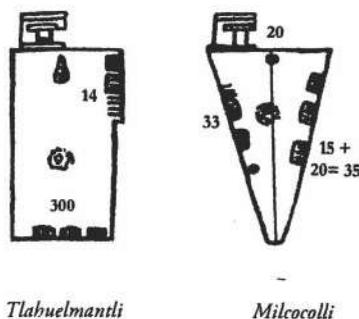


Según el registro *tlahuelmantli* (izquierda) el área del terreno es 93 *tlalcuahuitl* cuadrados. De las dimensiones dadas en el catastro *milcocolli* (derecha) y asumiendo un triángulo isósceles con lados de longitud 18 y base 11, la altura del triángulo es 17.1; redondeada a 17, el área del triángulo es 93.5 (17 x 5.5) *tlalcuahuitl* cuadrados (*Codex Vergara*, ff. 18v y 10v).

En un segundo ejemplo (figura 4), el área del triángulo en el registro *tlahuelmantli* es 314 *tlalcuahuitl* cuadrados. En el dibujo de esta parcela en el *milcocolli*, un error del escribano parece bastante claro. La dimensión del lado derecho muestra 15, pero seguramente le falta un punto para que se lea 35, lo cual se aproxima al lado izquierdo que es de longitud 33. Como en el caso anterior, asumiendo un triángulo isósceles con lados 33 y base 20, entonces la altura del triángulo es de 31.4. La altura 31.4 multiplicada por $\frac{1}{2}$ de la base (31.4 por 10) da exactamente un área de 314. En ambos casos la correspondencia entre nuestro valor calculado y el de los indígenas, sugiere que los acolhuas utilizaron el equivalente del bien conocido algoritmo del área de un triángulo.

Para terrenos en forma de trapezoides, los agrimensores acolhuas aparentemente visualizaron el cómputo del área como en la geometría occidental, en la que el área es igual a la suma de las áreas de un rectángulo y dos triángulos restantes. Por ejemplo, la figura 5 muestra un trapezoide cuyos lados paralelos son de 15 y 4 medidas estándar, y sus dos lados iguales miden 33. Con el teorema de Pitágoras la altura de los dos triángulos rectángulos es de 32.5 y cada base es de 5.5 *tlalcuahuitl*. Redondeando la base y la altura, el área resultante de los dos triángulos es 160 (32 por 5) *tlalcuahuitl*. Sumada al área del rectángulo (4 por 32) da un total de 288 *tlalcuahuitl* cuadrados, correspondiendo exactamente con el área registrada en el *Codex*.

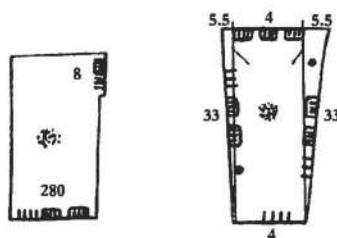
FIGURA 4
Área registrada y calculada de un triángulo



El *tlahuelmantli* registra un área de 314 *tlalcuahuitl* cuadrados (izquierda). El dibujo en el catastro *milcocolli* (derecho) indudablemente carece de un punto (símbolo de 20) del lado derecho. Suponiendo un triángulo isósceles de lados iguales 33 y base 20, la altura es de 31.4 y el área de 314. Correspondencia exacta con el área registrada (después de corregir el error de escritura) sugiere fuertemente el uso indígena del cálculo de áreas de triángulos mediante un algoritmo análogo al de $A = (\text{Base por Altura})/2$ (*Codex Vergara*, ff. 53r y 46r).

FIGURA 5

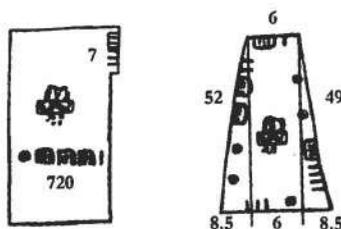
Área registrada y calculada de un trapezoide

*Tlahuelmantli**Milcolli*

El *tlahuelmantli* (izquierda) registra un área de 288 *talcuahuitl* cuadrados. Dadas las dimensiones en el *milcolli* (derecho), la altura actual de los dos triángulos es 32.5, y cada base es de 5.5 *talcuahuitl*. Redondeando la altura y la base, el área resultante de ambos triángulos es 160 (32 por 5), la cual sumada al área del rectángulo (32 por 4) da un total de 288 *talcuahuitl* cuadrados, correspondiendo exactamente al área registrada (*Codex Vergara*, ff. 25v y 23v).

FIGURA 6

Área registrada y calculada de un trapezoide

*Tlahuelmantli**Milcolli*

El registro *tlahuelmantli* (izquierdo) indica un área de 727 *talcuahuitl* cuadrados. De las dimensiones *milcolli* (derecho), asumiendo que la hipotenusa de cada triángulo rectángulo es 51 y su base 8.5, la altura resultante es 50.28, la cual es redondeada a 50, entonces el área de los dos triángulos es 425 (50 por 8.5) *talcuahuitl* cuadrados. Añadiendo el área rectangular de 300 (50 por 6) *talcuahuitl* cuadrados dan un área total de 725 *talcuahuitl*, dos unidades menos que el área registrada (*Codex Vergara*, ff. 32v [izquierdo] y 30r [derecho]).

Un segundo trapezoide dibujado en el registro *milcocolli* (figura 6) muestra lados paralelos de 6 y 23 *tlalcuahuitl*, y otros dos lados de 52 y 49 *tlalcuahuitl*. El área registrada es de 727 *tlalcuahuitl* cuadrados. Para aproximar por un trapezoide, promediamos los lados no paralelos 52 y 49 para obtener 50.5. Como se obtiene el mismo error al redondear hacia arriba o hacia abajo, consideramos dos lados iguales de longitud 51. Para los dos triángulos de hipotenusa 51 y base 8.5, su altura resulta 50.28, la cual se redondea a 50. Así, el área de los dos triángulos resulta 425 (50 por 8.5) *tlalcuahuitl* cuadrados, la cual sumada al área del rectángulo de 300 (50 por 6) *tlalcuahuitl* cuadrados, da un área total de 725 *tlalcuahuitl* cuadrados. Nuestra área está sólo dos unidades abajo del área registrada. Estos dos ejemplos sugieren que los agrimensores acolhua emplearon algún tipo de redondeo.

Áreas de polígonos irregulares

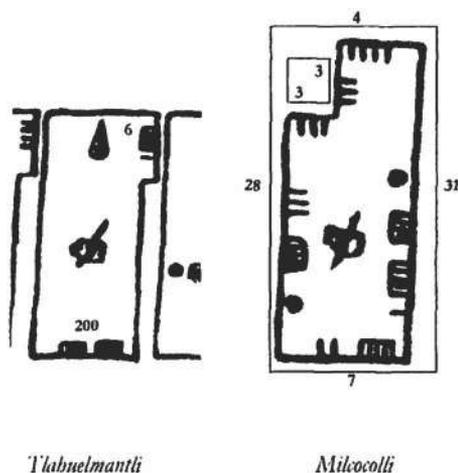
Nuestro análisis preliminar de los polígonos irregulares sugiere que también fueron conceptualizados como combinaciones de triángulos y rectángulos. En algunos casos el área del rectángulo mayor fue determinada, y le fue sustraída el área que se extiende más allá de los límites del terreno. Como se ve en la figura 7, el área podría calcularse por multiplicación de largo y ancho del rectángulo mayor (31 por 7) y sustracción del área del rectángulo (3 por 3) ubicado afuera del límite indicado del terreno. El área calculada es 208 *tlalcuahuitl* cuadrados, mientras que el área registrada es 206 *tlalcuahuitl* cuadrados. Esta pequeña diferencia entre área calculada y área registrada sugiere que los agrimensores seguían un procedimiento semejante.

La figura 8 muestra otro ejemplo de un polígono irregular. Aquí el área podría hallarse calculando el área del rectángulo formado por el largo mayor multiplicado por el menor ancho (50 por 36 = 1 800). Restándole el área fuera del límite indicado del terreno (20 por 25 = 500) y sumándole un área adicional triangular de 4 por 40/2 = 80, resulta en un área total de 1 380 *tlalcuahuitl* cuadrados. El área calculada es sólo un *tlalcuahuitl* cuadrado menor que el área registrada de 1 381 *tlalcuahuitl* cuadrados. Debe notarse que podrían calcularse otros valores para el área de esta parcela de tierra. Por ejemplo, construyendo un rectángulo grande de 40 por 36 (=1 440), menos el rectángulo pequeño de 20 por 25 (=500) más el triángulo de 4 por 50/2 (=100), produce un área total de 1 040, mucho menor que el área registrada. Recíprocamente, dado el rectángulo mayor de 50 por 36 (=1 800), menos el rectángulo menor de 25 por 20 (=500), más el triángulo de 4 por 50/2 (=100), produce un área de 1 400 *tlalcuahuitl* cuadrados, 19 más que el valor registrado. Estos y otros valores del área son posibles debido a que los trazos de los terrenos no están dibujados a escala y las relaciones angulares entre

los lados presentan una infinidad de alternativas. Por lo tanto, la conjunción entre los valores registrados y calculados de nuevo le da crédito a nuestra hipótesis de que nuestros métodos de cómputo siguen los procedimientos acolhua.

FIGURA 7

Áreas de un polígono irregular

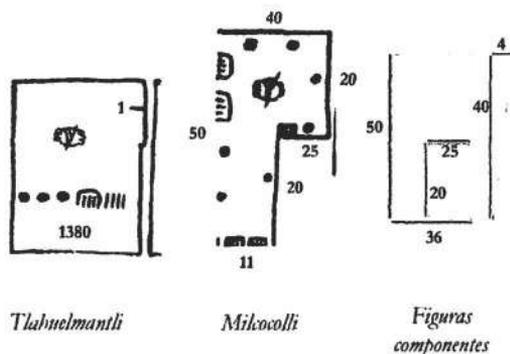


El área registrada (izquierdo) es 206 *tlalcuahuil* cuadrados. El área podría calcularse de las dimensiones del *milocolli* (derecho) multiplicando largo por ancho del mayor rectángulo (31 por 7 = 217) y sustrayéndole el área del menor rectángulo (3 por 3), que resulta estar afuera del límite actual del terreno, resultando en un total de 208 *tlalcuahuil* cuadrados. Las dos unidades cuadradas de discrepancia entre las áreas registrada y calculada sugieren que los agrimensores acolhua muy posiblemente emplearon un método similar (*Codex Vergara*, ff. 49v [izquierdo] y 42v [derecho]).

FIGURA 8

Áreas de un polígono irregular

El área *tlabuelmantli* (izquierdo) es 1 381 *tlalcuahuil* cuadrados. Dadas las dimensiones perimetrales en el *milocolli* (centro), un área de 1 380 *tlalcuahuil* cuadrados resulta de calcular el área de un rectángulo grande contenido por el largo mayor y el ancho menor (50 por 36), restándole el área de un rectángulo menor afuera del límite del terreno (20 por 25), y añadiéndole el área de un triángulo cuya altura es la suma de los lados menores (20 más 20) y cuya base es la distancia restante de los márgenes superiores del terreno ($40 - 36 = 4$; $A = 4$ por $40/2 = 80$). Las formas correspondientes se muestran en el dibujo derecho. La correspondencia entre las área calculada y registrada proporciona evidencia de que los agrimensores acolhuas descomponían terrenos grandes en rectángulos y triángulos (*Codex Vergara*, ff. 56r [izquierdo] y 49r [centro]).



Derivación de las áreas de estos polígonos de formas irregulares todas requirieron realizar las cuatro operaciones aritméticas –adición, sustracción, multiplicación y división–. Es interesante notar que cuando se confrontan con terrenos grandes o irregulares, tanto los acolhuas como los antiguos sumerios parecen haber resuelto las mediciones de áreas de modo semejante (Nissen, Damerow y Englund, 1993: 68-69).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los agrimensores acolhua utilizaron dos sistemas para establecer las medidas de las parcelas de terreno: medidas lineales y medidas de área. Que los acolhuas hayan empleado el concepto de área es en sí significativo. La falta de reconocimiento a este logro indígena ha llevado a interpretaciones equivocadas de la información numérica en documentos catastrales (Harvey y Williams, 1986: 251-254), por ejemplo, la interpretación equivocada del *Códice Mariano Jiménez de Otlazpan* en la región de San Juan del Río (Leander, 1967). Uno de los folios muestra una columna vertical de dibujos rectangulares con notación numérica, indicando un ancho estándar de 20 medidas pero con largos que se incrementan regularmente en 20 medidas, es decir, 20 por 20, 20 por 40, 20 por 60 hasta 20 por 100, y luego 20 por 200, 20 por 300, 20 por 400 y 20 por 800. A lo largo de la columna de rectángulos hay una columna correspondiente a los rectángulos indicando los artículos de tributo, entre ellos cacao y monedas, que también se incrementan en una secuencia regular. En lugar de representar parcelas actuales de terrenos, estos dibujos muy probablemente son marcos informativos tipo *tlahuelmantli* que registran medidas de áreas de terrenos y la tasa de tributo correlacionada al área de tierra.

Los acolhuas derivaron áreas de cuadrados, rectángulos y triángulos. Polígonos de formas irregulares aparentemente fueron conceptuados como composición de estas formas. Podemos calcular valores de áreas indígenas aplicando varias permutaciones de la regla largo por ancho, la regla del agrimensor, y el algoritmo para el área de triángulos rectángulos. Aunque un conjunto de valores calculados y registrados no constituyen una prueba, es muy probable que éstos fueran reglas geométricas utilizadas por los acolhuas.

Hay una sorprendente semejanza entre los métodos de mensuración de tierras de los acolhuas y los antiguos sumerios. Los comentarios de Nissen, Damerow y Englund (1993: 55, 68) en su estudio de los textos arcaicos, podrían parafrasear-

se para describir los procedimientos acolhuas. Los catastros acolhuas que miden las dimensiones lineales no están hechos a escala, pero las distorsiones en los trazos de terrenos no tienen un efecto importante en la determinación del área. Los registros *milcocolli* que muestran las dimensiones de los lados sirvieron como hojas de cálculo en las cuales se precisaban las áreas y luego se registraban en un catastro separado, el *tlahuelmantli*. Desde el punto de vista de la geometría moderna, las varias permutaciones de la regla largo por ancho y la regla del agrimensor no proporcionan medidas de área precisas porque las relaciones angulares entre los lados no se consideran. Pero para los agrimensores acolhuas estos procedimientos constituían el concepto de área. Éstos son quizá mejor caracterizados como la geometría acolhua, semejante –pero tres milenios después de aquella– a la de la antigua Sumeria.

¿Qué pudo haber promovido el desarrollo del concepto de área entre los acolhuas? Un impulso pudo provenir de políticas de redistribución de tierras, locales o imperiales, que acomodaban inmigrantes, sostenían a la nobleza, recompensaban servicios estatales, o revocaban el usufructo por abandono de tierras. En este contexto, la cantidad de superficie proporcionaba una medida estándar para comparar cuantitativamente la posesión de tierras entre familias y comunidades. Otro, y seguramente importante ímpetu, vino del sistema de impuestos el cual aplicaba tributos de acuerdo a la cantidad de tierra poseída. Puesto que otros pueblos practicaron políticas semejantes de distribución de tierras y tasación, se supone verosímil una distribución más universal del concepto de área en los territorios de la Triple Alianza.

Hacia el final del siglo XVI, 90% de la población autóctona del centro de México había fallecido. Simultáneamente, se terminó la producción cotidiana de sus registros catastrales y aparentemente también se perdió mucho del conocimiento matemático de los indígenas. Determinar el nivel de conocimientos matemáticos presente en Mesoamérica al tiempo del contacto, ha representado un reto a los investigadores por una falta aparente de documentación etnohistórica de ambas fuentes, autóctona y española. Así, mucha de la discusión se ha enfocado en las matemáticas intrínsecas en la escultura y otras obras de arte, arquitectura y arqueoastronomía (por ejemplo: Vinette, 1986; O'Brien y Christiansen, 1986; Broda *et al.*, 1991; Sugiyama, 1993; Garcés Contreras, 1995; Aveni, 1991; Martínez del Sobral, 2000; Burkle, 2001). Pero, como muestra el análisis del *Codex Vergara*, el conocimiento matemático antiguo podría estar preservado en documentos insospechados. Para ampliar el estudio de etnomatemáticas, los documentos indígenas ameritan una reexaminación.

Bibliografía

AVENI, ANTHONY F.

1991 *Observaciones del cielo en el México antiguo*, México, FCE.

BERDAN, FRANCES F.; RICHARD E. BLANTON, ELIZABETH H. BOONE,
MARY G. HODGE, MICHAEL E. SMITH Y EMILY UMBERGER

1996 *Aztec Imperial Strategies*, Washington, Dumbarton Oaks Research Library and Collection.

BRODA, JOHANNA; STANISLAW IWANISZEWSKI Y LUCRECIA MAUPOMÉ (coords.)

1991 *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas.

BURKLE ELIZONDO, GERARDO

2001 "Fractal Geometry in Mesoamerica", *Symmetry: Culture and Science*, vol. 12, núms. 1-2, pp. 201-214.

CARRASCO, PEDRO

1999 *The Tenochca Empire of Ancient Mexico: The Triple Alliance of Tenochtitlan, Tetzcoco, and Tlacopan*, Norman Oklahoma, University of Oklahoma Press.

CODEX VERGARA

s.f. Bibliothèque Nationale de France, Ms. Mex. 37-39.

CÓDICE DE SANTA MARÍA ASUNCIÓN

s.f. Biblioteca Nacional de México, UNAM, Ms. 1497 bis.

GARCÉS CONTRERAS, GUILLERMO

1995 *Pensamiento matemático y astronómico en el México precolombino*, México, Instituto Politécnico Nacional.

GLASS, JOHN B.

1975 "A Survey of Native Middle American Pictorial Manuscripts", en Howard F. Cline (coord.), *Guide to Ethnohistorical Sources: Handbook of Middle American Indians*, 14, Austin, University of Texas Press, pp. 3-80.

HARVEY, HERBERT R. Y BARBARA J. WILLIAMS

1981 "La aritmética azteca: notación posicional y cálculo de área", *Ciencia y desarrollo*, núm. 38, pp. 22-31.

1986 "Decipherment and Some Implications of Aztec Numerical Glyphs", en Michael P. Closs (coord.), *Native American Mathematics*, Austin, University of Texas Press, pp. 237- 259.

LEANDER, BRIGITTA

1967 *Código de Otlazpan, acompañado de un facsímile del Código*, México, INAH.

MARTÍNEZ DEL SOBRAL, MARGARITA

2000 *Geometría mesoamericana*, México, FCE.

- NISSEN, HANS J.; PETER DAMEROW Y ROBERT K. ENGLUND
1993 *Archaic Bookkeeping: Writing and Techniques of Economic Administration in the Ancient Near East*, Chicago, University of Chicago Press.
- O'BRIEN, PATRICIA J. Y HANNE D. CHRISTIANSEN
1986 "An Ancient Maya Mesasurement System", *American Antiquity*, vol. 51, núm. 1, pp. 136-151.
- SUGIYAMA, SABURO
1993 "Worldview Materialized in Teotihuacan, Mexico", *Latin American Antiquity*, vol. 4, núm. 2, pp. 103-129.
- VINETTE, FRANCINE
1986 "In Search of Mesoamerican Geometry", en Michael P. Closs (coord.), *Native American Mathematics*, Austin, University of Texas Press, pp. 387-407.
- WILLIAMS, BARBARA J. Y HERBERT R. HARVEY
1997 *The Códice de Santa María Asunción: Facsimile and Commentary: Households and Lands in Sixteenth-Century Tepetlaoztoc*, Salt Lake City, University of Utah Press.
- WILLIAMS, BARBARA J. Y MARÍA DEL CARMEN JORGE Y JORGE
2001 "Surface Area Computation in Ancient Mexico: Documentary Evidence of Acolhua- Aztec Proto-Geometry", *Symmetry: Culture and Science*, vol. 12, núms. 1-2, pp. 185-200.

Sistemas de medición españoles e indios en el México del siglo XVI¹

Serge Gruzinski

El estudio de los sistemas de medición en una sociedad colonial implica plantearse interrogantes relacionadas con la historia de las ciencias y la etnohistoria, las cuales son demasiado vastas para poder tratarlas en estas páginas. En el México español del Renacimiento podemos observar tanto la persistencia de los sistemas de medición de origen amerindio como la manifestación de una voluntad imperial de medir los espacios de la penetración ibérica. Estas dimensiones remiten a planos bien diferenciados (local/global, colonial/de la metrópoli, europeo/indígena) pero es preciso aprehenderlas también de manera conjunta cuando convergen en el terreno, ya sea a nivel local del pueblo –la comunidad indígena– y de la alcaldía mayor –circunscripción administrativa básica–, o bien, entre los artesanos de las ciudades que son quienes tallan, pesan y miden.

MEDIR EL MUNDO

Las potencias ibéricas trataron de conocer las dimensiones y, sobre todo, la ubicación de sus posesiones de ultramar, del mismo modo en que pretendían dominar toda información necesaria para la navegación marítima. La acumulación de conocimientos acerca del arte de la navegación, y de datos sobre los mares y los nuevos mundos, fue un fenómeno constante durante el siglo XVI. A ello contribuyeron españoles, portugueses y un buen número de italianos al servicio de los reinos de la península. Estos conocimientos fueron cualitativos. Así, ya desde finales del siglo XV, portugueses y españoles redactaron descripciones, a menudo muy detalladas, de los territorios africanos y americanos (Rodríguez Sala, 1998: 22). Pero también fueron

¹ Este texto fue originalmente publicado en *La juste mesure: quantifier, évaluer, mesurer entre orient et occident, VIII^e-XVIII^e siècle*, L. Moulinier, L. Sallmann, C. Verna y N. Weill-Parot (coords.), Saint-Denis, Presses Universitaires de Vincennes, 2005: 145-157. Se publica con autorización del autor. Traducción de Hilda Becerril, Centro Profesional de Traducción e Interpretación, Instituto Francés de América Latina, con el patrocinio de la embajada de Francia en México.

cuantitativos.² La extensión de los dominios ibéricos alrededor del mundo obligó a expandir a otros continentes prácticas que hasta entonces estaban limitadas a la península. De esta manera la colonización del mundo pasó por su relación cifrada, aunque los recursos técnicos y los conocimientos científicos de la época puedan parecer irrisorios. Se traduce también en empresas de índole científica al servicio de las políticas imperiales de los dos reinos, y en la creación de instituciones ibéricas como la Academia de Matemáticas en la que Felipe II reunió el saber de portugueses y castellanos, indispensable para la expansión y defensa de su monarquía.

La gestión de estos inmensos territorios planteaba problemas geográficos, técnicos y científicos que se suponía debían resolver los expertos españoles, es decir, astrónomos, cosmógrafos y astrólogos. Ante todo, era preciso garantizar una navegación más segura con un mejor reconocimiento de las costas y regiones marítimas. ¿No era acaso la navegación, tal como brillantemente lo expresara Tommaso Campanella en su *Monarchia di Spagna*, el fundamento de la monarquía hispánica? “Preciso es enviar grandes matemáticos flamencos y alemanes a dar la vuelta al mundo para que midan la posición de las estrellas, su configuración, al igual que en nuestro cielo, la profundidad de los mares y para que examinen con detenimiento cuál es su movimiento de este a oeste, cuál es su flujo y reflujo atendiendo a las horas” (1997: 357, 361).

Para cruzar los océanos, se aprendió a determinar la latitud no sólo observando las estrellas, sino calculando la altura del sol mediante instrumentos más exactos y tablas de declinación solar. El arte de navegar se perfeccionó durante el transcurso del siglo XVI y sirvió de inspiración para publicar obras al respecto, algunas circularían en toda Europa y darían la vuelta al mundo. Así, en 1519 se editó la *Suma de geografía* de Martín Fernández de Enciso; en 1535, Francisco Falero publicó su *Tratado de la esfera y del Arte de marear*; a éstos se sumaron *El Arte de navegar* de Pedro Medina y el *Breve compendio de la sphaera y de la arte de navegar* de Martín Cortés, que en 1551 salió de la imprenta de Sevilla. Los trabajos de Medina y Cortés fueron objeto de numerosas reimpressiones e incluso se tradujeron a diversas lenguas europeas. En ellos se encuentran aportaciones fundamentales sobre la declinación magnética³ y la observación astronómica. *El compendio del arte de navegar* de Rodrigo Zamorano, impreso en 1581, se aventuró incluso a explotar las nuevas ideas, sacando “partido de la teoría de Copérnico para mejorar las tablas de declinación solares” (Rodríguez Sala, 1998: 24).

² Sobre el papel que desempeñó la Academia de Matemáticas, véase Vicente Maroto y Esteban Piñero (1991: 71-109), los estatutos de la Academia se publicaron en Madrid en 1584 en Simón Díaz y Cervera Vera, 1995.

³ Especialmente sobre el polo magnético (Rodríguez Sala, 1998: 50). Habría que mencionar también los trabajos de Alonso de Santa Cruz y su *Libro de las longitudes*.

EL PAPEL CENTRAL DE LA CORONA ESPAÑOLA

La intervención de la Corona española fue decisiva. Se llevó a cabo por medio de la Casa de Contratación de Sevilla y del Consejo de Indias. En 1571, la llegada de Juan de Ovando a la presidencia del Consejo de Indias marcó el inicio de una labor sistemática de evaluación de las riquezas y capacidades del imperio. Una serie de ordenanzas indicaron el procedimiento a seguir. No cabe la menor duda de que Juan López de Velasco fue uno de los más determinados artífices de esta política. Obtuvo el puesto de cosmógrafo cronista real y fue quien ideó una serie de cuestionarios destinados a poner en marcha el programa de Ovando. Eran tres los objetivos que perseguía: establecer las tablas de cosmografía de las Indias determinando la latitud y longitud de las “provincias y ciudades” de esa región del mundo; redactar el “libro de las descripciones” en el que se podrían encontrar “todas las Indias en general y cada provincia en particular” (López de Velasco, 1971: xvii), y reunir unos “itinerarios de navegación de las Indias” con el fin de garantizar condiciones óptimas para la circulación marítima. La Nueva España, por ejemplo, aparece como un territorio situado entre los 96 y los 108 grados de longitud (según el meridiano de Toledo), y entre los 15 y los 25 grados de latitud norte. En materia de navegación, López de Velasco distinguía cuatro itinerarios principales: el que unía “España a Nombre de Dios”, a la tierra firme y a la Nueva España; el que iba de la Península al Río de la Plata y al estrecho de Magallanes; el que comunicaba a Panamá con Perú y Chile y, por último, el que acababa de abrirse entre la Nueva España, Filipinas y China. Las rutas y las condiciones de navegación acaparaban toda la atención del cosmógrafo que exigía estimaciones precisas en distancia y tiempo. Así, de la Nueva España a Filipinas había que contar 1 700 leguas y de dos a dos meses y medio de navegación; mientras que desde España, las 4 000 leguas se cubrían, en principio, en cinco meses, aunque las más de las veces en un año e incluso en un año y medio. En 1574, luego de tres años de trabajo tenaz, López de Velasco presentó al Consejo de Indias una “descripción universal de las Indias”, compendio de todos los conocimientos geográficos, náuticos, cosmográficos y administrativos producidos en aquella época acerca de la América española. Su propósito era explícitamente político, dado que la descripción se hacía con miras a “enderezar su buen gobierno”.⁴

⁴ López de Velasco (1971: xviii), quien utiliza los trabajos de sus predecesores, entre otros, de Alonso de Santa Cruz.

CUESTIONARIOS Y CÁLCULO DE LA LONGITUD

Juan López de Velasco redactó también las *Instrucciones y memoria de las relaciones que se han de hacer para la descripción de las Indias*. Éstas fueron el punto de partida de unos cuestionarios que dieron por resultado una gigantesca recopilación de información entregada al Consejo de Indias. Ampliamente difundidos en los reinos de la Nueva España y Perú, estos cuestionarios dieron lugar a respuestas bastante detalladas que llevan el nombre de *Relaciones geográficas*, redactadas a finales de la década de 1570 y principios de 1580. El formulario enviado por la Corona española abordaba la geografía física, la historia local, los recursos agrícolas, minerales, la hidrografía y la demografía.⁵ El cálculo de la latitud y la longitud también formaba parte de las exigencias de la administración de Felipe II. En efecto, los súbditos del rey tenían la orden de determinar las coordenadas del lugar en el que se encontraban, es decir, al menos la latitud, ya que en aquel entonces el cálculo de la longitud acarrea obstáculos casi insuperables. No es difícil imaginar que la repetición de dicha práctica en la Nueva España rural o el simple reconocimiento de la imposibilidad de realizarla, hicieran que los notables españoles e indios se vieran confrontados a dificultades técnicas y a un conocimiento científico rudimentario. Imperio, medición y vulgarización marcharon a la par cuando se trató de dar respuesta a las interrogantes sobre las relaciones geográficas.

De manera general, el cálculo de la ubicación de las posesiones ibéricas alentó la observación del cielo, en particular el estudio de los eclipses de luna, atendiendo a las reglas que quedaron asentadas en las *Instrucciones para la observación de los eclipses lunares*. Redactadas en 1577 por López de Velasco, estaban dirigidas de manera personal a los habitantes del Nuevo Mundo o, más exactamente, a las “ciudades y pueblos de españoles de las Indias” (Rodríguez Sala, 1998: 51). En esta obra, López de Velasco describió un aparato de su propia invención que incluso los indios podrían utilizar. Dado que no eran precisamente los sabios ni los recursos financieros los que escaseaban, la administración española alimentó un deseo insaciable de conocimientos

⁵ Una introducción clásica sobre las *Relaciones* se halla en Cline (1972: 183-449). La Corona pretendía recabar hasta el fin del mundo toda suerte de información relativa a sus posesiones, tal como lo indica una carta del rey, del 24 de abril de 1580, dirigida al gobernador de Filipinas, Gonzalo Ronquillo de Peñalosa. En ella se da la orden de hacerse de todos los manuscritos del agustino Martín de Rada que tengan que ver con la historia natural de las islas, así como “otras cosas de erudición y que las envíe al Consejo de Indias en la primera ocasión y que tuviera mucho cuidado de cumplirlo”. (Rodríguez Sala, 1998: 50)

e información, un apetito que las más de las veces resultó superior a las capacidades de cálculo del Renacimiento, así como a las facultades para tratar la información que tenían a su disposición los administradores ibéricos. Con todo, se obtuvieron resultados y se alcanzaron varios objetivos. Fue así como la observación del eclipse de luna del 17 de noviembre de 1584 permitió, por ejemplo, determinar con relativa exactitud la posición geográfica de la ciudad de México (Rodríguez Sala, 1998: 24).⁶ En realidad, esto fue la culminación de una serie de observaciones que habían comenzado con la llegada del “primer médico”, el *protomédico* Francisco Hernández, enviado a México para estudiar su fauna, flora y minerales. Durante su estancia en la Nueva España (1571-1576), este hombre de ciencia debía medir la longitud y la latitud de sus diferentes regiones pero, al parecer, delegó la tarea al cosmógrafo Francisco Domínguez y Ocampo sin que sea posible saber si efectivamente la llevó a cabo. Este portugués se había prometido hacer de Felipe II el Ptolomeo del Nuevo Mundo. En la relación de sus servicios, recuerda al soberano su participación en la *Descripción de la Nueva España*, “gracias a la cual se midió esta tierra practicando el método que Ptolomeo aplicó a las partes orientales del globo”. Es así que, la medición, tal como se concibió y se aplicó más allá del Atlántico, se inscribió totalmente en la tradición europea, como lo indica la referencia al gran geógrafo de la antigüedad.

Para calcular la longitud, la observación simultánea del eclipse de luna en diferentes lugares de la tierra ofrecía entonces una cómoda solución de la que rápidamente echaron mano. La instrucción “para la observación del eclipse de luna”, que había redactado Juan López de Velasco, indicaba el procedimiento a seguir en el Nuevo Mundo y describía el aparato que, para fines de la observación, resultaba indispensable. Se habían elegido los “instrumentos matemáticos más fáciles” solicitando que el resultado de la observación quedara asentado por escrito ante notario, *el escribano y justicia del pueblo*. Además, había que verificar escrupulosamente que, en efecto, se hubiere aplicado el método correcto y, para ello, se exigía que “se pintara sobre un papel el desarrollo de la observación para verificar su conformidad respecto de las instrucciones dadas” (López de Velasco, 1971: 51). Las recomendaciones hechas a los cosmógrafos que se establecieron en el Nuevo Mundo estipulaban en particular el “examen de los eclipses de luna y otros signos” como una de las tareas prioritarias que les correspondía efectuar (López de Velasco, 1971: 39).

El primer eclipse de luna que consiguieron estudiar simultáneamente en ambos mundos fue el del 26 de septiembre de 1577. En México se observó en Puebla y en

⁶ En 1577, la Audiencia de Guadalajara había ordenado proceder a la observación del eclipse de luna del 26 de septiembre (Rodríguez Sala, 1998: 41) para determinar la posición de la ciudad.

San Juan de Ulúa, mientras que en España la operación se llevó a cabo en Toledo, Valladolid y Sevilla. La observación se repitió al año siguiente en la ciudad de Puebla y en Toledo.⁷ En 1584, en la ciudad de México, el grupo de sabios a quienes Felipe II encargó la observación del eclipse de luna, estaba formado por tres personas: el cosmógrafo valenciano Jaime Juan, miembro del Consejo de Indias; el “cosmógrafo y geógrafo real” Francisco Domínguez y Ocampo,⁸ y el polvorista y armero real Cristóbal Gudiel.⁹ Los tres expertos contaban con una excelente formación técnica. El acontecimiento permite seguir paso a paso la colaboración que se forjó entre dos hombres de ciencia establecidos en la Nueva España y un experto que había llegado desde la Península para traerles los últimos avances técnicos que debían poner en práctica. La observación tuvo lugar en la gran terraza de las casas reales —el palacio real—, en presencia del arzobispo virrey Pedro Moya de Contreras y de Pedro Farfán, eminente miembro de la Audiencia y figura distinguida de la *intelligentsia* mexicana. Farfán había sido en dos ocasiones rector de la Universidad y a él se debe la redacción de la segunda versión de los estatutos de la joven institución. Esto nos da una idea de la solemnidad que rodeó a la que fuera una de las primeras grandes observaciones astronómicas efectuadas en el continente americano después de la invasión española.¹⁰

En la monarquía católica, la medición es a la vez un acto científico y político, también es una operación a nivel mundial. El cosmógrafo Jaime Juan debía no sólo trabajar en la Nueva España sino trasladarse también a Filipinas. Se le había encargado efectuar una serie de mediciones —latitud, declinación magnética, etcétera— desde México hasta el archipiélago de Filipinas, así como en todas las islas del Pacífico donde su navío hiciera escala (Rodríguez Sala, 1998: 46, 49). Las instrucciones que llevaba consigo proporcionaron una lista y la descripción detallada de los instrumentos de medición que debía procurarse. Se suponía que durante sus viajes, el cosmógrafo debía formar pilotos y marinos en los arcanos de su arte; se le pidió

⁷ Se dieron instrucciones para la observación del eclipse de 1581 pero quedaron sin efecto, debido a que ciertos errores de cálculo habían hecho prever un eclipse que no tuvo lugar (Rodríguez Sala, 1998: 52-53).

⁸ Nacido en Viana, Portugal, muerto en Taxco en 1601, intervino en los trabajos de desecación del valle de México, en la formación de pilotos que cruzaban el Pacífico y en la extracción de la plata en Taxco (Rodríguez Sala, 1998: 28).

⁹ Experto en el trazado de planos y titular, por más de veinte años, del estanco de la pólvora (Rodríguez Sala, 1998: 30).

¹⁰ El documento resultante se titula *Doce figuras del eclipse de luna observado en México el 17 de noviembre de 1584...*, AGI, *Mapa y planos*, México-34 (Rodríguez Sala, 1998: 56).

también que estableciera mapas de todas las regiones en las que habría de desembarcar, particularmente de las costas e islas. Con el fin de ayudarlo, las autoridades españolas tenían orden de entregarle, en cualquier lugar al que fuere, una copia (traslado) de los mapas que tuvieran en su poder. Supuestamente, su misión debía de durar ocho años, durante los cuales la Real Hacienda, primero en la Nueva España y luego en Filipinas, le pagaría un salario anual de 400 ducados. Así se estableció un vínculo directo entre las infraestructuras ibéricas instaladas de cada lado del Pacífico y la realización de la medición. Tanto las técnicas del gobierno como las técnicas matemáticas se articularon al servicio de la expansión española, imprimiendo su carácter científico a la mundialización ibérica.¹¹ En este sentido, se puede hablar del establecimiento de las primeras expediciones científicas europeas.

Esta modernidad difundida a escala planetaria no deja de ser totalmente compatible con la práctica de viejas ideas que también invaden al Nuevo Mundo. Así, las observaciones astronómicas permitían realizar cálculos cuya explotación resulta indisociable de la astrología. La medicina y la agricultura, por ejemplo, recurrían ampliamente a las especulaciones derivadas del cálculo de la posición de los cuerpos celestes, aun cuando en sociedades sometidas a la Iglesia católica y vigiladas por la Inquisición, los astrólogos debían tener cuidado de no sucumbir a las tentaciones de la astrología judicial. A cambio, todos podían establecer “pronósticos” y “calendarios lunares” cuya influencia se extendía más allá de la Península Ibérica llegando hasta los confines del imperio. Esta confluencia entre cálculos astronómicos y previsiones es patente en el *Repertorio de los tiempos*, que el alemán Heinrich Martin publicó en México en 1606. La obra ofrece una tabla de las longitudes de las grandes ciudades americanas, asiáticas y europeas de la monarquía católica, calculadas con respecto a la ciudad de México. Dicha tabla no sólo tiene interés por poner datos cifrados a la disposición de los lectores de la Nueva España, sino también por operar un desplazamiento de la visión del mundo, ya que todas las longitudes aparecen calculadas tomando como referencia la capital de la Nueva España y no a Toledo o Madrid.

LOS INDIOS Y LA MEDICIÓN

Es en el terreno de la astronomía y la astrología donde se cruzan los mundos indios y europeos. Los españoles manifestaron un gran interés por los calendarios indígenas de México y su capacidad para medir y segmentar el tiempo. Estos sofisticados conocimientos no desaparecieron durante el siglo XVI, aun cuando los efectos de la conquista

¹¹ Sobre este particular, véase Gruzinski (2004).

y la colonización obstaculizaron en gran medida su transmisión y reproducción. Los especialistas indígenas de los calendarios o *tonalpouhque* sabían prever los fenómenos celestes de los cuales dependía la organización de las grandes liturgias del año prehispánico. Con el fin de responder a la curiosidad de los monjes y adaptarse a su mentalidad, estos conocimientos sufrieron profundas transformaciones; cada vez se desacralizaron más y se les expurgó de su carga idolátrica puesto que ésta era la condición misma para su parcial preservación. Intercambios y debates a menudo reunieron a informantes indígenas y a monjes europeos, interesados en establecer correspondencias entre el calendario indio y el calendario cristiano. La presencia en Roma del franciscano mestizo Diego Valadés en el momento de la reforma del calendario gregoriano, nos recuerda que las discusiones mexicanas tuvieron repercusión en el corazón mismo de la capital de la cristiandad (Valadés, 1989).

Otros conocimientos y medidas relacionadas con la construcción se habrían conservado con mayor facilidad si la llegada de nuevas técnicas y concepciones, que exigían otro tipo de cálculo —la bóveda de mampostería o los techos de madera en el estilo mudéjar—, no hubiesen provocado un retroceso de los mismos en sus formas más complejas. Desde luego, la conquista puso término definitivamente a la edificación de pirámides y otras grandes construcciones urbanas de estilo prehispánico. Algo diferente ocurrió en el ámbito de la agricultura: los indios empleaban sistemas de medición y técnicas de agrimensura muy precisos, sin que se sepa con exactitud de qué manera calculaban la superficie y los ángulos. En efecto, las fuentes guardan silencio en cuanto a los procedimientos a los que recurrían. No obstante, gracias a los textos indígenas de la época colonial, se conoce bastante bien la terminología india tradicional. Los nombres de las medidas se relacionan con las diferentes partes del cuerpo: brazos, mano, corazón, hombro, axila, codo, pie, uña de los dedos de pies y manos. No debe extrañarnos si consideramos que Alfredo López Austin demostró de modo magistral en sus trabajos que, entre los nahuas, el cuerpo humano ocupaba el centro del sistema de representación del mundo y que todas las concepciones políticas, sociales y religiosas estaban estrechamente vinculadas con él (López Austin, 1981). El *quahuítl* (bastón) parece haber sido la unidad básica (8 a 10 pies); en otras regiones, es el *matl* (mano, brazo) el que desempeña ese papel. Existía, pues, un sistema de medición amerindio que variaba en función de los lugares aun cuando recurría a una terminología uniforme:

- *matl*: $\frac{1}{2}$ de una unidad, igual a la distancia entre las manos con los brazos extendidos; a su vez, ésta se subdividiría en:
 - *mitl* (flecha, del codo a la mano) que correspondía a los $\frac{1}{3}$ (o a la mitad) del *matl*;
 - *yollotli* (corazón), la mitad del *matl*, representa la distancia que va del corazón al dedo cordial de la mano con el brazo extendido ($\frac{2}{3}$ los $\frac{1}{3}$ de una unidad?);

- *acolli* (hombro) mide la distancia desde el hombro hasta la punta de los dedos;
- *molicpiltl* (codo) y *omitl* (hueso) la distancia que va desde el codo hasta el dedo cordial (es el equivalente de un codo para los europeos).

Como en la Península, la medición de las superficies en el campo y en las ciudades de la Nueva España es un acto solemne y ritualizado. En el siglo XVII, la delimitación del territorio del *pueblo* se estableció mediante un recorrido realizado por los notables y que hoy es posible retrazar gracias a los “títulos primordiales” (Gruzinski, 1988: 139-188). En el caso de los terrenos de los particulares, la longitud de las tierras es la que supuestamente indica la superficie del lote y esta práctica subsistió durante toda la época colonial. Las cantidades se expresaban siempre en un sistema vigesimal (Lockhart, 1992: 166).¹² Para las dimensiones pequeñas, en el caso de casas y otros edificios, los indios utilizaban varillas cuyo tamaño lo determinaba la costumbre. Para dimensiones superiores, se valían de cuerdas. El término mismo de cuerda —*mecatl*, en náhuatl— parece haber designado una tierra, “una parcela de tierra”, cuya superficie equivalía a un cuadrado de 20 unidades por lado. La misma cuerda debía de medir 20 unidades. La unidad equivaldría a la extensión que designa el término *quahuítl* o *matl* (traducidos en castellano por “braza”, o sea, alrededor de seis pies) (Lockhart, 1992: 144). Los textos españoles hablan de “braza de indios” pero también de “vara de las antiguas”. Variables según las regiones, estos vocablos y lo que designan se siguieron usando hasta el siglo XVIII. Si consideramos que el *quahuítl* es igual a ocho pies, el terreno básico habría medido 160 pies por lado; pero para un *quahuítl* de diez pies, este mismo terreno habría medido 200 pies por lado. Normalmente, esta superficie de entre 25 000 y 40 000 pies cuadrados debía permitir que una familia india se alimentara y pudiera reproducirse (Lockhart, 1992: 145-146).¹³

LA PERSISTENCIA DE LAS COSTUMBRES PREHISPÁNICAS

La tierra constituyó un campo en el que las antiguas prácticas de medición resistieron a la occidentalización y se convirtieron en reglas aceptadas por todos. Aun cuando en el siglo XVIII se propagó el término español brazada, éste se adaptó al empleo del sistema vigesimal (40 por 20) de origen indígena. La varilla que sirve para medir contiene

¹² Este trabajo constituye la referencia principal acerca de los términos de medición y su evolución en la Nueva España.

¹³ Un pie equivale a 0.304 m. Si un pie al cuadrado equivale 0.093 m², 40 000 pies equivalen a 3 697 m².

dos varas y media, una proporción que seguía obedeciendo a las subdivisiones prehispánicas del *quahuatl* o del *matl*. Esta resistencia estuvo vinculada con el predominio de las poblaciones indias en el mundo rural y podríamos encontrar un equivalente en los mercados indígenas donde las unidades de medición locales continúan usándose.

Sin embargo en el siglo xvii, aunque de manera lenta y parcial, se produjo una hispanización al difundirse el término vara que, en 1630, equivale a una fracción del *matl*. El vocablo habrá de generalizarse posteriormente. Se utilizó junto con el *quahuatl* para las extensiones restringidas, por ejemplo, para el cálculo de las superficies construidas. Para las grandes extensiones, los indios adoptaron el sistema español que se basa en la cantidad de semilla que se pueda sembrar.¹⁴ Pero lo harán con ciertas adaptaciones; es así como en lugar de la “cuartilla”, que corresponde a la mitad de media fanega, los indios prefirieron emplear un vocablo de origen náhuatl, *tlacoton*, que significa “pequeña mitad”. Recurrieron también de manera cada vez más frecuente al número de yuntas de bueyes necesarias para labrar un terreno. Podemos ver que esta evolución se remonta hasta mediados del siglo xvii, cuando tiene lugar la generalización de los títulos de la tierra a la usanza castellana en los campos mexicanos.

Los “pueblos” nos han dejado un número considerable de fuentes escritas en lengua indígena, sobre todo en náhuatl, que nos permiten medir cualitativa y cuantitativamente la evolución de las palabras y nociones españolas. Además de los términos de agrimensura propiamente dichos, aparecen otros préstamos del castellano, relacionados también con las operaciones de conteo y medición como los que se refieren al calendario y al cálculo del tiempo: las palabras que designan el mes y el año entraron muy tempranamente en circulación, mientras que en el ámbito de la moneda el *peso* se generalizó como unidad monetaria con sus divisiones: el *tomín*, un octavo de *peso*, el *medio*, la mitad de un *tomín*. Por último, entre las nuevas medidas de capacidad, especialmente vinculadas al cultivo de nuevos cereales, como el trigo, podemos señalar la adopción de la *fanega* para medir los granos y del *almud*, fracción de una fanega.¹⁵

En muchos aspectos la expansión ibérica es también una gigantesca empresa de medición que se desarrolló en todas las escalas, desde el imperio hasta el país, pasando por la región y el pueblo. Estos diversos planos son indisolubles e interactúan. Es así como, a las iniciativas de la metrópoli, responde el trabajo de divulgación y adaptación que Heinrich Martin realizó en México. Localmente, el sistema ibérico

¹⁴ Fanega de sembradura/media fanega/cuartilla y almud ($1/12$) (Lockhart, 1992: 166).

¹⁵ La fanega equivale a 64.6 áreas y el almud vale de 1.76 a 2.8 litros.

se combinó con las prácticas locales de origen amerindio dando lugar a cartografías mestizas y procediendo, también, al mestizaje de sus vocabularios y usos en las regiones rurales. De modo que en este registro, como en muchos otros, sería conveniente distinguir entre los efectos locales de una occidentalización —que dio por resultado la mezcla de cifras arábigas y romanas con las pictografías mexicanas— y las repercusiones de una globalización de los sistemas europeos con miras a la reproducción idéntica de las normas europeas, como ocurre con las nociones de latitud y longitud. En un trabajo anterior demostramos que occidentalización, mestizajes y globalización son constituyentes indisociables de la mundialización ibérica y que es posible identificar sus manifestaciones simultáneas doquiera que ésta se ejerza, lo mismo en India que en las costas de África o en América del Sur. No resulta, pues, inútil recordar que la interfaz que brevemente analizamos en el caso de México se reproduce en diversas partes del mundo, ahí donde la herencia arábico-europea se topa con otras tradiciones de cálculo y medición. Ocasionalmente, esto se llega a traducir en una relativa dependencia a los saberes y técnicas indígenas cada vez que la relación de fuerzas resultó desfavorable para los ibéricos. La medición constituye entonces un notable observatorio para quien se propone estudiar la expansión de los conocimientos europeos por todo el planeta, así como las resistencias de los sistemas que ésta encuentra a su paso en todo lugar.

Abreviaturas

- AGI Archivo General de Indias, Sevilla, *Mapas y Planos*, México-34, *Doce figuras del eclipse de luna observado en México el 17 de noviembre de 1584...*

Bibliografía

CAMPANELLA, TOMMASO

1997 *Monarchie d'Espagne et monarchie de France*, París, PLJF.

CLINE, HOWARD F. (coord.)

1972 *Handbook of Middle American Indians*, Austin, University of Texas Press.

DÍAZ, JOSÉ SIMÓN Y LUIS CERVERA VERA (coords.)

1995 *Institución de la Academia Real Matemática de Juan de Herrera*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

GRUZINSKI, SERGE

- 1988 *La Colonisation de l'imaginaire. Sociétés indigènes et occidentalisation dans le Mexique espagnol, XVI^e-XVIII^e siècle*, Paris, Gallimard.
- 2004 *Les Quatre parties du monde. Histoire d'une mondialisation*, Paris, La Martinière.

LOCKHART, JAMES

- 1992 *The Nahuas after the Conquest. A Social and Cultural History of the Indians of Central Mexico. Sixteenth through Eighteenth Centuries*, Stanford, Stanford University Press.

LÓPEZ AUSTIN, ALFREDO

- 1981 *Cuerpo humano e ideología. Las concepciones de los antiguos nahuas*, México, UNAM.

LÓPEZ DE VELASCO, JUAN

- 1971 *Geografía y descripción universal de las Indias occidentales*, editado por Marcos Jiménez de la Espada, Madrid, BAE 248.

MAROTO, VICENTE; MARÍA ISABEL Y M. ESTEBAN PIÑERO

- 1991 *Aspectos de la ciencia aplicada en la España del Siglo de Oro*, Valladolid, Junta de Castilla y León.

RODRÍGUEZ SALA, MARÍA LUISA (coord.)

- 1998 *El eclipse de luna. Misión científica de Felipe II en Nueva España*, Huelva, Universidad de Huelva.

VALADÉS, DIEGO

- 1989 *Retórica cristiana*, México, FCE.

Medidas de antiguo régimen: medidas con sentido social

Virginia García Acosta

INTRODUCCIÓN

Este ensayo está inspirado en una afirmación que utilizara el recordado historiador Witold Kula para iniciar su obra *Las medidas y los hombres*, publicada originalmente en polaco en 1970:¹

Es generalmente sabido que las medidas antiguas, incluso cuando llevan las mismas denominaciones, responden a muy diferentes tamaños, dependiendo del lugar, época y objeto de medición [...] No basta conocerlas, no basta inclusive saber convertirlas en cada caso en sus correspondencias métricas: hay que comprender también el contenido social que se esconde tras esas diferencias. (Kula, 1980: 3, 4)

Las medidas de antaño constituyen un reflejo de un determinado contexto social y económico que es el que nos permite, en buena medida, entender su significado. Por ello, una de las tareas de los científicos sociales preocupados por estos temas es precisamente comprender, como afirma el mismo Kula, “su fondo social y humano” (Kula, 1980: 16).

En este ensayo revisaremos algunas medidas antiguas, medidas que sin ser precisamente antropométricas, constituyen medidas y formas de medir con sentido social. Las medidas antropométricas, que se remontan a las épocas más antiguas de la humanidad y son utilizadas aún, en particular en el mundo rural, responden a mediciones que se desprenden del propio cuerpo: “una mano de maíz” que corresponde al número de mazorcas que se puedan asir con una mano, “una cuarta de cuerda” equivalente a la medida que va de pulgar a meñique en una mano abierta, “un dedo de jarabe” en una receta médica, etcétera. “Sus posibilidades son considerables, ya que es inmenso el número de elementos mensurables del cuerpo humano” (Kula, 1980: 31). El sistema antropométrico de medidas ha resultado sumamente práctico, pues todos los seres humanos las llevan consigo y, por lo mismo, pueden ser comprendidas en

¹ La primera edición en español apareció en enero de 1980, bajo el sello Siglo XXI Editores; sólo dos meses después apareció la segunda edición, que es la que usamos en este trabajo.

cualquier rincón del mundo. Seguramente por ello mismo, por su utilidad práctica, no han desaparecido del todo.

En el mismo sentido, medir el tiempo en épocas en las que se carecía de instrumental adecuado, o incluso posteriormente cuando ya se contaba con él, se relaciona con una determinada percepción de los eventos y de la sucesión. Norbert Elias, en su estudio *Sobre el tiempo*, publicado originalmente en alemán en 1984 y divulgado por primera vez en español en 1989,² nos permite reflexionar con respecto al tiempo y su medición como actos sociales que se concretizan en determinadas unidades de referencia.

Las medidas y mediciones a las que me referiré en adelante constituyen medidas y formas de medir no sólo con contenido social, como pueden ser muchas otras incluyendo las antropométricas, sino también con sentido social. Este ensayo considera dos casos: uno, siguiendo a Kula, el de las medidas y formas de medir dos productos de consumo básico en el México novohispano, es decir, el pan de trigo y la carne; otro, y en este caso siguiendo a Elias, examinaremos las medidas y formas de medir los temblores, un fenómeno natural recurrente en México. En ambos casos la información fáctica procede de trabajo de archivo.

EL SISTEMA PRECIO FIJO-PESO VARIABLE

Las fuentes disponibles para estudiar este primer asunto son muy diversas. En nuestro caso utilizamos fuentes primarias localizadas en varios repositorios, particularmente en archivos. Para el caso del sistema que denominé “precio fijo-peso variable”, y que expondré a continuación, la información primaria provino del Archivo Histórico del Distrito Federal y del Archivo General de la Nación, y de otros archivos estatales y provinciales, trabajados por historiadores como Eric van Young (1981) para el caso de Guadalajara y Peter Bakewell (1976) para el de Zacatecas. Esta información se refiere a los tres siglos coloniales novohispanos, asimismo la que presentaré con relación al caso cordobés, esta última centrada en la España del Siglo de Oro: en este ejemplo la información procede también de fuentes primarias, en particular del Archivo Municipal de Córdoba que fue trabajada por Patricio Hidalgo (1998). A ellos volveremos más adelante.

Desde el inicio de la Colonia las autoridades municipales novohispanas intentaron regular los precios y el abasto de productos básicos. De ello se encargaba una ins-

² Para este artículo usamos la tercera edición, que es la más reciente, aparecida en 2010, que incluye el prólogo de Héctor Vera.

tancia municipal denominada la Fiel Ejecutoria, dependiente de la Real Audiencia. Uno de estos productos básicos, cuya regulación en peso y precio estuvo bajo el control de la Fiel Ejecutoria, era el trigo y su principal producto, el pan.

El consumo de pan de trigo tuvo una importancia creciente, primero entre la población española y más tarde de manera generalizada, particularmente en las ciudades que fueron surgiendo y creciendo en la Nueva España. No nos detendremos por el momento en este tema, puesto que lo hemos tratado ya en otros trabajos (García Acosta, 1988 y 1989). Lo que interesa destacar por ahora es que este consumo creciente y extendido provocó que, desde muy temprano, hubiera interés decidido por regular su venta y su distribución. Fernand Braudel y el mismo Witold Kula han relatado cómo, desde tiempos medievales, la regulación de los precios del pan constituyó una obsesión para las autoridades: “la trilogía: trigo, harina y pan anima la historia de Europa. Es la mayor preocupación de los estados, de los comerciantes [...] En cuanto se producía una ‘crecida’ de su precio, todo comenzaba a agitarse y amenazaba la tormenta” (Braudel, 1984: 112).

La reglamentación correspondiente en el caso novohispano incluía, en primer lugar, fijar las cantidades de trigo o de harina de trigo que debería incluir una o varias piezas de pan que, a su vez, debían venderse a un determinado precio. A este cálculo, es decir, a la relación precio-peso, se le denominaba “postura del pan”, y pervivió en México hasta las primeras décadas del siglo XIX. La primera que encontramos registrada corresponde a la ciudad de México, en 1527, muy temprano sin duda (véase el cuadro 1).

Las evidencias identificadas dan cuenta de su aplicación en varias ciudades novohispanas, además de la capital del virreinato, tales como Guadalajara, Zacatecas y Querétaro; constituyen, de hecho, el reflejo del traslado de una práctica común en la España de esos tiempos. Cuenta Braudel que esta norma de peso variable del pan era “válida para el conjunto del mundo occidental” y ofrece ejemplos tanto de ordenanzas (Cracovia, 1516) como de gráficos de sus oscilaciones (Venecia, 1575-1600) que dan cuenta de esta práctica (Braudel, 1984: 106).

Un “invento”, califica Kula a esta modificación de peso y no de precio, “realizado independientemente en diversos países europeos, lo que demuestra que la misma situación social impuso su aplicación [...] Este invento, durante muchos siglos, funcionó como sistema” (Kula, 1980: 95). Dicho “invento” consistía en que las oscilaciones en los precios del trigo se compensaban modificando, a la inversa, el peso del pan. Se trata de una simulación de la carestía, pues si bien el precio era siempre el mismo, la disminución en peso que resulta menos visible a simple vista, provocaba aparentemente “menos irritación” o disgusto entre los consumidores. Según Kula, el valor monetario fijo del pan, que en el caso de las ciudades novohispanas lo tenemos registrado por casi 300 años, era un indicador de la mentalidad económica de la época.

CUADRO 1
 "Posturas del pan" en el siglo XVI, ciudad de México

<i>Año</i>	<i>Mes</i>	<i>Onzas de pan por medio real</i>
1527	Septiembre	8
1529	Abril	34
	Mayo	27
	Octubre	34
1530	Febrero	7
	Abril	23
	Agosto	34
1531	Mayo	45
	Septiembre	54
1532	Febrero	68
1536	Enero	12
	Noviembre	10
1538	Diciembre	12
1539	Marzo	14
	Octubre	16

Fuente: García Acosta (1986: 12).

Desde 1527 y hasta 1810, como apuntamos en los cuadros 1 y 2, por una o varias piezas de pan que podían pesar desde ocho hasta más de 30 onzas, el consumidor pagó siempre medio real.

La "postura" se calculaba con base en una práctica oficialmente ordenada y supervisada que se denominaba la "experiencia del pan". Ésta "consistía en llevar a cabo, ante las autoridades competentes, todo el proceso de elaboración del pan [...] tenía por objeto corroborar los costos de elaboración de una carga de harina hasta convertirla en pan y dictar la postura correspondiente" (García Acosta, 1989: 44). Gracias a los documentos localizados sobre estas experiencias, conocemos paso a paso el proceso y los costos de elaboración del pan en la ciudad de México; cabe aclarar que los documentos referentes al siglo XVIII son particularmente abundantes.

Para llevar a cabo los cálculos que culminaban en la postura dictada por un determinado tiempo, se usaban las denominadas escalas móviles, con las que se fijaba, de acuerdo con el precio medio del trigo introducido y declarado a su entrada en la ciudad correspondiente, las onzas que debería de pesar el o los panes a vender por medio real (véanse los cuadros 3 y 4).

CUADRO 2
 "Posturas del pan" a principios del siglo XIX,
 ciudad de México

<i>Año</i>	<i>Mes</i>	<i>Onzas de pan por medio real</i>
1806	Enero-abril	15
1807	Anual	13 ½
	Enero-abril	13
	Mayo-agosto	13
	Sept.-diciembre	15 ½
1808	Anual	16
	Enero-abril	16
1809	Enero-abril	14 ½
	Mayo-agosto	14
	Sept.-diciembre	13 ½
1810	Enero-abril	13
	Mayo-agosto	14
	Sept.-diciembre	13 ½

Fuente: García Acosta (1986: 14).

CUADRO 3
 Escala móvil de posturas en Guadalajara, 1701

<i>Precio por carga de trigo (pesos)</i>	<i>Peso del pan por un real (onzas)</i>
8	47
10	38
12	32
14	27
16	24
18	21
20	19

Fuente: Van Young (1978: 113).

CUADRO 4
Escala móvil de posturas en Zacatecas, 1663

<i>Precio por carga de trigo (pesos)</i>	<i>Peso del pan por un real (onzas)</i>
7-8	28
9-10	26
11-13	24
14-16	22

Fuente: Bakewell (1976: 99).

La más elaborada de estas escalas oficiales fue la denominada “Escala móvil de posturas en la ciudad de México o Mapa del Señor Oliván”, que fue elaborada por don Juan Manuel de Oliván Rebolledo, miembro del Consejo del Rey y oidor de la Real Audiencia. Permitía deducir, a partir del precio de una carga de harina, no sólo las onzas de pan cocido a dar, también la cantidad de panes que debían elaborarse, así como las ganancias y las pérdidas que tendría la casa de panadería (véanse los cuadros 5 y 5a).³

Esta práctica se llevaba a cabo en varias de las principales ciudades novohispanas. Los cuadros 6 y 7, ofrecen algunos ejemplos de “posturas” dictadas a lo largo del siglo XVII en Zacatecas (incluyendo en este caso un par de ellas correspondientes a 1598) y la ciudad de México. Muestran que hubo años en que el precio del trigo fue tan bajo, que el consumidor pudo obtener hasta 19 y 20 onzas de pan por medio real (1622 y 1638 en la ciudad de México),⁴ y años de carestía en que por el mismo precio recibió sólo 8 u 11 onzas de pan (agosto de 1696 y mayo de 1598 en la ciudad de México y Zacatecas, respectivamente).

³ El cuadro 5 reproduce dicha escala móvil tal cual se localizó en el Archivo Histórico de la ciudad de México (Real Audiencia, Fiel Ejecutoría, vol. 3828, t. 30, exp. 152 bis, f. 116; 1726). En el cuadro 5a el lector podrá encontrar una transcripción del mismo, con ortografía actualizada por Myriam de la Parra.

⁴ Según Gibson, en 1658 hubo abundancia y bajos precios del trigo.

CUADRO 5

Escala móvil de posturas en la ciudad de México, 1726

MAPA

PARA LA TASSA DE LAS ONZAS DEL PAN, QUE DEBA DARSE POR MEDIO, SEGUN LOS PRECIOS, COSTOS, Y GASTOS...

Table with columns: ONZAS, TORTAS, VALORES, GANAN., COSTOS, GANANCIA, INFOANT., GANAN., PERDIDAS. Rows list various measurements and their corresponding values.

DANDO SOLO DOZE ONZAS, SE DA MEDIO REAL DE GANANCIA EN LAS TIENDAS, SE AUMENTA LA DE SEIS REALES A LOS PANADEROS EN CADA...

Table with columns: A 16, A 17, A 18, A 19, A 20, A 21, A 22, A 23, A 24, A 25, A 26, A 27, A 28, A 29, A 30, A 31. Each row contains multiple numerical values.

ADVERTENCIAS.

PRIMERA ADVERTENCIA.

Que las Harinas de que se biere este Pan, sean de las Diocesis de Michoacán, Puebla, y Mexico, excluidas las de Toluca, y otras de su misma...

SEGUNDA ADVERTENCIA.

Que el Amasijo se infunde a las Harinas coradas sola la Agua puramente necesaria, y no demasiada, o excesiva porque entones se...

TERCERA ADVERTENCIA.

Que no se fabrique Pan de Harinas esgorgojada, excalentada, o viejada, porque confundiendo esta Republica el año tres millones de arrobas...

Rubricada del Señor Don Juan Manuel de Olivas Revuelto.

REIMPRESO EN MÉXICO, por orden del Superior Gobierno, en el Imprenta de la Vuelta de O. por el Sr. Don Juan Manuel de Olivas Revuelto. Año de 1726.

CUADRO 5a
Escala móvil de posturas en la ciudad de México, 1726

MAPA

Para la tasa de las onzas del pan que deba darse por medio, según los precios, costos y gastos respectivos de cada carga de harina reducida a tortas de pan cocido. Dispuesto por el señor don Juan Manuel de Oliván Revuelto, del Consejo de su Majestad su oidor en esta Real Audiencia y auditor general de la Guerra de esta Nueva-España, y aprobado por el excelentísimo señor marqués de Casa-Fuerte, vitrey, gobernador, y capitán general de ella, y presidente de su Real Audiencia, por Decreto del primero de marzo de mil setecientos veinte y seis, con voto consultivo del Real Acuerdo de veinte y ocho de febrero del mismo año. Calculado por D. Pedro Telles Carvajal, contador del Juzgado General de Bienes de Difuntos.

PRECIOS de cada carga de harina, para el prorrato de las onzas de pan que deben darse por medio	ONZAS de pan cocido que deben darse por medio al respec- tivo de los precios de cada carga de harina	TORTAS que deben sacarse de cada carga, se- gún las onzas que cada pan cocido debe tener al res- pectivo de los pre- cios de la harina	VALORES de cada carga de harina reducida a tortas, con los cin- co reales de semilla y subvoto que salen de cada una	GANANCIAS que se dan al pos- tadero por su pre- sio en cada carga	COSTOS que tiene con la manufactura de una carga de harina	GANANCIA que se da a las tien- das de 8 reales en cada peso y solo me- dio desde que sube el precio a 16 pesos 4 reales la carga de harina	IMPORTANCIA de los precios, costos, y ganancias de cada carga de harina re- ducida a tortas, se- gún se muestra en las columnas 1, 5, 6 y 7	GANANCIAS tenues contingen- tes que se acrecen a más de la asigna- da a los paná- deros	PÉRDIDAS tenues contingen- tes, que reportan los panaderos con precios y costos de sus panes
A5. ps. la carg.	Dé á 30. onz.	O 140. 0. 0.	O 009. ps. 3. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 0. 9.	O 009. ps. 2. 9.	O 000. P. 0. 3.	O 000. P. 0. 0.
A5. ps. 2. 0.	Dé á 29. 0. 0.	O 144. 0. 0.	O 009. ps. 5. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 1. 0.	O 009. ps. 4. 8.	O 000. P. 0. 4.	O 000. P. 0. 0.
A5. ps. 4. 0.	Dé á 28. 0. 0.	O 150. 0. 0.	O 010. ps. 0. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 1. 5.	O 009. ps. 7. 5.	O 000. P. 0. 7.	O 000. P. 0. 0.
A5. ps. 6. 0.	Dé á 27. 2. 0.	O 152. 0. 0.	O 010. ps. 1. 6.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 1. 6.	O 010. ps. 1. 6.	O 000. P. 0. 0.	O 000. P. 0. 0.
A5. ps. 7. 0.	Dé á 27. 0. 0.	O 155. 0. 0.	O 010. ps. 2. 9.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 1. 8.	O 010. ps. 2. 8.	O 000. P. 0. 1.	O 000. P. 0. 0.
A6. ps. 2. 0.	Dé á 26. 0. 0.	O 161. 0. 0.	O 010. ps. 5. 9.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 2. 0.	O 010. ps. 6. 0.	O 000. P. 0. 0.	O 000. P. 0. 3.
A6. ps. 4. 0.	Dé á 25. 0. 0.	O 168. 0. 0.	O 011. ps. 1. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 2. 6.	O 011. ps. 6. 0.	O 000. P. 0. 6.	O 000. P. 0. 0.
A6. ps. 7. 0.	Dé á 24. 0. 0.	O 175. 0. 0.	O 011. ps. 4. 6.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 3. 0.	O 011. ps. 4. 0.	O 000. P. 0. 6.	O 000. P. 0. 0.
A7. ps. 1. 0.	Dé á 23. 2. 0.	O 178. 0. 0.	O 011. ps. 6. 4.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 3. 2.	O 011. ps. 6. 2.	O 000. P. 0. 2.	O 000. P. 0. 0.
A7. ps. 3. 0.	Dé á 23. 0. 0.	O 182. 0. 0.	O 012. ps. 0. 4.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 3. 4.	O 012. ps. 0. 4.	O 000. P. 0. 0.	O 000. P. 0. 0.
A7. ps. 5. 0.	Dé á 22. 2. 0.	O 186. 0. 0.	O 012. ps. 2. 4.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 3. 6.	O 012. ps. 2. 7.	O 000. P. 0. 0.	O 000. P. 0. 3.
A7. ps. 7. 0.	Dé á 22. 0. 0.	O 190. 0. 0.	O 012. ps. 4. 6.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 3. 9.	O 012. ps. 4. 9.	O 000. P. 0. 0.	O 000. P. 0. 3.
A8. ps. 0. 0.	Dé á 21. 2. 0.	O 195. 0. 0.	O 012. ps. 6. 8.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 4. 1.	O 012. ps. 6. 2.	O 000. P. 0. 6.	O 000. P. 0. 0.
A8. ps. 2. 6.	Dé á 21. 0. 0.	O 200. 0. 0.	O 013. ps. 1. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 4. 4.	O 013. ps. 1. 0.	O 000. P. 0. 0.	O 000. P. 0. 0.
A8. ps. 5. 0.	Dé á 20. 2. 0.	O 205. 0. 0.	O 013. ps. 3. 6.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 4. 6.	O 013. ps. 3. 6.	O 000. P. 0. 0.	O 000. P. 0. 0.
A8. ps. 7. 0.	Dé á 20. 0. 0.	O 210. 0. 0.	O 013. ps. 6. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 5. 0.	O 013. ps. 6. 0.	O 000. P. 0. 0.	O 000. P. 0. 0.

(Continúa)

CUADRO 5a
Escala móvil de posturas en la ciudad de México, 1726

		(Continuación)							
A9. ps. 1. 0.	Dé á 19. 2. 0.	O 215. 0. 0.	O 014. ps. 0. 8.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 5. 4.	O 000. P. 0. 4.	O 000. P. 0. 0.	
PRECIOS de cada carga de harina, para el prorrateo de las onzas de pan que deben darse por medio	ONZAS de pan cocido que deben darse por medio al respecto de los precios de cada carga de harina	TORTAS, que deben sacarse de cada carga, según las onzas que cada pan cocido debe tener al respecto de los precios de la harina	VALORES de cada carga de harina reducida a tortas, con los cinco reales de semilla y salmado que salen de cada una	GANANCIAS que se dan al panadero por su trabajo en cada carga	COSTOS que tiene con la manufactura una carga de harina	GANANCIA que se da a las tiendas de 8 reales en cada peso y solo medio desde que sube el precio a 16 pesos 4 reales la carga de harina	IMPRTANCIA de los precios, costos y ganancias de cada carga de harina reducida a tortas, según se muestra en las columnas 1, 5, 6 y 7	GANANCIAS que se acrecen a más de la asignada a los panaderos	PÉRDIDAS que reportan los panaderos con precios y costos de sus partes
A9. ps. 4. 0.	Dé á 19. 0. 0.	O 221. 0. 0.	O 014. ps. 3. 6.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 5. 6.	O 014. ps. 3. 6.	O 000. P. 0. 0.	
A9. ps. 6. 0.	Dé á 18. 2. 0.	O 227. 0. 0.	O 014. ps. 6. 6.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 6. 3.	O 014. ps. 6. 3.	O 000. P. 0. 0.	
A10. ps. 1. 0.	Dé á 18. 0. 0.	O 233. 0. 0.	O 015. ps. 1. 6.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 6. 6.	O 015. ps. 1. 6.	O 000. P. 0. 0.	
A10. ps. 4. 0.	Dé á 17. 2. 0.	O 240. 0. 0.	O 015. ps. 5. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 7. 0.	O 015. ps. 5. 0.	O 000. P. 0. 0.	
A10. ps. 7. 0.	Dé á 17. 0. 0.	O 247. 0. 0.	O 016. ps. 0. 6.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 7. 5.	O 016. ps. 0. 5.	O 000. P. 0. 0.	
A11. ps. 2. 0.	Dé á 16. 2. 0.	O 254. 0. 0.	O 016. ps. 4. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 001. P. 7. 10.	O 016. ps. 3. 10.	O 000. P. 0. 0.	
A11. ps. 5. 0.	Dé á 16. 0. 0.	O 262. 0. 0.	O 017. ps. 0. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 002. P. 0. 4.	O 016. ps. 7. 4.	O 000. P. 0. 0.	
A12. ps. 1. 0.	Dé á 15. 2. 0.	O 271. 0. 0.	O 017. ps. 4. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 002. P. 1. 0.	O 017. ps. 4. 0.	O 000. P. 0. 0.	
A12. ps. 5. 0.	Dé á 15. 0. 0.	O 280. 0. 0.	O 018. ps. 1. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 002. P. 1. 6.	O 018. ps. 0. 6.	O 000. P. 0. 0.	
A13. ps. 1. 0.	Dé á 14. 2. 0.	O 290. 0. 0.	O 018. ps. 6. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 002. P. 2. 3.	O 018. ps. 5. 2.	O 000. P. 0. 0.	
A13. ps. 6. 0.	Dé á 14. 0. 0.	O 300. 0. 0.	O 019. ps. 3. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 002. P. 2. 6.	O 019. ps. 2. 9.	O 000. P. 0. 0.	
A14. ps. 3. 0.	Dé á 13. 2. 0.	O 311. 0. 0.	O 020. ps. 0. 6.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 002. P. 3. 6.	O 020. ps. 0. 6.	O 000. P. 0. 0.	
A15. ps. 0. 0.	Dé á 13. 0. 0.	O 323. 0. 0.	O 020. ps. 6. 6.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 002. P. 4. 3.	O 020. ps. 6. 3.	O 000. P. 0. 0.	
A15. ps. 6. 0.	Dé á 12. 2. 0.	O 336. 0. 0.	O 021. ps. 5. 0.	O 001. P. 6. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 002. P. 5. 0.	O 021. ps. 5. 0.	O 000. P. 0. 0.	

Dando sólo doce onzas se da medio real de ganancia en las tiendas, se aumenta la de seis reales a los panaderos en cada carga (atendiendo el mayor aprecio de su compra) y cinco reales de costo de la manufactura por el duplicado numero de tortas, que han de hacerse de cada carga, en que es necesario acrecentar los operarios o beneficiarse de menos cargas al día.

A16. ps. 4. 0.	Dé á 12. 0. 0.	O 350. 0. 0.	O 022. ps. 4. 0.	O 002. P. 4. 0.	O 002. P. 1. 0.	O 001. P. 3. 0.	O 022. ps. 4. 0.	O 000. P. 0. 0.
A17. ps. 3. 0.	Dé á 11. 2. 0.	O 365. 0. 0.	O 023. ps. 3. 0.	O 002. P. 4. 0.	O 002. P. 1. 0.	O 001. P. 3. 6.	O 023. ps. 3. 6.	O 000. P. 0. 0.
A18. ps. 2. 0.	Dé á 11. 0. 0.	O 381. 0. 0.	O 024. ps. 3. 0.	O 002. P. 4. 0.	O 002. P. 1. 0.	O 001. P. 4. 0.	O 024. ps. 3. 0.	O 000. P. 0. 0.
A19. ps. 3. 0.	Dé á 10. 2. 0.	O 400. 0. 0.	O 025. ps. 5. 0.	O 002. P. 4. 0.	O 002. P. 1. 0.	O 001. P. 4. 6.	O 025. ps. 4. 6.	O 000. P. 0. 0.
A20. ps. 4. 0.	Dé á 10. 0. 0.	O 420. 0. 0.	O 026. ps. 6. 0.	O 002. P. 4. 0.	O 002. P. 1. 0.	O 001. P. 5. 0.	O 026. ps. 6. 0.	O 000. P. 0. 0.

(Continúa)

CUADRO 5a
Escala móvil de posturas en la ciudad de México, 1726
(Continuación)

A22. ps. 0. 0.	Dé 4 9. 2. 0.	O 442. 0. 0.	O 28. ps. 2. 0.	O 00 2. P. 4. 0.	O 00 2. P. 1. 0.	O 00 1. P. 5. 4.	O 028. ps. 2. 4.	O 000. P. 0. 2.	O 000. P. 0. 0.
A23. ps. 2. 0.	Dé 4 9. 0. 0.	O 466. 0. 0.	O 29. ps. 6. 0.	O 00 2. P. 4. 0.	O 00 2. P. 1. 0.	O 00 1. P. 7. 0.	O 029. ps. 6. 0.	O 000. P. 0. 0.	O 000. P. 0. 0.
PRECIOS de cada carga de harina, para el prorrato de las onzas de pan que deben darse por medio	ONZAS de pan cocido que deben darse por medio al respec- tivo de los precios de cada carga de harina	TORTAS que deben sacarse de cada carga, se- gún las onzas que cada pan cocido debe tener al res- pectivo de los pre- cios de la harina	VALORES de cada carga de harina reducida a tortas, con los cin- co reales de semilla y salvado que salen de cada una	GANANCIAS que se dan al pa- nadero por su tra- bajo en cada carga	COSTOS que tiene con la manufactura una carga de harina	GANANCIA que se da a las tien- das de 8 reales en cada peso y solo me- dio desde que sube el precio a 16 pesos 4 reales la carga de harina	IMPORTANCIA de los precios, costos y ganancias de cada carga de harina re- ducida a tortas, se- gún se muestra en las columnas 1, 5, 6 y 7	GANANCIAS tenues continen- tes que se acrecen a más de la asig- nada a los pana- deros	PÉRDIDAS tenues continen- tes, que reportan los panaderos con precios y costos de sus panes
A24. ps. 7. 0.	Dé 4 8. 2. 0.	O 494. 0. 0.	O 31. ps. 4. 0.	O 00 2. P. 4. 0.	O 00 2. P. 1. 0.	O 00 1. P. 7. 6.	O 031. ps. 3. 6.	O 000. P. 0. 6.	O 000. P. 0. 0.
A26. ps. 6. 0.	Dé 4 8. 0. 0.	O 525. 0. 0.	O 33. ps. 3. 0.	O 00 2. P. 4. 0.	O 00 2. P. 1. 0.	O 00 2. Ps. 3. 6.	O 033. ps. 3. 6.	O 000. P. 0. 0.	O 000. P. 0. 0.
A28. ps. 6. 0.	Dé 4 7. 2. 0.	O 560. 0. 0.	O 35. ps. 5. 0.	O 00 2. P. 4. 0.	O 00 2. P. 1. 0.	O 00 2. Ps. 1. 6.	O 035. ps. 4. 9.	O 000. P. 0. 6.	O 000. P. 0. 0.
A32. ps. 0. 0.	Dé 4 7. 0. 0.	O 600. 0. 0.	O 38. ps. 1. 0.	O 00 2. P. 4. 0.	O 00 2. P. 1. 0.	O 00 2. Ps. 2. 9.	O 037. ps. 7. 9.	O 000. P. . . 3.	O 000. P. 0. 0.

ADVERTENCIAS

PRIMERA ADVERTENCIA

Que las harinas de que se hiciere este pan, sean de las diócesis de Michoacán, Puebla y México, excluidas las de Toluca y otras de su misma naturaleza, por no ser aptas para pan sino sólo para semitas, y sus mismos ínfimos precios dicen su mala calidad. En cuanto al trigo de Toluca se limitó, por determinación del excelentísimo señor arzobispo virrey, conforme al parecer del señor fiscal y su asesor general a virtud de previas prolijas diligencias en que contó, que aunque al tiempo de la formación del mapa, eran malos los trigos de Toluca, porque empezaban a sembrarse en el valle, y al principio todos tienen la deterior circunstancia de cascarudos y prietos, después con la continuación del cultivo, se han purificado las tierras y los frutos, y se cogen de igual calidad a los permitidos. Y por esta razón, y la de evitarse varios daños que se rogaba al público, se resolvió: que debía admitirse, y tenerse consideración a su precio para el cálculo del respectivo, de que se deducen las onzas de la postura.

SEGUNDA ADVERTENCIA

Que en el amasijo se infunda a las harinas cernidas sola la agua precisamente necesaria, y no demasiada, o excesiva; porque entonces se perjudicará al público en venderse el agua por harina, el pan saldrá malo y mal cocido.

TERCER ADVERTENCIA

Que no se fabrique pan de harina agoyjada, excalentada, ó viciada; por que consumiendo esta República al año tres millones de arrobas de masa de harina reducida a panes, si esta es nociva es forzoso enferme a sus vecinos.

Rubricada del señor don Juan Manuel de Oliván Revolleado.

REIMPRESO EN MÉXICO, por mandato del superior gobierno, en la Imprenta de la Viuda de D. Joseph Bernardo de Hoyal. En la Calle de las Capuchinas. Año de 1755

CUADRO 6
 "Posturas del pan" en Zacatecas, 1598-1670

<i>Año</i>	<i>Mes</i>	<i>Onzas de pan por medio real</i>
1598	Mayo	11
	Junio	13
1605	Enero	13
1608	Noviembre	12
1609	Febrero	13
	Julio	12
1640	Septiembre	15
1644	Junio	13
1670	Junio	14

Fuente: Bakewell (1976: 328).

CUADRO 7
 "Posturas del pan" en la ciudad de México, 1662-1696

<i>Año</i>	<i>Mes</i>	<i>Onzas de pan por medio real</i>
1622	—	19
1638	—	20
1693	—	12
1694	Junio	14
1696	Agosto	8

Fuente: García Acosta (1986: 12).

Los cuadros 8 y 9 contienen información acerca del siglo XVIII. El primero, sumamente rico, incluye "posturas" para casi cuatro décadas no continuas en la ciudad de México. En la mayoría de los casos se especifica si la experiencia fue anual o cuatrimestral. Encontramos esta última, llevada a cabo tres veces al año, particularmente en años en que, por diversos motivos, se elevó el precio del trigo y el consumidor recibió por medio real hasta una tercera parte menos de pan (enero-abril de 1787: 12 ½ onzas) que en años de buenos precios (1726: 28 onzas).

Las "posturas del pan" para Córdoba, España (véase el cuadro 9), en cuyo caso la institución encargada de establecerlas era la Diputación de Abastos, cubren sólo las dos últimas décadas del siglo XVIII; no están expresadas en medios reales sino en cuartos,⁵ dado que fue así como Patricio Hidalgo localizó la información en los archivos.

⁵ El mismo Hidalgo explica que un cuarto equivale a cuatro maravedís (Hidalgo, 1998: 50, nota 91).

CUADRO 8
 "Posturas del pan" en la ciudad de México, 1701-1784

<i>Año</i>	<i>Mes</i>	<i>Onzas de pan por precio real</i>	<i>Año</i>	<i>Mes</i>	<i>Onzas de pan por precio real</i>
1701		18	1785	Anual	17
1711	Septiembre	20	1786	Mayo-agosto	18
1714	Julio	17		Anual	14½
1715	—	22		Mayo-agosto	14½
1716	—	28	1787	Sept.-diciembre	13
1718	Agosto	17		Anual	14
1723	—	20	1788	Enero-abril	12½
1728	—	15½	1789	Anual	18
1739	Enero	18	1790	Anual	18
1751	—	13	1791	Anual	18½
1756	—	18	1792	Anual	19
1758	—	19	1793	Anual	18
1771	Enero-abril	13	1794		19½
	Mayo-agosto	15	1795	Anual	18
	Sept.-diciembre	16		Anual	16½
1773	Anual	18	1796	Enero-abril	19
1774	Anual	22	1797	Anual	18
1775	Anual	21	1798	Anual	18
1776	Anual	21		Anual	18
1777	—	23		Enero- abril	18½
1778	Anual	22		Mayo-agosto	18
	Enero-abril	18	1799	Sept.-diciembre	17½
1780	Anual	17½		Anual	17½
1784	Anual	18		Sept.-diciembre	13

Fuente: García Acosta (1986: 13).

CUADRO 9
 "Posturas del pan" en Córdoba, España, siglo XVIII

<i>Año</i>	<i>Mes</i>	<i>Pan de tabona</i> <i>cuartos</i>	<i>Pan común cuar-</i> <i>tos</i>
1783		4 ½	3 ½
1784		10	8
1786	28-Abril	11	10
	24-Mayo	12	11
1787	08-Enero	11	10
	15-Marzo	10	9
	24-Marzo	10 ½	9 ½
	18-Abril	10	9
	09-Mayo	11	10
	23-Mayo	12	11
	22-Junio	11 ½	10 ½
1797	23-Enero	10	9
	06-Febrero	11	10
	19-Mayo	12	11
	14-Junio	11	10
	07-Julio	12	11
1798	27-Febrero	13	12
	01-Junio	12	11
	08-Junio	11	10
	11-Junio	12	11
	30-Junio	11	10
	06-Julio	10	9
1799	11-Marzo	9	8
	20-Mayo	9	8
	29-Julio	9	8
	23-Agosto	8	7
1800	03-Febrero	8	7
	04-Marzo	9	8
	13-Marzo	10	9
	30-Abril	9	8
	27-Mayo	10	9

Fuente: Hidalgo (1998: 50-52).

Nota: Se omitieron los años sin datos completos.

En este caso la “postura” aparece para dos tipos de pan: pan de tahona que “se elaboraba exclusivamente por los tahoneros con harinas en teoría molidas en sus tahonas” y pan común que “lo fabricaban los panaderos con harinas molidas en los molinos del Guadalquivir” (Hidalgo 1998: 38); aquél ligeramente más barato que éste, ya que, como lo muestra el cuadro 9, se dieron entre uno y dos cuartos más de pan de tahona que de pan común.

La información sobre “posturas del pan” que, como hemos visto, en unos años es sumamente prolija y en otros muy escueta, ha sido de gran utilidad para estudios de la historia económica y social, en particular para aquellos interesados en la fluctuación de los precios de productos de consumo básico, o en la ocurrencia de crisis y desastres agrícolas con sus efectos e impactos diversos. De especial interés ha sido este material para estudios sobre consumo: tipos, niveles, variaciones, etcétera.

Dados los objetivos de este ensayo, hay que subrayar que en el caso novohispano, no sólo a el pan de trigo se aplicó este sistema; también a otro producto de consumo básico: la carne. Su venta y en especial las formas en las que ésta se regía en la ciudad de México, fueron objeto de un estudio que dimos a conocer hace tiempo (Garner y García Acosta, 1995). Pero sin duda el trabajo más acabado sobre la producción, venta, precios y consumo de la carne en Nueva España fue el publicado en 2005 por Enriqueta Quiroz.

En su excelente libro, *Entre el lujo y la subsistencia. Mercado, abastecimiento y precios de la carne en la ciudad de México*, Quiroz señala que tratar de explicar “las fluctuaciones de los precios de la carne de res y carnero es un propósito aparentemente equívoco o contradictorio, pues el valor de la carne en la ciudad de México, durante todo el siglo XVIII fue siempre el mismo: un real”. Por esta razón, como lo manifestamos en el caso del pan, resulta absurdo hablar de precio, pues para ello “se requiere de un valor y una cantidad para poder comprender esta expresión matemática llamada precio” (Quiroz, 2005: 99).

En el caso de la carne también se dictaban “posturas”. Éstas eran “concertadas y licitadas por el mejor postor ante el Ayuntamiento”. Por medio de contratos, quienes resultaban electos como “encargados del abasto de carne [denominados] obligados, se comprometían a ofrecer al público determinada cantidad de carne por un valor específico, que debía ser respetado sin variación por el tiempo que durase el contrato” (Quiroz, 2005: 97). Como ocurría al fijar las “posturas del pan”, en el caso de la carne se deduce que había cierta intervención de los contratistas, como lo hacían los dueños de panadería en el caso del pan, en la fijación de las onzas de uno u otro producto básico a vender a un precio fijo. Como afirma Quiroz, la postura que se dictaba “debía considerar los factores del mercado”, o las pérdidas y las ganancias, como vimos en la calicata o mapa del señor Oliván, “de lo contrario est[os] negocio[s] no habría[n] sido redituable[s]” (Quiroz, 2005: 97).

Patricio Hidalgo, en *El pan de Córdoba. Bases para un estudio de la panadería cordobesa en el antiguo régimen*, con apoyo en una información muy similar a la que hemos utilizado con respecto a la forma de llevar los cálculos para dictar la postura del pan, califica este sistema de fraudulento. Afirma que “en una época en la que la ganancia no se producía por vía de la innovación técnica ni de la mecanización, los panaderos (es decir, dueños de panaderías) trataban de obtenerla mediante el fraude al consumidor” (Hidalgo, 1998: 39).

En efecto, se trata de lo que hoy denominamos “inflación disfrazada”, cuyos efectos negativos recaían exclusivamente en el consumidor.

Indudablemente, este sistema de precio fijo-peso variable tenía, de alguna manera, tres objetivos:

- a) asegurar un adecuado abasto de un alimento básico,
- b) sin un control concomitante de su precio (o, más bien dicho, de su peso),
- c) proteger no al consumidor, en el caso del pan, de los efectos del incremento en el precio del trigo, sino a los dueños de las panaderías urbanas, que eran, en gran parte, propietarios de haciendas cerealeras o de molinos trigueros, o bien, miembros del cabildo municipal.

MEDIR LOS FENÓMENOS NATURALES

La segunda parte de este ensayo la he titulado “Medir los fenómenos naturales”, porque en el periodo que nos ocupa, la época colonial mexicana y particularmente el siglo XVIII, este asunto constituyó una preocupación creciente entre los hombres de ciencia que se encontraron en medio del paso de un paradigma a otro, del tiempo cósmico y natural como medida, al tiempo regulado por los relojes (Quenet, 2005b: 117).

Las fuentes que utilizamos para obtener la información que se presenta a continuación, están compiladas o analizadas en los dos primeros volúmenes de la serie *Los sismos en la historia de México* (García Acosta y Suárez, 1996 y García Acosta, 2001). Constituyen, en su mayor parte, fuentes primarias localizadas en archivos nacionales, estatales o municipales de las regiones identificadas por los especialistas como de más alto riesgo sísmico en el país, y en dos archivos no mexicanos: el Archivo General de Indias de Sevilla, España, y el Archivo General de Centroamérica de Guatemala.

Si bien en el siglo XVIII ya existían relojes que permitían medir el tiempo por horas, y en algunos casos por minutos, no eran instrumentos de uso generalizado. De hecho, como afirma el historiador francés de los temblores, Gregory Quenet, excepcionales catástrofes y extraordinarias, como es el caso de los temblores de tierra, se resistieron

por mucho tiempo a la cuantificación (Quenet, 2005b: 117). Este historiador, autor de uno de los mejores trabajos analíticos sobre sismicidad histórica (Quenet, 2005a), revisó un *corpus* compuesto por 400 *récits* o libros domésticos de temblores escritos entre 1600 y 1789, a los que sumó un conjunto de procesos verbales manuscritos de la Academia Real de París, correspondientes a los 120 años que corren de 1666 a 1789 (Quenet, 2005b). El análisis de este *corpus* le permitió identificar, entre otras, formas diversas de cuantificar los temblores en el periodo que incluyeron los documentos analizados, es decir, los siglos xvii y xviii.

En el caso mexicano llevamos a cabo ejercicios similares pero identificándolos como uno de los tres aspectos constitutivos del registro sísmico preinstrumental: fechamiento, medición y descripción (García Acosta, 2001: 23).

Según Quenet, la medición de la naturaleza no fue un asunto que se desarrollara durante la época de las luces. Sin embargo, quienes vivieron en presencia de fenómenos naturales devenidos amenazas sí los midieron. Éste es el caso de los temblores y su duración. Como señala Elias, “al operar con el tiempo siempre están en juego hombres en su entorno, esto es, procesos sociales al mismo tiempo que físicos”, es decir, resalta la preocupación de este estudioso por indagar el por qué los hombres “necesitan las determinaciones del tiempo” (Elias, 2010: 34). Es así como surge la necesidad de normalizar el tiempo utilizando conceptos unitarios en los cuales “se sitúa la expresión ‘tiempo’, para designar aspectos comunes de las series de sucesos que intentan comprender de un modo indirecto, a través de su relación con un proceso normalizado” (Elias, 2010: 28). Es entonces cuando se lleva a cabo una correlación con cierta unidad que generalmente tiene que ver con la vida cotidiana, teniendo las dimensiones humanas como marco de referencia. Estas unidades de referencia, “como símbolos cognoscitivos y reguladores, se constituyen en unidades de tiempo” (Elias, 2010: 35), lo que ocurrió con los rezos en el caso de la medición de los temblores, como veremos más adelante.

En el caso de los sismos en México ocurridos y registrados entre los siglos xvi y xviii encontramos que, además de fecharlos, se cuantificaban o se medían los aspectos siguientes: hora, duración e intensidad.

Si como hemos reconocido en otro momento, “tanto el fechamiento como la medición constituyen uno de los vectores de la historia social y cultural, las formas de fechar o medir reflejan las concepciones de una determinada sociedad y su cosmovisión, o bien, los avances científicos alcanzados” (García Acosta, 2001: 23). Para el tema que ahora nos ocupa, tomaremos en cuenta exclusivamente aquellas que responden a medidas social o culturalmente definidas, como es el caso de la duración e intensidad de los sismos más significativos de nuestra historia.

Con respecto a este tema Elias piensa que los miembros de lo que él denomina “sociedades simples” están imposibilitados para decir su edad. Lo anterior ocurre

cuando el acervo social de conocimientos de un grupo no incluye un calendario, pues resulta imposible comparar de una manera directa la duración de un periodo de la vida con la de otro. Para hacerlo se precisa como marco de referencia otro proceso con periodos recurrentes, cuya duración esté socialmente normalizada. En otras palabras, se requiere un calendario [de esta manera] días y meses del calendario se constituyen en el modelo repetible de la irrepetible secuencia de hechos. (Elias, 2010: 31)

Por ello resulta indispensable establecer, en cada caso, una correlación entre el suceso por datar y el marco de referencia que fecha o que mide.

Los sismos ocurridos en México siempre se fecharon utilizando correlaciones diversas y, con el paso del tiempo, el fechamiento se fue haciendo cada vez más exacto, sobre todo a partir de la utilización de un elemento que permite normalizar, cada vez con mayor exactitud, los días, los meses y los años: el calendario.

Si bien en la época prehispánica la mayoría de los fechamientos indican únicamente el año en que ocurrió un sismo, para los primeros ocurridos en el periodo colonial conocemos ya el día y el mes: 1 de abril y 11 de octubre de 1523. A partir de la segunda mitad del siglo XVI y, sobre todo hacia finales de esa centuria, ambos elementos, día y mes, aparecen ya de manera constante en los registros.

También desde muy temprano se presenta la correlación con el-santoral católico. En ocasiones no se menciona la fecha exacta, sino que el temblor ocurrió “en la Pascua de Navidad de 1545” o el día de “Pentecostés de 1564”, el de “San Antonio de Padua de 1691”, o en “el viernes de Dolores de 1787”. Algunos de estos temblores incluso se reconocen históricamente con el nombre del santoral correspondiente: “el temblor de San José, o el de San Antonio”. Esta asociación se fue perdiendo a lo largo del siglo XIX.

En cuanto a la duración de un temblor, su medida la encontramos registrada a partir de la época colonial mexicana, no antes. Mientras no se generalizó el uso de instrumental *ad hoc*, estas mediciones eran de tipo cualitativo. Así ocurrió durante varios cientos de años en los que se reportó que los temblores se prolongaban “mucho” o “poco”, o bien, que habían sido de “corta” o “larga duración”. Por lo general, esta medición era exagerada, lo cual ha llevado a afirmar que con frecuencia dicho cálculo era directamente proporcional al miedo experimentado.

Algunos ejemplos de este tipo refieren temblores de “casi media hora” (16 de agosto de 1711) o incluso de “casi una hora” (11 de febrero de 1668). Quizás algunos de ellos correspondieran a varios sismos sucesivos, o bien, a lo que se conoce como precursor-sismo-réplica, pues es evidente que un temblor nunca ha durado más que algunos minutos.

El empleo de los segundos como medida de tiempo nunca fue constante y se inició a mediados del siglo XVIII.

Los registros de este tipo están unidos con la normalización del tiempo a partir del surgimiento y uso cada vez más generalizado del reloj. Asociado con la aparición de los relojes está el “modelo de autodisciplina individual que supone el conocer qué hora es”, que lleva a experimentar “en toda su crudeza la presión del tiempo horario de cada día y en mayor grado [...] el acoso de los años del calendario” (Elias, 2010: 32). Pero, como aclara el mismo Elias, no hay que olvidar que si bien los relojes han constituido uno de los “dispositivos más notables para representar el tiempo [...] los relojes no son el tiempo [...] sirven a los individuos [...] para orientarse en la sucesión de los procesos sociales y naturales en que se encuentran inmersos” (Elias, 2010: 38, 28).

La medida cualitativa por excelencia de duración de un temblor eran los rezos. Esta práctica fue más constante durante el siglo xvii y principios del xviii; poco a poco fue desapareciendo en los registros. Sabemos que se usa incluso hasta nuestros días, aunque de manera más esporádica. Los rezos más frecuentes utilizados en estas mediciones eran los salmos y los credos. Se trataba, en efecto, de poner “en relación de posiciones y periodos dos o más procesos factuales, que se mueven continuamente. Los acontecimientos en curso son perceptibles [como el propio temblor] pero la relación entre ellos constituye una elaboración de percepciones que hacen hombres con ciertos conocimientos”; era una manera de expresar esa relación con un “símbolo social comunicable” (Elias, 2010: 35).

Es esto a lo que Quenet llama “la lectura religiosa de los signos de la naturaleza” (Quenet, 2005b: 119), que debería calificarse de lectura sociorreligiosa. Se trata de una práctica que se encuentra en Occidente desde el siglo xii, pero que se generalizó hacia la segunda mitad del xvii, como un ejemplo más de la mediación constante de la religión entre los hombres y la naturaleza.

En el caso de los registros franceses, esta medición se llevaba a cabo en relación con el avemaría, el *Pater*, el *Miserere* y el *De Profundis* (Quenet, 2005b: 119). Si en la Nueva España se hablaba de un sismo que habría durado lo que una cierta oración “rezada con devoción”, en Francia se hablaba de un temblor “más largo que un avemaría rezado completo” o “tres o cuatro versículos (*versets*) de un salmo” o “la mitad de un avemaría” (Quenet, 2005b: 121). El porqué de la preferencia por utilizar como medida unos rezos u otros entre novohispanos y franceses —acá credos y allá avemarías, padrenuestros o salmos—, es un tema para especialistas en el campo de la historia de las religiones.

Estos ejemplos dan cuenta de cómo “la interiorización de los ritmos religiosos es suficientemente fuerte como para organizar la percepción del tiempo” (Quenet, 2005b: 120).

Dos elementos influyeron en el abandono de esta práctica que, sin embargo, no ha llegado a desaparecer por completo en nuestros días: la generalización en el uso de los relojes y la desacralización de la naturaleza. No obstante, coincido con el historiador

francés en el sentido de reconocer que el concebir una naturaleza fundada en un orden divino providencial, no permitió el ingreso directo y brutal de un sistema medible que permitiera explicar la presencia del temblor y, más aún, la ocurrencia de un evento desastroso como parte de procesos que pueden explicarse de forma racional y lógica.

Por lo que toca a la intensidad, en la actualidad constituye una medida de los efectos causados por un temblor, para lo cual se utiliza una determinada gradación que, en el caso mexicano, corresponde a la Escala de Intensidad Mercalli Modificada (MM). Ésta corre de un valor mínimo equivalente a un sismo no sentido, hasta un valor máximo que implica un sismo cuyas consecuencias son la destrucción prácticamente total.

Si bien los calificativos de “fuerte”, “grande”, “enorme”, o “catastrófico” constituyen la forma más común y constante de medir la intensidad de los sismos ocurridos, históricos, también en este caso, conforme avanzan los años, crece el volumen y la precisión de la información. Durante el siglo XVI se mencionan los daños provocados en ciertas construcciones, particularmente en templos y conventos, incluso de algunos pequeños poblados. Así ocurrió con el de la Pascua de la Navidad de 1568, al sur y oeste de la laguna de Chapala, a causa del cual se colapsaron numerosas iglesias, conventos y casas en el área vecina (Suárez, García Acosta y Gaulon, 1994).

Posteriormente, las descripciones son un poco más detalladas. A mediados del siglo XVII encontramos menciones sobre la afectación a determinados muros o paredes de ciertas construcciones, en ocasiones relacionándolas tanto con la fuerza del movimiento como con la dirección del mismo.

REFLEXIÓN FINAL

En el entendido de que, como describe Kula, la “clave para explicar las diversificaciones no estriba en comprender el carácter convencional, sino el significado de las medidas de antaño” (Kula, 1980: 4), aquí presentamos ejemplos de sistemas y medidas alterables, moldeables, maleables, no parametrizadas. Por ello hemos insistido en que se trata de sistemas y medidas con sentido social, de sistemas y medidas culturalmente construidas; en suma, de sistemas y medidas no globalizadas ni globalizables en sentido estricto, pues cumplían funciones específicas. Lo anterior tanto para el caso del pan y de la carne que en economías antiguas se ajustaban a un cambio de peso y no de precio, o el de la utilización de una medida para calcular la duración y la intensidad de un temblor, como un rezo, una oración que seguramente cumplía doble propósito: encomendarse a Dios y medir. Seguramente no rezaban para medirlo sino para suplicar a Dios que se acabara pronto, que no hubiera desgracias lo cual, con el rezo, se convirtió en una medida.

“Determinar el tiempo implica para los hombres funciones concretas. En el curso del desarrollo social, estas funciones pueden transformarse en un aspecto igualmente concreto” (Elias, 2010: 36), como tratamos de mostrar en los casos en que se han encontrado registros sobre hora, duración e intensidad de temblores historiados. Se trata de condiciones que permiten reconocer al tiempo como una especie de flujo continuo que, en estos casos, tiene representaciones de carácter social específicas.

Quisiera insistir en lo poco que han sido trabajadas estas medidas no parametrizadas, alterables o moldeables, que responden a determinados contextos y necesidades social y culturalmente determinados y que, como mencionaba al inicio de este ensayo, aún están presentes en el mundo junto a un sistema métrico decimal casi planetario.

Bibliografía

BAKEWELL, PETER

1976 *Minería y sociedad en el México colonial-Zacatecas (1546-1700)*, México, FCE.

BRAUDEL, FERNAND

1984 *Civilización material, economía y capitalismo, siglos XV-XVIII*, tomo I: “Las estructuras de lo cotidiano”, Madrid, Alianza.

ELIAS, NORBERT

2010 *Sobre el tiempo*, 3a. ed., México, FCE.

GARCÍA ACOSTA, VIRGINIA

1986 “Los panes y sus precios en ciudades novohispanas”, *Papeles de la Casa Chata*, núm. 2, México, pp. 3-16.

1988 “La alimentación en la ciudad de México: el consumo de pan en el siglo XVIII”, *Historias*, núm. 19, octubre-marzo, pp. 73-80.

1989 *Las panaderías, sus dueños y trabajadores. Ciudad de México. Siglo XVIII*, México, CIESAS, Ediciones de la Casa Chata núm. 24.

2001 *Los sismos en la historia de México*, vol. II, México, FCE-UNAM-CIESAS.

GARCÍA ACOSTA, VIRGINIA (COORD.)

1995 *Los precios de alimentos y manufacturas novohispanos*, México, CMCH-CIESAS-IIIH, UNAM-Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora.

GARCÍA ACOSTA, VIRGINIA Y GERARDO SUÁREZ

1996 *Los sismos en la historia de México*, vol. I, México, FCE-UNAM-CIESAS.

GARNER, RICHARD L. Y VIRGINIA GARCÍA ACOSTA

- 1995 "En torno al debate sobre la inflación en México durante el siglo XVIII", en Jorge Silva Riquer, Juan Carlos Grosso y Carmen Yuste (comps.), *Circuitos mercantiles y mercados en Latinoamérica. Siglos XVIII-XIX*, México, Instituto de Investigaciones doctor José María Luis Mora-UNAM, pp. 161-178.

HIDALGO NUCHERA, PATRICIO

- 1998 *El pan de Córdoba. Bases para un estudio de la panadería cordobesa en el antiguo régimen*, Córdoba, España, Diputación de Córdoba, Servicio de Publicaciones.

KULA, WITOLD

- 1980 *Las medidas y los hombres*, 2a. ed., México, Siglo XXI Editores.

QUENET, GRÉGORY

- 2005a *Les tremblements de terre aux XVII^e et XVIII^e siècles. La naissance d'un risque*, Francia, Champ Vallon, Mayenne.
- 2005b "Mesurer les catastrophes naturelles au siècle des Lumières", en Laurence Moulinier et al., *La Juste Mesure. Quantifier, évaluer, mesurer entre Orient et Occident (VIII^e-XVII^e siècle)*, Francia, Presses Universitaires de Vincennes, Saint Denis, pp. 117-157.

QUIROZ, ENRIQUETA

- 2005 *Entre el lujo y la subsistencia. Mercado, abastecimiento y precios en la ciudad de México, 1750-1812*, México, El Colegio de México-Instituto de Investigaciones doctor José María Luis Mora.

SUÁREZ, GERARDO, VIRGINIA GARCÍA ACOSTA Y ROLAND GAULON

- 1994 "Active Crustal Deformation in the Jalisco Block, Mexico: Evidence for a Great Historical Earthquake in the 16th Century", *Tectonophysics*, 234, pp. 117-127.

VAN YOUNG, ERIC

- 1978 *Rural Life in Eighteenth Century Mexico: The Guadalajara Region, 1675-1820*, tesis de doctorado, Berkeley, University of California.
- 1981 *Hacienda and Market in Eighteenth-Century Mexico: The Rural Economy of the Guadalajara Region, 1675-1820*, Berkeley, University of California Press.

Medidas antiguas de agua novohispanas y mexicanas

Jacinta Palerm Viqueira y Carlos Cháirez Araiza

INTRODUCCIÓN

Las medidas antiguas de agua recibían el nombre de surcos, pajas, bueyes, naranjas, etcétera. ¿En qué consistían estas medidas y cómo se convirtieron al sistema métrico decimal?¹

En un texto del Centro Nacional de Metrología se indica que un surco de agua equivale a 3.314 litros por segundo (lps), y una paja de agua a 0.460 litros por minuto, esto es, 0.0076 lps. Sin embargo, en el Decreto de 1863, firmado por Juárez, se da como equivalencia de un surco de agua 6.5 lps, mientras que para la paja de agua se señala: “Una paja produce por minuto un cuartillo o libra de agua, o cuarenta y cinco centésimas de litro y por lo mismo, en un día natural producirá catorce y medio quintales, o seiscientos cuarenta y ocho litros”. Y también “se considerará la paja igual a cuarenta y cinco centésimos de litro por minuto”. La equivalencia a litros por segundo de surco y de paja dada por el Decreto de 1863 se repite en Robelo (1997).

La equivalencia dada por el Decreto de 1863 es curiosa, puesto que en el mismo texto se señala que un surco tiene 432 pajas; por aritmética debemos multiplicar los 0.45 litros por minuto de la paja por el número de pajas en un surco (0.45 por 432), lo que nos debe dar los litros por minuto de un surco, esto es 194.4 y, para llegar a los litros por segundo, dividir entre 60, esto es 3.24 –cifra que coincide con la del Centro Nacional de Metrología–, pero no coincide con la equivalencia del surco con respecto al sistema métrico dada en el Decreto de 1863.

En el Decreto de 1863 se acota la equivalencia dada al señalar que sólo se aplicará si no hubiese alguna otra equivalencia; por otra parte el Decreto de 1863 aparentemente fue derogado el 19 de junio 1898, porque el Artículo 20 de esta Ley señala:

¹ Agradecemos a Teresa Rojas por el texto sobre aguas de Sáenz de Escobar en formato electrónico; a Cecilia Sheridan por el envío desde Monterrey del texto *Historia del agua en Nuevo León, siglo XIX*; a Héctor Vera por el hallazgo y préstamo del magnífico documento del Archivo General de la Nación que se reproduce en el Anexo 2; a Alejandro Vergara por el envío en formato electrónico de su libro *Derecho de Aguas* y, finalmente, a los ingenieros que ayudaron a aclarar conceptos tales como el de un litro por segundo por hectárea: Jaime Collado, Omar Miranda y José Cuchí.

“Se derogan todas las leyes y disposiciones que se hayan dictado anteriormente sobre pesas y medidas”.²

PROBLEMAS PARA LA CONVERSIÓN AL SISTEMA MÉTRICO

En la conversión del sistema de medidas antiguas de agua al sistema métrico decimal se presentan dos problemas. El primero es la definición misma de las medidas de agua en la Ordenanza de 1536, las medidas corresponden a marcos o datas, es decir, a un cierto tamaño de orificio; el buey de agua es un orificio de una vara en cuadro; un buey de agua, a su vez, se divide en 48 surcos y también se divide en otras medidas de agua tales como 144 naranjas, 1 152 reales, 20 736 pajas, 2 304 dedos cuadrados, 1 296 pulgadas cuadradas (Palerm y Cháirez, 2002).

Nos planteamos, por lo tanto, la pregunta: ¿las *formas de medir* antiguas, consideraban o no la velocidad del agua?, dado que éstas se expresan en un tamaño de abertura. Esta misma interrogante se plantea Baxter (1997, 2000) y concluye que las medidas de agua antiguas no consideraban la velocidad del agua y que no existía en la Nueva España, y posteriormente en el México independiente, una técnica para medir la velocidad del agua —sólo hasta 1844, con Galván, se presenta una—. Baxter (2000: 398-400) también señala que la solución de Lasso de la Vega (autor del *Reglamento de 1761*) es regular la velocidad. Por otra parte, Lipsett-Rivera (1999: 18) señala que Sáenz de Escobar (*ca.* 1706) mejoró el método de medición que anteriormente no consideraba la velocidad.

El segundo se refiere a que entre el siglo xvi y finales del xix, fecha en que la Ordenanza de 1536 estableció las medidas de agua para la Nueva España y época en que se procedió a la adopción del sistema métrico en México, la ciencia de la hidráulica tuvo avances substanciales; esto es, *la medición científica del agua* se modificó en este periodo. Por ejemplo, la formulación científica que incorpora la velocidad a la medición del agua, la realiza en 1625 un alumno de Galileo y también maestro de Torricelli, Benedetto Castelli, y es la llamada Ley de Castelli: $Q=VA$, en la que Q es el gasto, A es el área de la sección y V es la velocidad. Pasarían varias décadas antes de que se resolviera la cuestión de la diferencia de velocidad del agua en la parte superior e inferior, y el desarrollo de instrumentos para medir la velocidad en el fondo del río³ (Levi, 2001: 126-129, 151, 153 ss, 167 y ss). Adicionalmente, en estos

² AGN, *Pesas y Medidas*, caja 22, exp. 2, ff. 51-55 (1898). Véase el Anexo 2.

³ La medición de la velocidad del agua, no obstante el avance de los instrumentos de medición, aún es un asunto controversial. Parte de los problemas son técnicos, por ejemplo, la

años, Evangelista Torricelli (1608-1647), alumno de Castelli y de Galileo, estableció el llamado teorema de Torricelli referido al cálculo de velocidad en un orificio bajo el influjo de la presión atmosférica y donde la velocidad de llegada del agua es despreciable: $V = \sqrt{2gh}$, luego $Q = (A)\sqrt{2gh}$ (V corresponde a la velocidad, g a la gravedad que es un valor universal [9.81 m/s], h a la carga hidráulica o tirante⁴ y A al área del orificio, Q corresponde al gasto). La ecuación de Torricelli fue precisada ca. 1846, resultando $Q = (Cd)(A)\sqrt{2gh}$, en la que Cd tiene un valor aproximado de 0.60.

LOS EXPERTOS: SÁENZ DE ESCOBAR Y LASSO DE LA VEGA

Desde la perspectiva de estos dos avances en la ciencia de la hidráulica pueden considerarse dos textos novohispanos oficiales sobre medición de aguas, el de Sáenz de Escobar y el de Lasso de la Vega. Ejercicios similares se realizaron, por ejemplo, en Santiago de Chile por Jorge Lanz, maestro mayor y alarife de Santiago “sobre lo que debe entenderse por buey de agua, regador, teja o paja (1761)” (Guarda, 1978; Barros Arana, 2000); en el Perú el juez de aguas Ambrosio Cerdán de Landa y Pontero en su *Tratado sobre las aguas de los valles de Lima* (1793) tiene indicaciones sobre cómo repartir el agua (Dougnaç, 1994: 427).

En el texto de Sáenz de Escobar (ca. 1706), señala que para la medición del agua (por ejemplo, la cantidad de surcos de agua en un arroyo o canal), se realice en sección definida (para calcular el área) y sin rápida corriente, lo que quiere decir que no está midiendo la velocidad del agua, sino tratando de que sea una constante.

La primera diligencia es pesar, o medir, las aguas del río u otro manantial que se ha de repartir para saber cuantos sulcos o naranjas tiene de agua, lo cual se ajusta eligiendo algún lugar (donde encajonada el agua sin rápida corriente) pueda medirse, así de profundidad como su latitud, de suerte que teniendo, verbigracia, tres varas de ancho y una tercia de hondor, ajustará la cuenta por granos, en que se divide la vara, para saber sacar el área del cuadrángulo de agua, y después le servirá de partidor el área de un sulco, verbigracia, para liquidar cuantos sulcos caben.

profundidad a la que se toman las mediciones de la velocidad del agua para determinar la velocidad media y que la profundidad sea sistemáticamente la misma; la dificultad de medir la variación que registra el flujo en el transcurso del día, la calibración de los instrumentos; otros problemas son sociales, por ejemplo, que el caudal medido no sea de conocimiento general sino información exclusiva del aforador.

⁴ La altura del agua desde el centro de gravedad del orificio a la superficie libre.

Lo mismo definió Lasso de la Vega en 1761:

seligiendo el mexor trecho de la targea, o azequia, donde proceda el agua rectamente, sin rapida corriente, por averse de buscar plano horizontal, o quasi horizontal, para que nivelado, y sus costados dispuestos a plomo, forme dicha targea figura geométrica, capaz de reducir a cálculo: a la qual se le aplicará un marco de madera, de suerte, que parezca estar unido con los planos, tanto el horizontal, como los verticales: todo lo qual se puede disponer exhausta por naverse echado la agua por un ladron artificial, antes del plano reconocido.

El sobredicho marco llevará sus números marginales para reconocer la altura viva del agua, pues con esto, y multiplicando la latitud por la altura viva, quedará medida la amplitud de la sección, advirtiendo: que este producto, que sale de la multiplicación de un lado por el otro, avrá de partirse a la área de la naranja, sulco, etc., por haverse de assentar la diligencia, en medidas municipales de la corte. (Lasso de la Vega en Galván, 1998: 270-271)

Pero además, Lasso de la Vega señaló un método y el instrumental para medir la velocidad del agua, y aplicó la fórmula de Castelli:

Si se advirtiere en el concierto, que se mida mathemáticamente, se hará el previo cálculo, en el orden siguiente. Supuesto que está sabido la altura viva del agua, como assimismo, su latitud, y el área resultante; para hallar el centro de la media velocidad, en conformidad de que en todo canal orizontal, o quasi orizontal, es mayor en la velocidad en el fondo que en la superficie, se hará esta regla de tres: como 9 á 4: assi la altura viva, que lleva toda la targea, con la altura de el agua, sobre el centro de la velocidad media. (Lasso de la Vega en Galván, 1998: 272)

Con relación a la propuesta de Lasso de la Vega, hay críticas posteriores que señalan que la determinación de la velocidad media es errónea (Galván, 1998: 272).⁵

Adicionalmente a estos asuntos de cálculo científico basados en la ciencia de la hidráulica, cabe señalar que Lasso de la Vega no estableció la velocidad que debe llevar el surco, paja o buey de agua, lo que impide asignar un valor volumétrico al surco y a otras medidas de agua.

⁵ Galván (1998: 272) señala en nota a pie de página con respecto a lo dicho por Lasso de la Vega: “es mayor la velocidad en el fondo que en la superficie”, que “Es lo contrario, esto es, menor que la que lleva en su superficie”. Ezequiel Pérez señala que “en los Números 23, 24, 25 y 26 (Lasso de la Vega en Galván, 1868: 272-274) se establece un procedimiento erróneo para determinar la velocidad media de las corrientes de agua y por consiguiente, un gasto erróneo”. Véase también AGN, *Pesas y Medidas*, caja 22, exp. 2, ff. 51-55 (véase el Anexo 2).

La construcción de cajas o pilas repartidoras recibe mucha mayor atención y gana en precisión; en ellas se aplica el teorema de Torricelli, una fórmula que relaciona la altura del agua (carga hidráulica) con el tamaño del orificio y la velocidad de salida del agua. Cabe señalar que la propuesta de Torricelli corresponde a una solución general de un problema que ya se había tratado de manera sistemática y se puede dar un ejemplo de ello: cuando se calibran los llamados relojes de agua o clepsidras –inventados *ca.* 1400 a. C.–, que los griegos usaban en sus debates para fijar los tiempos para cada orador. En los relojes de agua babilonios, señala Høyrup (1997-1998), debe fluir una mina de agua (500 g) en cuatro horas.

Sáenz de Escobar, para la repartición del agua entre mercedados, precisa cómo construir una caja o pila repartidora: pone gran atención a la colocación de las datas, está de hecho implementando el teorema de Torricelli, sin embargo, al no regular la carga hidráulica (la altura del agua sobre el centro de la data) para el surco y cualquier otra medida de agua (buey, naranja, paja, etcétera), no establece un valor volumétrico constante para las unidades de área. No obstante, el diseño de la caja repartidora garantiza el reparto proporcional entre los usuarios y Sáenz de Escobar es explícito sobre la importancia de la colocación de las datas para que, aunque varíe la cantidad de agua en la caja repartidora, el agua se reparta de manera proporcional entre las datas, es decir, previene el comportamiento de aumento o disminución del caudal y, por lo tanto, la variación en el valor de la carga hidráulica en el tiempo.

[Una mala colocación de las datas] De aquí resulta que se llena la pila (en que están éstos círculos o cuadrados) estarán todos llenos, pero si por minorarse en algún tiempo las aguas no pudiese llenarse la pila resultaría que la data menor estaría entera con toda su agua, y la segunda no estaría cabalmente llena ni la tercera. [...] [Por lo tanto, para repartir proporcionalmente en caso de variar la carga hidráulica] La cuarta diligencia que debe hacer el medidor es reducir las datas a una misma altura incluyéndolas entre dos líneas paralelas. (Véase Sáenz de Escobar)

Este mismo señalamiento explícito sobre la importancia de la colocación de las datas en la caja repartidora con fines de un reparto proporcional, se encuentra en Lasso de la Vega:

Las pilas, o receptáculos, que se fabrican para los repartimientos la formación de dichos agujeros o marcos ha de ser de suerte que todos tengan una misma altura [...] pero si han de ser circulares, los centros de éstos estén en una misma línea horizontal. [...] Para que aunque se aumente, y disminuya la cantidad, y altura viva, cada qual sea partícipe, no solo del beneficio; sino también del daño. (Lasso de la Vega en Galván, 1868: 276-277)

LAS MEDIDAS DE AGUA ANTIGUAS, DE DATAS A VOLUMEN: LA GENIALIDAD DE CONSTANZÓ

Es indudable que a partir de las cajas o pilas distribuidoras era un paso sencillo establecer una medida volumétrica de los surcos, pajas, etcétera. Bastaba con asignar a la data una carga hidráulica determinada, por ejemplo, si en la tasa repartidora se mantiene una carga hidráulica que para el surco sería de 7 centímetros o 3 pulgadas (medidos desde el centro del área del surco hasta la altura viva del agua, unos dos centímetros por arriba del marco del surco), se tiene un gasto de 3.25 lps. Donde a menos altura de agua en la tasa disminuye el gasto, y a más altura del agua en la tasa incrementa el gasto. También hubiese sido posible asignar a la *corriente tranquila* un valor de velocidad y con ello fijar un gasto volumétrico para el surco y las demás medidas de agua.

De hecho, alguno de estos procedimientos fue el que debió utilizar el ingeniero militar Miguel de Constanzó. El ingeniero Ezequiel Pérez —quien fuera director de Pesas y Medidas en la Secretaría de Fomento—, precisamente en un dictamen sobre surcos de a 6.5 lps o surcos de a 3.28 lps señala:

Que a partir del 9 de junio de 1792 con objeto de hacer más equitativa la distribución de aguas entre Tacubaya y el Puente de la Mariscala, el Virrey Revillagigedo aprobó el resultado de las experiencias hechas por Dn. Miguel Constanzó el 5 de Mayo del mismo año con objeto de determinar “la cantidad que es capaz de producir un buque o data de tamaño determinado”. Estas experiencias que se ejecutaron en Chapultepec, presididas por la Autoridad competente, “con asistencia del Juez de Arquerias Dn. Ignacio Iglesias, y de los Maestros de la Novilísima Ciudad”, dieron por resultado que, en las condiciones en que se practicaron, “la data equivalente á una paja ofrece una libra ó cuartillo de agua por minuto”, que “otra data de una pulgada de diámetro equivalía por dieciocho pajas, pues daba dieciocho libras en el propio tiempo de un minuto”. Por lo que se ve que estas experiencias sirvieron para definir los gastos correspondientes a las llamadas medidas, como buey, surco, etcétera del sistema antiguo de medidas. (Véase el Anexo 2).

El dictamen de Ezequiel Pérez, y la solicitud del gobernador de Michoacán que suscita el dictamen,⁶ tiene un gran interés dado que: primero, ambos asumen que el surco, paja, etcétera —de tipo *volumétrico*—, que estableció en su momento Miguel de Constanzó, son medidas con carácter oficial; segundo, ambos indican la velocidad del agua para que la paja rinda un cuartillo por minuto, siendo esta relación (paja por minuto/cuartillo) la base de las demás medidas antiguas de agua en su nueva exactitud

⁶ AGN, *Pesas y Medidas*, caja 22, exp. 2, ff. 51-55 (1898). (Véase el Anexo 2.)

volumétrica. La velocidad indicada es de 16 varas 6 pulgadas y 5 líneas por minuto, es decir, 13.557 metros por minuto;⁷ sin embargo, variaciones en la equivalencia del cuartillo y la libra con el sistema métrico decimal —456.263 ml para el cuartillo y 460.246 g para la libra— introduce una pequeña variación, asunto al que alude Ezequiel Pérez e indica que con las equivalencias vigentes en el sistema métrico de la vara, el cuartillo y la libra, la velocidad media del agua corresponde, en el caso de los cuartillos, a 13.483 metros por minuto y en el caso de las libras a 13.600 m/m.

Ezequiel Pérez proporciona el dato velocidad media del agua. Para repetir el cálculo [$V=Q/A$] se tomó para Q la conversión al sistema métrico del cuartillo y de la libra, para A se convirtieron al sistema métrico las medidas en pulgadas del área del orificio de la paja.⁸ El resultado es ligeramente distinto al de Ezequiel Pérez, en el caso de los cuartillos, $V=Q/A=[0.000456263 \text{ m}^3/\text{minuto}]/[0.00003387 \text{ m}^2] = 13.472 \text{ m/minuto}$; en el caso de las libras, $V=Q/A=[0.000460246 \text{ m}^3/\text{minuto}]/[0.00003387 \text{ m}^2] = 13.589 \text{ m/m}$. Por lo tanto, en el cálculo original, Ezequiel Pérez seguramente usó valores ligeramente distintos para el cuartillo, la libra y posiblemente del área calculada de la paja.⁹

El hallazgo más satisfactorio, no obstante, corresponde al señalamiento de Ezequiel Pérez con respecto al Decreto de 1863, relacionado con la ausencia de correspondencia entre pajas y surcos, aspecto que señalamos al inicio de este texto. Ezequiel Pérez recomienda que se fije “como única equivalencia del surco, tres litros veinticuatro centésimos por segundo y como única equivalencia de la paja cuarenta y cinco centésimos de litro por minuto” (véase el Anexo 2).

La propuesta de asignarle un valor volumétrico a la paja primeramente por Constanzó y posteriormente por Ezequiel Pérez, conlleva a fijar un mismo valor de velocidad para todas las unidades de agua y, por lo tanto, a mantener una correspondencia intrínseca entre ellas. El uso de valores de 0.456263 (456.263 ml) y 0.460246 (460.246 g) litros por minuto para la paja conduce a que el surco adquiera valores de 3.28 lps y 3.31 lps y el buey de 157.68 y 159.06 lps; mientras tanto, la velocidad asume valores de 13.472 (0.2245 m/s) y 13.589 (0.2265 m/s) m/minuto, respectivamente.

⁷ Si se toma la equivalencia de la vara mexicana (838 mm o 0.838 m), la equivalencia de la pulgada castellana (23.278 mm) y la equivalencia de la línea (1.940 mm), asentadas en Robelo (1908), la velocidad resultante para 16 varas 6 pulgadas y 6 líneas, es de 13.5593 m.

⁸ La equivalencia al sistema métrico de un cuartillo es de 456.263 ml; la equivalencia de una libra es de 460.246 g. Para las medidas en pulgadas del área del orificio de la paja (donde una paja equivale a $\frac{1}{16}$ de pulgada cuadrada), la equivalencia de una pulgada castellana es de 23.278 mm.

⁹ Puede ser un problema de manejo del redondeo en las conversiones de un sistema de medidas a otro, así como el redondeo en los cálculos.

OTROS INTENTOS DE FIJAR VALOR VOLUMÉTRICO A LAS MEDIDAS ANTIGUAS

La propuesta de Constanzó, que consiste en dar un valor volumétrico a las medidas existentes de agua, mucho antes de la adopción del sistema métrico decimal, posiblemente no fue un conocimiento generalizado. Cuando menos existe la evidencia de que en San Luis Potosí el gobierno del estado estuvo tratando de dar valor volumétrico a las medidas antiguas entre 1853 y 1862 (Sifuentes, 2002).

Federico Weidner, ingeniero alemán radicado en México, en 1853 sugería que:

Para las medidas de agua se establecerá una unidad cúbica invariable, por ejemplo una vara cúbica por cada segundo, eso quiere decir un surtido o cordón de agua de una vara de ancho, una de alto y una de largo por cada segundo. [...] Por la construcción de las sacas más antiguas y la opinión de los labradores más prácticos del Estado parece conforme con el espíritu de la ley el establecerse el buey o la unidad de agua igual a una vara cúbica por segundo. (Sifuentes, 2002: 76)

La diferencia con la propuesta de Constanzó consiste en que, mientras el primero propuso que una paja rinde 1 cuartillo por minuto, Weidner planteó que una paja rinde 1 cuartillo por segundo.

La propuesta de Weidner no parece adoptarse en Nuevo León, ya que en 1862 se nombró una comisión que “se ocupará solamente de fijar la cantidad de agua que en su concepto debe darse a un buey, que es la medida mayor de que se hace uso ordinariamente”. Al problema de dar un valor volumétrico al buey de agua le llamaron el “teorema del agua”. La propuesta de la Comisión fue:

Las ordenanzas de tierras y aguas fijan como pendiente para un buey de agua, una pulgada y un octavo de pulgada en cada doce varas de longitud, sujetándose al parecer, de Sáenz;¹⁰ esta pendiente, le parece a la comisión, muy pequeña y cree que será muy fácil que completamente desaparezca por los ensolves que naturalmente han de tener las cajas que se hagan para hacer las medidas. Por lo mismo, la comisión es de opinión que se le dé pendiente dos pulgadas en doce varas (0.0046 –0.46% en 10.056 m.). Esto puede practicarse, en concepto de la comisión, construyendo cajas de piedra de doce varas de longitud y una vara de anchura, cuidando de dársele en la longitud la pendiente de que acaba de hablarse. (Sifuentes, 2002: 93-94)

¹⁰ El señalamiento en Sáenz a una pendiente o desnivel en un canal parece más bien referido a la construcción de un canal, “de suerte que ni por mucha decaída sea rápido el movimiento, ni por poca se detenga y, según he oído a muchos y me parece bien, con una cuarta a cada cien varas hay bastante”.

Sin embargo, la respuesta inmediata a la propuesta de la Comisión es insistir en “la necesidad de determinar una unidad de velocidad, ya sea superficial o media en un tiempo dado para la data llamada buey; hecho esto, con facilidad podrán calcularse los volúmenes” (Sifuentes, 2002: 96-97).

Cabe señalar que la propuesta de utilizar la pendiente, tan rápidamente desechada en San Luis Potosí, se propuso también en Chile. Aparentemente están utilizando fórmulas que corresponden a los antecedentes de la fórmula de Manning (1891): Chézy (1776), Du Buat (1786), Eyelwein (1814), Weisbach (1845), St. Venant (1851), Neville (1860), Darcy and Bazin (1865), y Ganguillet and Kutter (1869). Se trata de fórmulas, que Fernández Leal (1884) denomina “fórmulas del movimiento uniforme”,¹¹ y que todavía se usan (*Water Measurement Manual*, 2001; Fischenich, 2000). Las fórmulas, dicho de manera muy simplificada, permiten calcular la velocidad si se conoce la pendiente, lo que junto con el dato de área permite conocer el volumen. La estrategia para la estructura que se propone consiste en fijar el área (o sección) y la pendiente.

El caso chileno reviste interés porque muestra que la definición e implementación de un valor volumétrico para la medida de agua (regador), no llegó a realizarse debido a que las condiciones locales favorecían, incluso exigían, una distribución proporcional del caudal existente.

En Chile, la Ley del 18 de noviembre de 1819, señalaba que el regador “se compondrá en adelante de una sesma de alto (o 6 pulgadas españolas) y de una cuarta de ancho (9 pulgadas españolas), con el desnivel de 15 pulgadas”. En 1861 en los *Anales de la Universidad de Chile* se daba cuenta del debate habido cuatro años antes entre científicos, con respecto a la definición volumétrica del regador; estuvieron de acuerdo en que la Ley de 1819 proponía una definición insuficiente, esto es, la Ley de 1819 no indica a qué distancia se da la pendiente para aplicar, como señalan, las fórmulas de Prony y Eytelwein (*sic*); pero no coincidieron en una definición ni en una cantidad de lps, dando como resultado diferencias en los lps del regador: unos llegaban a 46.225 lps; otros a 32 lps. En 1914, en la Ley 2 953, se estableció que un regador equivalía a 15 lps. En 1912 el ingeniero Daniel Risopatrón publicó un artículo sobre el regador en los *Anales del Instituto de Ingenieros*. Según se reporta en el texto publicado por la Sociedad del Canal de Maipú (1989: 71-72), en ese artículo se apunta que:

Existe una confusión entre dos nociones esencialmente diferentes, que son la entrega por volúmenes fijos y la repartición proporcional de las aguas de un cauce.

La entrega de agua por volúmenes fijos acepta una cantidad determinada de agua que escurre en la unidad de tiempo, expresándose en litros por segundo.

¹¹ Fernández Leal (1884) cita a De Prony, alumno de Chézy, así como a Bazin.

En cambio la repartición proporcional de las aguas de un cauce no se presta a la adopción de una unidad de medida, sino a la determinación de una parte alícuota, o número de acciones o tanto por ciento del caudal total.

El regador legal usado en Chile es, contrariamente a lo creído, una unidad de volúmenes fijos, que proporciona un volumen determinado de agua en un cierto tiempo. Sin embargo, el régimen excesivamente variable de nuestros ríos ha inducido a los canalistas a preferir una repartición de las aguas en partes alícuotas, disponiendo cada interesado en una fracción del caudal total representada por un número de acciones, a las cuales se les suele llamar regadores.

Finalmente, la ley chilena desechó un cálculo volumétrico del regador y definió el regador como una parte alícuota del río. Relata Vergara (1998):

El Informe de la Comisión Revisora del proyecto de Código de Aguas, que se envió al Ejecutivo, y que sería el futuro Código de 1951, señalaba lo siguiente: “La práctica ha demostrado que el mejor sistema de medida consiste en una parte alícuota del caudal, y sobre esa base se encuentran constituidos casi todos los derechos actuales a las aguas. No se ve conveniencia en obligarlos a unificarse en una medida rígida”.

El caso chileno también sugiere, junto con el caso del diseño de la caja o pila repartidora, que se privilegió la distribución proporcional del agua y, adicionalmente, que *el marco o la data no fue considerada “la medida legal” sin mayores precisiones*. En este sentido, no sólo el caso mencionado de la caja repartidora, también, por ejemplo, las recomendaciones realizadas en 1785 por Ambrosio Cerdán y Pontero, juez de Aguas y oidor de la Audiencia en Lima, Perú, según reporta Dougnac (1994: 427):

Manutención de una *misma altura para las diversas tomas* de un valle. Debían tener éstas la misma altura que la primera del valle: “pues –dice Cerdán– de lo contrario la primera tomaría por ejemplo 3 riegos de una Acequia cuyo caudal tuviese una vara de altura, logrando en proporción del empuje correspondiente, y baxo de la misma amplitud, quando debiese beber la quinta o la sexta, no teniendo ya el Agua ni una quarta de altura, provendría, que aunque los Derechos de unas y otras Bocas fuesen iguales, no lo sería el recibo ó ingreso por carecer el fuerza por el equilibrio en igual paralelo”.

El mismo principio se aplicó en la Comarca Lagunera (México) donde, para distribuir las aguas del río Nazas, se referenciaron, entre otras cosas, las alturas de las plantillas o soleras con respecto al nivel del mar para que los canales pudieran tomar únicamente el volumen reconocido (Marroquín, 1893; *Reglamento*, 1895).

OTRAS ESTRATEGIAS DE MEDICIÓN DEL AGUA

Otro abordaje consiste en el agua de riego que se necesita por unidad de superficie para un cultivo determinado. Actualmente en México, entre los ingenieros agrónomos, es común considerar como norma general que con un gasto de un litro por segundo por hectárea se tiene la cantidad suficiente de agua para satisfacer las necesidades hídricas de la mayoría de las plantas cultivadas.¹² Esta apreciación se asemeja a las que encontramos para medidas antiguas: “se riega con un sulco de agua dicha caballería de tierra, en veinte días con sus noches, esto se entiende de tierra pareja, igual y buena (Sáenz de Escobar, *ca.* 1706) para el riego de una caballería de tierra dos [sulcos continuos]; y si es de siembra de caña cuatro” (Lasso de la Vega, 1761, en Galván, 1868: 279).

En Chile ello se expresó: un regador “[...] es la cantidad de agua que se necesita para regar 25 cuadras de terreno” (*Anales*, 1861: 312).

En reglamentos de Chihuahua, México, se indica:

Art. 3.– [...] Se entiende por surco de agua en esta localidad la cantidad suficiente para regar una suerte de tierra de ochenta mil varas cuadradas en veinticuatro horas. (*Reglamento de Aguas para la Municipalidad de Santa Rosalía, Chihuahua*, 1896, en Palerm, *et al.*, 2004)

¹² Aunque los ingenieros utilizan esta apreciación, no necesariamente saben a ciencia cierta cuál es la base de tal estimación. La estimación de un litro por segundo por hectárea está basada, primero, en el cálculo de las necesidades de agua de un cultivo incluyendo pérdidas en conducción (por ejemplo, Allen *et al.*, 1988); segundo, ese volumen total se expresa en litros por segundo por hectárea –a lo que llaman “caudal ficticio continuo”–, pero este fluctúa a lo largo del cultivo debido a la precipitación, a las necesidades del cultivo mismo, etcétera, entonces al caudal estimado mayor necesario para un cultivo dado, lo denominan “caudal característico” (*q*), también expresado en litros por segundo por hectárea. Existen tablas por países y por cultivos (Pascual, 1993: 34). Por ejemplo, “En Francia, la mayor parte de los cultivos presentan un caudal característico próximo a 0.75 lps y ha [...] Las praderas presentan un valor superior (1 lps y ha), así como los cultivos hortícolas que alcanzan e incluso superan el valor de 1.2 lps y ha. En Italia el caudal característico de la mayoría de los cultivos oscila entre 0.3 y 0.7 lps y ha; mientras que el de las praderas oscila entre 0.9 y 2 lps y ha, y el del arroz entre 2 y 4.7 lps y ha. En Estados Unidos los caudales característicos varían generalmente entre 0.6 y 0.8 lps y ha. Por último, podemos apuntar que en España, salvo en determinados cultivos más exigentes, los caudales característicos oscilan entre 0.8 y 1.3 lps y ha” (Pascual, 1993: 35). En México esta estimación, aparentemente, se ubica en 1 litro/s por hectárea.

Art. 36.— A cada suerte de tierra se le dará para su riego un surco de agua durante veinticuatro horas, cada vez que le corresponda, y en esa proporción se subdividirá el tiempo para el riego de las fracciones menores de suerte. Para los efectos de este artículo, se entiende por suerte de tierra, una superficie de ochenta mil varas cuadradas, ó sea cincuenta y seis mil ciento setenta y nueve y medio metros también cuadrados; y por surco de agua la cantidad suficiente, según uso establecido, para regar una suerte de tierra en veinticuatro horas. (*Reglamento para la distribución de las aguas en las labores de El Refugio y S. Rafael, de la municipalidad de la Cruz, Distrito Camargo*, febrero 15 de 1908, en Palerm, *et al.*, 2004)

CONCLUSIONES

Las medidas antiguas de agua consisten en una data o marco de dimensiones reglamentadas, es decir, carecen de un valor volumétrico; sin embargo, por las instrucciones sobre cómo aforar y cómo distribuir de 1706 y 1761 para Nueva España, queda claro que no fueron datas por donde pasaran a discreción volúmenes variables de agua. Cuánta agua pasaba por un data parece haber sido variable, pese a ello, se cuidó su reparto proporcional, lo que significa que el volumen de una paja o de un surco en un sistema determinado, aparentemente tuvo el mismo valor; de igual manera la relación entre medida de agua (surco) y superficie regada (cuadra, suerte, caballería) significó que se entregaban los mismos volúmenes de agua por unidad de superficie. Lo que sugiere que en una misma región y en un mismo sistema hidráulico, el valor volumétrico de una paja o de un surco fuese bastante uniforme.

Los avances de la hidráulica permitieron que las medidas antiguas de agua pudieran cuantificarse en unidades de volumen. En Nueva España, en 1792, Constanzó estableció el valor volumétrico de las medidas de agua (surco, paja, etcétera) para el mejor reparto de las aguas de la ciudad de México. En Chile no se llegó a establecer un valor volumétrico, aparentemente no por falta de ciencia sino por la variación de caudales. No obstante, entre países, no hay dos conversiones de las medidas antiguas de agua al sistema métrico decimal que coincidan (véase el Anexo 1). La diversidad de conversiones de las medidas antiguas de agua al sistema métrico decimal, posiblemente tuvo que ver más con las decisiones para establecer el valor volumétrico de las medidas antiguas, que con una diversidad en las medidas en el Imperio español¹³ o con una confusión en la conversión al sistema métrico decimal.

¹³ Aunque si las hay, en el *Diccionario de la Real Academia Española* se señala que el real de agua tiene 16 pajas, mientras que en México hemos encontrado sistemáticamente la equivalencia de 18 pajas. En el Archivo Histórico de Medellín, en la transcripción en línea sobre

Abreviaturas

- AGN Archivo General de la Nación, México, *Pesas y Medidas*.
 AHM Archivo Histórico de Medellín, Colombia. *Servicios Públicos*. <http://biblioteca-virtual-antioquia.udea.edu.co/pdf/49/49_1718191585.pdf>.

Bibliografía

- ALLEN, RICHARD G.; LUIS S. PEREIRA, DIRK RAES Y MARTIN SMITH
 1988 *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*, Roma, FAO <<http://www.fao.org/docrep/009/x0490s/x0490s00.htm>>.
- ANALES DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE
 1861 “Legislación agrícola de Chile. Sobre el regador o módulo de agua: unidad de medida que se usa en Chile en las compras i distribuciones de las aguas de regadío. Insuficiencia de la lei que para tales casos rije actualmente, i proyecto para la redacción de una nueva, la cual es de urgente necesidad. –Trabajo ejecutado en el seno de la Facultad de Ciencias Matemáticas i Físicas 1861”, en *Anales de la Universidad de Chile*, primera serie, año 1861, tomo XVIII, pp. 311-328, edición facsimilar de los “Anales de la Universidad de Chile” <http://www.anales.uchile.cl/1s/1861-T_XVIII/Informes_037.pdf>.
- BARROS ARANA, DIEGO
 2000 [1884 y 1902] *Historia jeneral de Chile*, Santiago, Rafael Jover Editor, 1884-1902, 16 vols., Alicante: Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes, 2000, edición digital basada en la de Santiago de Chile, Editorial Universitaria, Centro de Investigaciones Diego Barros Arana, 1999 (2000), segunda ed. <<http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/01305064222793051977024/index.htm>>.
- BAXTER, J. O.
 1997 *Dividing New Mexico's Waters (1700-1912)*, Albuquerque, University of New Mexico Press.
 2000 “Measuring New Mexico's Irrigation Water: How Big is a Surco”, *New Mexico Historical Review*, vol. 75, núm. 3, pp. 397-413.

Servicios Públicos, se mencionan pajas de 10 y de 12 líneas de diámetro. No obstante, la equivalencia del diccionario de la academia está probablemente equivocada, según las equivalencias respectivas al sistema métrico decimal, indicadas en la nota anterior, cuadra mejor la equivalencia de $1/18$ de real = 1 paja, así 1 paja equivale a $3\ 269.42/18 = 181.63$ litros en 24 horas, mientras que $3\ 269.42/16 = 204.34$ litros en 24 horas.

BENDFELDT, JUAN F.

- 1993 "Propiedad y el mercado del agua", *Tópicos de Actualidad*, año XXXIV, núm. 774, Guatemala, Centro de Estudios Económico-Sociales <<http://www.cees.org.gt/html/topicos/textos/topic-774.htm>> (consultado en julio de 2001).

CANO, GUILLERMO J.

- 1956 *Las leyes de aguas en Sudamérica*, Roma, FAO.

CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

- 2003 *El Sistema Internacional de Medidas (SI)*, México, Centro Nacional de Metrología.

CERDÁN DE LANDA, AMBROSIO

- 1793 "Tratado sobre las Aguas de los Valles de Lima", *El Mercurio Peruano*, 14 de marzo de 1793, edición facsimilar, Biblioteca Nacional del Perú, 1965.

DECRETO DE 1863

- "Decreto sobre medidas de tierras y aguas (2 de agosto 1863)" en J. T. Lanz Cárdenas. *Legislación de aguas en México, estudio histórico-legislativo de 1521-1981*, tomo 1, México, Consejo Editorial del Gobierno del Estado de Tabasco, 1982, pp. 484-485.

DOUGNAC RODRÍGUEZ, ANTONIO

- 1994 *Manual de historia del derecho indiano*, México, UNAM <<http://www.biblio-juridica.org/libros/2/818/14.pdf>>.

FERNÁNDEZ LEAL, MANUEL

- 1884 *Hidromensura o medida del agua en los diversos casos que puedan presentarse. Precedida de las nociones indispensables de Hidráulica*, México, Secretaría de Fomento.

FISCHENICH, C.

- 2000 "Robert Manning (A Historical Perspective)", *EMRRP Technical Notes Collection* (ERDC TN-EMRRP-SR-10), U. S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, Mississippi <<http://www.wes.army.mil/el/emrrp/pdf/sr10.pdf>>.

GALVÁN RIVERA, M.

- 1998 [1868] *Ordenanzas de Tierras y Aguas*, México, RAN-AHA-CIESAS (edición facsimilar de la quinta edición, 1868).

GUARDA, GABRIEL

- 1978 *Historia Urbana del Reino de Chile VIII. Economía y bienes edilicios*, Santiago, Andrés Bello <<http://www.memoriachilena.cl/archivos2/pdfs/MC0007694.pdf>>.

HØYRUP, JENS

- 1997-1998 "A Note on Water-Clocks and on the Authority of Texts", en *Archiv für Orientforschung*, 44-45, pp. 192-194 <http://akira.ruc.dk/~jensh/Publications/1998%7Bf%7D_A%20note%20on%20water-clocks_ms.pdf>.

LASSO DE LA VEGA

- [1761] "Reglamento General de las Medidas de las Aguas, publicado en el año de 1761", en J. T. Lanz Cárdenas, *Legislación de aguas en México, Estudio histórico-legislativo de 1521-1981*, tomo 1, México, Consejo Editorial del Gobierno del Estado de Tabasco, 1982, pp. 201-216.

LEVI, ENZO

- 2001 *El agua según la ciencia*, México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

LEY 2953

Fecha de publicación 11.12.1914, Chile, Ministerior de Industria y Obras Públicas <<http://www.bcn.cl/lc/bleyes/>>.

LIPSETT-RIVERA, S.

- 1999 *To Defend Our Water with the Blood of Our Veins. The Struggle for Resources in Colonial Puebla*, Albuquerque, The University of New Mexico Press.

MARROQUÍN Y RIVERA, M.

- 1893 *Memoria para examinar la concesión del canal Tlahualilo*, Torreón, Archivo del Museo Eduardo Guerra.

NÚÑEZ, PABLO

- s. f. "Historia del riego en Ecuador. Visión General" <http://aguabolivia.org/html/analisisX/INTERNACIONAL/historia_riegoecuador.htm> (consultado el 16 de marzo de 2007).

ORDENANZA DE 1536

"Ordenanza del virrey Antonio de Mendoza, expedida en el año de 1536, sobre medidas de tierras y aguas", en J. T. Lanz Cárdenas, *Legislación de aguas en México, estudio histórico-legislativo de 1521-1981*, tomo 1, México, Consejo Editorial del Gobierno del Estado de Tabasco, 1982, pp. 185-191.

PALERM VIQUEIRA, JACINTA (coord.); I. SANDRÉ, B. RODRÍGUEZ HAROS Y N. DUANA CALETTEET (eds.)

- 2004 *Catálogo de reglamentos de agua en México. Siglo XX*, México, AHA-CIESAS-CNA.

PALERM VIQUEIRA, JACINTA Y CARLOS CHÁIREZ

- 2002 "Medidas antiguas de agua", *Relaciones*, vol. XXIII, núm. 92, pp. 227-251.

PASCUAL ESPAÑA, BERNARDO

- 1993 *El riego: principios y prácticas*, Valencia, Universidad Politécnica de Valencia.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA

- 2001 *Diccionario de la lengua española*, vigésima edición, <www.rae.es>.

REGLAMENTO 1895

- 2004 “Reglamento para la distribución de las aguas del río Nazas, desde la presa de San Fernando en Durango hasta la presa La Colonia en Coahuila, Durango, 1895”, en Jacinta Palerm Viqueira (coord.), *Catálogo de reglamento de agua en México. Siglo XX*, México, AHA-CIESAS-CNA.

ROBELO, CECILIO A.

- 1997 [1908] *Diccionario de pesas y medidas mexicanas antiguas y modernas, y de su conversión para uso de los comerciantes y de las familias*, México, SEP-CIESAS (edición facsimilar de la edición de 1908).

SÁENZ DE ESCOBAR, JOSEPH

- [ca. 1706] Transcripción del manuscrito fechado 1749, Tratado III: *De medidas de aguas, para conducir las y pesarlas, y de sus datas para los repartimientos. Dispuesto por el maestro don Joseph Sáenz de Escobar, abogado de las Reales Audiencias de Guadalajara y México, manuscrito en el año 1749*. (Versión paleografiada del original, proporcionada por Teresa Rojas).

SIFUENTES ESPINOSA, DANIEL (comp.)

- 2002 *Historia del agua en Nuevo León, siglo XIX*, Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León.

SOCIEDAD DEL CANAL DE MAIPÚ

- 1989 *Canal San Carlos: orígenes e influencia en el desarrollo de la ciudad de Santiago (1829-1989)*, Santiago <<http://www.memoriachilena.cl/archivos2/pdfs/MC0037164.pdf>>.

VERGARA, ALEJANDRO

- 1998 “La unidad de medida ante la historia legislativa y el derecho vigente”, en *Derecho de Aguas*, 2 t., Santiago, Editorial Jurídica de Chile, pp. 371-378.

WATER MEASUREMENT MANUAL

- 2001 United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation. Water Resources Research Laboratory in cooperation with USDA (United States Department of Agriculture) <http://www.usbr.gov/pmts/hydraulics_lab/pubs/wmm/>.

Anexo 1

Conversiones de las medidas antiguas de agua al sistema métrico decimal

Guatemala: "Por acuerdo gubernativo del 25 de julio de 1931, se estableció que una paja de agua equivale a dos mil litros de agua en 24 horas [0.0231 lps]" (Bendfeldt, 1993).

Ecuador: "el Congreso de 1886 decretó que la unidad de medida en lo que se refiere a la distribución, sea la paja de agua, que en términos de la época se consideraba al 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, cuyo volumen es de veinte metros cúbicos en veinticuatro horas [0.231 lps], mientras que la equivalencia actual es de 0.2291 litros/segundo." (Nuñez, s. f., véase también Cano, 1956: 170). Aunque Cano (1956: 170) señala que son 24 metros cúbicos en 24 horas [0.277 lps]. Sin embargo, si se aplica la ecuación general de gasto de orificio y se realizan los cálculos para un orificio de 2 cm de diámetro y una carga de cuatro cm, el caudal desalojado en 24 horas es igual a 14.42764 metros cúbicos [$Q = Cd \cdot A \cdot V = (0.60 * 0.00031416 \text{ m}^2 * \text{ratz} (2 * 9.81 \text{ m/s}^2 * 0.04 \text{ m}) = 14.42764 \text{ m}^3/\text{s} = 0.1670 \text{ lps}$], que por supuesto no coincide con el caudal que resulta de dividir de manera directa los 20 metros cúbicos que se desalojan en 24 horas [$(20 \text{ m}^3)/(24 \text{ hr} * 3600 \text{ seg}) = 0.231 \text{ lps}$] ni con el caudal que resulta de dividir de manera directa los 24 metros cúbicos que se desalojan en 24 horas [$(24 \text{ m}^3)/(24 \text{ hr} * 3600 \text{ seg}) = 0.277 \text{ lps}$]. Para sorpresa nuestra, encontramos que si se calcula el caudal para el orificio referido, sin considerar el valor del coeficiente experimental de 0.60, su valor resulta ser 24.046 m³ en 24 horas [$Q = Cd \cdot A \cdot V = (0.00031416 \text{ m}^2 * \text{ratz} (2 * 9.81 \text{ m/s}^2 * 0.04 \text{ m}) = 24.046 \text{ m}^3/\text{s} = 0.278 \text{ lps}$], valor que resulta similar al que se obtiene dividiendo los 24 m³ entre el total de segundos que tiene un día.

España: el real de agua, según reporta el Diccionario de la Real Academia Española, es una "medida antigua de aforo, correspondiente al líquido que corría por un caño cuya boca era del diámetro de un real de plata. En Madrid se fijó el gasto en 3 pulgadas cúbicas por segundo [1 real = 1 pulgada³/s = (0.023278 m * 0.023278 m * 0.023278 m) = 0.0000378 m³/s = 0.0378 lps = 3,269.43 l/día o 24 hr = 32.69 hl/día], o en 100 cubas al día, que se considera en el canal del Lozoya equivalente a 32 hl."; y sobre la paja de agua señala que es una "medida antigua de aforo, que equivalía a la decimosexta parte del real de agua, o poco más de dos centímetros cúbicos por segundo [2 cm³ = 0.0020 lps x 60 seg x 60 min x 24 hr = 172.8 litros en 24 horas]."

Anexo 2

Dictamen sobre medidas de agua, realizado por el director de Pesas y Medidas, Ezequiel Pérez, a solicitud del gobernador de Michoacán, 1893

(AGN, *Pesas y Medidas*, caja 22, exp. 2, ff. 51-55)

Enterado de la nota que dirige á esa Secretaría, el Gobernador del Estado de Michoacán, con fecha 18 del mes próximo pasado, pidiendo que de conformidad con la fracción IV del Art. 39 del Reglamento de la Ley sobre pesas y medidas, se le comuniquen las reglas necesarias para la mejor estimación de las mercedes de agua, cuando surja la duda de si el surco debe estimarse como equivalente á 3.28 litros por segundo ó como equivalente a 6.5 litros como lo expresa la Ley de dos de Agosto de 1863, tengo el honor de manifestar a Ud.:

1º. Que las cantidades de agua concedidas en nombre del Rey de España anteriormente al año de 1792, no estaban definidas por un gasto constante; puesto que aunque en el Reglamento General de las Medidas de Aguas para uso de Corregidores, Alcaldes Mayores, Jueces, Receptores y demás Justicias reales, como también para los agrimensores, formado por Dn. Domingo Lasso de la Vega, dedicado a la real Audiencia de México y permitida su publicación por el Virrey Marqués de Cruilla por su decreto de 16 de Abril de 1761, en los Números 23, 24, 25 y 26, se establece un procedimiento erróneo para determinar la velocidad media de las corrientes de agua y por consiguiente, un gasto erróneo; consta por los números 27 y 28 que solo se atendía en la distribución de las aguas á la sección de la corriente y á las datas ó tomas, independientes de la velocidad, dejando, por lo mismo, indeterminado el gasto. Sin embargo, hay que notar que las cantidades de agua que se mercedaban según ese reglamento no tenían un valor absoluto; sino que eran proporcionales al gasto de la corriente de donde se toman, ya fuera este constante o variable.

2º. Que a partir del 9 de junio de 1792 con objeto de hacer más equitativa la distribución de aguas entre Tacubaya y el Puente de la Mariscalá, el Virrey Revillagigedo aprobó el resultado de las experiencias hechas por Dn. Miguel Constanzó el 5 de Mayo del mismo año con objeto de determinar “la cantidad que es capaz de producir un buque o data de tamaño determinado”. Estas experiencias que se ejecutaron en Chapultepec, presididas por la Autoridad competente, “con asistencia del Juez de Arquerías Dn. Ignacio Iglesias, y de los Maestros de la Novilísima Ciudad”, dieron por resultado que, en las condiciones en que se practicaron, “la data equivalente á una paja ofrece una libra ó cuartillo de agua por minuto”, que “otra data de una pulgada de diámetro equivalía por dieciocho pajas, pues daba dieciocho libras

en el propio tiempo de un minuto". Por lo que se ve que estas experiencias sirvieron para definir los gastos correspondientes a las llamadas medidas, como buey, surco, etc. del sistema antiguo de medidas.

3°. Que probablemente las concesiones de agua posteriores al 9 de Junio de 1792, deben haberse estimado atendiendo al cuartillo ó libra de agua por minuto, resultando de ello que para dejar subsistentes los nombres y dimensiones de las datas legales, se investigara cual debiera ser la velocidad medida por minuto para producir los gastos correspondientes á cada una de las medidas, tomando como unidad el gasto de la paja.

Como probablemente la libra y el cuartillo sufrieron alteraciones, ya en el año de 1892, época en que se publicaron por orden del Ministerio de Justicia y Fomento las relaciones de ambas medidas (cuartillo y libra) con las medidas del sistema métrico decimal, se nota que la cantidad de agua correspondiente a un cuartillo difiere de la cantidad de agua cuyo peso es una libra; dando por resultado estas variaciones del cuartillo de la libra, que la velocidad media, á que se ha hecho referencia, variará según los patrones de libra, cuartillo y vara que se tomaran como unidades fundamentales. Así se ve que en la consulta que hace el Gobierno del Estado de Michoacán se dice que esa velocidad es "estimada en lo general en 16 varas 6 pulgadas y 6 libras por minuto o sea 13.667 metros", mientras que si se toman las equivalencias de la libra y cuartillo dadas en el año de 1862 y refrendadas por la ley vigente sobre pesas y medidas, se obtienen respectivamente los valores 18.600 metros para la primera y 13.483 para la segunda equivalencia.

4°. La ley de 2 de Agosto de 1863, expedida en San Luis Potosí, instituyó en su artículo 6° una medida llamada surco, en la que no se fijan las dimensiones de la sección ni la velocidad de la corriente, sino el gasto, que define por un volumen de seis litros y medio por segundo, en las medidas rústicas. El mismo artículo define la paja como un volumen igual á cuarenta y cinco centésimos de litro por minuto en las medidas urbanas; y por consecuencia, define también otro surco que pudiera llamarse urbano.

En esta ley llama la atención que mientras la equivalencia de la paja concuerda con el de la misma, determinado por las experiencias de Constanzó de que se habló antes, la equivalencia del surco, que pudiera llamarse rústico, es próximamente doble de la del urbano; pues la relación del surco á la paja definidos por la ley de 1862, es de ocho cientos sesenta y siete; mientras que la relación entre el surco y la paja correspondientes a las llamadas medidas antiguas, es de cuatro cientos treinta y dos.

No estando vigente la ley de 2 de Agosto de 1863 en su parte relativa á pesas y medidas, por haberla derogado el artículo 20 de la ley de 19 de Junio 1898 que dice: "SE EROGAN TODAS LAS LEYES Y DISPOSICIONES QUE SE HAYAN DICTADO ANTERIORMENTE SOBRE PESAS Y MEDIDAS", estando facultada la secretaria de Fomento por el artículo 3o de la misma ley "PARA DESIGNAR LAS UNIDADES DERIVADAS QUE NO SEAN DE USO COMÚN A MEDIDA QUE LAS

NECESIDADES LO EXIJAN, DERIVÁNDOLAS DE LAS UNIDADES FUNDAMENTALES DEL SISTEMA NACIONAL DE PESAS Y MEDIDAS” y estando igualmente facultada por el artículo 16 para fijar las equivalencias legales, este Departamento cree que la Secretaría de Fomento debe establecer, como unidades de medida, para satisfacer la necesidad de medir las aguas, el LITRO POR SEGUNDO en las medidas rústicas y el LITRO POR MINUTO en las medidas urbanas.

Así mismo cree este Departamento que será conveniente que se fije como única equivalencia del surco, tres litros veinticuatro centésimos por segundo y como única equivalencia de la paja cuarenta y cinco centésimos de litro por minuto, estableciendo que:

“Cuando hubiere contienda sobre las aguas por que se alegue “derecho a una cantidad cuyos títulos o documentos anteriores al 2 de agosto de 1863 den la medida en surcos no se emplearán dichas equivalencias para determinar la cantidad controvertida; sino cuando no haya otra prueba material, sobre cual haya sido aquella cantidad; más si esto puede justificarse por cualquier otro medio que importe prueba plena se decidirá conforme a ella.”

5º. Que vistas las principales fases que ha tomado la medida legal de las aguas, es de opinión este Departamento que la consulta hecha por el Gobierno del Estado de Michoacán, debe resolverse de la manera siguiente:

a) En cuanto al caso concreto a que se refiere no puede aplicársele la ley de 2 de Agosto de 1863, por haber la prueba plena de que la data que quiere ensancharse no produce el gasto correspondiente al surco que estableció dicha ley, y además, por estar derogadas las disposiciones de esa ley relativa al asunto de que se trata desde el 16 de septiembre de 1896.

b) Que en cuanto a las reglas necesarias para la mejor estimación de las mercedes de agua anteriores a la vigencia de la ley de 19 de junio, no pueden dársele, entre tanto la Secretaría no fije equivalencias y determine los casos en que deban aplicarse.

Lo que digo a Ud. en respuesta de su comunicación número 6910 de fecha 1º del actual.

Libertad y Constitución, México, Abril 19 de 1898.

Al Sr. Secretario de Fomento.

Presente

(Ezequiel Pérez)

Segunda parte

Medidas modernas: el sistema métrico

Los prototipos nacionales del sistema métrico decimal

† Félix H. Pezet Sandoval

EL ENTORNO

Los acontecimientos que se desarrollaron en el siglo XIX trazaron en el país el camino que ha recorrido su historia como nación independiente hasta nuestros días.

El siglo XIX conoció la propensión del cabildo de la ciudad de México para liberar al país del dominio de España, asimismo la proclamación y consumación de la independencia, el primer imperio, la intervención estadounidense, la intervención francesa, el segundo imperio, la restauración de la república, el porfiriato; pero también en la vida cotidiana de sus habitantes conoció el carácter impetuosamente violento de Salvador Díaz Mirón quien varias veces fue protagonista de duelos para salvaguardar su honor —situación que no dejaba de tener las peligrosas consecuencias de pleitos callejeros—, y de los inventos de sistemas mecánicos para hacer más llevadera la difícil vida de los casi esclavizados trabajadores de las haciendas agrícolas (Escudero, 1998).

En el campo de las mediciones conocido en aquella época de las pesas y de las medidas, también soplaban vientos de efervescencia. Se sabía que en Francia se había establecido un sistema de mediciones con base científica, de variación decimal, de fácil uso, cuyas principales unidades, metro y kilogramo, que vendría, con el devenir del tiempo, a sustituir en nuestro país al sistema español de varas y libras propio de la época de la conquista y del virreinato.

De acuerdo con el espíritu de libertad, igualdad y fraternidad, Francia daba a conocer al mundo civilizado de aquel entonces el sistema métrico decimal desarrollado en las postrimerías de la Revolución francesa, con la finalidad de que fuera un sistema único, universal, que sustituyera a todos los demás sistemas imprecisos y arbitrarios que, bajo la oscuridad del caos y del fraude, se utilizaban en todo el mundo. En la Exposición Universal de Londres de 1851, en la Exposición Universal de París de 1855, y otras actividades de carácter técnico-científicos internacionales que se organizaban, como el Congreso Internacional de Estadística celebrado en ese año, la aportación francesa era la unificación mundial de las pesas y medidas.

Esta actividad empezó a dar frutos. El mundo se daba cuenta de la bondad de un sistema único cuyas unidades fueron tomadas de la naturaleza, que no era en particular de algún país y que facilitaba por esa circunstancia su adopción en todos los países del orbe.

ADOPTANDO EL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

Con el temor por las consecuencias que pudieran resultar de los acontecimientos nacionales de la época pero con la firmeza de su convicción, Manuel Siliceo, como ministro de Fomento, mediante circular de febrero 20 de 1856, estableció la primera obligatoriedad para los ingenieros de caminos al servicio de dicha secretaría, es decir, que en el desempeño de sus funciones utilizaran el sistema métrico decimal.

Haciendo a un lado la secuencia cronológica de los hechos, el mismo Siliceo, como titular que posteriormente fue de los ministerios de Gobernación y de Instrucción Pública y Cultos en el imperio mexicano de Maximiliano de Habsburgo, debió influenciar fuertemente para que el emperador promulgara el decreto relativo al uso del sistema métrico decimal francés, el 27 de octubre de 1865.

Para que un sistema de unidades sea aceptado por la población y logre su finalidad, es necesario legislarlo. La primera disposición legal que adopta el sistema métrico decimal francés fue emitida en el año de 1857 por Ignacio Comonfort en su carácter de presidente de la república. Después se promulgaron varios más, unos para ponerlo en vigor y otros que prorrogaban su aplicación, en un vaivén motivado por las presiones de los acontecimientos políticos y sociales.

Ante los levantamientos armados, las invasiones extranjeras, los gobiernos galopantes y en general la lucha entre los grupos liberales y conservadores, resalta la dimensión del esfuerzo de los gobiernos en turno, al considerar la obligación de imponer un sistema único de unidades de medida con la misma importancia que le concedía la atención a las urgentes necesidades del pueblo. Entre los primeros decretos que establecían el uso obligatorio del sistema métrico sobresalen el de Ignacio Comonfort en 1857, el de Benito Juárez en 1861, el de Maximiliano de Habsburgo en 1865 y el de Manuel González en 1882.

Tratando de contrarrestar la incertidumbre y el impacto social en la población al estar obligada a usar el nuevo sistema, se ordenó la elaboración de instrucciones y tablas de equivalencia entre las nuevas unidades y las antiguas.

LOS PATRONES DE MEDIDA

Para realizar las mediciones, es necesario representar las unidades del sistema por un medio material: un conjunto de objetos, un artefacto, o seleccionando una sustancia o un fenómeno, por ejemplo, una radiación electromagnética, para reproducir las definiciones de estas unidades. Cada una de estas representaciones toma el nombre de *patrón de medida*.

Los patrones de medida que representan o realizan lo más exacto posible la definición de la unidad se utilizan para caracterizar otros por medio de calibraciones y éstos, a su vez, a otros más y así sucesivamente diseminándose esta acción en forma de cascada. Cuando se requieran resultados de alta exactitud para las mediciones se utilizarán patrones establecidos en los primeros niveles y cuando se necesiten con menor exactitud se utilizarán aquellos de niveles intermedios o niveles inferiores.

Conforme los patrones descienden de nivel, su valor tendrá menor certeza; a pesar de ello, siempre habrá mediciones que los requieran. La cadena hipotética que se forma a partir de la definición de la unidad hasta llegar al resultado de las mediciones por intermedio de los patrones de diferentes niveles, se conoce en metrología como *cadena de trazabilidad*. Ésta es la carta de autenticidad de una medición.

El primer eslabón de la cadena lo ocupa el que se denomina *patrón primario* y en muchos casos el gobierno de un país declara a uno de éstos como patrón nacional a fin de que pueda servir de referencia en las mediciones que se realicen. Con esto se logra la uniformidad de las medidas, pues todas parten de un mismo origen y todas son representativas de la unidad de medida, en sus correspondientes niveles.

En la época en que se estableció formalmente el sistema métrico decimal, estos patrones primarios de metro y kilogramo, fueron llamados en México *prototipos nacionales*.

EL TRATADO DEL METRO

Como culminación de todo el movimiento universal para el uso del sistema métrico promovido por Francia, el 20 de mayo de 1875 se celebró en París una reunión diplomática denominada Convención del Metro, también conocida como Tratado del Metro, a la cual asistieron 18 países que oficialmente adoptaban el sistema métrico decimal y convenían en sostener, a gasto proporcional, una Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) situada bajo la autoridad del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIMP) y éste, de la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM).

Tres años antes de la celebración del Tratado del Metro había fallecido Benito Juárez y, en la fecha de la reunión, la presidencia del país, primeramente interina y posteriormente constitucional, la tenía Sebastián Lerdo de Tejada.

México no tuvo representación en esta reunión, a pesar de que se encontraban en esa fecha, en París, miembros de la Comisión Científica Mexicana que regresaban de Yokohama, Japón, después de observar el tránsito del planeta Venus por el disco del Sol e intercambiar con los científicos más destacados del mundo los cálculos que se derivaron de la observación de este fenómeno natural.

EN BUSCA DE LOS PROTOTIPOS NACIONALES

Los promotores

Entre las personas que formaron esta comisión científica se encontraban tres ingenieros que sobresalieron por su apego al sistema métrico decimal y por su convencimiento del beneficio que traería su adopción: Francisco Díaz Covarrubias, quien después destacó como notable hombre de ciencia, educador, promotor de los estudios astronómicos y autor de un estudio sobre el sistema métrico decimal; Manuel Fernández Leal, quien primeramente estuvo en esa comisión y fue oficial mayor de la Secretaría de Fomento, y posteriormente se desempeñó por cerca de diez años, como ministro de esa cartera durante el gobierno de Porfirio Díaz; y Francisco Bulnes, quien fungió como relator y calculista de la comisión.

Francisco Díaz Covarrubias y Manuel Fernández Leal hubieran podido asistir a esta reunión diplomática, pero estaban rotas las relaciones entre el gobierno de la república mexicana y el gobierno de Francia a causa de los acontecimientos de la época. Aún quedaban resentimientos hacia los representantes del gobierno republicano de México, tal como lo experimentó Díaz Covarrubias en los círculos intelectuales franceses por la actitud de algunos de sus connotados hombres de ciencia.

En noviembre de 1880 culminaron las gestiones apoyadas por Porfirio Díaz con las que se restablecieron las relaciones diplomáticas entre ambos países. El general Díaz estaba en las postrimerías de su primer periodo de gobierno y cedió el mando a Manuel González, quien gobernó hasta 1884.

Los requisitos

Para obtener los prototipos nacionales e ingresar al concierto de los países métricos, el gobierno de México, como los demás países, tuvo que:

- a) Manifestar oficialmente su deseo de adherirse al Tratado del Metro.
- b) Pagar su cuota de ingreso y su cuota anual, que se calculó tomando como base la fecha en que entró en vigor el sistema métrico decimal, el carácter opcional u obligatorio que tenía y el número de habitantes a la fecha de su ingreso.
- c) Pagar el costo de los prototipos nacionales.

EL INGRESO AL TRATADO DEL METRO

En esta circunstancia, el 9 de junio de 1883 el gobierno de Manuel González inició las gestiones para que nuestro país se adhirió al Tratado del Metro. Emilio Velasco, embajador de México en París, comisionó a Francisco Díaz Covarrubias para que estudiara las funciones de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas con miras a formar parte del Tratado del Metro (Secretaría de Fomento, 1901).

Las gestiones continuaron después de la segunda reelección de Porfirio Díaz y el 4 de agosto de 1890, Gustavo Baz, en su turno como embajador de México en París, notificó al presidente del Comité Internacional de Pesas y Medidas, el general Carlos Ibáñez, marqués de Mulhacén, la adhesión de los Estados Unidos Mexicanos al Tratado del Metro. Es probable que esa decisión fuera tomada por Díaz atendiendo la recomendación de Manuel Fernández Leal, quien se desempeñaba como oficial mayor del Ministerio de Fomento y que al año siguiente fue promovido a ministro de Estado, encargado del despacho de ese ministerio.

La contribución económica que nuestro país tenía que aportar estaba en función del número de años en que el sistema métrico decimal había sido adoptado y del número de habitantes que tenía. Considerando que México tenía en 1890 una población de once y medio millones de habitantes y que el sistema métrico decimal estaba legalmente en vigor desde el 15 de marzo de 1857, se fijó la contribución para su ingreso en 22 335 francos y una cuota anual de 2 878 francos. Finalmente, después de cumplir con los trámites respectivos, México se adhirió al Tratado del Metro el 30 de diciembre de 1890.

LA OBTENCIÓN DE LOS PROTOTIPOS

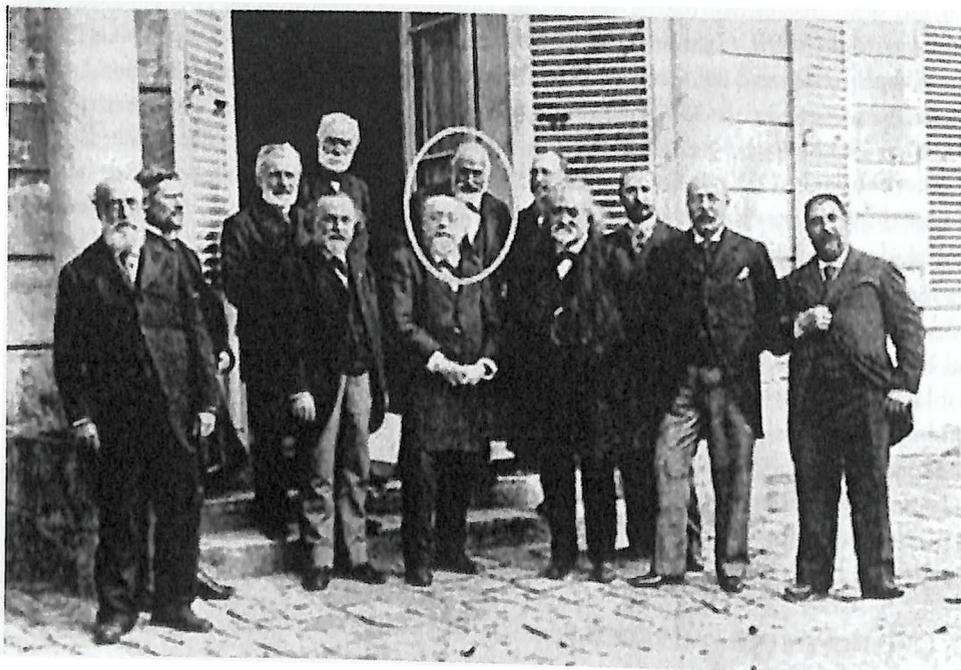
De inmediato el gobierno de Díaz dictó instrucciones al entonces encargado de negocios de México en Francia, Gustavo Baz, con relación al costo del prototipo del kilogramo y su pago inmediato. Fallecido el general Ibáñez en 1891, las gestiones continuaron con Wilhelm Foerster, el nuevo presidente del CIPM hasta 1920.

En el sorteo del 4 de abril de 1891, que se llevó a cabo en presencia de Ramón Fernández, enviado extraordinario y ministro plenipotenciario de los Estados Unidos Mexicanos, le tocó en suerte el kilogramo marcado con el número 21, que había sido comparado con el patrón internacional, cuyo certificado se expidió el 28 de septiembre de 1889; se le asignó un valor de $1 \text{ kg} + 63 \mu\text{g}$.

Gustavo Baz pagó en nombre del gobierno mexicano la cantidad de 3 105 francos por el kilogramo y 200 francos más por sus accesorios y aparatos auxiliares. En

el caso del metro, el prototipo nacional número 25 se adquirió en 1895. Inicialmente fue asignado al Observatorio Real de Bruselas que cedió sus derechos al gobierno mexicano; su costo fue de 10 173 francos, más 535 francos por sus accesorios y aparatos auxiliares.

FOTO 1
Comité Internacional de Pesas y Medidas, 1894



En el círculo, de arriba hacia abajo, el doctor A. Hirsch, secretario del CIPM,
y el doctor W. Foerster, presidente del CIPM.

Los prototipos nacionales de masa, tienen forma cilíndrica, de altura igual a su diámetro de 39 mm, fabricados con una aleación de 90% de platino y 10% de iridio, pulidos al espejo. Fueron inicialmente distribuidos mediante sorteo en la que participaron países que firmaron el Tratado del Metro en la primera reunión de la Conferencia General de Pesas y Medidas, en 1889.

El metro prototipo nacional, es una barra de platino e iridio, 90 y 10% respectivamente. Su sección transversal tiene forma de x . La unidad de longitud así materializada fue definida otra vez el 14 de octubre de 1960 como un objeto material y

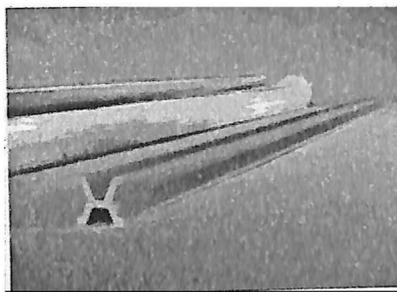
no una longitud de onda de una radiación electromagnética emitida por los átomos de kriptón 86; el vulgo científico lo llamó el “metro luz”. En 1982 el metro volvió a definirse en función de una fracción de la velocidad de la luz. El prototipo materializado del metro –número 25–, base que fue del sistema métrico decimal, puede verse hoy día en el museo del Centro Nacional de Metrología.¹

FOTO 2
Kilogramo núm. 21



13 de diciembre de 1891

FOTO 3
Metro núm. 25



7 de enero de 1895.

TRASLADO Y RECEPCIÓN DE LOS PROTOTIPOS NACIONALES

El 13 de noviembre de 1891 el kilogramo número 21 fue entregado, para su traslado a México, al capitán de navío, Ángel Ortiz Monasterio, comandante del buque *Zaragoza*, quien años después llegaría a ser contralmirante de la armada mexicana.

El 20 de agosto de 1892 llegó a nuestro país, y el 23 del mismo mes y año fue recibido por el propio Manuel Fernández Leal, que seguía desempeñándose como ministro de Estado y del despacho de Fomento, Colonización e Industria del gobierno porfirista. Con el cuidado inherente a su calidad de patrón nacional de masa, quedó guardado en la sede del ministerio en el embalaje con el cual fue transportado desde Francia.

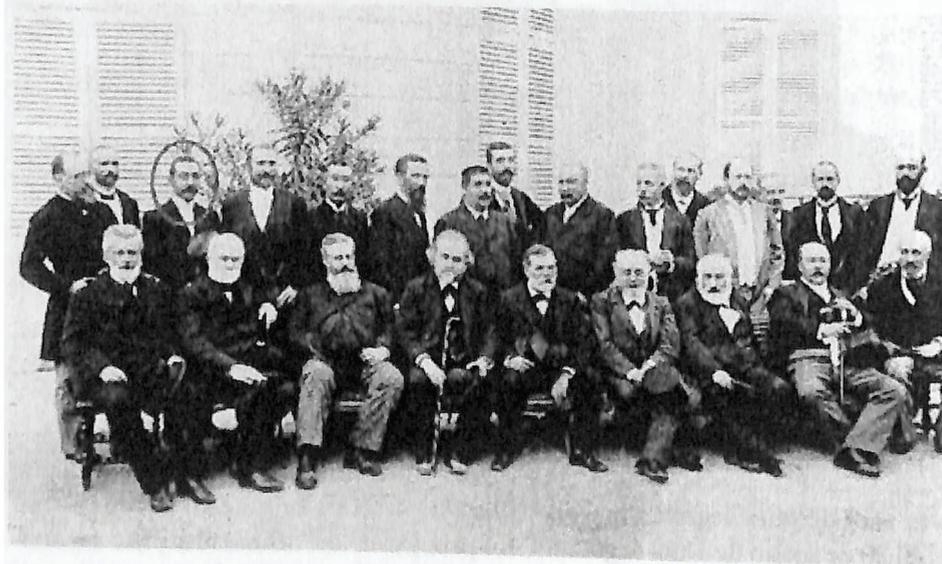
¹ El CENAM está ubicado en el kilómetro 4.5 de la carretera a Los Cúes, municipio del Marqués, Querétaro.

LA ASISTENCIA A LOS ORGANISMOS INTERNACIONALES

Ya parte del Tratado del Metro y miembro de la Conferencia General de Pesas y Medidas, México, en su primera participación asistió a la segunda reunión de la Conferencia General de Pesas y Medidas, celebrada en 1895, representado por Francisco Garibay, colaborador de Manuel Fernández Leal y de Francisco Díaz Covarrubias en el gobierno porfirista.

FOTO 4

Conferencia General de Pesas y Medidas, del 4 al 14 de septiembre de 1895



En el círculo, el ingeniero Francisco Garay.

La Conferencia General de Pesas y Medidas está integrada por representantes acreditados de los gobiernos de los países firmantes del Tratado del Metro. El Bureau International des Poids et Mesures (Oficina Internacional de Pesas y Medidas) y los laboratorios nacionales en su conjunto, tienen la responsabilidad de la uniformidad mundial de las medidas, una de las bases del mundo industrializado. Pues, de hecho, todo el proceso de fabricación de un producto, cualquiera que sea, depende estrechamente de la posibilidad de enlazar las mediciones a los patrones nacionales.

Por lo que respecta al CIPM, reunión de destacados hombres de ciencia y grandes impulsores de la metrología internacional, México no había ocupado un sitio en

ese organismo después del fallecimiento del connotado científico Manuel Sandoval Vallarta, miembro de este organismo en el periodo 1960-1977. Pero en 2008 fue elegido miembro Héctor O. Nava Jaimes, actual director general del Centro Nacional de Metrología, quien se ha destacado como un gran impulsor de la metrología internacional (fue responsable del proyecto Mar de Plata-OEA para el laboratorio de metrología en México y fundador del Sistema Interamericano de Metrología).

UBICACIÓN DE LOS PROTOTIPOS NACIONALES

El kilogramo prototipo número 21 y el metro prototipo número 25 fueron entregados para su resguardo al director del Departamento de Pesas y Medidas, Ezequiel Pérez, por el propio Fernández Leal el 20 de agosto de 1900, colocándose en una caja fuerte especialmente adquirida para ese fin. El Departamento estaba ubicado en el edificio de Betlemitas (actualmente Filomeno Mata) número 8. Poco tiempo después se cambió al nuevo edificio ubicado en el número 10 de la misma calle, esquina con Arquillo (actualmente 5 de Mayo).

FOTO 5
Palacio de Minería



FOTO 6
Manuel
Fernández Leal



FOTO 7
Departamento
de Pesas y Medidas, 1911



RECONOCIMIENTO LEGAL DE LOS PROTOTIPOS NACIONALES

La primera declaratoria formal y legal de los prototipos como patrones nacionales, para que se tomaran como referencia en la medición de longitud y en la de masa en el país, fue establecida por Porfirio Díaz con la Ley del 6 de junio de 1905, en los

artículos cuarto (que decía a la letra “el padrón nacional de longitud lo constituye el metro prototipo número 25 de liga platino-iridio, con sección transversal en x”) y quinto (“el patrón nacional de masa lo constituye el kilogramo prototipo número 21, de liga platino-iridio, de forma cilíndrica, con altura igual al diámetro”).

VICISITUDES DE LOS PROTOTIPOS NACIONALES

Recién inaugurado el edificio de Filomeno Mata y 5 de Mayo, que constituyó la sede de los patrones nacionales, acaeció la Revolución mexicana. Seguramente los prototipos nacionales protegidos en su caja fuerte, también se cimbraron con el estruendo de los cañones y sintieron el trepidar del paso de la caballería de la División del Norte, de Francisco Villa, y por la del Caudillo del Sur, Emiliano Zapata, cuyas tropas se solazaron en el cercano Sanborns de los azulejos.

Al inicio del siglo xx los prototipos no tenían una utilidad práctica por la falta de instrumentación adecuada y del conocimiento necesario para su manejo, por lo que generalmente fueron objetos de exhibición. Con todo el ceremonial y protocolo debido y previa acta circunstanciada, se extraían de su caja fuerte y se mostraban cuidadosamente, de uno en uno, en su campana de cristal o en su estuche, para ser admirados por los estudiosos, de bombín y levita, que en aquel entonces querían conocer los patrones representativos del sistema métrico decimal para corroborar lo que acerca de ellos se comentaba en las aulas o en los círculos técnicos y científicos.

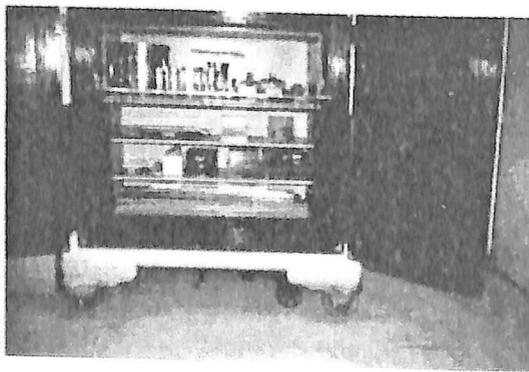
FOTO 8

Edificio de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 19 de sept., 1985



FOTO 9

Caja fuerte con los prototipos nacionales de metro y kilogramo



Hay evidencias de que en 1902 fue utilizado el prototipo de masa número 21 para resolver una queja del representante de la Compañía del Camino de Fierro Nacional Mexicano, derivada del temor que tenía de que la calibración de sus básculas no fuera correcta porque lo habían sido con otras pesas derivadas del patrón nacional, que eran distintas al patrón oficial que se usaba normalmente.² Queja infundada, aun cuando actualmente se estima que el uso del prototipo no se efectuó con la técnica adecuada que permitiera encontrar correctamente el valor de las pesas comparadas.

En la paz de su resguardo, los prototipos nacionales tuvieron diversas ubicaciones: del edificio de 5 de Mayo fueron trasladados al de Carmona y Valle, número cinco, después al de Tuxpan, número dos, en la colonia Roma, luego al de la avenida Cuauhtémoc, número 80, cuando aconteció el fatal sismo del 19 de septiembre de 1985. Protegidos en su caja fuerte, los patrones nacionales fueron rescatados del edificio colapsado y trasladados al edificio de Puente de Tecamachalco, número 5, que ocupa la Dirección General de Normas, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (actualmente Secretaría de Economía).

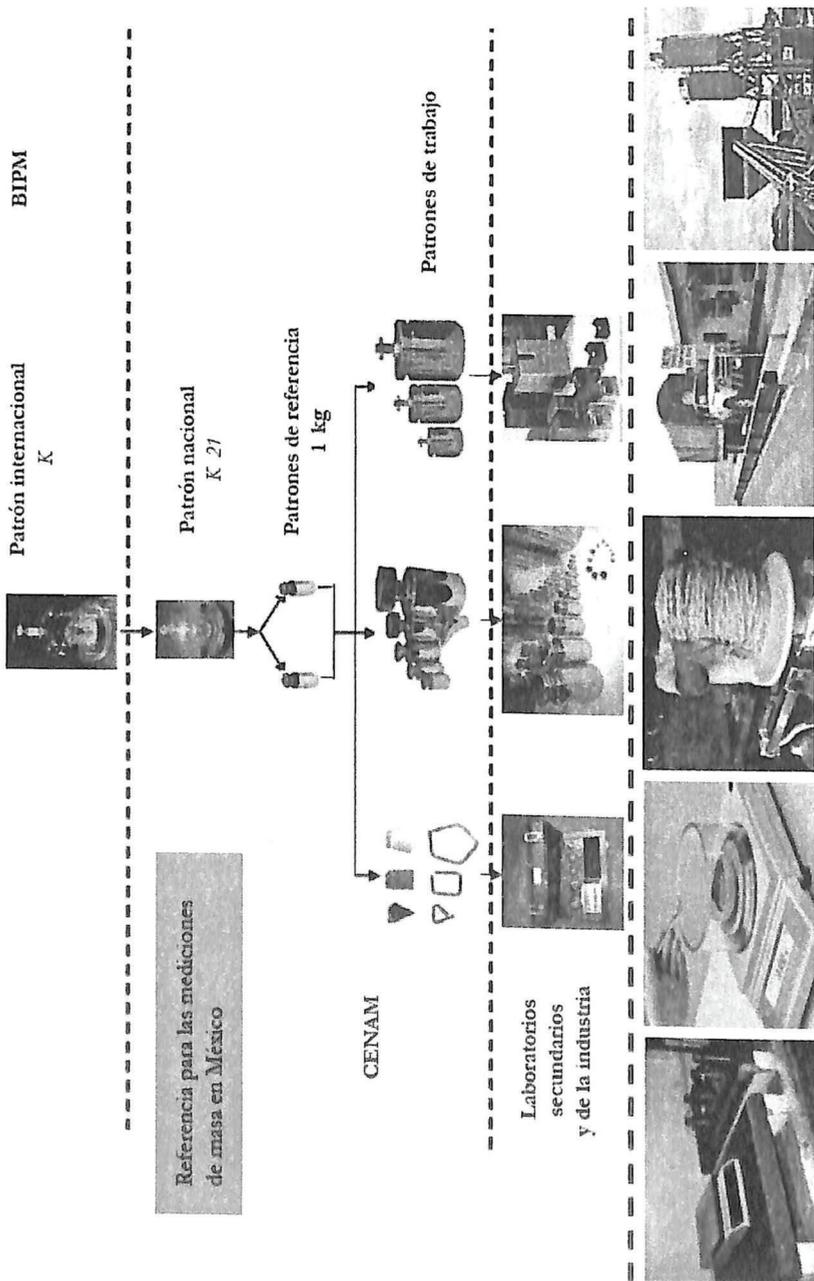
EL NUEVO HOGAR

En 1993 los patrones nacionales llegaron a su nuevo hogar en el Centro Nacional de Metrología, con todas las atenciones debidas a su importancia histórica, representativa del sistema métrico decimal.

El metro, cuya definición había sido sustituida, pasó a ser resguardado en el Museo del Laboratorio Nacional, y el kilogramo se trasladó a los laboratorios de la División de Masa y Densidad equipado con la tecnología necesaria que permite su uso como patrón de masa de la más alta exactitud, condición necesaria para tomarse como referencia para las mediciones de esta magnitud en México. Actualmente, en este campo de medición, nada es más exacto que el prototipo nacional, añejo representante del sistema métrico y moderno del actual sistema internacional de unidades de medida (SI).

² Véase el oficio 176, 18 de marzo de 1902, del director de Pesas y Medidas de la Secretaría de Fomento, Ezequiel Pérez (AGN, *Pesas y Medidas*, caja 23, exp. 22). Dato proporcionado por Héctor Vera.

EL PROTOTIPO NACIONAL DE MASA EN USO



EL USO FORMAL

El prototipo número 21, patrón nacional de masa, es manejado en el laboratorio con todos los cuidados y formalidades del caso, evitando en lo posible aumentar la incertidumbre de su valor, limitado al orden de partículas de polvo.

Al utilizarlo para encontrar el valor real que tiene una pesa de exactitud elevada, se hace con extremo cuidado siguiendo técnicas internacionales y evitando en lo posible la influencia de fenómenos ajenos a la medición que pueda alterar el resultado. El 31 de marzo de 1996 se utilizó por primera vez para una serie de mediciones que permitió dar el valor de masa a una pesa de acero inoxidable que sirvió de punto de partida para el establecimiento de la escala nacional.

La balanza de comparación y los equipos periféricos que se utilizan son de alta tecnología, con accesorios adaptados para preservarlos de las influencias de magnitudes no deseadas.

EPÍLOGO

Cinco años duraron las gestiones para obtener los prototipos nacionales sancionados por resolución de la primera CGPM, pero transcurrió más de un siglo para que, a partir de 1996, uno de ellos, el prototipo número 21, patrón nacional de masa, se reafirmara como el origen de la exactitud de estas mediciones, lo que seguramente fue uno de los deseos de los ingenieros Manuel Fernández Leal y Francisco Díaz Covarrubias.

Los beneficios que trajeron consigo dichos prototipos incide en la calidad de las mediciones industriales, de salud, de investigación, de protección al ambiente y en la protección de la economía. Se debe reconocer el esfuerzo y sacrificio de Manuel Fernández Leal y Francisco Díaz Covarrubias y de todos los que hicieron posible el movimiento nacional renovador del sistema de unidades en el siglo XIX.

Bibliografía

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

- 1890 *Comptes Rendus des séances de la Première Conférence Générale des Poids et Mesures, réunie à Paris en 1889*, París, Gauthier-Villars et Fils.
- 1891a *Procès- Verbaux des séances de 1891*, París, Gauthier-Villars et Fils.
- 1891b *Comité International des Poids et Mesures. Quatorzième rapport aux Gouvernements signataires de la Convention du mètre*, París, Gauthier-Villars et Fils.

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES

- 1896 *Comptes Rendus des seances de la Deuxième conférence Générale des poids et mesures*, París, Gauthier-Villars et Fils.
- 1975 *Le Bureau International des Poids et Mesures 1875-1975*, Sèvres, BIPM.
- 1987 *Le BIPM et la Convention du Mètre*, Sèvres, BIPM.
- 1991 *Bureau International des Poids et Mesures. Convention du Mètre*, Sèvres, BIPM.

CASASOLA, GUSTAVO

- 1978 *Seis siglos de historia gráfica de México, 1325-1976*, México, Gustavo Casasola.

CONCHA, GERARDO DE LA (coord.)

- 1996 *Inventos e inventores de México*, México, IPN.

DICCIONARIO PORRÚA. HISTORIA, BIOGRAFÍA Y GEOGRAFÍA DE MÉXICO

- 1995 México, Porrúa.

ESCUADERO, ÁNGEL

- 1998 *El duelo en México*, México, Porrúa.

GARCÍA, JULIO

- 1925 *La sección electrotécnica del Departamento de Pesas y Medidas de la Secretaría de Industria, Comercio y trabajo*, México, Empresa Editorial de Ingeniería y Arquitectura.

KRAUZE, ENRIQUE

- 1987 *Biografía del poder. Porfirio Díaz*, México, Fondo de Cultura Económica.

NAVA JAIMES, HÉCTOR *et al.*

- 1997 *El Sistema Internacional de Unidades (SI)*, México, CENAM.

RIVA PALACIO, VICENTE

- 1995 *México a través de los siglos*, México, Cumbre.

SECRETARÍA DE FOMENTO

- 1901 *Prototipos nacionales de metro y kilogramo. Datos sobre los prototipos de metro y kilogramo de los Estados Unidos Mexicanos arreglados por el Departamento de Pesas y Medidas de la Secretaría de Fomento*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.

TERRENS, JEAN

- 1961 *Le changement de la définition du mètre*, París, Université de Paris

Del metro universal al mexicano: controversias en el México del siglo XIX sobre el sistema métrico decimal y la estandarización

Laura Cházaro

En nuestros días medir metros y pesar kilos son prácticas que nos parecen demasiado obvias, “naturales” y hasta irrenunciables. El métrico decimal es un sistema estándar, preciso y casi universal que permite medir múltiples actos de nuestra vida económica y política. En la memoria colectiva quedan rastros del argumento de que ese sistema deriva de la *verdadera* medida de la tierra, es decir, que el metro es igual a la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre. En el siglo XIX en México, y en muchos otros países de América Latina, ese argumento y otros relacionados con la posibilidad de uniformar los intercambios públicos, se usaron para imponerlo como el sistema legal de medición. Y pese a que tal proceso de imposición duró más de un siglo, aún existen regiones donde el sistema métrico no se usa.

El metro, el kilo y el litro (derivados del metro) sustituyeron a otras medidas, la mayoría antropométricas y organizadas en un sistema duodecimal, como las varas, las cuartas (mano), las libras, los cuartillos (cubo), los almudes. Dice Witold Kula (1984: 26) que, en todas las sociedades desarrolladas, es el poder el que dispone de las medidas. Es decir, es la fuerza legal de quien gobierna la que unifica las medidas en un territorio; se trate de un poder absoluto o del Estado nacional, establece y monopoliza los “prototipos” (*étalons*) de medida y penaliza a todo aquel que no lo use.

Diversos estudios han mostrado también que, entre el siglo XVIII y el XIX, en los lugares donde se dictó su obligatoriedad se suscitaron movimientos de oposición y resistencia (Alder, 1995: 39-71). Generalmente se atribuye al Estado y a sus leyes la sustitución de las antiguas medidas y la adopción del metro como estándar; los obstáculos en esa empresa “modernizadora” se identifican con la obstinada ignorancia popular y el apego a sus medidas tradicionales. Se volvió sentido común y material de enseñanza, que tal sistema era producto de la ciencia, un canon *natural y universal*: si de región en región las varas y otras medidas variaban, no así la medida de la tierra, base del valor del metro.

Una de las interrogantes que animan este escrito es justamente ¿cómo se creó en México esa cultura de estandarización métrica? Hay evidencias de que sólo la fuerza legal y física contra la tradición no explican del todo por qué, a pesar de las resistencias, a principios del siglo XX se había desarrollado una cultura de medición adaptada al metro, a pesar de las pervivencias del viejo sistema de la vara. He optado

por investigar las prácticas de medición locales y situadas, y reconsiderar la idea de la universalidad del sistema métrico decimal y de la compulsión moderna por medir de manera uniforme y precisa. Las prácticas y los conocimientos generados por medio del sistema métrico decimal, responden a razones históricas singulares. La “universalidad” del proceso está anclada en experiencias singulares que dan lugar a diversas visiones sobre lo medido, como son los cuerpos, los territorios y las poblaciones; posibilitaron usos diversos de la estandarización numérica, base para administrar y regular la vida pública o para investigar la naturaleza. Si reconocemos que medir es un proceso que incluye acciones y afirmaciones evaluativas y locales, lejos de ser accesorias, estas valoraciones son partes esenciales del proceso de medición, son actos epistémicos (cruciales para el conocimiento objetivo) y para su circulación como unidad legítima (Derksen, 2000: 803-804).

Para introducirme a los saberes y prácticas de medición, me centré en las discusiones sostenidas sobre el sistema métrico decimal entre ingenieros, geógrafos y astrónomos de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (SMGYE); funcionarios y científicos del Ministerio de Fomento y las reacciones populares desatadas ante ellos. Encontré que estos grupos representan intereses y experiencias distintas con respecto a las prácticas de estandarización que generó el medir según los criterios del nuevo sistema métrico.¹ Entre los políticos, legislar en torno al sistema métrico decimal implicaba reforzar una cierta idea de nación y de política; entre los científicos generó posiciones divididas: los que se resistían a copiar el “metro francés”, como se le llamó en esa época, pues suponían que debería adaptarse a un sistema “mexicano”. Para ellos, estandarizar significaba homogeneizar en un sentido nacionalista; así, medir con el metro se convirtió en un medio para crear imágenes estandarizadas de identificación nacional que, según sus impulsores, no había.

Más allá de los argumentos legales y científicos, los cotidianos enfrentamientos públicos entre consumidores y comerciantes revelan otros sentidos del concepto de homogeneidad nacional y de las prácticas de estandarización. A la gente común no le interesaba decidir si el sistema métrico debía ser duodecimal o decimal y si ello era matemáticamente consistente. El “pueblo” se enfrentó a una burocracia con poca capacidad y recursos para imponer en la vida cotidiana el sistema métrico. Todo parece indicar que el “estilo nacional” en la creación de una cultura métrico decimal se caracterizó por una cierta resistencia política del Estado y de los propios científicos a uniformizar en una sola medida las diferencias de todos. Una endémica carencia de instrumentos de medición legalizados (balanzas y pesas), y la escasez de “metros”

¹ Diversas lecturas me han inspirado estas reflexiones sobre el sistema métrico, entre otros, Wise (1995), Porter (1995), Kula (1984) y Chatterjee (1993).

confiables y estandarizados, profundizó el rechazo de la gente al nuevo sistema. Para convertirlo en un sistema de medidas creíbles y efectivas, hacía falta una política de uniformidad; al menos los ciudadanos —ilustrados o no— constantemente se enfrentaban a reglas locales y heterogéneas en las que era muy difícil integrarse a esa cultura métrico decimal, que exigía identificarse con cierta uniformidad y estandarización (Weber, 1982: 1060; Bendix, 2000:363-382; Porter, 1995:193-4).

CON LA LEY NO BASTA:

LOS SUCESIVOS INTENTOS POR CONVERTIR AL METRO EN UN ESTÁNDAR

Uno de los problemas más claros en el proceso de adopción del sistema métrico decimal es la inconstancia y debilidad de las autoridades para hacer efectivo el mandato de su obligatoriedad. Por más de medio siglo el Ministerio de Fomento bregó para darlo a conocer e imponerlo, pero múltiples dificultades impedían a la población y a las propias autoridades locales adoptarlo. Todavía en el siglo xx, siendo obligatorio, autoridades y ciudadanos siguieron usando medidas antiguas o locales. Con todo, a pesar de las resistencias, la mayoría acabó por aceptarlo como un sistema de medición legítimo y adecuado, propio de los “mexicanos”.

No cabe aquí hacer un recorrido por todas y cada una de las leyes y reglamentos que se expidieron a lo largo del siglo xix con respecto al sistema métrico decimal (Vera, 2007: 87-104), pero vale la pena recordar que el 26 de enero de 1849, en la Cámara de Diputados, una primera Comisión Especial de Pesos y Medidas presentó una propuesta para introducir el sistema métrico decimal (Cámara de Diputados, 1849: 1). Hacía poco menos de un año de la guerra de intervención norteamericana, circunstancia que propició un profundo cuestionamiento de los conservadores a los principios del federalismo, la Constitución y la soberanía del pueblo. Para ellos, estas tesis políticas liberales habían motivado, hasta entonces, la “disgregación nacional”; al menos los había enfrentado a una controversia política entre conservadores (en ese momento partidos de la monarquía) y liberales, sembrando en los primeros dudas sobre la naturaleza misma de las leyes y la legitimidad de los gobiernos. Inevitablemente, la propuesta de adopción del sistema métrico decimal fue interpretada bajo esta división política: para la mayoría de los conservadores el sistema métrico decimal era criticable por ser un producto francés y, por lo tanto, “revolucionario”.

La propuesta de la Comisión de 1849 fue retomada, con algunas modificaciones, en la Ley de Pesos y Medidas del 15 de marzo de 1857 que legalizó, por primera vez, tal sistema decimal (Decreto, 1857). La ley recoge las ideas de la Comisión de 1849, pero excluye todo lo relativo a la acuñación de monedas y adopta el sistema métrico

decimal tal y como funcionaba en ese momento en Francia. Su implementación práctica se dividió en dos momentos: primero, hizo obligatorio el uso del metro y sólo para las operaciones y comisiones de los funcionarios (ingenieros y científicos) dependientes del Ministerio de Fomento. En una segunda etapa, que inició el 1 de enero de 1862, se adoptaría el sistema métrico en su totalidad. Esperaban que cinco años fueran un “tiempo suficiente para que los profesores de la instrucción primaria, desarrollen en la juventud todos los conocimientos necesarios en la aplicación del sistema métrico decimal”, el uso de las unidades de longitud, peso, capacidad y la moneda (*El Monitor Republicano*, 24 de octubre de 1857: 4).

La Ley de Pesos y Medidas de 1857 incluyó la creación de una Comisión Científica cuyas labores estaban destinadas a enseñar el nuevo sistema, propiciar conocimientos para controlar sus usos y resguardar los prototipos o cánones de medición. Su principal misión fue calcular las equivalencias o relaciones entre las medidas y pesos usados en ese momento en la República mexicana (vara, libras, onzas, cuartillos, arrobas, etcétera) y las del sistema métrico decimal (metro, kilos y litros); con ello formaron tablas de reducción de las antiguas y nuevas medidas, especialmente destinadas al conocimiento del “pueblo”.² Asimismo, debían generar información para reformar las leyes de amonedación para que, años después, las monedas entraran también al régimen decimal. En septiembre de 1857 se publicó *El sistema métrico oficial. Tablas que establecen la relación que existe entre las antiguas medidas mexicanas y las del nuevo sistema legal*, cuyas tablas cubren medidas lineales (agrarias, superficiales), cuadradas y cúbicas, de capacidad, ponderales y monedas (Ministerio de Fomento, 1857). Como si estuviera previsto, se destinó para los cálculos y operaciones necesarias a las comisiones de los directores de caminos y los ingenieros empleados en el Ministerio de Fomento (*El Monitor Republicano*, viernes 29 de febrero de 1856:3; martes 1 de septiembre de 1857: 4, 5 de septiembre de 1857:2).

La Comisión se convirtió en la Dirección General de Pesos y Medidas de la República, entidad con calidad de Dirección Científica. Por medio de esta Dirección, el Ministerio de Fomento trató de controlar la producción de los manuales y tablas de equivalencias que se publicaban, con el fin de enseñar a la gente a usar el nuevo sistema métrico decimal. El primer manual publicado por el Estado para difundir el nuevo sistema de medidas fue *El sistema métrico oficial. Tablas que establecen la relación que existe entre las antiguas medidas mexicanas y las del nuevo sistema legal* (Ministerio de Fomento, 1857). Pronto, desde la década de los años sesenta, proliferaron estos manuales, libros y artículos periodísticos, escritos por los encargados del

² Los decretos de 1857 y 1862 también están en el Archivo General de la Nación, Fomento-Pesos y Medidas (en adelante: AGN, *Pesos y Medidas*), caja 1, exp. 1, ff. 1-3.

Ministerio y por particulares, para dar a conocer al “vulgo” las tablas de conversión y los artificios matemáticos para pasar de las antiguas medidas al nuevo sistema. Cada uno reclamaba ser el más útil, correcto y fácil de entender, sencillos consejos y métodos aritméticos de conversión (Díaz Covarrubias, 1862; *El Siglo Diez y Nueve*, 18 de agosto de 1896: 2; Beguerisse, 1857). El propósito de todos estos cuadernillos no era profundizar en conocimientos matemáticos sino uniformar criterios para resolver el cotidiano asunto de medir y, en algunas ocasiones, para evitar ser engañado en las transacciones comerciales. Sin embargo, hay que notar que muchos de esos textos no tenían la “aprobación” oficial. A lo largo del siglo, la Dirección de Pesos y Medidas buscó controlar el contenido de esas tablas de conversión: debían ser científicas, sencillas y apegadas a lo que indicaba la ley. Por ejemplo, al cuadernillo *Exposición del sistema métrico decimal y tablas de equivalencia* (Pérez, 1896), del encargado de la oficina de Fiel Contraste, el ingeniero Ezequiel Pérez, se le encontró errores porque hizo adiciones de “las medidas hidráulicas y los números romanos”, además de “mencionar los de capacidad ingleses”, temas que no estaban “aprobadas por el Ministerio”. Cualquier adenda no mencionada en las leyes de pesos y medidas, lo hacía incorrecto o no fiel.³ Otro de los manuales que produjo Fomento fue el del ingeniero Francisco Díaz Covarrubias (1833-1889), publicado en 1862, con el sello de *oficial* por adecuarse a la Ley de Pesos y Medidas, además de cumplir con la exigencia de ilustrar al pueblo, conservando un carácter *científico*:

Las dificultades que son consiguientes a la introducción de un nuevo sistema métrico, nacen principalmente del trabajo que encuentra la masa general de la población para formarse una idea clara de la nueva unidad, de sus múltiples subdivisiones, así como de las operaciones aritméticas que son indispensables para convertir unas medidas en otras, y para calcular los precios que corresponden a las unidades del nuevo sistema, de un gran número de artículos de uso continuo, y que una larga costumbre hace referir siempre al antiguo. (Díaz Covarrubias, 1862: 3)

Según la Ley de 1857, los profesores de las escuelas primarias y la Dirección Científica de Fomento, estaban obligados a enseñar al pueblo a usar el sistema métrico y velar por el correcto uso de esas medidas. Bajo ese mandato, el Comité Científico de Fomento organizó la Oficina de los Fielazgos y Almotacenes, que en 1862 se transformó en la Oficina de Fiel y Contraste. Se ocupó de proveer, verificar y controlar todos los instrumentos de medición (lineales, de peso y volumen) que sirvieran en el comercio, incluso en las farmacias. La labor de vigilancia de los instrumentos de peso y

³ AGN, *Pesos y Medidas*, c. 4, exp. 2, ff. 1-14.

medición: pesas, romanas, fieles, platillos y metros, fue central para la División Científica. Si verificar y calibrar instrumentos de medición reclama muchas habilidades y conocimientos, los oficiales del Ministerio padecieron de la carencia de prototipos adecuados al sistema métrico. A lo largo del siglo XIX se vivió una verdadera penuria por ese tipo de instrumentos, ya que prácticamente no habían constructores especializados en ellos, y había que adquirirlos en el extranjero (*El Monitor Republicano*, sábado 18 de octubre de 1862: 4).

Con la Ley 1895, que refrendó la legalidad del sistema métrico decimal, se estableció que la Oficina de Fiel y Contraste deja de circunscribirse a la ciudad de México y adquiere carácter nacional y, dada la adhesión en 1890 del gobierno de México a la Convención Internacional del Metro (1875), se decide que el prototipo oficial en México “será igual á la longitud del Metro reconocido y adoptado como patrón y prototipo del Sistema Métrico Internacional” (Ministerio de Fomento, 1895: 1). Por medio del ministro de Negocios Extranjeros, el gobierno de México solicitó a la Convención Internacional dos modelos de metro (uno *à bouts* y otro *à traits*);⁴ además un prototipo de kilogramo, construido con una alianza de platino-iridio.⁵ Fue hasta entonces que la Comisión científica y la oficina de Fiel Contraste del Ministerio de Fomento poseyeron cánones calibrados por la Convención Internacional, a partir de los cuales verificaron la precisión de los instrumentos para pesar y medir, además de tener un patrón para construirlos en México.

LOS POLÍTICOS: EL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL Y LA UNIFICACIÓN NACIONAL

Según Héctor Vera (2007: 97-98), los debates habidos contra las propuestas de los políticos en favor del sistema métrico decimal se suscitaron porque no existían razones evidentes para preferir el metro sobre la vara (el patrón oficial previo al metro) y no

⁴ Metro *à traits*, significaba un metro que contiene la división marcada y el metro *à bouts*, es una pieza que indica la longitud de la unidad lineal. Secretaría de Relaciones Exteriores, Archivo Histórico Diplomático Genaro Estrada (SRE, AHDE), Embajada de Francia en México (EFM), Convención Internacional del Metro, Pesas y Medidas, leg. XXV-bis, exp. 14, f. 11 y f. 22. En septiembre de 1890, cuando se solicitaron a la Convención los prototipos de metro y de kilogramo se valoraron aproximadamente como sigue: 6 000 francos para el metro y 3 105 para el modelo de kilogramo, más lo que importaran los estuches.

⁵ SRE, AHDE, EFM, Gustavo Baz, “Convención Internacional del Metro, Pesas y Medidas”, leg. XXV, exp. 14, ff. 2-28. Baz fue uno de los protagonistas de la adhesión de México a la Convención, entonces era el encargado de Negocios de México en París.

había una metrificación internacional que justificara cambio tan drástico y difícil. Sin duda, estas razones tienen cierto peso, pero muchas interrogantes siguen latentes. Una nueva forma de medir no se explica por su supuesta “naturalidad”, tampoco por la verdad o universalidad de la misma; menos podemos aludir a la fuerza (física o moral) que el Estado pudo emplear para imponerla como estándar de medición. Si aceptamos lo anterior, entonces habría que pensar en los actores y sus razones y desacuerdos.

Las controversias que enfrentaron a los políticos, cuyos momentos álgidos se localizan entre 1849 y 1857, no tocaron el carácter supuestamente científico o preciso asociado al metro y al sistema decimal. Más bien, como los científicos que participaron en esas tempranas discusiones, los legisladores aludieron a razones políticas. La decisión política de implantar el sistema métrico decimal en México apeló a la necesidad de “uniformidad” y “estandarización” de las prácticas de medición, tanto en los ámbitos públicos como en los privados. Por eso, habría que respondernos qué sentidos le dieron los opositores y defensores del sistema métrico a esas nociones de *estándar* y *uniformidad* contra la costumbre, los hábitos locales y la disparidad metrológica (Porter, 1995: 224).

Sin duda, a lo largo del siglo XIX, los argumentos en favor y en contra del sistema métrico decimal fueron cambiando. Pasaron de iniciativas de ley, como la propuesta de la Comisión de la Cámara de Diputados de 1849, a interrogantes sobre la posibilidad de convertir el sistema de medición de los mexicanos a otro estandarizado y equivalente al del mundo Europeo del que provenía. Paralelamente, a medida que las discusiones avanzaron, la supuesta uniformidad que aseguraba el sistema métrico dejó de ser cuestión de la ciencia para convertirse en asunto de la política nacional (Palti, 1998: 9 y ss). Según los defensores del sistema métrico decimal, por estar basado en medidas invariables de la naturaleza, adoptarlo acarrearía la posibilidad de generar intercambios uniformes e imparciales, ya fuera en el comercio, la ciencia y en general en cualquier intercambio. Con dicho sistema los asuntos de política, las cuestiones económicas y de mercado se volverían transparentes o menos subjetivos e irregulares.

Para los enemigos del sistema métrico decimal, el problema era justamente que estas medidas provocarían desequilibrios en acuerdos políticos previos, especialmente los relativos a la unidad nacional. La independencia había roto con la uniformidad política del antiguo régimen, del mismo modo el metro irrumpía desordenando la uniformidad de los intercambios económicos. En 1849, uno de los opositores al proyecto de introducción del metro decía:

uniforme era la administración de justicia, igual la de hacienda [...] Qué se ha hecho después de la Independencia por el efecto del sistema político adoptado en México? Destruyóse la unidad nacional: la unidad en las leyes y administración de justicia;

destruyóse la unidad en el sistema de hacienda [...] En medio de esta gigantesca obra de destrucción, quedaban sin tocar la moneda, los pesos y las medidas, y el congreso actual parece que ha querido reservarse la triste gloria de introducir también el desorden en esto, que hasta ahora había caminado sin contraste. (*El Universal*, 22 de marzo de 1849: 1)⁶

Para el autor de ese artículo, el metro era un modo de medir adecuado al sistema político francés, no así para el orden político mexicano. No consideraba el metro, como hoy lo suponemos, una entidad aplicable de forma universal, ni una medida constante. Con ese sentido lanzó la pregunta: “¿todas esas medidas (metro, kilo) tienen una exactitud infalible?” Según él, si diferentes geómetras con instrumentos distintos volvieran a medir el arco meridiano, no era inverosímil suponer que encontrarían un metro distinto al entonces establecido. Por eso cuestionaba: ¿por qué preferir como “la unidad métrica, el meridiano que pasa por París, a todos los demás meridianos que por la varia configuración de las diversas partes del globo podrán ser diferentes de aquel?” (*El Universal*, 22 de marzo de 1849: 2).

La línea que separaba a la política (el deseo de una burocracia por uniformar la vida pública) y a la ciencia (inserta en esa burocracia) se volvía cada vez más frágil o borrosa (Cámara de Diputados, 1849; Decreto, 1857). Esos argumentos no pretendían desacreditar la ciencia del exterior sino la política federalista del interior, porque no aseguraban la unidad nacional. La oposición a la estandarización del metro respondía a la idea de que un cambio en las formas establecidas de medición implicaba una mayor disgregación, desobediencia y diferencias entre los habitantes del país. Lejos de significar la posibilidad de crear una nación, el metro y su sistema acrecentaban las diferencias entre indios, mestizos y criollos, no sólo separados por la raza, sino también por las costumbres. Justo ahí disentían los legisladores que votaron en favor del metro. La estandarización metrológica, en el espíritu de la Ley de 1857, según lo captó un periodista, era “establecer la uniformidad de los pesos y medidas en todo el mundo y la de poder realizar, por medio de las transacciones comerciales, el empleo de un solo idioma” (*El Monitor Republicano*, 24 de octubre de 1857: 4).

⁶ Hay que notar que en esa época *El Universal* era la voz del grupo conservador, en el que figuraba Lucas Alamán; fueron críticos del gobierno de José Joaquín Herrera y polemizaron con los liberales de aquella primera República, estos últimos a través de las páginas de *El Monitor Republicano*. El artículo de *El Universal* arriba citado hizo mella, pues todavía en 1854 un editorialista de *El Siglo Diez y Nueve* lo recuerda y pretende refutar uno a uno sus argumentos (*El siglo Diez y Nueve*, 2 de noviembre de 1854: 3).

La Ley de 1857, los decretos de 1862 (que posponían la Ley de 1857) y la Ley de 1895 (que reinstaló el sistema métrico) relativos al sistema métrico decimal, se apoyaron en el argumento de que tal sistema traería la posibilidad de unificar las medidas, pero también de crear un sistema que venciera las resistencias populares de abandonar sus antiguos sistemas de medición. De algún modo, crear la posibilidad de uniformizar con el sistema métrico implicaba generar condiciones para que el “pueblo” adoptara otras leyes que regulaban la vida del Estado. De eso estuvo convencido un polemista y defensor del sistema métrico, quien opinaba:

pues si bien a algunas [personas] les parece muy difícil que se ponga [el sistema métrico] en práctica y encuentran dificultosa su nomenclatura para la clase del pueblo [...] Este sistema basado todo él en un tipo tomado de la naturaleza [...] nos da las inapreciables ventajas de la uniformidad de medidas y pesos, y la facilidad de los cálculos. [...] Es necesario tener una mejor idea del pueblo: el pueblo solo no aprende lo que no se le enseña, pues lo mismo que se dice de este nuevo sistema, se puede decir del antiguo. (Gallardo, 1861: 1)

El metro se convirtió en parte de la agenda educativa nacional: el único que podía oponerse era el pueblo ignorante y para acabar con la heterogeneidad y desigualdad, había que ilustrarlo y hacerlo partícipe de una vida estandarizada, como la que ofrecía el sistema métrico decimal.

No podemos reducir la experiencia inglesa en el siglo XIX con respecto al caso del sistema métrico decimal, pero se dice que una de las razones por las que el gobierno y los departamentos de la época se opusieron a adoptar el sistema métrico, era evitar enfrentamientos con los ciudadanos, la clase trabajadora que los eligió (Semmel, 1963: 119, Mayer, 1966: 117-119). En cambio, para el grupo opositor mexicano a la reforma del sistema de medidas, la mayoría conservadores, imponer el metro significaba desconocer la inexistencia del ciudadano, ése que postulaban los decretos constitucionales de sus enemigos liberales. En ese debate sobre el metro lo que se puso en juego fue la noción misma de Estado, en el sentido de si era legal uniformar o estandarizar los intercambios entre ciudadanos; puesto en otros términos, se cuestionó si la estandarización de las medidas que medían en los intercambios públicos y privados era una condición para construir un país moderno.

Este debate político tuvo su correlato en las controversias que sustentaron los miembros de las sociedades científicas de la época. Para los ingenieros involucrados en el cambio de régimen de medición, el sistema métrico decimal se volvió materia de discusión en el mismo momento en que éste intervenía en la vida pública y privada, pues pronto se dieron cuenta de que el metro, más allá de representar una medida

de la “naturaleza”, abstracta y precisa, era también producto de acuerdos políticos y jurídicos. Una vez que esa medida, la diezmillonésima parte del cuadrante terrestre, se volvía unidad para uniformizar la vida pública, se volvió también materia de discusión científica, en este caso, cómo convertir una medida “francesa” en unidad estándar “mexicana” se transformó en el correlato científico de las discusiones políticas en torno al metro.

LOS CIENTÍFICOS: ¿EL METRO O LA VARA MEXICANA?

Partidarios y adversarios del sistema métrico y sus subdivisiones decimales coincidían en que una de sus ventajas era que se trataba de un valor independiente del capricho humano. Si los patrones del metro se destruían o se deformaban, su exacta medida podía encontrarse midiendo otra vez al arco del meridiano. Por ello el sistema podía ser visto como un conjunto de valores *universales*, válido para cualquier punto de la tierra, independiente de las preferencias o convenciones personales. Así lo reconocía Benigno Bustamante, miembro de la SMGYE y reconocido geógrafo por sus conocimientos en geodesia y astronomía. Con prolijo detalle, explicó a sus lectores que el metro y “las medidas de peso quedaron determinadas sobre bases tomadas igualmente de la naturaleza, y que nada ofrecen de arbitrario”, estas últimas resultado “de [...] numerosas experiencias [de M. Lefebre Guineau]” (Bustamante, 1852: 48). Con esto se tenía un sistema, estándar y uniforme, en el que las medidas de longitud, de peso (kilo), de volumen (litro) y sus fracciones se calcularon a partir del metro, equivalentes entre sí, en términos decimales, medidas opuestas a lo arbitrario y lo singular. Sin embargo, estas características, en principio ideales para los científicos de la época, se convirtieron en el blanco de sus críticos (*El Monitor Republicano*, 24 de febrero de 1861: 1).

Algunos miembros de la SMGYE, aunque admiraban el sistema de medición métrica decimal, discutieron su implantación en México. Siendo la mayoría ingenieros, topógrafos, geómetras y funcionarios del Estado, la cuestión del metro no les era ajena. Así, en 1850, un año después de que el gobierno francés les donara un prototipo de metro, dicha sociedad se interesó en estudiar la cuestión y con tal objeto se formó la Comisión Especial de Pesos y Medidas, integrada por Manuel Herrera, el general Santiago Blanco y Leopoldo Río de la Loza (1807-1876), químico y médico.

Uno de los trabajos de esa primera comisión fue determinar la equivalencia de la vara con respecto al metro. En 1803, Alexander von Humboldt encontró que la vara mexicana medía 0.83916 de metro. Pero la Comisión de la Sociedad de 1851 determinó que más bien medía 0.83730 (Bustamante, 1852: 49). En gran medida porque no había un solo prototipo, la labor de hallar las equivalencias entre las medidas

antiguas y el sistema métrico resultó muy complejo. Hasta el siglo XIX, hubo diferentes tipos de varas: la que el virrey de Mendoza hizo traer en 1536; la vara de Burgos, construida en 1721; el “Padrón de la nobilísima ciudad de México” del año 1759. En 1846, el gobierno mandó construir el patrón de la *vara mexicana*, hecha en Francia por Bardet, dividida por un lado en pulgadas y dedos; y por el otro, en centésimos. La comisión encabezada por Orbegozo, otro miembro de la SMGYE, la calculó en 0.838 metros. En gran medida esas variaciones generaron dudas entre los miembros de la comisión de 1851 con respecto a la pertinencia de introducir el metro “francés”, es decir, adoptar el “metro legal” (cuya medida equivalía a la determinada en Francia en 1798, a partir de los cálculos de Mechain) y la diezmillonésima parte del polo al ecuador calculado por Biot, Arago y Mathieu que excedía, según Bustamante, al metro francés aproximadamente en 13/100 de milímetro (Bustamante, 1852: 47).

En 1854 una segunda comisión emitió un dictamen positivo para adoptar el sistema métrico decimal (*El Siglo Diez y Nueve*, 8 de septiembre de 1854: 2-3). Integrada, además del doctor Río de la Loza, por dos nuevos miembros: el ingeniero Cayetano Moro y el periodista conservador José Joaquín Pesado (Vera, 2007: 82). Esta decisión, sin embargo, se tomó con el desacuerdo de Bustamante, quien se oponía al que llamó el sistema francés, razón por la cual se confrontó con el ingeniero Cayetano Moro, miembro de la segunda comisión y defensor del sistema métrico decimal.

Bustamante adoptó como guía la obra del español Gabriel Ciscár, *Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales fundados en la naturaleza* (1800), texto muy leído en México (*El Monitor Republicano*, sábado 24 de octubre de 1857: 4). Como Ciscár, Bustamante reconocía la verdadera longitud del metro, encontrada con los métodos astronómicos y geodésicos correctos, constituía una base inamovible, garantía de precisión, ya que, pasara lo que pasara, siempre sería posible volver a obtener tal medida. Sin embargo, para él la uniformidad del sistema métrico derivaba de una convención o decisión de los gobiernos. No era trivial que existiera una diferencia –aunque mínima– entre la verdadera medida del meridiano terrestre y el *metro legal francés*; esto resultaba del trabajo de adopción a circunstancias locales, en este último caso a la nación francesa.

Si él se oponía a *copiar servilmente* el “metro francés” era justamente porque reconocía que el metro, como cualquier otro sistema de medición, respondía a razones de conveniencia política. En México, lo más *racional* era adoptar una medida adecuada a los hábitos de los mexicanos: “El establecimiento por la autoridad competente de una sola unidad, fundada en las razones de conveniencia pública, y que no choque con los hábitos existentes, será el modo de destruir esos elementos de confusión y estirpar de una vez los errores que necesariamente nacen de la falta de uniformidad en las medidas” (Bustamante, 1852a: 57).

Él estaba de acuerdo en uniformar el sistema de medidas y adoptar una medida verificable y universal; reconocía que el sistema métrico ofrecía uniformidad y sistematicidad. No estaba de acuerdo en que fuera una necesidad de copiarlo, pues, según él, era posible traducirlo o adaptarlo a la vara mexicana, la unidad de medida conocida y aceptada por el pueblo, evitándoles problemas. La existencia de diversas medidas para calcular áreas, pesos y longitudes se debía a que el país se había formado por “pueblos heterogéneos” y “conquistados”, cuestión que no impedía un proyecto de uniformidad. Bustamante propuso crear un sistema con las medidas entonces habituales: el cuartillo, el almud, la libra y la onza, entre otras.

Aunque recomendó no gastar más tiempo en discernir la exacta relación entre el metro y la vara, él mismo se dio a la tarea de medir la vara de 1846 que determinó en 0.83733. Para su agrado, encontró que el valor de la vara equivalía a “la exacta relación de 10 a 12 o de 5 a 6, relación tan sencilla como fácil para los cálculos” (Bustamante, 1852: 52). Si en Francia se decidió que el metro equivalía a la diezmillonésima parte del cuadrante terrestre, en México lo más *racional* era darle a la vara el valor de la docemillonésima parte del cuadrante; optar por un sistema duodecimal (basado en múltiplos de doce), en lugar del sistema decimal. Esta propuesta no surgió sólo en México; en otras circunstancias y por otras razones, el inglés Herbert Spencer, reconocido hoy por sus aportes a la sociología, participó en un debate público defendiendo un sistema de medición inglés basado en múltiplos de 12 y no de diez (Spencer, 1896 y Slosson, 1896: 59-62). En la argumentación de Bustamante, aunque la medida de la vara con respecto al metro resultaba de cálculos, ésta —la “unidad fundamental de todas las medidas”— debía tener un valor convencional: “que se fije [esa relación] racionalmente por la autoridad a quien corresponde, esto es, por el Congreso General de la Nación, a fin de que rijan uniformemente en todo ella, y sea reconocida por legal, en [el] exterior” (Bustamante, 1852: 51).

Esta convicción tenía razones prácticas: según él, dado que entre el metro y la vara realmente no había diferencias, era más fácil seguir con la vara. Si se cambiaba al metro, por la fuerza de la costumbre se generarían confusiones en las operaciones comerciales, convirtiéndose en fuente de disputas y pleitos (Bustamante, 1852: 52).

Casi inmediatamente Moro reaccionó ante la propuesta de Bustamante. No estaba de acuerdo en conectar la conveniencia política o pública y las medidas. Según éste, el valor del metro era “natural” y compela a una adopción universal, sin atender a circunstancias locales. Moro fue explícito: los que inventaron el sistema métrico “no se ciñeron á querer arreglar las medidas *locales* de Francia, sino que se propusieron presentar el tipo de *un sistema universal* de pesos y medidas, y *únicamente* es este sentido la utilidad del proyecto es *inconcusa*” (Moro, 1853:5).

Si se quería adoptar un valor preciso, no tenía sentido pensar en evitar la “repugnancia que causan los cambios”: eso era inevitable. Creía además que ese cambio

afectaría sólo a pocos, pues, decía, existe una “población bastante limitada”; sólo unos pocos conocían los “rudimentos” de aritmética y podían hacer “un uso inteligente de las medidas” (Moro, 1852: 53). El resto, la gran mayoría, eran indios —el “pueblo” de Bustamante— que no usaban esas medidas. La idea de Bustamante de rechazar el sistema decimal y optar por uno duodecimal para asegurar una equivalencia de 5 a 6 entre el metro y la vara, según su contendiente, lejos de simplificar la cuestión la complicaba: sus fracciones eran inmanejables, se conociera o no de matemáticas (Moro, 1852: 54). Para Moro, el metro no podía adaptarse a ningún sistema local: ¿para qué buscar las mejores equivalencias (con respecto a las medidas locales) si lo único que puede asegurar un sistema uniforme es el metro? En sus palabras, “La relación más sencilla con el *metro*, es la del metro mismo” (Moro, 1852: 54).

Lo central de la posición de Moro, compartida con otros ingenieros de la SMGYE, era creer que la uniformidad del sistema estaba dada por la universalidad de la medida, adoptada por todo el mundo. Lo que Moro y Bustamante debatieron era, justamente, si las convenciones locales y políticas entran o no en el asunto de la uniformidad y de la estandarización de las medidas, o si derivaban automáticamente de su naturaleza universal.

Los ecos de esta discusión parece que se apagaron en 1857, cuando el sistema métrico decimal se volvió legal y obligatorio en México. Desde entonces, ingenieros y matemáticos, la mayoría miembros de la SMGYE y de otras comisiones científicas, se involucraron con la Dirección General de Pesos y Medidas de la República, de la Secretaría de Fomento, para difundir y vigilar el sistema métrico decimal. Ingenieros notables, como Francisco Díaz Covarrubias, Francisco Jiménez (1824-1881) y Ezequiel Pérez (1854-1917), colaboraron en la redacción de instrucciones, folletos y cálculos para adaptar el sistema antiguo al métrico, uniformizar las diversas formas de numeración y convertirlas en un estándar legítimo de medición. Los tres fueron miembros de la SMGYE, oficiales mayores del Ministerio de Fomento; los dos primeros, directores del Observatorio Nacional y el ingeniero Díaz Covarrubias, de los tres, el más conocido, fue profesor de la Escuela Nacional de Ingenieros, director del Observatorio Nacional (1862) y en 1874 dirigió la Comisión Astronómica Mexicana para observar el paso de Venus por el disco del Sol (Moncada Maya *et al.*, 1999).

Los científicos se integraron a la administración del sistema métrico calculando tablas de equivalencias entre el antiguo y nuevo sistema de medición, pero también como vigilantes de los instrumentos y de las prácticas de medición pública. Como parte de la Dirección Científica de Pesos y Medidas, en 1857 se creó la Oficina de Fiel y Contraste. Primero se la pensó como “fielazgos y almotacén”, es decir, para custodiar el canon de medición y, al mismo tiempo, para organizar a los funcionarios encargados de verificar las pesas y medidas en el comercio. Esas actividades primero

se circunscribieron a la ciudad de México, pero con la Ley de 1895 se hicieron nacionales; se abrieron oficinas en el interior de la república. Así, las labores del sector “científico” del Ministerio personificaban el “fiel” de la balanza, personas dignas de fiar cuyas labores implicaban confianza (*trust*) y acuerdos (*El Monitor Republicano*, 19 de octubre de 1862: 3; *El Nacional*, 28 de octubre de 1896: 3; *El Monitor Republicano*, 26 de septiembre de 1896: 1).

A pesar de sus esfuerzos, es claro que el proceso social de estandarización los rebasaba. Sus acciones, como las del gobierno, dependían directamente de sus relaciones con la población, de tal manera que propiciaran que el sistema métrico se volviera cultura popular. El “estilo nacional” en el proceso de convertir al metro en un canon creíble y confiable de la vida pública, confirma que no dependió únicamente de las decisiones legales, tampoco de las acciones de los científicos y de los miembros de la división científica del Ministerio de Fomento (Wise, 1995: 11). El proceso de adopción y estandarización del sistema métrico decimal respondía a las negociaciones entre el Estado, la ciencia y sus usuarios.

LAS RUDAS MASAS Y “EL FIEL CONTRASTE”

Es importante insistir en que las unidades de medición previas al sistema métrico decimal (vara, fanegas, almudes, etcétera), resolvían de forma coherente las prácticas de medición; se fundaban en innumerables experiencias repetidas de generación en generación, constituyendo “un saber matemático popular” (Kula, 1984: 36). Por eso, sin duda, tomó años mudar los procedimientos públicos y privados de medición por el sistema métrico decimal. Sin la participación de los usuarios, el proyecto de uniformizar las prácticas de medición hubiera sido imposible, pero esta participación no se dio sin contradicciones y críticas.

Una de las razones que la prensa política y científica de la época invocó para explicar las dificultades de las autoridades para difundir e imponer el uso del sistema métrico decimal era la ignorancia del pueblo y la fidelidad a sus tradiciones. En principio, los políticos y científicos partidarios del sistema de medición defendían un modelo que negaba esas otras formas de sociabilidad y de valores tradicionales. Imponer, por medio de la educación y la vigilancia el sistema métrico, obligaba al vulgo a reeducarse. François Xavier Guerra (1985: 205) anotó esta característica del sistema político en el siglo XIX, desgarrado entre el impulso por crear una sociedad moderna y la existencia de un pueblo tradicional. Especialmente, cuando se trata de educación, se habla de la intervención de un Estado “ilustrado”, formador de individuos útiles a la sociedad, ciudadanos, mexicanos liberados de la ignorancia y

del error equivalentes a lo tradicional. Se pretendía que el pueblo fuera instruido en el manejo aritmético de las conversiones, pero que también pudiera “establecer la uniformidad de los pesos y las medidas en todo el mundo y [...] poder realizar por medio de las transacciones comerciales *el empleo de un solo idioma*” (*El Monitor Republicano*, “Pesos y medidas”, México, sábado 24 de octubre de 1857: 4).

Sin embargo, entre los propios ilustrados de la época, la supuesta ignorancia e incompetencia del pueblo debía matizarse. Como lo señaló Constancio Gallardo, uno de los defensores de la introducción del sistema métrico: “Es una idea muy triste” creer que “los habitantes de la República no podrán nunca acostumbrarse ni aprender nunca a decir metro, decímetro, centímetro, y etcétera [...] Es necesario tener una mejor idea del pueblo: el pueblo, solo no aprende lo que no se le enseña, pues lo mismo que se dice de este nuevo sistema, se puede decir del antiguo” (Gallardo, 1861: 1).

La resistencia del “vulgo” al sistema métrico decimal parece responder a una endémica carencia de instrumentos de medición adecuados al sistema métrico decimal y a la poca credibilidad en los funcionarios de las oficinas encargadas de legalizarlos. Más que el rechazo a las intenciones modernizadoras del Estado, la gente reaccionaba y se adaptaba a las limitaciones de los funcionarios del Estado para imponer el nuevo sistema de estandarización.

“FUNCIONARIOS EN APUROS: LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN MÉTRICA”

Como ingenieros y matemáticos los científicos mexicanos no aportaron nada a la medida del cuadrante del meridiano, ésta había sido la epopeya de Pierre-François André Méchain (1744-1804) y Jean Baptiste-Joseph Delambre (1749-1822), de la *Académie des Sciences* de Francia (Alder, 2004). La puesta en función del metro fue otra cuestión; los científicos mexicanos crearían conocimientos como autores de tablas de conversión pero sobre todo como funcionarios, proveedores de aparatos de medición fieles y vigilantes de su buen uso. En este ejercicio, reverso político de las actividades de esos partidarios del metro, se revelan sus contradicciones. Para convertir en práctica cotidiana y estándar el sistema métrico decimal, los miembros de Fiel y Contraste se enfrentaron a las carencias materiales: instrumentos de medición confiables y un aparato burocrático interesado en asegurar su producción y distribución.

La Oficina de Fiel y Contraste, como parte de la maquinaria burocrática, transformó lentamente sus objetivos privilegiando las actividades de vigilancia y legalización de los instrumentos de medición. Con el tiempo se volvió primordial evitar fraudes en los intercambios comerciales en los que intervenían mediciones. Con la Ley del 19 de junio de 1895, se adoptaron los prototipos internacionales (de longitud, masa y

de tiempo) contruidos y verificados por la Convención Internacional del Metro, instaurada en 1875. A partir de ellos, Fiel y Contraste tuvo un parámetro para verificar que todas las pesas, balanzas, metros y demás instrumentos de medir que circularan en el país fueran legales y regulados (Ministerio de Fomento, 1895; *El Monitor Republicano*, 22 de octubre de 1896: 1; *El Siglo Diez y Nueve*, 31 de agosto de 1896: 2).

Día con día, por incumplimiento de las reglas del sistema métrico decimal, se cometían una infinita variedad de delitos. La mayoría de las infracciones cometidas se consideraban administrativas, aunque algunas se perseguían como delitos criminales, castigados con arreglo al Código Penal del Distrito Federal (Ministerio de Fomento, 1895). A pesar de la diversidad de casos, se puede hablar de dos tipos de delitos: los cometidos con instrumentos fraudulentos, “arreglados” para pesar menos de un kilo o litro, para medir menos del metro. Por ejemplo, en las pulquerías y las maicerías se denunciaba, frecuentemente, el uso de litros (para áridos y líquidos) con un “doble fondo”. Es común encontrar también denuncias de “pilones escasos”, pesos de 800 o 900 gramos en lugar de un kilo. Es usual encontrar casos en los que se vendían metros con varios centímetros de menos, prácticamente de la longitud de la vara mexicana (84 centímetros). No eran raros los casos en los que el infractor se aprovechaba para vender una vara al precio de un metro. Pero hay que subrayar que frecuentemente los infractores cobraban con precios antiguos, para evitar los problemas de conversión vendían metros de tela del tamaño de la vara a precios de vara. Los funcionarios de Fiel y Contraste consideraban que aun en esos casos había infracción por no usar el sistema métrico decimal (*El Siglo Diez y Nueve*, 12 de octubre de 1896: 2; *El Monitor Republicano*, 15 de noviembre de 1896: 3).

Otra versión de estos fraudes era utilizar instrumentos no verificados por los funcionarios de la Oficina de Fiel Contraste o bien ostentar sellos falsos de verificación.⁷ Estas infracciones, las más reportadas, generalmente las cometían los comerciantes, por lo común en contubernio con los funcionarios verificadores de la Oficina de Fiel Contraste. Cuando esto sucedía, generalmente se trataba de funcionarios que vendían ilegalmente sellos (aprobatorios) para balanzas, fieles, platillos y pilones que en otra revisión habían sido desechados por esa misma oficina. Tal fue el caso de Daniel Anguiano Puga de la oficina verificadora de Tacubaya, sentenciado con cárcel por autorizar ilegalmente (y cobrando dos pesos por cada uno) aparatos para pesar que ya habían sido desechados por incumplir las normas de peso (*El Siglo Diez y Nueve*, julio de 1896: 2).⁸

⁷ Para los anteriores y estos casos, véase “Oficina de Segundo Orden, Verificadora de Pesos y Medidas”, abril-junio de 1906 (AGN, *Pesos y Medidas*, caja 114, exp. 9, ff. 1-10).

⁸ Para el caso de los delitos de Tacubaya, véase “Aviso de una verificación delictuosa, por un empleado de la oficina verificadora de Tacubaya”, marzo 26 de 1906 (AGN, *Pesos y Medidas*,

El sistema métrico decimal afectaba la vida cotidiana en cuestión de intercambios comerciales, en los que se requiere establecer equivalencias y valores. Muchos requerían de instrumentos de medición, en este caso, los adecuados al sistema métrico decimal. Más allá del fraude, estas omisiones respondían a una constante carestía de instrumentos de medición, principalmente para determinar peso y volumen.

Al menos desde 1862 se esperaba que el personal ilustrado del Ministerio de Fomento distribuyera los instrumentos prototipo y legales, previamente calibrados, de metros, pesas, romanas y litros (*El Monitor Republicano*, 18 de octubre de 1862: 4). Desde entonces la ley prohibió reproducir e importar artefactos de medición antiguos, la vara especialmente. Sin embargo, en 1896 el propio Ministerio de Fomento declara que a pesar de los incentivos para facilitar su construcción e importación, no había instrumentos de medición en muchas regiones de México. Los artesanos mexicanos no los fabricaban y los importadores no los traían al país, a pesar de los incentivos fiscales otorgados. Había pocos importadores de este tipo de instrumentos, entre los más publicitados estaban Roberto Boker y Cía., y Roberto N. Fairbanks, de Fairbanks Co. de Nueva York, fabricante de básculas (*El Siglo Diez y Nueve*, 31 de agosto de 1896: 2). Fue tan grave la escasez, que el Ministerio de Fomento en 1896 se vio obligado a suspender temporalmente, en donde no hubiera pesas, la aplicación de la Ley de Pesos y Medidas (*El Monitor Republicano*, 15 de septiembre de 1896: 1; 24 de septiembre de 1896, y 26 de septiembre de 1896: 3).

Frecuentemente se decía que los artesanos mexicanos tenían dificultades para construir pesas, pues “el metal del que se lo han hecho tiene una combinación que lo hace frágil y se rompe con facilidad al tornearlo quedando la pieza imperfecta y hartó inservible. Por otra parte, los buenos torneros son escasos en México” (*El Monitor Republicano*, 26 de septiembre de 1896: 2). Los pulqueros, activos comerciantes en la época, se negaban a usar los litros legalizados, pues la mala calidad del metal que los artesanos mexicanos utilizaban para fabricarlos descomponía rápidamente al pulque (*El Siglo Diez y Nueve*, 18 de agosto de 1896: 2; *El Monitor Republicano*, 24 de octubre de 1896: 2; *La Libertad*, 28 de agosto de 1898: 2).

Generalmente se identifica la imposición del sistema métrico decimal como expresión del proceso de modernización del Estado (se podría equiparar a la introducción de los husos horarios), como signo del fin de las prácticas tradicionales y populares. Pero si lo vemos desde la perspectiva de los distintos actores locales implicados, en el México del siglo XIX la estandarización métrica no se revela como la simple oposición entre lo tradicional y lo moderno, entre los ciudadanos y el Estado, entre ignorantes e ilustrados.

caja 5, exp. 7, ff. 3-4 y f. 8; “Secretaría de Estado y Despacho de Fomento”, AGN, *Pesos y Medidas*, caja 51, exp. 7, f. 5).

En el siglo XIX en México, la cuestión métrica tomó sentido y existencia cuando se ligó a la cuestión de la peculiaridad nacional. Es ilustrativo que lo que discutían los distintos actores políticos involucrados con la adopción del metro, era cómo gobernar a la nación. Dependiendo de los intereses representados, el metro significaba una amenaza para la integración del país o un medio para uniformizar y homogeneizar los intercambios nacionales. Sin embargo, en la práctica, científicos y funcionarios se enfrentaron al hecho de que el Estado, impositor del sistema métrico y garante de la estandarización de los intercambios públicos (comerciales en este caso), parecía impotente ante la carencia de los instrumentos de medición. Paradójicamente, fue la población y no la Oficina de Fiel y Contraste la que dirimió y organizó, poco a poco, la adquisición, construcción y calibración de los instrumentos propios para una medición de acuerdo con el sistema métrico decimal.

Ni la fuerza legal ni la ciencia y su precisión podían imponer, *per se*, la uniformidad y homogeneización de las medidas. Fue en la práctica, en los cotidianos desacuerdos entre burócratas, científicos-funcionarios y la gente común, como el sistema métrico se fue adoptando. Ello revela que la adopción y la estandarización de las prácticas de medición implican una normatividad o marco legal que se imponía a los usuarios, pero también regía sobre los que pretendían administrar con esas normas. En la práctica, estandarizar no significaba solamente adoptar tal sistema, sino también recrear las formas de administración y gestión de los intercambios en el centro mismo de aquel Estado, ser capaz de proveer instrumentos legales –calibrados– para hacer de la idea del metro una forma concreta cotidiana de medir.

Archivos consultados

Archivo General de la Nación, Ministerio de Fomento, *Pesos y Medidas* (AGN, *Pesos y Medidas*).

Secretaría de Relaciones Exteriores, Archivo Histórico Diplomático Genaro Estrada (SRE, AHDFGE), Embajada de Francia en México (EFM), Convención Internacional del Metro, Pesos y Medidas.

Hemerografía

El Monitor Republicano, Diario de Política, Literatura, Artes, Ciencia, Industria, Comercio, Medicina, Tribunales, Agricultura, Teatros, Modas y Anuncios, El Monitor Republicano, México, D. F., 1849-1896.

El Siglo Diez y Nueve, México, D. F., 1857-1896.

El Universal. Periódico Independiente, México, D. F., 1849
La Libertad

Bibliografía

ALDER, KEN

1995 "A Revolution to Measure: The Political Economy of the Metric System in France", en M. Norton Wise, *The Values of Precision*, Princeton, Princeton University Press, pp. 39-71.

2004 *The Measure of All Things. The Seven Year Odyssey that Transformed the World*, Londres, Abacus.

BEGUERISSE, FRANCISCO

1857 *Cuadro sinóptico del sistema métrico decimal*, Puebla, s. e.

BENDIX, REINHARD

2000 *Max Weber*, Buenos Aires, Amorrortu.

BUSTAMANTE, BENIGNO

1852 "Sobre los fundamentos en que debe apoyarse el arreglo definitivo y general de los pesos y medidas más convenientes en la República Mexicana", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, vol. 3, pp. 45-52.

1852a "Contestación a las observaciones relativas a la medida que se propuso como unidad para arreglar definitivamente la vara mexicana", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, vol. 3, pp. 56-63.

CÁMARA DE DIPUTADOS

1849 "Congreso General". Dictamen de la comisión especial de pesos y medidas de la Cámara de Diputados, México, *El Monitor Republicano*, martes 20 de febrero de 1849, pp. 1-2.

CHATTERJEE, PARTHA

1993 *The Nation and Its Fragments: Colonial and Postcolonial Histories*, Princeton, Princeton University Press.

DECRETO

1857 "Pesos y medidas", 15 de marzo de 1857, *Memoria política de México* <<http://memoriapoliticademexico.com/Textos/3Reforma/1857DSM.html>> (consultada el 1 de febrero de 2008).

DERKSEN, LINDA

2000 "Towards a Sociology of Measurement: The Meaning of Measurement Error in the Case of DNA Profiling", *Social Studies of Science*, vol. 30, pp. 803-845.

DÍAZ COVARRUBIAS, FRANCISCO

- 1862 *El sistema métrico decimal al alcance de todas las inteligencias y colección de tablas para reducir las antiguas medidas mexicanas a las modernas recíprocamente...*, México, Imprenta de J. Abadiano.

GALLARDO, CONSTANCIO

- 1861 "El sistema métrico decimal", *El Monitor Republicano*, México, 24 y 25 de febrero de 1861 y 8, 9 y 10 de abril.

GUERRA, FRANÇOIS-XAVIER

- 1985 *México: del antiguo régimen a la Revolución*, tomo I, México, FCE.

KULA, WITOLD

- 1984 *Les hommes et les mesures*, París, Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme.

MAYER, JOSEPH

- 1966 "Parliament and the Metric System. Comments", *Isis*, vol. 57, núm. 1, pp. 117-119.

MINISTERIO DE FOMENTO

- 1857 *El sistema métrico oficial. Tablas que establecen la relación que existe entre las antiguas medidas mexicanas y las del nuevo sistema legal, formadas en el Ministerio de Fomento conforme a la Ley de 1857*, México, Imprenta de J. M. Andrade y F. Escalante.
- 1895 "Oficial. Ley sobre pesas y medidas." Secretaría de Estado y del Despacho de Fomento, Colonización e Industria. Sección 2ª, *El Monitor Republicano*, 27 de junio de 1895, p. 1.

MONCADA MAYA, J. OMAR Y OTROS

- 1999 *Bibliografía geográfica mexicana. La obra de los ingenieros geógrafos*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Geográficas.

MORO, CAYETANO

- 1852 "Sistema métrico. Observaciones sobre la medida que se propone sustituir a la vara mexicana", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, vol. 3, pp. 53-55.
- 1853 "Réplica a la contestación del Sr. D. Benigno Bustamante sobre el arreglo de pesos y medidas de la República Mexicana", *El Siglo Diez y Nueve*, 22 de abril de 1853, pp. 4-5.

PALTÍ, ELÍAS JOSÉ

- 1998 *La política del disenso. La 'polémica en torno al monarquismo' (México, 1848-1850)... y las aporías del liberalismo*, México, FCE.

PÉREZ, EZEQUIEL

1896 *Exposición del sistema métrico decimal y tablas de equivalencia*, México, Imprenta de Antonio Venegas.

PORTER, THEODORE

1995 *Trust in Numbers*, Princeton, Princeton University Press.

SEMMELE, BERNARD

1963 "Parliament and the Metric System", *Isis*, vol. 54, núm. 1, pp. 125-133.

SLOSSON, E. E.

1896 "Decimal Numeration in the United States", *Science*, vol. 4, núm. 81, 17 de julio, pp. 59-62.

SPENCER, HERBERT

1896 "The Metric System", *The Times*, 4 de abril.

VERA, HÉCTOR

2007 *A peso el kilo. Historia del sistema métrico decimal en México*, México, Libros del Escarabajo.

WEBER, MAX

1982 *Economía y sociedad*, México, FCE.

WISE, M. NORTON

1995 *The Values of Precision*, Princeton, Princeton University Press.

¿Qué tanto es tantito? Historia de las medidas en la cocina mexicana

Kenya Bello y Claudia Tania Rivera Mendoza

En su vida diaria la inmensa mayoría de la población mundial participa en una gran cantidad de interacciones en las que está involucrado el sistema métrico decimal: compra en tiendas, mercados y supermercados metros de tela, litros de leche, kilos de manzanas. Gracias a las básculas caseras muchos ciudadanos del mundo tienen la posibilidad de conocer su peso y controlar “esos kilitos de más”, sin contar con que pasan su vida en espacios que tienen una determinada cantidad de metros cuadrados, que se guían en vialidades señalizadas en kilómetros y que cocinan sus alimentos usando gramos, kilos y litros, junto a tazas y cucharadas.

El uso del sistema métrico es tan cotidiano que simplemente parece “natural” pesar y medir las cosas, a tal grado que sólo reparamos en estas cuestiones cuando estamos frente a medidas no métricas, por ejemplo, cuando alguien dice su peso en libras. Además, muchos ignoran que éste fue el primer sistema que logró extenderse a escala mundial¹ y que su avance se dio a costa de la supresión de antiguas formas de medición.²

En el caso de México, el sistema métrico apareció formalmente el 15 de marzo de 1857, cuando el gobierno de Ignacio Comonfort decretó que desde ese momento debía ser utilizado por todos los mexicanos y estableció como plazo para su implantación general el 1 de enero de 1862 (Vera, 2007: 87). A pesar de todos los debates que se dieron en la época en favor y en contra del uso de un nuevo sistema de medidas, cinco años parecían un plazo, si no suficiente, al menos prudente para hacer efectiva la utilización del sistema creado por los revolucionarios franceses.

¹ En la actualidad tres países no lo utilizan: los Estados Unidos, Liberia y Myanmar. Algunas naciones que usaban el sistema anglosajón, como la propia Inglaterra e Irlanda, se han metrificado para poder participar en el comercio mundial. Véase Vera (2007: 12).

² Para referencias detalladas de la historia de los antiguos sistemas de medición empleados en Europa occidental, y a la creación del sistema métrico decimal en Francia, así como para una introducción tanto a los temas como a la metodología que competen a la metrología histórica, véase Kula (1980).

Sin embargo, ni detractores ni partidarios se imaginaron cuántas generaciones se requerirían o cuánto tiempo habría de pasar para que dicho proyecto de unificación métrica se volviera hegemónico, pues no fue sino hasta el primer tercio del siglo xx, después de más de medio siglo de avatares, que este sistema logró implantarse de manera preponderante en el comercio, la industria, los hogares y los hábitos de la mayoría de los mexicanos.

De esta manera, el proceso de metrificación del territorio mexicano es significativo porque muestra la forma en que sus habitantes aceptaron o resistieron emplear un lenguaje convencional de cálculo y medición, que no sólo fue un factor de fortalecimiento en la conformación de la economía y del Estado nacional, sino que afianzó los vínculos de México con el mercado mundial y con numerosos indicios sobre continuidades y rupturas producidas al nivel de las mentalidades en el tránsito del siglo xix al xx. No obstante, existen pocas investigaciones sobre este proceso que modificó la cultura material y la vida cotidiana de millones de personas, y de instituciones científicas y tecnológicas.

Para reconstruir este aspecto de la historia mexicana, se puede echar mano de los archivos administrativos, de fotografías e imágenes de la prensa y, como en nuestro caso, de las recetas de cocina. Estas últimas no sólo permiten saber qué y cómo se comía en el pasado, sino que arrojan información relacionada con aspectos de organización de una sociedad y las percepciones de sus integrantes (Souto, 2006: 15 y León, 1997: 22-24), en particular, sobre la forma en que un sistema de medición se fue introduciendo a las cocinas y empezó a sustituir medidas más antiguas en la preparación de alimentos.

En este sentido, los libros y las recetas de cocina expresan el estado de los acervos sociales de conocimiento, es decir, el desarrollo de las fuerzas productivas, la estratificación y las formas de transmisión y distribución social de conocimiento de los grupos a los que pertenecieron quienes los escribieron o transcribieron. Por esta razón habrá que cuestionarse ¿quién o quiénes los crearon?, ¿en dónde y en qué momento lo hicieron?, ¿a quiénes se dirigían? Si se responde a estas preguntas será posible reconstruir cómo medían y calculaban las personas cuando no existía el sistema métrico.

Por otra parte, es necesario señalar que el proceso de adopción del sistema métrico está inserto en una trama de transformaciones más generales, pues ni el espacio ni la actividad para preparar los alimentos –tampoco las personas encargadas de hacer la comida–, han sido los mismos a lo largo del tiempo: no es igual cocinar para el rey que para el esposo y los hijos, y es diferente cocinar con ayuda de la abuela que siguiendo las instrucciones de una receta impresa.

En este artículo no pretendemos explicar o analizar exhaustivamente todos estos procesos, sino generar un primer acercamiento y una posible lectura de sus ras-

gos más sobresalientes, sobre todo dar cuenta de sus relaciones con la metrificación del país. De esta manera el escrito está dividido en tres partes. En la primera parte analizamos algunos de los procedimientos para cocinar que aparecen en manuscritos y libros de cocina de los siglos XVI, XVII y XVIII, a fin de señalar el desarrollo de los conocimientos culinarios en dicho periodo y reconocer mentalidades distintas, que se manifiestan en las maneras de ordenar la información, y de medir y calcular los ingredientes. En la segunda parte analizamos cómo se transformaron esas formas de ordenar y calcular, a fin de explicar el estado de bilingüismo métrico que caracterizó el mundo de las recetas cuando el sistema métrico hizo su aparición. En la tercera parte ubicamos en qué contexto se produjo el triunfo de las medidas métricas en los procedimientos culinarios a principios del siglo XX.

DE CUANDO AMARRABAN LOS PERROS CON LONGANIZA: VESTIGIOS CULINARIOS DE LA NUEVA ESPAÑA

Podría pensarse que después del descubrimiento de América, al conocer los miles de comestibles originarios del nuevo continente, existiría una cantidad abrumadora de documentos en los que estuviera anotado cómo preparar platillos con los ingredientes propios de estas nuevas tierras, pero no es así. Los escritos sobre esta cuestión son escasos pero, sin duda, tanto los europeos recién llegados a América como los nativos americanos tuvieron que aprender a cocinar las nuevas viandas.

La transmisión de conocimientos en las sociedades del antiguo régimen era, en su mayoría, oral y los saberes culinarios no fueron la excepción. Muestra de ello son algunos dichos como "Chocolate que no tiñe, claro está", "Aguacate maduro, pedo seguro" o "Calabaza caliente, pedo de repente" (Pérez Martínez, 1997: 505-528).

De los siglos XVI y XVII se tiene registro de sólo dos libros en español que no incluyen en sus recetas ingredientes americanos, es decir, ninguno fue escrito teniendo como referencia el descubrimiento de América, sino que respondieron al mundo cortesano de entonces. Tanto Ruperto de Nola, autor de *Libro de guisados, manjares y potajes*, como Francisco Martínez Motiño, autor de *Arte de cocina, pastelería, vizcochería y conservería*, fueron cocineros cortesanos: el primero sazonó los alimentos de Alfonso el Magnánimo; el otro preparó manjares para Felipe III.³

³ Para saber por qué fue hasta el siglo XIX cuando se editaron nuevos libros sobre cómo preparar los alimentos en España y la Nueva España (Muriel y Pérez San Vicente, 1997: 467-479), sería necesario tener presente la historia de la lectura y los libros; sólo así conoceríamos si hubo relación entre esta "tardía" proliferación de libros de cocina y la

Sin embargo, para reconstruir el mundo culinario novohispano utilizando los escritos de cocina, no sólo dependemos de los libros. Las instrucciones para hacer comida aparecieron en textos médicos, en cuadernos personales y manuscritos fechados en el siglo XVIII que, aun cuando no contienen información exclusiva sobre la manera de preparar alimentos, son valiosos testimonios de mundos pasados, en particular, de grupos que contaban con el poder de la escritura y, por lo tanto, eran élites de la sociedad novohispana.

Si bien es necesario conocer quién los escribió, cuándo, en dónde y para qué, los manuscritos se distinguen de los libros porque no eran documentos públicos y pasaban de mano en mano en conventos o familias. Así, los contemporáneos de Dominga de Guzmán, una criolla mexicana del siglo XVIII, no pudieron leer sus recetas, pues no las copió para que fueran publicadas sino para registrarlas en su libro personal; de haberlas leído, hubieran entendido los procedimientos ahí contenidos y hasta se les hubieran antojado los platos que ahora, ante nuestros ojos, son un tanto extraños.

Que baste con leer algunas de las recetas de los platillos que comieron aquellos hombres novohispanos, a quienes generalmente imaginamos o regordetes o famélicos. Comencemos con las empanadas de Ruperto de Nola:

As de tomar la carne o el pescado y darle un heruor, más si fuera carne hierva más que el pescado, y desde que haya bien hervido quitarlo del fuego y ponerlo en agua fría, y después hacer la empanada y ponerle la carne o el pesacado cortado a *pedazos pequeños tan grandes como los dedos*, y aún menores, y ponlos en la empanada, y después vaya al horno, hacer un agujero encima del cobertor de la empanada porque pueda espirar, que de otra manera rebentaría en el horno, y quando pusieses la carne en la empanada poner también la salsa fina con ella y *si fuere de pescado carga la mano en la pimienta, y si de carne carga la mano en la salsa*, y un poco antes que sea hora de sacar la empanada del horno poner por lo el agujero huevos batidos en una escudilla con agraz o con zumo de naranja o vinagre blanco rosado, y *después tornarla al horno por espacio de un pater noster y un ave maria*, y sacarla y ponerla en la mesa.⁴ (Juárez, 2005: 53)

Sigamos con la preparación de la capirotada de Francisco Martínez Motiño: Tomarás lomo de puerco y salchichas y perdices, todo asado y harás torrijas y solo lomo y salchichas y perdices han de ser hechas cuartos, el primero hecho pedazos,

constitución doceañista en la que se decretó la libertad de imprenta. Aun así, no deja de ser un dato curioso que debería investigarse a fondo.

⁴ Las cursivas de todas las “recetas” que siguen son nuestras.

e irás poniendo el solomo y todo el recaudo en lechos y como fueres echando las torrijas y la carne, irás echando queso rallado y éste llevará pimienta, nuez y jengibre, e irás poniendo lechos *hasta que la sopa esté bien alta*. Luego estrellarás unos huevos tiernos y los asentarás por encima; luego majarás un poco de queso con *un grano de ajo*, desleído todo con caldo; luego batirás en un cacillo *ocho huevos, cuatro con claras* y los otros sin ellas; *las batirás mucho* (incorporando caldo); luego el queso majado que está en el almirez con los huevos, más caldo pues es menester mojar la sopa y ponla sobre la lumbre, y tráela a una mano, porque no se corte; y cuando esté espeso, sácala del fuego y velo echando por encima. Ha de venir a quedar la carne y lo demás cubierto con la salsa; ha de llevar azafrán para que se vea un poco amarillo, y cuando estuviere la sopa medio cocida, échale manteca de puerco por encima bien caliente y más queso; acábalo de cocer en un horno. (Juárez, 2005: 65)

Sor Juana Inés de la Cruz indica que para el clemole de Oaxaca se debe “Poner en una cazuela de a medio, un puño de culantro tostado, cuatro dientes de ajo asados, cinco clavos, seis granitos de pimienta, como claco de canela, chiles anchos o pasillas, como quisiere. Todo lo dicho molido muy bien y puesto a freir luego se echa la carne de puerco, chorizos y gallina” (Juárez, 2005: 69).

Para el guisado de arroz de José Antonio Alzate Ramírez necesitamos, “*Dos libras* de arroz, *siete* de papa, una de calabaza, *libra* y *cuatro onzas* de sanajorias, una de nabos, seis onzas de manteca, *dos libras* de pan y veinte y ocho de agua limpia, han forma un guisado suficiente para sostener a veinte personas en estado vigor, y su costo no pasa de veinte y cuatro sueldos” (Juárez, 2005: 48).

Por último, en el *Libro de cocina de la gesta de Independencia*, que perteneció a María Galván de Zaragoza, señala que para la sopa de vaca,

Cocerás cadera de vaca gorda, de la mitad harás *rebanadas delgadas* y las demás picarás como para gigote. Rebanarás pan blanco *delgadito* y las tostarás, recogerás la grasa del caldo y la sazonarás con pimienta, azafrán, moscada o jengibre, y *un poco* de buen queso añejo rallado, mojarás en otro caldo las tostadas de pan y las pondrás parejitas en una cazuela y sobre cada capa pondrás carne picada y encima las rebanadas y luego pan, *más caldo y más todo hasta llenarse*, y encima pondrás queso rallado, o rebanado tuétanos de res muy limpios y se mete al horno, y se pasó que al caldo se le echa también dos yemas de huevo crudas. (Anónimo, 2002: 23)

La ortografía de las palabras “hueuos”, “sanajorias” o “culantro”, las descripciones de caldos bien embebidos y las indicaciones de hacer escudillas, los usos indispensables de azafrán, jengibre, azúcar o canela en casi todos los platillos, los ingredientes,

como alcaravea, zorzales, patas de res, o liebres; la presentación en gigotes o en forma de daditos son elementos que evidencian la lejanía que existe entre nuestro mundo y el mundo de nuestros antecesores. Pero lo que probablemente más desconcierte y desoriente a nuestros contemporáneos son las medidas o las proporciones en que deben ir los ingredientes.

¿Con qué cadencia debemos decir los avemarías o padrenuestros?, ¿que la sopa esté bien alta quiere decir que esté a tope el recipiente donde cocinamos?, ¿cuánto es una cazuela de a medio?, ¿cuánto es un real?, ¿qué tanto es tantito?

¿CUÁNTO AZAFRÁN? LAS MEDIDAS EN LAS RECETAS NOVOHISPANAS

Tlacos, libras, onzas, pedazos pequeños tan grandes como los dedos, del tamaño de una nuez, padrenuestros, avemarías, hasta el otro día, después de tres horas, por tres días, cuartillos, cuarterones, cántaros, tazas calderas, tazas poblanas, cazuelas de a cuartilla, poca, poquita, hartos, puntas, puntitas, clacos, puños, manojos, a dos fuegos o dos fuegos de rescoldo, profundidad de tres pesos o dineros y reales, son sólo algunas de las medidas que aparecen en recetas utilizadas desde finales del siglo xv hasta principios del siglo xix.

Si bien existen diferencias notables en los procedimientos anotados en los libros de Nola y Martínez Motiño con respecto a los manuscritos de los siglos xvii y xviii, en todos ellos las horas se conjugan con los padrenuestros; las onzas y las libras conviven con puños y profundidades de tres pesos, y las cucharitas y las tazas apenas aparecen, pues no eran, como hoy, comunes para indicar medidas a la hora de cocinar. Es decir, en estas recetas es posible observar el multifacético cuadro metroológico característico de una sociedad de antiguo régimen (Kula, 1980: 135).

El multilingüismo metroológico de la Nueva España puede explicarse por la falta de desarrollo técnico, es decir, por la ausencia de artefactos que hicieran posible la medición de las cosas –las balanzas eran un instrumento caro que no todos podían obtener– y por el escaso desarrollo de vías de comunicación que facilitaran el tránsito de mercancías y personas; porque cada zona tenía sus propias medidas, ya fuera por el autoconsumo o debido a que tanto las cualidades físicas de lo que se medía como los caminos influían en las dimensiones de los recipientes; por ejemplo, el tamaño de los cuartillos para medir granos variaba según el grano que contuvieran y las castañas para transportar pulque podían ser más grandes o chicas, pues un burro no aguanta lo mismo en un llano que en una montaña; finalmente, las actividades de los integrantes de las sociedades novohispanas no requerían del grado de exactitud o precisión que las actuales, pues los conocimientos culinarios dependían, por

ejemplo, de los saberes de personas mayores o con más experiencia, quienes enseñaban con las manos en la masa cómo hacer de comer (aunque era bien sabido que “sopa de muchas cocineras sale quemada”).

Más allá de este multilingüismo métrico, es aún más significativa la ausencia de medidas en muchos de los procedimientos para hacer la comida. En este sentido, las recetas novohispanas sugieren un proceso de más largo aliento, a saber, cómo las medidas y la mentalidad cuantitativa se convirtieron en medios de orientación, específicamente en referentes básicos para las personas que cocinaban.⁵

Aunado a esto, es menester señalar que entre las fuentes novohispanas no eran constantes las referencias a medidas ni a los procedimientos o formas en que debían presentarse los platillos.⁶ Comparemos, como muestra, una receta de Dominga de Guzmán, escrita hacia la segunda mitad del siglo XVIII y otra del libro de María Galván, de 1815, en ambas recetas se utilizan casi los mismos ingredientes.

Postre de manjar blanco de Dominga de Guzmán:

Se coge un poco de arroz bien labado, se molera en un metate, se colora con lechi y se pondra a coser, se molera una pechuga de gallina sancochada y se echara a coser ahí con una punta de sal y una puntita de manteca y asi que este bien cosido se le echara la azúcar necesaria y se le da punto de manjar blanco, y se echa a enfriar en torteras, y asi que este frio se partira en pedasos y se ira friendo con guebo en manteca caliente, y se le echara su almíbar bien sasonado de almendras, piñones, pasas, de acitron, agua de azar y canela. (Juárez, 2005:82)

Ahora el manjar real del *Libro de cocina de la gesta*.

Harás almíbar de medio punto con ocho libras de azúcar, echarás seis pechugas de gallina en el almíbar a que se cuezan en él hasta que esté de punto, después le molerás las pechugas, con seis libras de almendras peladas, se pone a fuego manso hasta el punto regular. Esta receta se puso por mayo y así puedes hacer la cantidad que necesites, rebajándole los compuestos. (Anónimo, 2002: 105)

⁵ Por ejemplo, la sustitución de medidas de volumen por las medidas de peso. Véase Vera (2007: 61).

⁶ La sistematización que puede leerse tanto en el recetario de Sor Juana (siglo XVII) como en el de Alzate, debe comprenderse por los grupos sociales a los que pertenecían. Ambos eran miembros de las élites novohispanas que conservaban y creaban conocimientos: una monja y un hombre de ciencia.

Podemos afirmar, contrastando las dos recetas, que las cantidades de los ingredientes no sólo se volvieron más específicas, sino que las indicaciones para preparar comida ganaron claridad con el tiempo, como leemos en la aclaración “Esta receta se puso por mayo”, es decir, los recetarios son indicio de un proceso progresivo de sistematización de la información para preparar las viandas.

Otro ejemplo de este proceso se observa en la secuencia que siguen los procedimientos. Como se lee en la receta para hacer capirotada de Martínez Motiño, “Tomarás lomo de puerco y salchichas y perdices, todo asado y harás torrijas y solomo y salchichas y perdices han de ser hechas cuartos, el primero hecho pedazos” y en el libro de María Galván aparece cuando aclara que “se pasó que al caldo se le echa también dos yemas de huevo crudas” (Anónimo, 2002: 23).

Se puede afirmar que esto obedece a que el libro de María Galván fue un manuscrito en el que no se podía borrar una vez anotadas las indicaciones, sin embargo, al contrastar no sólo las recetas novohispanas sino también éstas con las elaboradas en siglos posteriores, es evidente la creciente precisión en las cantidades y el ordenamiento secuencial de los procedimientos.

Las medidas y la secuencia de pasos en la preparación de alimentos no eran conocimientos necesarios en las sociedades novohispanas, porque hacer la comida no era, como es todavía para muchas personas, una elección para romperse la cabeza, pues no se tenía que decidir qué comer: comían lo que había, lo que se tenía a la mano. “¿A quién le dan pan que lllore?”; “A buena hambre, no hay pan malo”; “*Al’hora* de freír frijoles, manteca es lo que hace falta”, son tan sólo unos cuantos dichos que dan cuenta de la dependencia que tenía el acto de comer con las malas cosechas o pestes.

Así, las recetas novohispanas no sólo ilustran distintos gustos culinarios y el uso de unidades metrológicas diversas, sino que también hablan de un mundo artesanal en el que la preparación de alimentos dependía en gran medida del abasto local y de las provisiones que llegaban periódicamente de ultramar, conforme a los dictados del comercio metropolitano.

LA BATALLA DE LAS MEDIDAS EN LOS RECETARIOS DECIMONÓNICOS

En términos de metrología histórica, una de las múltiples herencias que el virreinato dejó a los mexicanos fue el uso de cientos de medidas de longitud, peso y volumen, pues desde la llegada de los españoles las medidas que éstos trajeron de Europa coexistieron con las que sobrevivieron de las sociedades prehispánicas. En los tianguis y comercios novohispanos se mezclaron las fanegas, las caballerías, los azumbres, las arrobas y otros cientos de unidades con medidas indígenas, como el chochocol y el mecate.

Aunque las autoridades virreinales intentaron uniformar las pesas y medidas en la Nueva España desde la primera mitad del siglo xvi –decretando, por ejemplo, que la vara de la ciudad de México debía ser el patrón a seguir– no pudieron unificar los sistemas de medición, de forma que por más de tres siglos convivieron medidas de origen prehispánico (como el huacal y el chiquihuite) con medidas romanas (como la milla, la vara y la onza) y árabes (como la fanega, el almud y la arroba) (Vera, 2007: 79).

No es un dato menor que aun después de que obtuvieron su independencia política, los mexicanos siguieron viviendo bajo un sistema de pesas y medidas heredado del antiguo régimen novohispano, pues si bien en términos políticos dicho virreinato dejó de existir, su influencia sobre la forma en que la gente medía y pesaba las cosas fue predominante durante todo el siglo xix. En consecuencia, los políticos y científicos que asociaron la metrificación del país con el fortalecimiento y modernización de la nación, no sufrieron pocas desilusiones por el desfase entre sus proyectos y los hábitos de la gente.

En vista de que la introducción del sistema métrico fue un proyecto impulsado “desde arriba”, es relativamente fácil entender las razones por las cuales, cincuenta años después de que se había adoptado oficialmente, los comerciantes y la población en general lo utilizaban muy poco en sus transacciones y actividades diarias. Esta situación fue provocada en gran parte por la inestabilidad política que siguió a la adopción de la Constitución de 1857, ya que restó eficacia a la imposición estatal de las leyes métricas. Los políticos y hombres de ciencia sólo estuvieron en condiciones de imponer sus leyes metrificadoras en el esplendor del porfiriato, pero fueron los posrevolucionarios quienes llevaron a cabo su imposición definitiva.

El efecto de lo anterior en la cocina fue que durante la primera mitad del siglo xix las medidas antiguas aún eran preponderantes en la preparación de alimentos o, por lo menos, eso es lo que algunos impresores difundieron con sus publicaciones, como Mariano Galván, hasta bien entrado el siglo xix. Una muestra fue su *Nuevo cocinero mexicano en forma de diccionario. Tomado del Cocinero Real, de las obras de Beauvilliers, de los tratados de Careme, del Diccionario de Mr. Burnet, de la Nueva Cocina Económica y de otros autores*, que se convirtió en un éxito editorial de esa época: se imprimió por primera vez en 1831.⁷

En dicho volumen se utilizaron conceptos e ingredientes de la gastronomía francesa para preparar alimentos “a la mejicana” y se difundió la idea de que los avances

⁷ Véase Sánchez Valdés (1999) y *Nuevo* (1998). En 1888, la librería Bouret, la más grande que tuvo la ciudad de México durante el porfiriato, publicó una reproducción facsimilar del recetario de Galván (la que consultamos), aun cuando las medidas métricas ya se habían introducido.

culturales en materia de refinamiento culinario obligaban a “obsequiar con gusto, finura y delicadeza a los que por conexiones de familia, o por alguna de las muchas relaciones que nos unen nos dispensan la honra de acompañarnos a la mesa”.

Aunque quizá muy pocos podían adquirir el libro, Galván no perdió la oportunidad de promocionarlo mencionando que una obra de este tipo no sólo era indispensable “en las casas de las personas mejor acomodadas, sino en las de mediana fortuna y en las de clase más reducida” (*Nuevo*, 1998: prospecto). Su objetivo era vender la mayor cantidad de libros posibles por lo que, independientemente de sus motivaciones, difundió una visión sobre la cocina que le fue ajena a los cocineros reales o a quienes tomaban sus notas de cocina para fines privados.

Si bien era difícil que dicho volumen mencionara el sistema métrico en sus ediciones de los años treinta, los ejemplares que se publicaron cuando éste ya estaba en vigor no dieron cuenta de los avances métricos registrados en el país galo. Las instrucciones de las recetas se presentaron en cuartillos, libras, onzas y hasta se mencionaba el grueso de un dedo para medir:

Jaletina listada. Se ponen á cocer *dos cuartillos* de natas; se echan en una cacerola y se deslíen en ellas nueve yemas de huevo, añadiendo un poco de sal y *media libra* de azúcar; se pone la cacerola sobre un fuego muy suave evitándose que hierva, y se menea hasta que se espese: se pasa entonces por la estameña, o por un tamiz de seda, y se le añade *onza y media* de cola de pescado disuelta; se reparte esta composición en cuatro partes iguales, echándose cada una en un vaso a parte; a la una se echará azahar, a la otra verde de espinacas, con algunos macarrones amargos, desquebrajados; en la tercera, manjar blanco; y en la última, una infusión de chocolate; se pone el molde sobre la nieve con *el grueso de un dedo* de la primera infusión, y cuando se haya cuajado, se echará la segunda en la misma cantidad, siguiéndose de esta suerte hasta llenar el molde; se echa sal sobre la nieve, y al momento de servirse la jaletina, se vacía de los moldes. (*Nuevo*, 1998: 426)

A pesar de que las instrucciones no estaban metrificadas, y por esa razón prolongaron la existencia de medidas antiguas, en las páginas del *best-seller* de Galván sí puede distinguirse una transformación en el sentido de lo que significaba cocinar con respecto a las fuentes novohispanas. Dicha transformación se expresó en una mayor preocupación por la “precisión” y la “presentación”, es decir, se describieron con mayor detalle y en términos de secuencia cada una de las fases que suponía la preparación de un platillo, al tiempo que se puso énfasis en agradar el paladar y la vista de los convidados, tanto en las grandes como en las pequeñas ocasiones. Algo que es importante destacar es que dicha ganancia en precisión fue independiente del sistema métrico.

Gracias a dicha transformación, en la primera mitad del siglo XIX ya se puede hablar propiamente de recetarios, pues en obras gastronómicas como el *Nuevo cocinero* la finalidad era transmitir una imagen limpia y atractiva que garantizara la facilidad, rapidez y economía en la elaboración de un platillo (León, 1997: 81). En realidad, las instrucciones son más precisas porque se dirigen a un público amplio y anónimo, a diferencia de lo que pasaba con los libros de cocina novohispanos, en los que se asumía que los lectores, otros cocineros expertos, conocían el procedimiento. Un ejemplo de dicho cambio es lo detallado de las instrucciones para preparar menudo de cordero a la francesa, que proporciona el *Nuevo cocinero*:

Se entiende por menudo de cordero la cabeza, el hígado, el corazón, la pancita, y los piés. La manera más común de prepararlo es, quitar á la cabeza las quijadas y el hocico, y dividir lo restante del menudo en trozos, perdigándose todo un momento y poniéndose después á cocer á fuego manso con caldo, con mantequilla buena, un manojito surtido, sal y pimienta [...] (*Nuevo*, 1998: 516)

Asimismo, en sus páginas puede observarse que la distinción de los sabores se volvió una preocupación cada vez más constante, de suerte que ciertos platos novohispanos se volvieron inconcebibles, por lo que ni siquiera se incluyeron. Un ejemplo es la olla podrida:

Has de cocer la vianda de la olla podrida cociendo la gallina, vaca, carnero y un pedazo de tocino magro, y toda la demás volatería como son palomas, perdices, zorzales y solomo de puerco, longanizas, salchichas, liebre y morcillas; esto ha de ser asado antes de que se echen a cocer. En otra vasija has de cocer cecina, lenguas de vaca y de puerco, pies de puerco, orejas y salchichones; y del caldo de entrambas ollas echarás en una vasija, y cocerás allí las verduras: verzas, nabos, perejil y hierbabuena, y los ajos y las cebollas han de ser asados primero [...] (Juárez López, 2005: 64)

La exclusión de platillos como la olla podrida muestra que no sólo hay una ganancia en términos de precisión y distinción de los sabores, sino que casos como el del *Nuevo cocinero* ejemplifican la forma como las recetas impresas, junto con los libros de cocina antiguos o la transmisión de boca en boca, contribuyeron a mantener por mucho más tiempo del que las autoridades hubieran deseado, la presencia de las medidas antiguas entre los cocineros.

En términos generales, estas y otras recetas de la primera mitad del siglo XIX atestiguan que los antiguos sistemas de medición empleados en la cocina siguieron existiendo, pero no impidió que ocurriera una serie de transformaciones significativas en

la difusión de los procedimientos culinarios y en el gusto y los modales observados en la mesa, pues aunque no se incluyó a toda la población, en esta época empezó a distinguirse entre la cocina ordinaria y la alta cocina por influencia de la gastronomía francesa.

Otro proceso vinculado con los cambios que se vivieron al interior de la cocina, se relaciona con la feminización del espacio doméstico que acompañó el lento nacimiento de los hogares burgueses a lo largo del siglo.⁸ Si los antiguos libros de cocina fueron escritos por hombres que se encargaban de alimentar a la realeza en el marco de una vida cortesana, los recetarios decimonónicos se hicieron pensando cada vez más en la comida casera que debían preparar las mujeres para cumplir las obligaciones domésticas y demostrar su cariño a esposos e hijos.

El hecho de que tanto el recetario de Galván como muchos otros de la época se dirigieran a “las señoras dedicadas a sostener el buen tono de sus casas y el bienestar de sus familias”, constituye un reflejo de que la preparación cotidiana de alimentos empezó a considerarse una obligación de las mujeres de las clases privilegiadas. No es que antes no hubiera mujeres de las clases populares en la cocina, sino que ahora las “señoras” también debían encargarse de dicha labor.

Títulos como *El ama de casa. Guía de la mujer bien educada en materia de habitación y ocupaciones domésticas, gastos, cocina, moda, costumbres y usos de sociedad, higiene, tocador, arte de la conversación, distracciones y deberes diversos* o *La cocinera del campo y la ciudad* (Leduc y Millé, 1992) circularon cada vez con mayor profusión llevando los viejos sistemas de medición y una visión más estructurada de la elaboración de platillos a los hogares de las escasas lectoras, de la burguesía y de las clases medias.

A la par que se gestaron estas mutaciones, la situación metroológica empezó a modificarse debido al interés y a las posibilidades con las que contó la administración porfiriana para hacer efectivo el cumplimiento de las leyes métricas entre la población. El gobierno de Díaz dio los golpes más contundentes de ese siglo al viejo régimen metroológico, que resultó mucho más difícil de vencer que la Corona española. Así, treinta y tantos años después de su introducción, a finales de los años ochenta y a lo largo de toda la década de los años noventa del siglo XIX, puede verse que en las páginas de los periódicos, kilos y gramos batallaron para imponerse a libras y a “lo que se juzgue necesario”.

⁸ Este interesante capítulo de la historia de la vida privada está relacionado con la forma en que se transformaron las nociones sobre la vida familiar y el espacio doméstico a lo largo del siglo XIX y con la manera en que se modificaron las percepciones sobre lo femenino en el tránsito de una sociedad monárquica a una burguesa. Para mayores referencias, véanse Galí (2000) y Bello (2007), además de los trabajos que sobre la historia de las mujeres y de la vida privada ha producido la historiografía francesa.

En periódicos capitalinos, como el *Diario del Hogar* y *El Correo de las Señoras*, por citar un par de ejemplos, se publicaron recetas en las que coexistía el sistema métrico con otras medidas, de manera que las instrucciones para preparar diferentes platillos se daban tanto en gramos como en libras, lo que muestra el estado de multilingüismo métrico por el que atravesaba el país. Mientras que en una misma página una receta indicaba cómo preparar bizcochos en gramos, otra enseñaba a preparar mantecados en libras, lo que contribuía a reforzar los viejos hábitos metrológicos. No obstante, habría que tomar en cuenta que al mismo tiempo se producía un acercamiento paulatino al nuevo sistema:

Bizcochos de chocolate

Se baten durante *un cuarto de hora*, dos huevos, *48 gramos* de buen chocolate, hecho polvo muy fino y *160 gramos* de azúcar molida; se añaden después cuatro claras de huevo muy batidas, y se continúa batiendo todo y añadiéndole *160 gramos* de harina de trigo de la mejor.

Se hace después un molde de papel que figura una gran caja, y que debe estar ligeramente engrasado, con manteca de vacas, y se vierte en él toda la pasta, poniéndolo en seguida en el horno de la cocina, muy poco caliente, o en un horno de pan, después que hayan secado éste.

Cuando ya esté cocido, se saca la pasta del molde antes de que se enfríe, y sobre una tabla o mesa limpia se parte a tiras largas con un cuchillo que corte bien, y se sirve, ya como plato de postre, ya para tomar con el té, constituyendo de todos modos una pasta dulce exquisita.

Mantecados

Se pone al fuego una *libra* de manteca de cerdo. Se baten seis yemas de huevo, y cuando están bien batidas, se mezclan con una *libra* de azúcar y una copa de aguardiente. Cuando ya está dura la masa, se le va echando manteca templada (pues si está muy caliente se cuajan las yemas) y harina, y se sigue batiendo hasta que quede la masa muy ligada. Entonces se amasa con *la harina que se juzgue necesaria*; y con la pasta que resulta, se hacen los mantecados dándoles la forma que se quiera. Después se ponen bastante separados unos de otros, en hojas de lata, y con las claras que se han dejado aparte, después de batirlas a la nieve, se les unta con un pincelito y se les echa azúcar muy molida. Se calienta el horno y se meten las latas hasta que los mantecados se pongan dorados. Entonces se retiran, dejándolos enfriar para sacarlos de las latas, y si se quiere, envolverlo en papeles blancos (“Arte de la cocina”, 1893: 494)⁹

⁹ Otro caso ilustrativo de este fenómeno es el conocido *Diario del Hogar* de Filomeno Mara, pues en el menú que ofrecía diariamente se encontraban tanto medidas métricas como antiguas.

Ejemplos como éstos muestran que las recetas del siglo XIX encarnan el paso de una visión más subjetiva de la cocina a una más estandarizada, y en ese sentido más explícita y precisa. También atestiguan que hubo una continuidad en la preparación artesanal de los alimentos, sin que ello excluyera una serie de transformaciones importantes en el gusto o en lo que se entendía por comida casera. Así, aunque el sistema métrico no logró imponerse, y tuvo que pelear por su lugar, se vio beneficiado por el hecho de que los procedimientos incorporaran cada vez más expresiones de ordenación y cuantificación.

EL AVANCE DE KILOS Y LITROS EN LAS COCINAS MEXICANAS: PUBLICIDAD E INDUSTRIALIZACIÓN EN EL SIGLO XX

Lo que distinguió al siglo XX de épocas precedentes, no sólo fue que los procedimientos para preparar alimentos se volvieron más “detallados” o que las transformaciones de la vida doméstica, iniciadas en el siglo previo, se volvieran más evidentes, sino la forma en que el sistema métrico por fin logró desterrar a los otros sistemas de medición.

Es cierto que el estallido revolucionario de 1910 puso fin a los intentos decimonónicos para unificar los pesos y medidas, pero también lo es que los primeros gobiernos del siglo XX dieron continuidad al proyecto de metrificación del país. Debido a las leyes aprobadas por los gobiernos posrevolucionarios de Calles y Obregón, las publicaciones periódicas se vieron obligadas a abandonar las antiguas medidas, lo que contribuyó a la difusión de procedimientos culinarios métricamente armonizados (Vera, 2007: 125-128).

De esta manera, a finales de los años veinte, en revistas como *El Hogar y La Familia*, puede encontrarse que los menús no sólo siguen una secuencia de entrada, guisado y postre que nos resulta enteramente familiar, sino que todas las cantidades están en sistema métrico y que los ingredientes incorporan cada vez más productos enlatados, empaquetados o procesados industrialmente.¹⁰

¹⁰ La referencia a productos industrializados en el ámbito de los alimentos, no sólo se circunscribe a las fuentes impresas, como bien lo ejemplifica el siguiente dicho rescatado por Pérez Martínez (1997: 520): “yo soy como el *Alka Seltzer*; la que me prueba, me repite”.

RECETA CON MEDIDAS MÉTRICAS Y NO MÉTRICAS, 1959

PLATILLOS
MEXICANOS

COCTEL DE TEQUILA

Partes iguales de vermouth y tequila con unas gotas de limón y hielo al gusto. Se sirve poniendo en cada copa un patillo con un trocito de jícama y otro de aguacate.



GARNACHAS POBLANAS

24 tortillas delgadas.
¼ de kilo de carne de puerco, para deshebrar.
4 chiles anchos.
2 cebollas.
¼ de kilo de papas.
Sal al gusto.

El chile se tuesta, se desvena, se remoja y se muele, bajándolo del metate con agua, agrégándole más agua a que quede una salsa suelta. Se sazona con sal.

La carne se cuece y se deshebra muy finamente. La cebolla se pica menudito. La papa cocida se pita también y se sazona con sal.

Se calienta la manteca, sin que se quemé. Se pone la tortilla, por el lado del pellejito y se volteo rápidamente. Se le pone una cucharada de chile, en seguida un poco de papa, la carne y por último la cebolla. Con la misma cuchara se va haciendo separadamente con cada tortilla. Deben quedar ligeramente doradas.

Para que queden verdes. Se asan los tomates verdes y chile verde al gusto. Se muelen juntos y se sigue el mismo procedimiento.



PANUCHOS VERACRUZANOS

½ kilo de masa.
½ kilo de pescado.
2 tomates rojos grandes.
1 cucharada de cebolla picada.
1 cucharada de perejil picado.
1 diente de ajo picado (si se quiere).
3 tazas de frijoles guisados.
Sal al gusto.
Manteca o aceite el necesario.

Con la masa se hacen unas tortillas en hojas de plátano y que se cuecen en el



comal. Con mucho cuidado, se les levanta la tapita delgada.

El tomate se pela, se le quitan las semillas y se pica muy menudito. Se fríe junto con la cebolla, el ajo y el perejil. Cuando esté esto bien refrito se añade el pescado cocido y desmenuzado. Se deja sazonar un rato. Se les añade la sal y si se quiere yerbas de olor.

Los frijoles se machacan muy bien y se fríen. Cuando todo está preparado, se toman las tortillas y se les pone, dentro primero una capa de frijoles refritos y luego una de pescado; se cubren con su propia tapita, y se fríen en manteca o aceite caliente. Se sirven inmediatamente.



PAMPANÓ EN ESCABECHE

Se limpia un pescado de regular tamaño, se parte en trozos y se dora en aceite. Por separado se pone medio litro de agua y medio de vinagre con sal, pimienta, cuatro hojas de laurel, una rajita de canela. Todo se hace hervir a fuego lento, después de un rato se retira, y cuando está frío se coloca en una olla de barro con los trozos de pescado; se le agrega el aceite en que se fríó el pescado, un poco más de especias, cebollas en rebanadas, un limón grande en rebanaditas, y si no ha sobrado mucho aceite, se le agrega crudo. En esta forma se deja reposar cuatro días antes de comerse. Se toma frío.

QUESADILLAS

½ kilo de masa.
¼ de kilo de tomate rojo.
125 gramos de tomate verde.
Chilitos serranos al gusto.
2 chiles anchos.
¼ queso fresco.
50 gramos de queso añejo.
2 cucharadas de manteca o aceite.
Sal al gusto.

Se limpian y desvenan los chiles. Se remojan, se muelen y se mezclan con la masa junto con sal al gusto.

Se ponen a cocer los tomates con los chilitos serranos y una cebollita si se quiere. Se muelen.

Los tomates rojos se asan, se les quita la piel y las semillas y se muelen. Se calienta la manteca o aceite y se fríen los tomates verdes y los tomates rojos molidos. Cuando está espesa la salsa se saca del fuego y se le mezclan los quesos desmenuzados.

Se hacen las tortillitas y se ponen en el comal. Cuando se empieza a cocer se les dobla a la mitad, dejándolas a que se cocen muy bien.

Pueden tomarse así o se fríen y se adornan con ruedas de cebolla desleimada.

Esta imagen forma parte del recetario con el que se festejaron los 28 años de vida de la revista *La Familia*. En ella se puede ver la coexistencia de las medidas métricas—que ya se habían establecido firmemente en las cocinas mexicanas— con otras unidades de medición como las tazas y las cucharadas (“Álbum de Cocina, núm. 2”: 60).

Menú n. 101

Sopa a la pepilla

Cantidades: elotes, 10; jitomate, 50 gramos; ajo y cebolla, 100 gramos; mantequilla, 50 gramos; leche, 1/4 de litro; pan, una pieza.

Manera de hacerla: se desgrana la mitad de los elotes y se muele; la otra mitad se desgrana y se fríe con un poco de ajo, jitomate y cebolla, todo muy bien picado, luego que está frito se echa el elote molido con buen caldo y los granos que se apartaron antes y se pone todo a hervir hasta que esté bien cocido, se le hecha mantequilla, sal y pimienta al gusto y se sirve caliente con pan frito.

Pollo en verduras y alcaparras

Cantidades: pollo tierno, 1; manteca de unto, 50 gramos; zanahorias, 2; ejotes tiernos, 100 gramos; alcaparras, 12; pimienta, 3; clavos, 2; laurel, una hojita; lechuga, una; cebolla, una grande.

Manera de hacerlo: En manteca muy caliente se pone el pollo cortado en raciones, cuando ha tomado color se pone en agua hasta cubrir la carne, la pimienta, el clavo, el laurel y la cebolla, esto se tapa y cuando suelta el hervor se pone la zanahoria cortada en rodajas delgadas, los chícharos y los ejotes partidos a lo largo por la mitad y después a lo ancho, la alcaparra, sazonándose con sal y tapándose para que cueza a vapor, debiendo quedar esta salsa espesa; cuando están las verduras antes que la carne se retiran con una espumadera y después se vuelven a poner 10 minutos antes de servirse. Se vacía en el centro de un platón alternando la verduras, es decir, poniendo alrededor zanahorias, luego ejotes, y así sucesivamente, se guarnece la orilla del platón con hojas de lechuga.

Helado de chocolate

Cantidades: leche cocida, 1 litro; azúcar, 200 gramos; chocolate rayado, 100 gramos; huevos, 6; crema de leche, un cuarto.

Manera de hacerlo: En la mitad de la leche se disuelven las yemas, se pasan por un colador y se une con el resto de la leche, se pone el azúcar y después se pone al fuego, se agita constantemente para que no se queme, se le agrega el chocolate rayado y antes de que suelte el hervor se retira, se deja enfriar y se le incorpora la crema, se vacía a la heladera y cuando ha endurecido se sirve en copas altas de cristal, poniendo mermelada de fresa o chabacano encima de ellas. ("Cocina Casera", 1929: 44)

Esto no es casual, pues desde principios de los años veinte y hasta los años cincuenta, el proceso de implantación del sistema francés estuvo estrechamente relacionado con la manera en que la industria de los alimentos y la publicidad, que ya

habían tenido un despegue inicial durante el porfiriato, transformaron los gustos y las prácticas alimenticias en las casas de las clases medias y altas:

Sopa, crema de ostiones

Cantidades: leche hervida, litro y cuarto; *ostiones de lata*, una lata; perejil al gusto; harina, 25 gramos; mantequilla, 50 gramos; sal y pimienta *al gusto*.

Manera de hacerla: los ostiones se pican muy menudos, la mantequilla se pone en una cacerola al fuego, cuando esté fundida se le agrega la harina cernida, a formar un atole espeso, se le agrega la leche poco a poco y se sazona con sal y pimienta y se pone al baño maría, cuando se va a servir se le ponen los ostiones y el perejil. (*El Hogar. Semanario Ilustrado*, 1929: 4)

Los productores de alimentos industrializados, como la compañía suiza Nestlé, empezaron a promocionar sus productos mediante anuncios y concursos culinarios que promovían entre las amas de casa –los sujetos de la cocina desde el siglo XIX– el uso de sus marcas, “útese mermeladas Valdés para mejores resultados” o “media cucharadita cafetera de *royal*”, pero también del sistema métrico:

Peroncitos en gelatina

6 perones medianos, 1 caja de gelatina Valdés (fresa)

Se le sacan los centros a los perones y se les llenan con azúcar moscabado o piloncillo y nuez picada. Se colocan en una tortera con $\frac{1}{4}$ de taza de agua y se meten al horno, hasta que estén bien cocidos. Se enfrían y se colocan en un recipiente cuadrado y bien recogido.

Se disuelve una cajita de gelatina Valdés sabor fresa en dos tazas ($\frac{1}{2}$ litro de agua hirviendo). Al enfriar se vierte sobre los perones. Cuando afirme se corta en cuadrillos con un cuchillo sacado de agua caliente. Se sirve con crema batida y azucarada. (“Sección de repostería ilustrada, 1933: 24)

A la industrialización y a la inserción de los alimentos en el mundo de la publicidad habría que agregar que, después de la revolución, no sólo hubo cambios significativos en la vestimenta de las personas y sus formas de divertirse (Collado, 2006: 89-125), sino que a mediados del siglo XX también las cocinas mexicanas fueron transformando su fisonomía con la aparición de aparatos electrodomésticos (Matute, 2006: 157-176) cuya graduación está en sistema métrico.

Asimismo algunos mexicanos empezaron a desayunar *cornflakes*, a comer pan de caja *Ideal*, a tomar cerveza y *Nescafé*, con lo que alimentos y bebidas que habían sido muy populares empezaron a ser desplazados por otros. La publicidad y la radio no

sólo crearon nuevos patrones de consumo (Arias, 1997: 31-32) sino que reforzaron la utilización del sistema métrico mediante la reiteración constante de sus unidades en anuncios como este: "Elimínense kilos de gordura, la papada y rejuvenézcase con el jabón adelgazador La-Mar" (Carmona, 1999: 134).¹¹ En ese sentido, la adopción de medidas métricas en la cocina estuvo en consonancia con una economía y una alimentación cada vez más industrializadas que requerían la exactitud y la precisión de un lenguaje internacional como el sistema métrico.

En este periodo, no sólo se terminó con el bilingüismo métrico sino que también la propia alimentación y las maneras de cocinar se transformaron profundamente, al ritmo que les impuso la industrialización. Las medidas antiguas empezaron a volverse desconocidas y menos utilizadas por generaciones cuyas percepciones estaban completamente moldeadas por metros y kilos. Aunque la cocina moderna siempre deja un margen para la inventiva y los métodos individuales, como el famoso "al gusto", desde la primera mitad del siglo xx casi todos los alimentos que se manipulan se pesan y se anuncian en sistema métrico.

¿CUÁNTOS GRAMOS SON TANTITO?

Para finalizar, queremos aclarar que esta revisión general de recetas de distintas épocas es un primer acercamiento a una serie de transformaciones que no sólo involucraron un cambio tecnológico, como el que supuso la introducción del sistema métrico, sino que además dan cuenta de los cambios que experimentaron en distintos periodos las formas de sociabilidad, el espacio doméstico, la relación de las personas con los alimentos, así como la cortesía y los modales en la mesa. Muchos de estos aspectos aún están por explorarse, pero lo cierto es que identificar su existencia es ya un punto de partida.

Así, apuntamos que las escasas menciones en los escritos de ingredientes como los frijoles, el maíz, el aguacate, así como la nula necesidad de escribir libros que orientaran las experiencias de quienes se enfrentaban por primera vez a mundos nuevos, aun cuando en la cocina convivían personas de distintas castas, puede entenderse como resultado de la poca interacción entre grupos sociales distintos.¹²

También señalaremos que en las sociedades novohispanas las medidas no eran necesarias para la transmisión de conocimiento, pues ni siquiera a las élites les resultaban

¹¹ En la tesis de Carmona no se consigna la fuente, pero se trata de un anuncio aparecido en la prensa capitalina en la década de los años veinte del siglo pasado.

¹² Este argumento se complementa con el cuestionamiento que la investigación histórica reciente ha hecho del llamado mestizaje culinario (León, 1997: 23).

necesarias. Esto no quiere decir, sin embargo, que los hombres novohispanos no midieran ni calcularan, sino que lo hacían de manera distinta. Por ejemplo, muchos platillos se realizaban, como el Gigote de Gallina mencionado por Sor Juana (Juárez, 2005: 69), poniendo una capa de un alimento seguida por una capa de otro ingrediente, modo de preparación que no requiere de cantidades específicas, se pone tanto de x como de y .

Asimismo es importante señalar que las medidas en las recetas posibilitan reconstruir la incipiente integración entre regiones y que, en el caso de las recetas novohispanas, no es posible desligar la medida del alimento que proporciona porque esta relación es un rastro de cómo circulaban los alimentos en aquella sociedad.

La lectura que hicimos de distintas recetas nos permite plantear, y aquí está nuestra apuesta, que los procedimientos para elaborar la comida, en específico las recetas de cocina, contienen huellas del desarrollo de la abstracción del pensamiento (Elias, 2000: 51). Estamos seguras de que en la basta tradición de investigaciones sobre la Nueva España hay hilos que permitirán reconstruir este proceso de largo aliento.

En ese sentido, es posible detectar que en el siglo XIX la explicación de los procedimientos culinarios se separó cada vez más de la experiencia subjetiva de su creador, de la que son expresión muchas de las medidas antiguas, y derivó en una mayor estandarización. La supervivencia de esos sistemas metroológicos quizá retrasó la implantación del sistema métrico, pero también abonó el terreno al sensibilizar a las personas para pensar en términos cuantificables.

Por último, detectamos que en la cocina se utilizan tazas, cucharas, tantitos, pizcas y un sinnúmero de medidas que son suficientes y significativas para quienes cocinan. Sin embargo, desde principios del siglo XX, los alimentos no se compran por tazas o cucharaditas, sino por kilos o litros. A la larga, la gente se ha vuelto capaz de calcular las cantidades de alimento con el sistema métrico; sabemos que un kilo de arroz rinde equis número de tazas y si llegara a variar el rendimiento, después de buscar algún hoyito en la bolsa, se pensará que aquel kilo de arroz no lo era en realidad. La industrialización de los alimentos impuso la lógica del sistema francés, a la que difícilmente pudieron oponerse antiguos sistemas de medición, pues hizo desaparecer el mundo social que les daba sentido.

Bibliografía

"ÁLBUM DE COCINA NÚM. 2"

1959 *La Familia. Modas y Labores*, ciudad de México, 15 de junio, p. 60.

ARIAS, PATRICIA

1997 "Comida en serie", *La cocina mexicana a través de los siglos*, vol. 10, México, Clío.

"ARTE DE LA COCINA"

1893 *El correo de las señoras*, México, 1 de enero, p. 494.

BELLO, KENYA

2007 *La educación sentimental. Editoras y lectoras porfirianas de la ciudad de México en El Periódico de las Señoras (1896)*, tesis de maestría, México, Instituto Mora.

CARMONA, CLAUDIA PATRICIA

1999 *Una ventana a la vida cotidiana de los años veinte: la publicidad comercial en la prensa capitalina*, tesis de licenciatura, México, UAM-Iztapalapa.

"COCINA CASERA"

1929 *El Hogar. Semanario Ilustrado*, México, núm. 457, año XVI, 9 de enero, p. 44.

COLLADO HERRERA, MARÍA DEL CARMEN

2006 "El espejo de la élite social (1920-1940)", en Pilar Gonzalbo Aizpuru (dir.), Aurelio de los Reyes (coord.), *Historia de la vida cotidiana en México*, tomo V, vol. I, México, FCE-Colmex, pp. 89-125.

ELIAS, NORBERT

2000 *Sobre el tiempo*, México, FCE.

GALÍ BOADELLA, MONSERRAT

2002 *Historias del bello sexo. La introducción del romanticismo en México*, México, UNAM- Instituto de Investigaciones Estéticas.

HOGAR. SEMANARIO ILUSTRADO, EL

1929 23 de enero, p. 4.

JUÁREZ LÓPEZ, JOSÉ LUIS

2005 *La lenta emergencia de la comida mexicana. Ambigüedades criollas 1750-1800*, México, Miguel Ángel Porrúa, 2005.

KULA, WITOLD

1980 *Las medidas y los hombres*, México, Siglo XXI Editores.

LEDUC, ALBERTO Y RAÚL MILLE

1992 *Almanaque Bouret para el año 1897*, México, Instituto Mora.

LEÓN GARCÍA, MARÍA DEL CARMEN

1997 *El libro de Dominga Guzmán. Un documento personal del siglo XVIII*, prólogo de Guy Rozat, México, Conaculta.

LIBRO DE COCINA DE LA GESTA DE INDEPENDENCIA. NUEVA ESPAÑA 1817

2002 México, Conaculta.

MURIEL, JOSEFINA Y GUADALUPE PÉREZ SAN VICENTE

1997 "Los hallazgos gastronómicos: bibliografía de cocina en la Nueva España y el México del siglo XIX", en Janet Long (coord.), *Conquista y comida. Consecuencias del encuentro de dos mundos*, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Históricas, pp. 469-479.

MATUTE AGUIRRE, ÁLVARO

- 2006 “De la tecnología al orden doméstico en el México de la posguerra”, en Pilar Gonzalbo Aizpuru (dir.), Aurelio de los Reyes (coord.), *Historia de la vida cotidiana en México*, tomo V, vol. 2, México, FCE-Colmex, pp. 157-176.

NUEVO COCINERO MEXICANO EN FORMA DE DICCIONARIO

- 1998 Reproducción facsimilar de 1888, México, Miguel Ángel Porrúa.

PÉREZ MARTÍNEZ, HERÓN

- 1997 “La comida en el refranero mexicano: un estudio contrastivo”, en Janet Long (coord.), *Conquista y comida. Consecuencias del encuentro de dos mundos*, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Históricas, pp. 505-528.

SÁNCHEZ VALDÉS, OLIVIA

- 1999 *La gastronomía en la ciudad de México en la segunda mitad del siglo XIX a través del Nuevo cocinero mexicano*, tesis de licenciatura, México, UNAM-Facultad de Filosofía y Letras.

“SECCIÓN DE REPOSTERÍA ILUSTRADA”,

- 1933 *La familia para la familia*, núm. 15, enero, p. 24.

SOUTO MANTECÓN, MATILDE

- 2006 “De la cocina a la mesa”, en Pilar Gonzalbo Aizpuru (dir.), Anne Staples (coord.), *Historia de la vida cotidiana en México*, tomo IV, México, FCE-Colmex, pp. 15-49.

SUPER, JOHN C.

- 1997 “Libros de cocina y cultura en la América Latina temprana”, en Janet Long *Conquista y comida. Consecuencias del encuentro de dos mundos*, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Históricas, pp. 451-468.

VERA, HÉCTOR

- 2007 *A peso el kilo. Historia del sistema métrico decimal en México*, México, Libros del Escarabajo-Embajada de Francia en México.

Medidas de resistencia: grupos y movimientos sociales en contra del sistema métrico

Héctor Vera

La medida posee un íntimo parentesco con el hombre y con sus cosas más preciadas: tierra, comida, bebida. Se le mide lo poco que le ha donado el destino avaro, ese destino que sólo excepcionalmente utiliza medidas justas, pues casi siempre son falsas. La medida jamás es convencional, siempre representa un valor. La medida jamás es indiferente. Es mala o es buena. O, mejor dicho, hay una cantidad infinita de medidas malas, y sólo una, la "antigua", es justa, es "verdadera", es buena.

KULA (1998: 21)

¿MORIR POR EL SISTEMA MÉTRICO?

Julio Camba, un periodista español conservador, decía que "Morir por la democracia es como morir por el sistema métrico decimal",¹ en el sentido de que la democracia no es algo particularmente importante por lo que valiera la pena dar la vida. Algo de razón hay en esta frase, no para señalar el valor de la democracia pero sí para mostrar que el sistema métrico no es precisamente el tipo de cosas que lleva a la gente a matar o hacerse matar. Imaginar a un joven cadete arrojándose al vacío envuelto en la bandera mexicana es una estampa heroica; un inspector de pesas y medidas saltando desde lo alto del Castillo de Chapultepec para proteger un patrón del litro es una imagen patética. Pero, curiosamente, la historia nos brinda algunos ejemplos de gente que ha llegado a matar para preservar lo que consideran es su derecho a no abandonar las pesas y medidas tradicionales. Este artículo trata de algunos de estos "héroes" antimétricos y sobre cómo distintos grupos sociales se han apropiado y han dado sentido a las medidas; en particular, analiza una revuelta campesina en Juquila, Oaxaca, a finales del siglo XIX que tuvo como uno de sus motivos la oposición al sistema métrico y se destacan sus paralelismos con el movimiento de los Quebra-Quilos en Brasil.

¹ Aunque la frase ha sido atribuida a cuando menos cuatro distintos escritores (a algunos de ellos tan absurdamente como a Voltaire, quien murió antes de que el sistema métrico mismo fuera inventado), todo indica que fue acuñada por Camba.

UN MUNDO MÉTRICO

A partir de la década de 1790 un curioso fenómeno se ha desarrollado frente a nuestros ojos. Cerca de doscientos países del mundo, en la actualidad con una población conjunta de más de cinco mil millones de personas, han decidido adoptar oficialmente el sistema métrico decimal de pesas y medidas. En la gran mayoría de los lugares que se han metrificado, el cambio se realizó por decisiones voluntarias de esos Estados, esto es, sin que fueran producto del mandato de alguna otra nación. Y este cambio se realizó *motu proprio* a pesar de que producía considerables molestias entre la población, y significaba un gasto notable para los gobiernos (Kennelly, 1928: VIII).

Esta gran transformación fue posible en buena parte gracias a élites científicas, políticas y comerciales que lograron imponer su voluntad para modernizar el comercio y la producción, lo mismo que para unificar el Estado. Pero si bien el triunfo de estas élites fue prácticamente absoluto, no fue sencillo; entre la población de varios países sobre las que se imponía este moderno sistema de medición, aparecieron variadas formas de resistencia, algunas discretas, otras violentas.

Frente a los argumentos de los grupos que sostienen que el sistema métrico es sencillo, exacto, racional y universal, los opositores han argüido, entre otras cosas, que las medidas tradicionales son más prácticas para la vida cotidiana (pues están basadas en el cuerpo y la experiencia), que son una herencia cultural que debe ser preservada, que las medidas métricas son una imposición autoritaria de los gobiernos, además de ser difíciles de entender para personas mayores o con escasa educación formal, y que la conversión de un sistema de medición a otro implica gastos que sólo benefician a unos pocos en el corto plazo.

Como todas las ideas expresadas socialmente, los argumentos pro y antimétricos tienen sus raíces en distintos grupos sociales, con visiones del mundo distintas; divergencia que se puede explicar según las posiciones económicas y de poder de estos grupos en la sociedad, de sus intereses y de los conflictos que entablan con otros grupos sociales.

MEDIDAS DE RESISTENCIA

Varias han sido las formas en que la gente ha mostrado su oposición o disgusto hacia el cambio de sistema de medidas, en particular la introducción del sistema métrico decimal; entre ellas están las organizaciones de tipo político-científico creadas *ad hoc* para refutar los argumentos en apoyo de la metrificación; la resistencia política expresada en presión a legisladores y administradores públicos; la desobediencia civil;

las revueltas campesinas, y un rechazo cauto y silencioso pero llevado a cabo activamente al *ignorar* (en el sentido de la acción consciente de no tomar en cuenta) las leyes que imponen las medidas métricas.

Los países donde el descontento social por el cambio metroológico ha alcanzado notoriedad o donde ha llegado a la violencia, no son pocos. La oposición al sistema métrico decimal comenzó en su lugar de origen: Francia. Pese al optimismo de los revolucionarios franceses de que las masas adoptarían jubilosas las medidas recién inventadas para remediar el caos metroológico del antiguo régimen, en la realidad se toparon con que la gente se negaba a usar el sistema métrico –porque no lo entendía, o porque no le veía sentido, o porque estaba satisfecha con sus medidas tradicionales, o porque interrumpía acuerdos comerciales previos, etcétera– y en alguna ocasión hubo incluso quienes recurrieron a la violencia y a la destrucción de pesas y medidas métricas (Marec, 1990; Alder, 2002: 329).

Al internacionalizarse el metro, el litro y el kilo, se internacionalizaron también las protestas y revueltas antisistema métrico. En España, durante el siglo XIX, hubo numerosas formas de oposición al sistema métrico: a veces las autoridades locales se negaban a cooperar con los inspectores de pesas y medidas enviados desde la capital del país; otras, los comerciantes encontraban formas de darle la vuelta a la legislación para seguir vendiendo con las viejas unidades de medida, y otras más la misma gente se hacía de la vista gorda e ignoraba la Ley de Medidas (Ros Galiana, 2004).

Es en los Estados Unidos donde la oposición al invento francés ha sido más larga y exitosa. En 1879 se creó el International Institute for Preserving and Perfecting Weights and Measures, al que le siguió, en 1917, el American Institute for Weights and Measures, organizaciones vociferantes que, junto con manufactureros que temían enfrentar costosas sustituciones en sus instrumentos debido al cambio de estándares y a personas que percibían en la pérdida de las medidas inglesas un ataque a la identidad anglosajona, lograron convertir al sistema métrico en un tema político controvertido justo cuando parecía cercana la adopción del sistema métrico en aquel país (Cox, 1959).

En Canadá, en la década de los años ochenta, una vez que se hizo obligatorio el uso del metro, se formó un movimiento antimétrico alrededor de la figura de Neil Fraser, un funcionario público que fue despedido por expresar abiertamente sus dudas sobre la pertinencia de esa política. El periódico *The Toronto Sun* llegó a recibir más de sesenta mil cartas de ciudadanos que no querían abandonar las millas, las onzas y las pintas. Algo similar pasó en Inglaterra al inicio del siglo XXI, cuando las disposiciones de la Unión Europea exigían que todos los productos consumidos en la Unión fueran anunciados y vendidos en unidades métricas y Steve Thoburn, un vendedor de frutas y verduras, fue severamente multado por vender plátanos por libra sin anunciar su

equivalente en kilogramos; hoy Thoburn y otros comerciantes son conocidos como los “mártires métricos” y su movimiento propició la creación de la British Weights and Measures Association, que ha unido las banderas antimétricas con las de la oposición a la integración europea.

ADOPCIÓN Y RECEPCIÓN DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL EN MÉXICO

Oficialmente, el sistema métrico fue adoptado en México en 1857, aunque fue hasta el porfiriato cuando el gobierno central tomó cartas en el asunto para introducir las nuevas medidas en el comercio y la vida cotidiana. Un estímulo importante para que el gobierno de Díaz tomara acciones enérgicas en pro de la metrificación llegó del extranjero. En enero de 1890, como parte de los trabajos de la primera Conferencia Internacional Americana que se reunió en Washington, se formó una comisión de pesas y medidas que recomendó que se adoptara el sistema métrico en aquellas naciones representadas en la conferencia que no lo hubieran hecho hasta ese momento, y que aquellos países que ya habían comenzado a hacerlo terminaran sus labores de conversión. Uno de los dos representantes de México en la conferencia, Matías Romero, participó activamente en la discusión para redactar la recomendación de esta comisión (International American Conference, 1890: 80-92). País firmante, México aceptó el acuerdo de continuar sus trabajos para que el sistema métrico rigiera en todo el país, lo que inició una serie de evaluaciones y generó ideas para crear una nueva ley (que se aprobó finalmente en 1895).

En México implantar el sistema métrico tenía una doble función. Por un lado, remediaba los problemas causados por las numerosas pesas y medidas coloniales (y sus variantes locales) que entorpecían la integración económica entre distintas regiones. Un sistema uniforme y estandarizado de medidas sería de gran ayuda para crear un solo mercado nacional. Por otra parte, el sistema métrico también serviría para conectar más efectivamente México al resto de los países americanos y europeos —en una época en la cual el comercio internacional cobraba más importancia—.

Por supuesto, esta innovación metrológica era parte de una serie de reformas más ambiciosas del régimen de Porfirio Díaz y de las que Romero fue un constante impulsor, que incluían cambios en la forma legal de tenencia de la tierra, construcción de líneas de ferrocarril y telégrafo, modernización del sistema fiscal, promoción de cultivos aptos para la exportación, etcétera. Así, no se debe perder de vista que la introducción del sistema métrico (en México y en casi todas las naciones donde se ha realizado) era parte de otros cambios de largo alcance y no sólo una reforma puramente técnica.

LA OPOSICIÓN MEXICANA AL SISTEMA MÉTRICO

En México el principal modo de resistir al sistema métrico decimal fue una simple pero efectiva indiferencia ante las disposiciones legales, que prohibían utilizar las medidas antiguas. Unas veces por legítimo desconocimiento, otras “fingiendo demencia”, la población no comenzó a emplear las medidas decimales sino hasta que el gobierno de Porfirio Díaz obligó a comerciantes y funcionarios públicos, por medio de advertencias y multas, a que no vendieran ni redactaran documentos legales en medidas que no fueran las establecidas por la ley. Durante el periodo de 1895 a 1910 estas previsiones tuvieron un éxito considerable en las zonas urbanas, pero hubo largos sectores de la sociedad que no acogieron el metro durante esos años, e hizo falta una segunda campaña metrificadora en la década de 1930 (Vera, 2007a).

Diferentes grupos se adaptaron o ignoraron de modos diversos el sistema métrico. Muchos no lo usaron simplemente porque no sabían cuáles eran las nuevas medidas, otros porque no se enteraron de las nuevas disposiciones legales; algunos estaban informados pero nunca quisieron hacer ningún cambio, y hubo quienes siguieron usando las medidas tradicionales porque podían imponer su voluntad frente a las autoridades. Ejemplo de lo último fueron algunos hacendados que estaban en una situación de poder desde la cual podían no sólo ignorar, sino además retar a la ley, como Eugenio Ojeda, dueño de la hacienda Agua Caliente, en Baja California, quien tenía un trapiche de caña que usaba una romana con el sistema de libras, con la que pesaba y vendía bultos de panocha. Ojeda recibió una multa de cien pesos y se le había hecho ver en repetidas ocasiones su falta, pues fue sorprendido varias veces pesando con esa romana y era conocido que nunca pesaba con otros instrumentos. En su reporte, el inspector local de pesas y medidas afirmaba que “El Sr. Ojeda es uno de los hacendados más acomodados de la municipalidad y como él hay otros que por los negocios que tienen deben tener los útiles necesarios que previene la ley, y sin embargo muy pocos son los que tienen registradas en la Oficina del Fiel Contraste instrumentos para pesar del nuevo sistema” (AGN, *Pesas y Medidas*, caja 114, exp. 10).

Otro tipo de oposición, más abierta y explícita, aunque no muy efectiva, fue la de algunos científicos e intelectuales. Pese a que la gran mayoría de las personas “ilustradas” del siglo XIX se sumó con optimismo a la idea de metrificar México, hubo quienes hicieron público su rechazo a este plan por medio de artículos periodísticos y científicos. Sólo por mencionar algunos casos notables, se puede hablar de Lucas Alamán, el conde de la Cortina, Benigno Bustamante y Manuel Payno. Algunos de ellos veían con malos ojos que se adoptara el sistema métrico “francés” sin ningún cuestionamiento o modificación, otros preferían que las medidas coloniales se estandarizaran sobre bases científicas, y otros

más pensaban que el esfuerzo necesario para forzar a la gente a usar el metro tendría un costo social demasiado alto.²

Al contrario de la idea de que el cambio de sistema de medición sólo afectó a las personas con escasos estudios formales, vale recalcar que los problemas para comprender y manejar el sistema métrico se presentaron incluso en gente con conocimiento de aritmética y acostumbrada a hacer cuentas complicadas. En 1900 la Secretaría de Hacienda pidió al Departamento de Pesas y Medidas que se permitiera a los trabajadores de las aduanas escribir en sus libros de cuentas con fracciones, en vez de usar el punto decimal, pues alegaban que daba lo mismo que se dijera “½ kilo”, que “500 gramos” o “¼ de metro”, que “25 centímetros”. Pero el director de Pesas y Medidas les recordó que la ley obligaba a todos los funcionarios públicos que expedían y autorizaban documentos en los que debían constar longitudes, superficies, volúmenes o pesos, a exigir denominaciones métricas, “que son decimales hasta en su escritura” (AGN, *Pesas y Medidas*, caja 23, exp 13, ff. 1 y 3). Esta disputa muestra que en aquel momento la escritura con punto decimal no era sencilla ni siquiera para agentes aduanales, quienes realizaban operaciones matemáticas complejas en sus actividades diarias (Vera, 2007b).³ Es decir, lo anterior es un ejemplo para negar que “la ignorancia de las masas indígenas y campesinas” fue el único obstáculo para la difusión del sistema métrico, como muchos afirmaban.

En términos generales, se puede decir que contrario a lo que pasó en países como Inglaterra y los Estados Unidos, donde la resistencia contra el sistema métrico fue organizada y se inició para *prevenir* la adopción del metro (en lugar de rechazarlo luego de que se hubiera convertido en el sistema oficial de medición), aglutinándose alrededor de agrupaciones profesionales y de otras creadas *ex professo* para ese fin, en México la oposición fue de bajo perfil y nunca estuvo organizada. No se trató de desafiar al Estado y a su política metroológica, más bien se buscaba darle vuelta a las disposiciones de la ley, ser indiferente a ellas hasta donde fuera posible. No cooperar fue el modo más común de resistir. Pero sabemos, sin embargo, de al menos un episodio donde el rechazo fue explosivo y violento.

² Sobre los debates intelectuales alrededor del sistema métrico en México, véase Vera (2007a y 2007b), y el ensayo de Laura Cházaro en este mismo volumen. En la bibliografía sobre la historia de las pesas y medidas en México al final del libro se pueden ver referencias a artículos que alimentaron esta polémica.

³ Y sabemos también que los encargados de llevar los libros de cuentas en las haciendas, igualmente sufrieron para adaptarse al uso del sistema métrico (Nickel, 1997: 143).

JUQUILA CONTRA EL SISTEMA MÉTRICO

A pesar de que la recepción del sistema métrico en México fue lenta y durante muchos años dominada por una resistencia silenciosa y desorganizada, se sabe de un evento en que la oposición fue explosiva y violenta. Se trata de una revuelta campesina en Juquila y otras regiones del estado de Oaxaca en 1896 —el mismo año que entró en funciones la Ley sobre de Pesas y Medidas promulgada el año anterior, que significó el inicio en los hechos del uso obligatorio del sistema métrico decimal.

Los sucesos, en particular con los indígenas chatinos de Juquila, fueron descritos por Julio Guerrero, en su conocido estudio de 1902, *La génesis del crimen en México*, en este exaltado párrafo:

En el mes de abril de 1896 los indios que se habían amotinado contra la ley del sistema métrico decimal a instigaciones de unos tinterillos estúpidos, penetran a Juquila, población del estado de Oaxaca, sorprendiendo a sus vecinos: ponen en libertad a los presos de la cárcel y reunidos con ellos marchan contra las autoridades. Habiendo salido de su casa el jefe político para restablecer el orden, los amotinados lo encuentran y le piden los fondos públicos y los de la Virgen; los niega; y entonces en grupo se desprenden en busca del mayordomo Núñez; lo encuentran en el camino, se adelanta un negro, le tira un machetazo a la cabeza y lo hiere en un brazo que aquél levantó para evitar el golpe. El herido huye a casa de Octaviano Gijón, hombre respetado de la población y que había sido jefe político. Quiere éste contener a los amotinados y lo acometen a machetazos, palos y pedradas. Su hijo Reginaldo sale de la tienda en su auxilio, pero también lo destrozan a machetazos; mientras que otro grupo de bandidos se dirige a la casa, *destrozan* literalmente a Núñez y hacen pedazos el mueblaje. La turba ensangrentada y vociferante sale de allí, se dirige a la fábrica de aceite de corazo de don Octavio Gijón; matan al licenciado Rafael Parra, al mozo Román Carrasco, a tres más y se roban mulas, caballos, cerdos y gallinas. Pasan luego a la casa de Federico Gijón y matan a Carlos Morales, saquean la casa, luego [pasan a la casa] de Feliciano Sánchez, a quien dejan en el patio acribillado de balazos. Después matan a las preceptoras de niñas, al telegrafista, y a pesar de que defendió a balazos su oficina, lo matan también, lo decapitan, ponen su cabeza en un palo y la pasean por las calles. Nombran en seguida un presidente municipal y lo obligan a que dirija circulares a los demás pueblos del distrito, para que recojan dinero, bestias y partidarios que engrosen sus filas. Forman por último una pira en la plaza pública con cuatro mil quintales de café, ponen encima el cadáver de don Octaviano Gijón, lo rodean con los de otras treinta y dos víctimas, prenden fuego al grano entre risotadas y dicharajos obscenos y se alejan en alboroto a la montaña más de mil bandidos,

unos armados de rifles y otros de machetes. Caminan sus pelotones entre las azulosas y excitantes humaredas del café, que se enredan en las camisas blancas de los asesinos, en sus cuerpos de caoba y entre las patas de las mulas que trepan por las veredas, llevando al trote los ensangrentados fardos del pillaje. (Guerrero, 1996: 193-194)

Guerrero narra estos acontecimientos para mostrar el tipo de cuestiones insignificantes que llevaban a los mexicanos a la violencia extrema. ¿No es un poco exagerado matar a machetazos a más de treinta personas para oponerse a un cambio en los sistemas de medición? A primera vista pareciera que Guerrero tendría algo de razón, sobre todo si consideramos que los detalles sangrientos de su crónica son precisos (según se puede comprobar cotejándola con las versiones de la prensa de la época y las de historiadores modernos).⁴ Sin embargo, es mucho lo que Guerrero no dice, pues si bien es rica en pormenores de la brutalidad, es pobre al describir el contexto social de Oaxaca –y de Juquila en particular– en la época de esta “matanza antimétrica”. De hecho, el contexto es tan importante, que hace cambiar en mucho lo que podamos entender del levantamiento indígena de Juquila.

Guerrero omitió en su versión unos de los datos más relevantes. En 1896, junto con la entrada forzosa del sistema métrico, se promulgó en Oaxaca una ley de Hacienda en la que se imponían contribuciones a la pequeña propiedad. Esta ley fue hecha para sustituir impuestos coloniales como las alcabalas –que inhibían el comercio interno– por otro tipo de gravámenes, que permitieran mantener los niveles de recaudación al mismo tiempo que alentar la modernización de la economía nacional. La ley, sin embargo, no causó mucha gracia entre la población oaxaqueña, en particular en la gente más pobre, pues señalaba que habría un impuesto de cinco centavos mensuales a las propiedades cuyo valor fuera menor de cien pesos, las cuales habían estado exentas de pago anteriormente (Martínez Medina, 1994: 22).

La respuesta popular contra la Ley de Hacienda fueron numerosas revueltas en varios distritos del estado. Además de Juquila, Zimatlán, Villa Alta y Choapam protagonizaron actos violentos. En varios de estos lugares se destruyeron edificios públicos, se quemaron archivos y se liberaron a los presos de las cárceles. Los rumores de un

⁴ Sobre recuentos de la época, véanse los numerosos artículos y boletines publicados en los periódicos *El Universal*, de la ciudad de México y *La Libertad*, de Oaxaca, durante el mes de abril de 1896; véase también Esteva (1913: 466-467). Sobre los recuentos recientes hechos por historiadores y antropólogos, véanse: Abardía y Reina (1990: 484-489), Bartolomé y Barabas (1982: 40-43), Chassen López (2004: 370-377), Greenberg (1981: 47-51), Greenberg (1989: 184-192), Martínez Medina (1994) y Reina Aoyama (2004: 210-214). Los datos expuestos en esta sección provienen de estas fuentes.

levantamiento general en todo el estado comenzaron a propagarse. Para evitar una escalada, el gobierno primero mandó al ejército, cuya presencia intimidó y dispersó a algunos de los rebeldes, y en otros distritos ejecutó a los cabecillas y exilió a los levantados a Quintana Roo. También se derogaron aquellos artículos de la Ley de Hacienda que imponían el cobro a la pequeña propiedad. Esta doble acción puso fin a la revuelta indígena del mes de abril de 1896.

En Juquila se designó a un nuevo jefe político que tomó nuevas y controversiales medidas, esta vez relacionadas con el vestido, pues prohibió el uso de los huipiles en las mujeres y del calzón de manta entre los hombres, que tenían que ser sustituidos por ropa de tipo europeo. Así florecieron comerciantes que rentaban zapatos, pantalones y sacos a los indígenas que iban al mercado. Fue esta imposición la que terminó por darle nombre a todos estos acontecimientos, que hasta la fecha se recuerdan con el nombre de “la guerra de los pantalones”. En parte la medida se explica porque durante el levantamiento los indígenas identificaban a sus enemigos, los “catrines”, porque vestían con atuendos occidentales.

¿Y qué tenía que ver el sistema métrico en medio de estos conflictos provocados por políticas que buscaban impulsar el liberalismo económico y hacer más europeas a las masas campesinas? Mucho en términos simbólicos y prácticos.

En el aspecto simbólico, el sistema métrico fue desde la época de Juárez un instrumento que serviría para unificar las pesas y medidas en el territorio, y un símbolo de civilización y progreso; en particular durante la época del gobierno de Porfirio Díaz, las campañas de difusión del sistema métrico tuvieron como uno de sus ejes enfatizar que el metro era la unidad de medida usada en las “naciones más civilizadas”. Lo mismo que tomar cerveza en vez de pulque, o vestir pantalones en lugar de calzón de manta, pesar y medir con kilogramos y litros, y no con fanegas y cántaras, era visto por las élites como una forma de civilizar a la población mexicana.

Para dar una muestra de cómo se manifestaban estas ideas, citamos una carta del gobernador de Oaxaca al secretario de Fomento, escrita al año siguiente del levantamiento de Juquila:

si no se ha logrado que sea absoluto y general el acatamiento a la ley [sobre pesas y medidas que impone el sistema métrico], se ha conseguido por lo menos que se observe en las principales poblaciones, porque en las de poca importancia, que son la mayoría en el estado, se componen de la raza indígena incapaz de evolucionar rápidamente y escasa de recursos para proveerse de las nuevas pesas y medidas. (AGN, caja 114, exp. 1)

Como tantos otros observadores de la época, el gobernador parecía atribuir a los indígenas cierta inhabilidad congénita para adoptar el nuevo sistema, en lugar de preguntar si existían motivos racionales para rechazar el cambio de medidas.

El aspecto práctico del sistema métrico es igualmente importante para explicar el levantamiento de Juquila. Dado que no existía un catastro en Oaxaca, no se sabía quiénes eran dueños de las pequeñas tierras ni el valor de éstas, y esa valuación era lo que determinaba cuánto pagaría cada propietario con el nuevo impuesto. En principio cada persona debía medir su propio terreno y manifestar su valor ante las autoridades. En caso de que no se aceptara el precio, la ley preveía que un perito deslindaría y mensuraría el terreno, usando únicamente metros cuadrados o hectáreas como unidades de medición. Puesto que las medidas métricas eran desconocidas en las poblaciones rurales, y que con ellas se realizarían estimaciones en las que estaba en juego el cobro de contribuciones que, de por sí, eran consideradas injustas, no es extraño que la furia de los indígenas y campesinos se manifestara no sólo contra el impuesto mismo, sino también contra los medios técnicos con los cuales se instrumentaría tal política —en este caso el sistema métrico decimal—.

Uno de los primeros comentarios en torno a los sucesos de Oaxaca aparecidos en la prensa nacional, enfatizaba cómo el uso de las medidas métricas en la nueva Ley de Hacienda explicaba en parte el problema, aunque su tono paternalista ponía énfasis en la “ignorancia” de los indígenas y no tomaba en cuenta las experiencias previas de las comunidades con otras reformas que los habían perjudicado grandemente y que los hacían tener justificadas sospechas sobre los posibles beneficios de esta nueva política:⁵

La nueva Ley de Hacienda, nos ha venido a revelar un estado social desconsolador para Oaxaca. Ochocientos mil habitantes repartidos en un extenso territorio, de los cuales 40,000 saben apenas leer y malamente escribir. ¿Cuál es la consecuencia natural de esta brutalidad enorme? El motín, la sedición, el crimen, etc., etc.

No pretendemos que la instrucción eduque en el sentido más amplio de la palabra, no; pero sí hacer a la mayoría de los hombres un poco más racionales y dueños de su voluntad antes que la emoción, la violencia, hijas de la ignorancia y de la barbarie.

Decimos que la Ley de Hacienda nos ha revelado un grado de atraso enorme, porque ésta en el artículo 30 dice: “Para la formación de inventarios los peritos se sujetarán a las siguientes bases: I. Determinación de linderos. II Medición de superficies por metros cuadrados tratándose de fincas urbanas o edificios y por hectáreas tratándose de terrenos.”

⁵ Este editorial fue firmado con el seudónimo de *Alter Ego*.

Pues bien, esta sencilla palabra, *hectáreas*, ha puesto en movimiento a nuestro pueblo, y algunos centenares de indígenas han pretendido protestar contra la nueva ley, encabezados por los tinterillos.

[...] La Ley de Hacienda no es mala; pero con sus *hectáreas*, nos hace volver la cara hacia atrás para contemplar en las sierras más apartadas a 760,000 bárbaros que preguntan todavía, ¿quién es el rey? (“Motincillos en perspectiva”, en *El Universal*, 7 de abril de 1896: 3)

Y las autoridades parecen haber captado bien el rechazo a la metrificación, pues el gobernador de Oaxaca prohibió, unos meses después del levantamiento, que se utilizara en las zonas del conflicto la única guía escolar para enseñar a los niños el sistema métrico decimal y cómo hacer comparaciones y reducciones de éstas a las medidas “antiguas mexicanas” (Bertely Busquets, 2002). Así, los levantamientos indígenas no sólo lograron que se suprimieran los nuevos impuestos, también lograron sacar al sistema métrico de las aulas y, para todo fin práctico, de sus intercambios comerciales.

Con esto en mente, no es de extrañar que en los censos agrícolas y ganaderos realizados en las décadas de los años treinta y los años ochenta del siglo pasado, en los que se registraron y enlistaron las unidades locales de medida de todo el país, resultara que Oaxaca fuera con mucho el estado con más unidades premétricas todavía en uso. En la región de Juquila se seguían empleando medidas de superficie, como almud y maquila (en vez de hectáreas), y medidas de peso, como arroba, carga, fanega, lata y libra (en lugar de kilogramos); el quintal mismo se seguía usando un siglo después del levantamiento de 1896 para el comercio del café (SEN, 1937; INEGI, 1989: 253).

Si se analiza con mayor cuidado la situación de Juquila al momento en que estalló la revuelta, se puede apreciar que no se trató de violencia ciega y sin sentido, como lo establece la crónica de Julio Guerrero. Tampoco parece sostenerse la idea, tan común entre las élites del siglo XIX, de que el rechazo al sistema métrico se debiera exclusiva o principalmente a la ignorancia de la gente. Si regresamos a la descripción hecha por Guerrero de lo acontecido en Juquila y vemos atrás de los elementos (presentes y ausentes) en su crónica, podremos entender mejor las acciones de los indígenas chatinos y las condiciones que generaron el conflicto.

En primer lugar, aparece la figura de *Octaviano Gijón*. No es de sorprender que él fuera la primera víctima fatal durante el levantamiento de Juquila, que su hijo fuera también asesinado y que su fábrica de aceite de corazo fuera saqueada. Siete años antes, cuando Gijón era jefe político, había enviado a la cárcel a varios líderes de la comunidad chatina de Quiahije; y en 1881 había ordenado que se reprimiera militarmente una protesta contra un impuesto de capitación. Ahora, en el levantamiento de 1896, en ocasión de un nuevo impuesto, muchas personas de Quiahije se encon-

traban entre rebeldes y esta vez actuaron contra Gijón antes de que pudiera pedir ayuda al ejército.

En segundo lugar, hay que mencionar el café, del cual quemaron cuatro mil quintales⁶ en la plaza pública. La producción del café en Oaxaca fue impulsada por el oaxaqueño Matías Romero, el que promovió el sistema métrico en la Conferencia Internacional Americana de 1890; y una de las primeras personas en tener una finca cafetalera en el estado fue el propio Porfirio Díaz, otro oriundo de esa entidad. La introducción de este cultivo formaba parte de un plan de Romero para resolver los problemas económicos de su estado, aprovechando las condiciones climáticas del terreno y el creciente interés por ese grano en los Estados Unidos y Europa (Romero, 1992). Fue el cultivo del café lo que en parte inició el arribo de mestizos y extranjeros a Oaxaca, quienes instalaron grandes plantíos, muchas veces a costa de las tierras comunales de los pueblos indígenas (que ya se habían visto afectadas por los cambios en las formas de posesión de la tierra). Al mismo tiempo, para muchos indígenas la demanda internacional de café abrió la oportunidad de sustituir el cultivo de grana cochinilla, al que se dedicaban muchos de ellos, y cuyos precios mundiales se habían desplomado debido el descubrimiento de colorantes sintéticos. El café fue el segundo cultivo comercial que adoptaban en la región chatina durante la segunda mitad del siglo XIX que desplazó los cultivos de subsistencia en varias partes de Oaxaca. Pero ésta era la primera vez que tales comunidades, aparentemente aisladas, tenían que cambiar los productos que cultivaban para adaptarse a la dinámica de los mercados internacionales. Los chatinos no eran, pues, una comunidad separada del mundo que se enfrentaba en su pureza cultural a las políticas occidentales; es más preciso decir que intentaban encontrar el mejor acomodo posible en medio de condiciones cambiantes a nivel local, nacional y global (Wolf, 2000: 300-302; Chassen López, 2004: 136-149).

Finalmente estaba la creación de *nuevos impuestos* en la Ley de Hacienda, que formaba parte de los esfuerzos de los gobiernos liberales, desde la época de Juárez, por vigorizar la economía nacional y destruir las instituciones económicas de la Colonia. En particular, se buscaba poner fin a las alcabalas, que dificultaban el intercambio comercial a nivel nacional; y, para remplazar los ingresos del Estado, se crearon los impuestos a la pequeña propiedad. Las alcabalas tenían un interesante paralelismo con el sistema métrico: eran gravámenes municipales y estatales que se cobraban por el movimiento de mercancías y fueron una de las principales fuentes de recaudación a partir de la Co-

⁶ El quintal es una unidad de peso que es igual a cuatro arrobas, o a cien libras. Su equivalencia al sistema métrico decimal varía considerablemente dependiendo del lugar y de la mercancía pesada.

lonia. Estos impuestos internos eran a veces tan altos que superaban los derechos de aduana de las importaciones. La Constitución de 1857 había eliminado legalmente las alcabalas, pero siguieron existiendo hasta que, en 1896, fueron anuladas por Díaz. Nada tiene de accidental que también el sistema métrico se haya adoptado oficialmente en 1857 pero que, en realidad, no se hiciera efectivo sino hasta 1896. Y tampoco es accidente que los chatinos se opusieran a las medidas métricas que suplían a las medidas coloniales, y a los nuevos impuestos que suplantaban a las alcabalas (Vera, 2007a: 100).

JUQUILA Y LOS QUEBRA-QUILOS

Desafortunadamente no hay muchas revueltas antimétricas documentada como para comparar lo que sucedió en Juquila con algún otro caso. Quizá el evento que presenta mayores similitudes es el movimiento de los llamados “Quebra-Quilos”, un levantamiento campesino en Brasil que se prolongó de noviembre de 1874 a enero de 1875 en varias comunidades del norte de aquel país.⁷ Como se puede adivinar por su nombre, los Quebra-Quilos se dedicaron, entre otras cosas, a romper las pesas del recién implementado sistema métrico. Los alzados entraban a los poblados los días en que se instalaba el mercado y destruían metros y kilogramos; además impedían el cobro de impuestos, se negaban a responder las preguntas del censo y destruían los archivos locales. Aunque las incursiones de los rebeldes ocasionaban tensiones y algunas confrontaciones, la violencia contra individuos fue esporádica (Barman, 1977).

El de Quebra-Quilos no fue un nombre que escogieran los participantes del levantamiento; fueron las autoridades quienes los bautizaron así. Pero no se trataba de una etiqueta caprichosa, pues las acciones contra las pesas y medidas métricas fueron sistemáticas. En Fagundes, los Quebra-Quilos se organizaron en grupos de entre cincuenta y doscientas personas para localizar y destruir metros y kilogramos en el mercado, a la vez que obligaron a las autoridades locales a firmar un acuerdo en el que se comprometían a no cobrar nuevos impuestos y a detener la implantación de las medidas métricas. En Ingá y Areia, los insurrectos destruyeron las básculas métricas y las arrojaron fuera del pueblo junto con mesas, bancas y otros instrumentos del mercado. En Vitória, los sublevados, armados con pistolas y cuchillos, atacaron a los vendedores del mercado que comerciaban usando el sistema métrico. En otras localidades esta represión no se redujo a los vendedores del mercado, hubo negocios, tabernas y carnicerías a los que les quitaron las medidas métricas que recién habían

⁷ Sobre este movimiento, véanse Barman (1977), Souto Maior (1978), Secreto (2003) y Richardson (2008).

adquirido y fueron amenazados por los rebeldes de que regresarían si insistían en abandonar las medidas tradicionales. En Alagoa, trescientos rebeldes destruyeron los kilogramos y demandaron a las autoridades locales que les entregaran los modelos de pesas y medidas. En Alliança y Rio Grande do Norte, algunos comerciantes que se negaron a entregar sus estándares métricos fueron golpeados. En el mercado de Quebrangulo, algunos vendedores intentaron sin éxito oponer resistencia y, en respuesta, unos trescientos Quebra-Quilos destruyeron las pesas y medidas, hirieron a unas diez personas y mataron otras tantas (Richardson, 2008: 28-33).

Los campesinos que se sumaban a la destrucción de kilogramos tenían motivos para repudiar las nuevas medidas métricas que empezaban a emplearse en los mercados, pues el cambio representaba muchas veces aumentos en los precios de los alimentos. Como pasó en tantos otros lugares, la introducción de nuevos estándares de medición (tal como pasa con la introducción de nuevas monedas) conlleva redondeos en los que siempre pierde el consumidor, o a conversiones en las que las porciones que se pueden comprar con una misma cantidad de dinero se ven reducidas. Esto, sumado al cobro de impuestos recién creados y a una situación económica regional deprimida, generó las condiciones para el levantamiento.

Los Quebra-Quilos, como los sublevados de Juquila, se enfrentaban a condiciones sociales cambiantes producidas por reformas liberales impulsadas desde el Estado central: introducción del sistema métrico, nuevos impuestos, cambios en la tenencia de la tierra y la introducción de cultivos de mercado (algodón, en el caso de Brasil; café, en el oaxaqueño) a costa de los cultivos de subsistencia. La respuesta de estos movimientos fue muy similar (aunque con diferente intensidad): rechazo al sistema métrico, quema de archivos y violencia contra autoridades y comerciantes. Y la reacción del Estado fue la misma en ambos casos: represión militar y conscripción obligatoria.

Por fortuna para los interesados en la historia del sistema métrico, la revuelta en Brasil fue llamada Quebra-Quilos. Con ese nombre tan distintivo, los investigadores se han visto obligados a prestar atención al elemento metrológico a la hora de analizarla. Si los eventos de Juquila se recordaran, digamos, como la “guerra de las hectáreas”, en vez de la “guerra de los pantalones”, es probable que los historiadores que han estudiado la revuelta no hubieran pasado por alto el hecho de que la oposición al sistema métrico fue uno de los elementos que estuvieron en juego en ese conflicto.

Lo anterior hace ver una limitación en la historiografía sobre rebeliones y movimientos sociales, pues los investigadores casi nunca reconocen que las reformas en los modos de pesar y medir fueron un motivo constante de descontento popular. Historiadores que han estudiado a los Quebra-Quilos tratan de restarle importancia a la introducción del sistema métrico en ese levantamiento, diciendo que, a pesar de las acciones sistemáticas de los campesinos en contra de las nuevas medidas, el con-

flicto tenía causas sociales “más fundamentales” o que la de los Quebra-Quilos fue “sobre todo y antes que anda” una revuelta contra los impuestos.⁸

Esta interpretación está limitada por un anacronismo que supone que, dado que las pesas y medidas no son un problema en el presente (pues vivimos en una época con un alto grado de estandarización metrológica), tampoco lo fueron en el pasado. Frente a esto debemos tener en cuenta que prácticamente en todo el mundo, antes del siglo xx (y en muchos casos aún en el siglo xx), las pesas y medidas no eran uniformes y que tal situación representaba un problema enorme, pues el cobro de impuestos, la recolección de diezmos y a veces el pago por el trabajo en el campo se realizaban *en especie* y no con dinero. Los pagos en especie requieren del uso de estándares de peso y medida, pero éstos pocas veces eran confiables y, por regla general, los perjudicados por esa falta de exactitud eran los campesinos (y beneficiados los recolectores de impuestos, los comerciantes o los patrones).

Los historiadores y antropólogos contemporáneos que han estudiado el conflicto de Juquila de 1896, simplemente no mencionan que parte de la lucha de los chatinos estaba enfocada en el rechazo de la introducción de las medidas métricas, a pesar de que los comentaristas de la época lo indicaban frecuentemente. ¿En cuántos otros movimientos y revueltas sociales, en las que las pesas y medidas fueron parte de una serie más amplia de demandas, esta dimensión metrológica del conflicto ha sido ignorada por los historiadores? Podemos suponer que en muchos; aunque acercarnos a una respuesta más sólida al respecto requerirá que los investigadores perciban las medidas como un genuino motivo de conflicto social.

CONCLUSIONES

Este artículo es un intento por mostrar que, a pesar de lo exitosa que ha sido la expansión mundial del sistema métrico decimal —desde su invención durante la Revolución francesa hasta nuestros días—, se han manifestado numerosas formas de resistencia o abierto rechazo a que el metro, el litro y el kilogramo sustituyan las medidas tradicionales. Entender esta oposición requiere tomar en cuenta tanto a quienes desean implantar las medidas métricas, los fines que persiguen o como parte de qué tipo de política, lo mismo que a quienes resisten esta imposición, por qué lo hacen y en qué situación se encuentran con respecto a otros grupos sociales.

⁸ Sobre este tipo de valoración, véanse, por ejemplo, Greenfield (1986: 71) y Richardson (2008: 13); una de las pocas excepciones a esta tendencia es Secreto (2003).

Los movimientos antimétricos de los chatinos de Juquila y de los Quebra-Quilos en Brasil se han analizado bajo dos tipos de interpretación. Una —como la que hizo Julio Guerrero sobre Juquila—, considera que la oposición al sistema métrico era la única razón para generar violencia sin sentido contra las autoridades; la otra —como la de muchos historiadores y antropólogos actuales— sostiene que el descontento contra el cambio de medidas no es suficiente para explicar las acciones de los campesinos y que hay algo más profundo detrás de las protestas antimétricas. Ambas interpretaciones son engañosas. Tanto la sobrevaloración como la desvalorización de la importancia simbólica y práctica de las pesas y medidas para incitar movilizaciones sociales son limitadas. La introducción del sistema métrico no era una política aislada, por lo general formaba parte de proyectos de reforma más amplios; en los casos de México y Brasil, durante la segunda mitad del siglo XIX, se trataba principalmente de transformaciones diseñadas para fortalecer el Estado central e impulsar una economía de tipo liberal; para comprender la oposición al sistema métrico en estos lugares hace falta enmarcarla en este contexto.

Por otro lado, como sostiene Witold Kula, las medidas están involucradas en lo que es importante para la vida (especialmente la vida en el campo): la tierra, la comida, la bebida, la remuneración del trabajo, los impuestos, etcétera. Las medidas no son instrumentos neutrales. Las medidas dan forma a muchas actividades cotidianas y comerciales, y, al usarlas, las personas les dan significado. Los cambios en los sistemas de medición alteran las prácticas y relaciones sociales.

El antagonismo hacia el sistema métrico no es producto de la ignorancia o de una contraposición innata al cambio. Hay motivos racionales para no desear el cambio de medidas, como el temor a un disfrazado aumento de precios o el miedo al fraude en medio de la confusión que conlleva la transición. Es bien conocido que los cambios en los sistemas de medición acostumbran ser aprovechados para estafar a la gente. Por ejemplo, en México, durante el porfiriato, mientras se introducían las medidas métricas, había pulquerías que vendían con litros de doble fondo, lecheros que usaban litros falsos, carnicerías que pesaban con básculas de kilos alterados, tiendas que igualaban la vieja libra en 400 gramos en vez de los oficiales 460 gramos, hacendados que sustituían la carga de pulque con la que pagaban a los tlachiqueros con un equivalente métrico más pequeño, etcétera (Vera, 2007a: 117-119). Si la gente se aferra a las medidas tradicionales, es porque las entiende, porque sabe hacer cálculos con ellas, porque puede comunicarse usando esas unidades, porque se defiende mejor de los abusos. Las pesas y medidas no sólo son estándares materiales, también son aparatos cognitivos y entes simbólicos que son caros para quienes las usan, y no es raro que las defiendan cuando las ven amenazadas.

Abreviaturas

AGN Archivo General de la Nación. Fondo documental: *Pesos y Medidas*.

Bibliografía

AGN

Caja 23, exp. 13

Caja 114, exp. 1

Caja 114, exp. 10

ABARDÍA M., FRANCO Y LETICIA REINA

1990 "Cien años de rebelión", en María de los Ángeles Romero Frizzi (comp.), *Lecturas históricas del estado de Oaxaca*, volumen III: Siglo XIX, México, INAH, pp. 435-492.

ALDER, KEN

2002 *The Measure of All Things*, Nueva York, The Free Press.

BARMAN, RODERICK J.

1977 "The Brazilian Peasantry Reexamined: The Implications of the Quebra-Quilo Revolt, 1874-1875", *Hispanic American Historical Review*, vol. 53, núm. 3, pp. 401-424.

BARTOLOMÉ, MIGUEL A. Y ALICIA M. BARABAS

1982 *Tierra de la palabra. Historia y etnografía de los chatinos de Oaxaca*, México, INAH.

BERTELY BUSQUETS, MARÍA

2002 "Panorama histórico de la educación para los indígenas en México", en Luz Elena Galván Lafarga (coord.), *Diccionario de historia de la educación en México*, México, CIESAS-UNAM-Conacyt </http://biblioweb.dgsc.unam.mx/diccionario/html/articulos/sec_5.html/> (consultado, 24 de noviembre de 2007).

CHASSEN LÓPEZ, FRANCIE R.

2004 *From Liberal to Revolutionary Oaxaca: The View from the South, Mexico 1867-1911*, University Park, Pennsylvania State University Press.

COX, EDWARD F.

1959 "The International Institute: First Organized Opposition to the Metric System", *Ohio Historical Quarterly*, vol. 68, núm. 1, pp. 54-83.

ESTEVA, CAYETANO

1913 *Nociones elementales de geografía histórica del estado de Oaxaca*, Oaxaca, Tip. San Germán Hnos.

GREENBERG, JAMES B.

- 1981 *Santiago's Sword: Chatino Peasant Religion and Economics*, Berkeley, University of California Press.
- 1989 *Blood Ties: Life and Violence in Rural Mexico*, Tucson, The University of Arizona Press.

GREENFIELD, GERALD MICHAEL

- 1986 "Migrant Behavior and Elite Attitudes: Brazil's Great Drought, 1877-1879", *The Americas*, vol. 43, núm. 1, pp. 69-85.

GUERRERO, JULIO

- 1996 [1902] *La génesis del crimen en México. Estudio de psiquiatría social*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

INTERNATIONAL AMERICAN CONFERENCE

- 1890 *Reports of Committees and Discussions Thereon*, vol. I, Washington, Govt. Print. Off.

INEGI (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA)

- 1989 "Equivalencias de unidades de medida regional", en *VI Censo Agrícola-Ganadero y Ejidal, 1981. Encuesta de rendimientos y equivalencias*, México, pp. 3-445.

KENNELLY, ARTHUR A.

- 1928 *Vestiges of Pre-Metric Weights and Measures Persisting in Metric-System Europe 1926-1927*, Nueva York, Macmillan.

KULA, WITOLD

- 1998 *Las medidas y los hombres*, México, Siglo XXI Editores.

MAREC, YANNICK

- 1990 "Autor des résistances au système métrique", en J.-C. Hocquet y B. Garnier (coords.), *Genèse et diffusion du système métrique*, Caen, Editions-Diffusion du Lys, pp. 135-144.

MARTÍNEZ MEDINA, HÉCTOR GERARDO

- 1994 "La Ley de Hacienda y la rebelión de 1896", *Guchachi' Reza*, núm. 43, pp. 22-31.

"MOTINCILLOS EN PERSPECTIVA"

- 1896 *El Universal*, 7 de abril, p. 3.

NICKEL, HERBERT J.

- 1997 *El peonaje en las haciendas mexicanas. Interpretaciones, fuentes, hallazgos*, México, Universidad Iberoamericana.

PAYNO, MANUEL

- 2005 *Periodismo político y social*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

REINA AOYAMA, LETICIA

- 2004 *Caminos de luz y sombra. Historia indígena de Oaxaca en el siglo XIX*, México, CIESAS.

RICHARDSON, KIM

- 2008 *Quebra-Quilos and Peasant Resistance: Peasants, Religion, and Politics in Nineteenth-Century Brazil*, tesis de doctorado, Texas Tech University.

ROMERO, MATÍAS

- 1992 "Cultivo del café en Oaxaca", en *Textos escogidos*, México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, pp. 426-435.

ROS GALIANA, FERNANDO

- 2004 *Así no se mide. Antropología de la medición en la España contemporánea*, Madrid, Ministerio de Cultura.

SEN (SECRETARÍA DE LA ECONOMÍA NACIONAL)

- 1937 *Medidas regionales. Censo Agrícola Ganadero de 1930*, México, Dirección General de Estadística-Secretaría de la Economía Nacional.

SECRETO, MARÍA VERÓNICA

- 2003 "Sem medida: revoltas no nordeste contra as medições imperiais", ponencia, Anais do V Congresso Brasileiro de História Econômica, 7 de septiembre.

SOUTO MAIOR, ARMANDO

- 1978 *Quebra-Quilos: lutas sociais no outono do Imperio*, São Paulo, Companhia Editora Nacional.

VERA, HÉCTOR

- 2007a *A peso el kilo. Historia del sistema métrico decimal en México*, México, Libros del Escarabajo-Embajada de Francia.
- 2007b "Medidas modernas: el sistema métrico decimal como proceso de racionalización social", en Lidia Girola y Margarita Olvera (coords.), *Modernidades: narrativas, mitos e imaginarios*, Madrid, Anthropos, pp. 187-214.

WOLF, ERIC R.

- 2000 *Europa y la gente sin historia*, Buenos Aires, FCE.

Historia de las matemáticas, el sistema métrico decimal y la sociología del riesgo

José Luis Talancón E.

Un segundo antes o un grado menos de temperatura y a lo mejor no hubiera surgido el Universo tal como lo conocemos.

ANÓNIMO

¿Cómo suplimos la nostalgia de las justas proporciones con que fue creado el Universo, con las palabras o con los cálculos? En el lenguaje la lógica no obtiene nunca resultados exactos, siempre quedará un resto, un pequeño margen [...] Si se quisiera extirpar ese resto, se esterilizaría el lenguaje [...] El afán de exactitud absoluta lleva a extravíos si no se acompaña de instrumentos de medición.

VALERIO MARCUS

La esencia de la edad moderna es la conquista del mundo como imagen. La palabra imagen significa ahora: la figura del producir representante.

MARTIN HEIDEGGER

¿Cuál es el hilo conductor y el tejido que une la historia de las matemáticas, los sistemas de medición y la sociología del riesgo? La respuesta provisional puede ser una civilización fundada en tres categorías: racionalidad, política y desastre. La forma en que Occidente aprendió a ver el mundo de los griegos, la manera de organizarse y ejercer el poder de los orientales y la tradición de enfrentar el azar y calcular la incertidumbre y la catástrofe, es lo que le ha otorgado fuerza y vulnerabilidad a un Occidente apasionado por la exactitud del reloj, la operatividad y los múltiples intentos fundantes por controlar tiempo y espacio por medio de la técnica.

A fuerza de ejercitar el conteo, la medición y el cálculo durante mil años, Oriente y posteriormente Occidente alcanzaron a sistematizar disciplinas como la aritmética y la geometría que pronto se hicieron abstractas, se difundieron por el mundo y conformaron el principio de universalización de la ciencia *Logo ecumene*. Pero lo que más confeccionó el tapiz del número, el instrumento exacto y el cálculo del riesgo, es una idea que Platón propuso en *La política*: “El arte de medir es básicamente arte de gobernar y de gobernarse a uno mismo moralmente”. Medirse.

Los intentos por dominar y racionalizar el espacio se originaron en necesidades concretas: por ejemplo, en su crecida, cuando el Nilo se desbordaba y arrasaba los campos en torno suyo, los sacerdotes o expertos, sabios o agrimensores redistribuían a campesinos o propietarios las parcelas a las que la inundación había borrado sus límites. Los egipcios designaban como jueces de sus disputas con respecto a los límites a aquellos que sabían obtener las superficies mediante operaciones con respecto a las longitudes, con el cordón, la unidad, la escritura y el prestigio.

He ahí los primeros geómetras (Serres, 2002: 47). Desde entonces, el desastre está ligado al corazón de la cosa pública. La idea de *civis* se asocia a medir, gobernar y prever. Pero el instrumento y la herramienta interfieren desde el inicio. Desatar el nudo entre justicia, igualdad social y teoría política, sólo es posible para aquellos que detentan su instrumentalidad. Los que poseen la autoridad del saber para establecer una idea de precisión, logran crear el consenso precario entre ellos y los que aceptan su arbitrio. De la misma forma en que el calendario mide, celebra y logra el acuerdo sobre el tiempo de rituales y ritmos de distribución de energía y rendimientos colectivos, la exactitud de los tiempos de producción y consumo crea tradición y cultura, trabajo y celebración. Riqueza y fiesta compensan la producción y el esfuerzo colectivo, equitativa y divinamente compartidos. ¿Qué fue primero, la capacidad de medición exacta o la intuición de justa repartición?

Después de dos mil años de regulación de conflictos y narraciones, vencedores y vencidos buscan el dominio del conocimiento del pasado en historias del derecho y la política, tratando de racionalizar y hacer comprensibles excesos y desproporciones en la idea de justicia e igualdad. La lucha por justificar y sistematizar conocimiento fundante resulta primordial para la viabilidad social. Las ideas de precisión y equilibrio se acompañan de la necesidad de invenciones de herramientas para medir y pesar objetos intercambiables mucho antes de la monetarización de las sociedades. La búsqueda de balanzas se acompaña de la necesidad de la rapidez en los intercambios y la contabilidad, para lograr transparencia y eficiencia con instrumentos y máquinas que faciliten el comercio —desde el origen mismo, fenicios e hititas—, para llegar a ocupar toda la terrenalidad y oceanidad del planeta por tierra y por agua, ocupar, expandir y nombrar el mundo en la era de la técnica a partir del siglo XVI.

La fuerza de la historia aventaja a la fuerza de la naturaleza una vez que los hombres encuentran el hilo conductor de la acumulación del saber-hacer, misma que se acelera con el desplazamiento de la autoridad sacerdotal del alquimista al sabio, dados por una ciencia que comienza a comprender la naturaleza, una ciencia tímida y desmontadora de metafísicas, dubitativa y oportunista dado su origen mismo al inicio del dilatado presente que llamamos modernidad a partir del Renacimiento. Dirigida a la emancipación delirante y caótica contra Dios, el mundo deja de girar en torno de

las pasiones divinas para aterrizar y encarnar el amor por el cuerpo y sus entornos. Mundo y especies, sabores y terrenalidad, espacio y movilidad marítima, geografía y paisaje, los ejes de la historia se desplazan del arado al taller manufacturero, de la metalurgia a la producción industrial de armas. Imagen y representación. Los libros contribuyen al cambio del pensamiento emancipatorio que se moviliza social y físicamente. La subjetividad se funda con su propia interpretación, aparece el individuo social y políticamente emancipado dispuesto para la movilización infinita.

Con ello el proyecto moderno se balancea entre paliar y explicar la desmesura y encontrar, en la búsqueda de la justicia y el equilibrio, un mundo desorbitado por la velocidad alcanzada por una máquina generadora de riesgos en escalas fuera de control. Se facilita y se dificulta la homogeneización y dominio de una sola interpretación. El riesgo reside en que inventamos utopías, como el desarrollo sustentable, sin haber digerido la fuerza del motor de combustión. Éste opera con una fuerza que siempre quiere el bien y siempre crea el mal. Llevamos una sustancia inflamable a la ignición y se obliga a la explosión a ejecutar el trabajo pertinente, merced a un mecanismo de retardo: microcatástrofe al servicio de los fines culturales (Sloterdijk, 2004: 316).¹

He querido, al articular estas tres disciplinas con la fuerza de la determinación de la técnica en las sociedades contemporáneas, dar un salto, no al vacío, sino de la dimensión de lo inexacto a la realidad del mundo exacto, a la dimensión que ilumina e intensifica el relieve de la *res extensa*, para recordar la antigüedad histórica y concreta de los geómetras egipcios, los comerciantes fenicios, los propietarios y mercaderes romanos, los mecánicos e ingenieros renacentistas que evolucionaron y contribuyeron a cuantificar el espacio, facilitar los intercambios y simplificar la vida colectiva, hasta universalizar el lenguaje de las matemáticas y adecuar los cálculos de los astrónomos a las necesidades de las compañías navieras para calcular mejor los riesgos. Todo ello, para intentar comprender cómo fue posible que Occidente, con la pasión del constructo técnico y su arrastre al mundo de la rentabilidad económica, las fuentes de la modernidad y su fuerza transformadora, pudiera establecer un colonialismo poderoso en sus varias vertientes: metafísico español, racionalista francés y pragmático inglés, con todo lo que significó para configurar la complejidad latinoamericana, africana y asiática, y el mundo desbocado que constituye hoy la mundialización del siglo XXI.

¹ Este autor señala, en la misma página, hasta qué punto “una filosofía cinética tendría que poner de relieve en qué medida estamos determinados hasta la más insignificante ramificación de nuestro pensamiento y sensibilidad por la experiencia del motor de explosión y del reactor”. Creo que es la más sugerente idea en torno a la idea de la técnica después de Martin Heidegger, para intentar explicarnos el caos de nuestro presente y nuestra incapacidad para digerir la fuente de nuestra determinación como objeto de reflexión filosófica.

Yo no sé si las matemáticas nacen en el espíritu humano después de enfrentarse a lo múltiple, o si las matemáticas le son externas y el espíritu sólo aprende a leer el mundo de esa manera. Hay quienes consideran que el hombre inventó las matemáticas para servirse útilmente de ellas al describir los fenómenos que ocurren a su alrededor, como lo consideran los empiristas. Hay otros que consideran que no hacemos otra cosa que descubrir las matemáticas, que ellas estaban ahí, en algún lugar, y que, independientemente de la razón humana, ahí están en el mundo separadas de lo que nosotros llamamos matemáticas, como lo piensan los idealistas.

Es un debate interesante que también tiene lugar en la filosofía y en la epistemología, en el que se discute si la razón es histórica y evolutiva, y nos permite descubrir la estructura que subyace y hace inteligible el universo, o si sólo estamos descubriendo una parte de la realidad que se deja comprender parcialmente. ¿Existe una realidad física fuera de las medidas?

Desde la perspectiva de Ulrich Beck, nos encontramos ante una segunda modernidad que no sólo trata de medir, dividir y repartir la riqueza material socialmente producida. A diferencia de la antigüedad, del Renacimiento y de la Ilustración del siglo XVIII, hoy nos encontramos ante otro grado de escala y complejidad: no sólo requerimos encontrar los equilibrios y afinar nuestros sistemas y patrones de medición, para facilitar la regulación entre producción y distribución de riqueza y bienes materiales y tangibles, sino que también asistimos a la construcción, producción y distribución de riesgos, de bienes intangibles, de amenazas, emergencias, tiempos futuros que aguardan desastres y catástrofes. ¿Cómo es que las sociedades, antes magnetizadas y movilizadas por la idea del progreso y la seguridad, se convirtieron en sociedades productoras de riesgo, accidentes y catástrofes en la escala misma de su fuerza industrial, sin estar preparadas física, espacial y mentalmente para enfrentar las propias consecuencias de su racionalidad? Socialmente requerimos de complejos y sofisticados sistemas de medición y autonomía técnica para enfrentar, desde la escala local y regional, la mutación energética y los cataclismos ambientales, epidemiológicos y alimenticios que se avecinan en un futuro próximo.

Las diferentes formas que ha tomado el conocimiento del mundo, con todo el cúmulo de patrones de medición, tienen por objeto, y como principio, la relación entre una aspiración del pensamiento humano y las condiciones efectivas de su realización; relación que intenta leer detrás de las apariencias, en el espectáculo del mundo a partir del cual se construye, una imagen equívoca del universo producida por la ciencia clásica (Simone, 2006: 137).

Lo que ocurrió fue que el descubrimiento de las geometrías no euclidianas minó la fe en la verdad absoluta. La geometría clásica no podía seguir siendo el ejemplo perfecto de verdad absoluta que el espíritu humano había alcanzado a captar. Poco a poco,

el término “no euclidiana” se convirtió en sinónimo de “relativo”. Simultáneamente, a finales del siglo XIX y principios del XX la antropología comienza a sostener que las democracias liberales y la civilización occidental son culturas simplemente diferentes a otras, pero no forzosamente superiores. Más tarde, la noción de relatividad conocería días de gloria con la elaboración de nuevas lógicas. Como había sucedido con la geometría, la lógica clásica fundada por Aristóteles la había definido de una vez por todas como una descripción de “las leyes del pensamiento humano”. No podría haber sido de otra manera. Pero el estudio sistemático de esta lógica mostró que era posible inventar otras lógicas. Originalmente, desde la antigüedad hasta el siglo XVII, la verdad de una proposición no se caracterizaba precisamente por la atribución de dos valores (verdadero o falso). Se podía, al contrario, atribuirle tres: verdadero, falso, ni verdadero ni falso o indeterminado, es decir, un gran número de valores diferentes. Esta evolución de las matemáticas comporta una erosión progresiva de la fe en el carácter absoluto del saber humano, como ocurrió con el descubrimiento de las geometrías no euclidianas o cuando Heisenberg planteó el principio de incertidumbre en 1927 y que tanto chocó a Einstein, que respondió “Dios no juega a los dados”. Es decir, que el quiebre del pensamiento clásico y absoluto de Newton es leído por la racionalidad social como el arribo y presencia de la irracionalidad como una dimensión que cuestiona la posibilidad de la razón humana para el conocimiento de la realidad. Las matemáticas, ¿son un constructo humano o el mundo contiene la imperfección y la inexactitud como parte de las incomprensibles leyes ocultas que las matemáticas no alcanzan a descodificar?

Recordemos que la raíz de la palabra *medida* en su protosentido, es protección, gobernanza, curación, moderación. En su sentido más antiguo *es medida del límite suponiendo una reflexión aplicada a una situación de desorden* que puede ser política, médica o ambiental. Constituye la necesidad de instaurar *una unidad ordenada y equilibrada*, un cuerpo armado, humano o cosmológico en tanto relación de orden dinámico y pragmático, conjunto de partes heterogéneas. Proporción dada por la intermediación de un medio común, número o unidad clave de la unidad y la armonía.

Entre el fluir de las visiones y conocimientos del mundo y el universo, a lo largo de la historia aparecen las ideas de organismo, misterio o mecanismo; bajo su umbral se expandieron la aritmética, música, arquitectura, estética, ética, astronomía, filosofía; la antigüedad y la Edad Media vieron desarrollarse el talento de Vitruvio, Nicolás de Cusa, Giordano Bruno, Leonardo Da Vinci, Nicolás Copérnico, Johannes Kepler y, de una u otra forma, todos ellos hicieron alusión metafórica o precisa a la Medida Armónica del Universo. Eternidad y variaciones fijas de un mundo en donde la música, las esferas, los templos, los cuerpos y los mundos son análogos. La medida sólo permite la unidad, la relación de los heterogéneos irreductibles, la armonía de lo diverso, el equilibrio, la geometría divina, la estructura ordenadora del cielo y la tierra.

Kepler observó que el arte de gobernar es análogo a la armonía cósmica y musical; que la proporción armónica corresponde a la forma real de gobernar: una buena concordia que regula los lugares proporcionales de los individuos, de las filas y los órdenes de los diferentes cuerpos del Estado. Lejos de la igualdad aritmética (de la democracia) o de la proporción geométrica simple de los gobiernos aristocráticos, la unidad armónica que implica gobernar (esta oscilación compleja siempre es puesta en cuestión), es una unidad real que implica la monarquía. Los cuerpos del Estado, la cosa pública es entonces medida como una mezcla bien dosificada y proporcionada.

Encontramos en las obras de Kepler (*Mysterium cosmographicum de admirabilis proportione orbium caelestium* y *La armonía del mundo*) la última síntesis que plantea claramente la globalidad del concepto de medida. La medida celeste, las relaciones proporcionales de las órbitas celestes son puestas en relación con la armonía musical. Galileo tuvo la idea de aplicar las leyes y propiedades del péndulo a la medida del tiempo. Los patrones de medida de longitud estaban aún en la vida cotidiana, vinculados a la figura humana, antropomórficos. Nadie tenía la idea de medir los minutos. La medida, el tiempo y el espacio se van cuantificando conforme se alejan de ser coextensivos a una actividad o a un cuerpo y se orientan a la abstracción.

La medición es el acto fundador de la ciencia. Herramienta de la matematización del mundo y piedra de toque experimental. El acto de medir es un acto social que hace viable lo colectivo, porque es una convención que otorga la balanza, la idea del justo medio, equilibrio entre los extremos, entendido en su sentido más alto, porque tiene que ser algo demostrable con pruebas y arbitraje de instrumentos de precisión bien calibrados. Con la medición se transita de la controversia a la confirmación y a la certeza. A ello ha de aspirarse en formas que nosotros, los mortales, podemos alcanzar sólo de manera aproximada con la balanza. Y aquí es donde extrañamos la intervención divina mensurable, que arraigue a los espíritus enfrentados. Como en Shakespeare, *Medida por medida*, donde aparece otra lógica de la ética: la medida balancea el deseo por el deseo, crimen por el crimen, misericordia por misericordia, muerte por muerte, recordándonos el bíblico “diente por diente”.

Erastótenes, Arquímedes, Tales de Mileto, Pitágoras, escribieron las primeras páginas del origen de la numeración, de los sistemas de conteo, álgebras, geometrías y la búsqueda de las medias proporcionales, que aspiraban a la uniformización y la universalidad hasta que todo objeto pudiera convencionalmente ser confrontado a un equivalente general: un convector universal, mucho antes que la monetarización de la sociedad alcanzara e implicara un objeto, el cual pudiera hacer fluir los intercambios y las equivalencias con todo, como sólo el dinero logra y alcanza.

Nicolás de Cusa (1404-1464), puede decir que *la medida* es la llave del conocimiento y el acto de la Razón. Dice en su celebre *Coincidentia Oppositorum de docta ignorantia*:

La unidad no puede ser un número, ya que el número admite siempre algo que le excede, y por ello no puede ser de ninguna manera mínimo ni máximo absolutamente. Es, por el contrario, el principio de todo número, en cuanto mínimo; y el fin de todo número en cuanto máximo. La unidad absoluta, a la que nada se opone es pues la absoluta maximidad, la cual es dios bendito. (Cusa, 1989)

Este razonamiento no pretende ser una demostración, sino una suerte de metáfora que recurre a las matematizaciones neoplatónicas. La *unidad* (un adelanto de la mónada de Leibniz) no sería un número sino el origen de todo número. Como no existe máximo ni mínimo, ya que siempre es posible un número mayor o menor, la Unidad es el máximo y el mínimo número sin ser número, y en ella coincide y se reconcilia lo aparentemente contradictorio. En el mundo de las cosas encontramos contrarios, es, pues, el reino de la multiplicidad, no de la unidad, y en él se encuentra lo grande y lo pequeño, el ser y el no ser. Todo puede ser medido según el más y el menos: el reino del número. Con este razonamiento propone la mediación del logos, el saber global de la diversidad.

Con esta mirada inicial que abrió la primera gran revolución científica del mundo moderno, el Renacimiento, abandonó la verticalidad del autoritarismo divino y se dirigió hacia el templo del universo, el alma del mundo, el cuerpo humano en el que encuentra su razón, su medida y su ritmo. De ahí la idea de una *medida de la medida*, el número secreto que rige el cosmos. Esta clave de relaciones armónicas fue el origen de muchas sectas esotéricas que creyeron ver en el mundo, no un organismo ni un mecanismo, sino un misterio hermético, un número secreto sólo accesible a iniciados de escuelas, como los pitagóricos. Un número único y secreto es la medida del mundo, el fundamento de la racionalidad.

No estoy seguro de si la historia de las matemáticas y los sistemas de medición fueron primero una presión y una necesidad básica de mercaderes, y después de mecánicos e ingenieros, o fue a la inversa. El reloj, ¿fue primero un instrumento de un físico o de un comerciante con prisa? Lo que sí sabemos con mayor certeza es que la medida del tiempo y del espacio en la vida cotidiana se fue imponiendo a lo largo de la Edad Media, que dividió las horas entre rezos, misas y contemplaciones. Una división del tiempo inventada por los monjes, respetada con la misma disciplina con que los conventos y monasterios fueron extendiendo e imponiendo una racionalidad que caló en la Europa cristiana, y fundamentó la acumulación de capital. ¿No es una paradoja que los inventores de la disciplina industrial también nos hallan heredado las causas de nuestro actual desastre ecológico?²

² Según Lynn White, las raíces históricas de nuestro desastre ecológico se encuentran en la visión antropocéntrica que difunde el cristianismo en la Edad Media.

Después de los guerreros y los monjes, vinieron los herreros, los artesanos e ingenieros, quienes fueron ordenando tiempo y espacio en un mundo técnico que se moviliza conforme el uso del reloj se expande, y se convierte en el primer instrumento universal que redondea y circunscribe la vida de las ferias, mercados e iglesias.³

El lento inicio de la edad moderna significó el despertar de una conciencia de prevención y planificación colectiva, que acompañó la transformación de la técnica artesanal en técnica industrial, cuando se comenzó a manejar simultáneamente el agua y el aire en dimensiones continentales y globales como medio de desplazamiento y transporte.

Las tempranas excursiones marítimas son impensables sin el manejo de los vientos que en el Atlántico constituyen todo un código cifrado entrelazado. El Atlántico está dominado por un sistema de vientos alisios, es decir, por una pauta regular de vientos predominantes que soplan en la misma dirección, independientemente de la estación. Gracias a los alisios del nordeste, las comunidades marítimas situadas alrededor de las desembocaduras del Tajo y del Guadalquivir han tenido un acceso privilegiado, en comparación con otros lugares de la Europa marítima, a gran parte del resto del mundo.

Además, el cálculo con las cifras arábigas encontró un par en un cálculo con los mapas europeos. Después de que la introducción del cero indoarábigo en el siglo XII hubiera permitido una matemática elegante, el globo terráqueo de los europeos depuraba una panorámica de los asuntos geopolíticos y de comercio internacional con la que podía operar (Sloterdijk, 2004: vol. II, 738).

El prodigioso alcance de los imperios español y portugués, en la época de la navegación a vela, se explica en parte gracias a esta buena suerte aprovechada por una generación de cartógrafos, aventureros, exploradores, navegantes y empresarios que logró concentrar la información y la experiencia y, en la década de 1490, revolucionar el mundo con una nueva conciencia de la técnica y el riesgo (Fernández-Armesto, 2002: 504-505). Por otra parte, la teoría de la probabilidad en el siglo XVII implicó toda una transformación en el análisis del riesgo. En este sentido, inferimos que desde las primeras oleadas de excursiones del siglo de los descubridores, conquistadores, exploradores, científicos, matemáticos y geógrafos, comenzaron a aparecer obras

³ Las interacciones entre vida cotidiana y soluciones de instrumentos de precisión y contabilidad se aceleran en una época de grandes e intensos cambios. El gran economista austriaco Joseph Schumpeter apunta que, paralelamente la invención misma de la contabilidad con su doble columna de ingresos y egresos, desde el siglo XVI, además de convertirse en una palanca de la acumulación de capital y organización de la actividad comercial, fue en sí misma una herramienta de análisis de las posibilidades de inversión, especulación sobre el riesgo y la ganancia.

dedicadas al cálculo de probabilidades del riesgo, actividad que acompañaba y protegía el tejido de la red de intercambio entre todos los puertos del mundo. Estamos en los tiempos que asistieron a genios, como Pascal cuando inventó su máquina de calcular en 1641. En 1654 Pascal y Fermat estudiaron problemas originados en las mesas de juego que dieron lugar al cálculo de probabilidades, indispensable para el estudio del riesgo y, posteriormente, a su generalización en múltiples prácticas y actividades asociadas al papel de los bancos y el papel del capital financiero en el comercio y la industria. Su utilización y difusión se fue delineando a partir de la reducción del riesgo en las decisiones que se tomaban en todos los ámbitos de la vida cotidiana. Existen documentos de los primeros seguros marítimos; se suscribieron en el siglo XVI. De manera más sistemática y oficial, una empresa londinense aseguró, por primera vez, un riesgo de ultramar en 1782. La famosa compañía Lloyds de Londres, asumió poco después una posición líder en la industria aseguradora emergente, lugar que ha mantenido durante dos siglos (Giddens, 2000: 38).

Entonces ocurre la sustitución de la energía animada (animal o humana) por energía inanimada; la máquina de vapor autónoma hizo su entrada en el siglo XVIII para cambiar las expectativas y las prácticas sociales de manera radical. Desde la antigüedad los seres humanos trabajaban bajo los ritmos establecidos por las estaciones y los ciclos agrícolas, en una alternancia del esfuerzo y el descanso. Vivían sin prisa los días, las semanas, los meses y los años. Después vino la presión y la medición exacta de los minutos y su valoración económica.

Una vez presente la fuerza inanimada infatigable, con una uniformidad perfecta dada por el ciclo mecánico —que se podía repetir y reproducir infinitamente—, la vida humana dejó de ser determinada sólo por la naturaleza. Comenzó a vivir bajo otros impulsos externos que venían cambiando desde su origen su propia *naturaleza humana*: la técnica y sus mutaciones históricas. El reloj de manecillas, una construcción humana, comienza a formar parte del entorno humano y sus complejidades, derivadas de lo que la sociología tradicional denomina objetos, por oposición a los sujetos. El reloj marca y establece las diferenciaciones y regulaciones de las actividades durante el día y la noche. Hace explícitas las redes y su funcionamiento. La precisión del reloj abre la puerta a un sinfín de instrumentos de precisión que intermedian la interfase entre percepción y medición del riesgo y contribuyen a esclarecer las estrategias de una resistencia social más organizada y racional, menos espontánea y más reflexiva.

La circularidad del mundo y la del reloj conllevan muchas asociaciones. En manos de quienes saben utilizarlo, apunta Sloterdijk, el globo no sólo es el nuevo icono auténtico del cuerpo terrestre circunvolucionable, sino más bien una imagen de fuentes de dinero que fluyen desde el futuro hacia el presente. Se podría entender incluso —continúa Sloterdijk— como un reloj oculto que, bajo las imágenes de

mares, islas y continentes en el espacio lejano, marca las horas del beneficio. El globo moderno hizo su fortuna como reloj de oportunidades para una nueva sociedad de empresarios a distancia y corredores de riesgo que ya divisaban en las costas de otros mundos su riqueza de mañana.⁴

El riesgo apareció como “constructo social histórico” en la transición de la baja Edad Media a la edad moderna temprana. Este constructo se basó en la determinación de lo que la sociedad considera en cada momento como normal y seguro: lo que amenaza esta seguridad es el riesgo que se presenta implícita y originalmente como *percepción* y explícitamente como *medida*. La intromisión del azar altera la necesidad del control sobre lo que pueda ocurrir. Es una amenaza a la gente que se presenta como percepción de peligro con respecto a lo que ellos valoran (propiedad, entorno, futuras generaciones), pero también el riesgo es una medida del azar, espectro de posibilidades múltiples que exigen su cálculo —objetivo de la matemática, el estudio de las probabilidades, la estadística y, por lo mismo, una tarea del experto—. La probabilidad o improbabilidad del riesgo es dada por los expertos. En supuestas “condiciones normales”, el experto se convierte en el oráculo que tranquiliza a la población al dar los datos descodificados de la *caja negra*, y señalar la ausencia de peligro. La confianza que se deposita en el experto, como el único que sabe lo que ocurre en esa *caja negra*, tranquiliza a la población, que simplemente *cree*, porque no tiene los elementos para confirmarlo. La complejidad radica en la multiplicidad de cajas negras y procesos automatizados y el arbitraje de los instrumentos de precisión.

La madurez de la ciencia y de la técnica a partir de 1750 dio pie a la realización y materialización de la pasión moderna. El paso decisivo fue alcanzar a producir un mecanismo autónomo, en su búsqueda por encontrar energía inagotable. Las máquinas no se cansan, no conocen la fatiga. Pueden trabajar sin parar. Y el corte ontológico y epistemológico del fenómeno técnico, aún entrevelado para la sociología, viene a partir de que las manos no se sirven y se apoyan en las herramientas para trabajar, sino que las manos y todo el cuerpo se adaptan al ritmo de las máquinas. Todo el ritmo natural del cuerpo se adapta al movimiento mecánico (Arendt, 1980: 165). El proceso y el tiempo mecánico rempazan al ritmo y al tiempo del trabajo humano.

La química nació el día en que la balanza hizo que aparecieran relaciones numéricas simples y fijas entre distintas sustancias que se combinan; ya en ese pesaje estaba implícito un retorno de lo discontinuo y del número al primer plano de la ciencia

⁴ En ese reloj, que marcaba las horas de lo no-sucedido-todavía, los agentes con más presencia de ánimo de los nuevos tiempos, los conquistadores, los comerciantes de especias, los buscadores de oro y tempranos políticos realistas, percibieron aquello para lo que había llegado la hora de sus empresas y naciones. (Sloterdijk, 2004: 739)

de la naturaleza. En ese sentido, los aparatos de observación, como los microscopios y telescopios, nos dieron acceso a la expectación de fenómenos muy pequeños en relación con la escala de nuestros sentidos, tales como el movimiento browniano. Lo discontinuo, el número, la pequeñez, fueron suficientes para hacer que surgiera el átomo, y el átomo volvió entre nosotros con su indeseable cortejo, vale decir, con el azar y la probabilidad (Weil, 2006: 141). Y como señala la misma Simone Weil, la aparición del azar en la ciencia causó escándalo; se preguntó de dónde venía, no se recordó que ya en la antigüedad el azar acompañaba al átomo.

Por eso, con el salto de escalas en el universo observado después de la generación de Einstein, Heisenberg y Fermi, la noción clásica de exactitud, razón y medida se salen de la comprensión social. Se rompió, en varias dimensiones, la relación entre ciencia y sociedad. Por un lado la *big science* se sale de una visión ética que el siglo XVIII y el XIX habían depositado en la ciencia, orientada por su naturaleza al bien común. Pero, por el otro, aún más profundo y menos evidente, fue el rompimiento del lazo entre dos físicas: la física de los átomos y la de los fenómenos que percibimos, que sólo puede estar dada por las leyes de la probabilidad (Weil, 2006: 143). Esto regresa a la desconfianza sobre la ciencia, porque los instrumentos de medición y los abismos de incertidumbre a los que la ciencia ha llegado en los últimos tiempos, en los que en algunos ámbitos se ha convertido en parte de los problemas más que de las soluciones, no nos salvan de la entropía, la tendencia del orden hacia el desorden. Los sucesos no pueden invertirse en el tiempo, y menos en la cuestión ambiental. Al derramarse la leche o chocar un automóvil, quisiéramos que marcharan en reversa los acontecimientos como en una película. La realidad no ocurre así. Vivimos en un universo entrópico. La entropía es una medida y una dirección. Es una medida del desorden, y es la dirección hacia la que todas las cosas se encaminan: más desorden. El desorden se consigue mucho más fácil y rápidamente que el orden. Considérese cuánto tiempo se requiere para construir una casa o un ecosistema y con qué rapidez pueden ser demolidos.

¿Cómo se consigue y se alcanza el orden? A costa del desorden en algún otro lugar. El ordenar los libros en una estantería se consigue con la energía consumida por una persona ordenada que consumió energía, creando desorden: los alimentos ordenados fueron descompuestos en el cuerpo, excretados y consumidos en el acto de trabajar. Los sistemas más altamente ordenados son los sistemas vivos. Una criatura viva tiene que estar exquisitamente ordenada para sobrevivir.⁵

⁵ La naturaleza y las implicaciones de la entropía quedan establecidas en las tres partes de la famosa segunda ley de la termodinámica: 1. La energía calorífica fluye siempre desde un objeto o lugar caliente a uno frío. 2. Ninguna máquina, motor, puede convertir energía

En la perspectiva de Edgar Morin, las cosas han cambiado desde

La relatividad einsteniana y después con la física cuántica, pues nos indicaron que en los dos polos de lo real, el macrofísico y el microfísico, el espacio y el tiempo pierden sus caracteres absolutos y trascendentes y, al mismo tiempo, descubrimos que una y otra parte de la “banda media” estructurada por el tiempo y el espacio, estos dos polos de lo real escapan a la lógica. Es decir, que cuando llegamos a los dos polos (micro y macro, estrellas y átomos), de nuestra banda media, que durante tanto tiempo tomamos como la única realidad física, llegamos a la vez a los límites de lo real cognoscible, a los límites de nuestro concepto mismo de lo real, y a los límites de la lógica. (Morin, 1998: 209)

A la pregunta por el tiempo, Niklas Luhmann responde con una diferenciación entre la forma en que lo hizo la antigüedad: móvil/inmóvil, variable/invariable, tiempo/eternidad, duración/caducidad, y la forma en que lo intenta resolver la modernidad, haciendo del futuro, en la medida de lo posible, una dimensión colonizada, controlada y bajo toda certidumbre.

El tiempo constituye una unidad diferenciada que resulta muy útil para comprender el vasto aparato teórico que nos plantea, porque el tiempo siempre está dividido entre antes y después en el nivel inmediato. Esta unidad también es diferenciada entre inmanencia (tiempo) y trascendencia (eternidad) o cotidianidad e historia. ¿Puede la sociedad moderna configurar la semántica del tiempo en esta forma, después de la relación tan cercana que mantuvo con la religión el esquema temporal inmanencia (tiempo) y trascendencia (eternidad)? (Luhmann, 2007)

Existen muchas posibilidades de que sea real esa inmensa red entre la relatividad general y la mecánica cuántica que intuye Hawkins pero, ¿será real? ¿O sólo es una realidad creada por las operaciones de medida y nuestros aparatos teóricos? Esta paradoja recuerda a Einstein cuando decía que lo más incomprensible, y lo que más le sorprendía, era que algunas veces el universo se dejara comprender. Es decir, que con nuestras medidas se hiciera inteligible el universo con toda su realidad física.

Sin embargo, epistemólogos y filósofos se enfrentan a la hora de explicar qué es lo que sostiene el *movimiento eterno* del ritmo de este cosmos. Seguimos entre átomos y estrellas, microcosmos y macrocosmos y ya no podemos contar con el antropocentrismo de Protágoras: “el hombre es la medida de todas las cosas”.

calorífica en trabajo con eficiencia total. Siempre hay pérdida por disipación. 3. Todos los sistemas tienden hacia el desorden con el paso del tiempo. La flecha del tiempo.

¿Existe una realidad física fuera de las medidas? Esta pregunta, que puede ser fundamental y religiosa, es epistemológica... *Sí*, responde Hawkins, porque además de ser real, por esa misma rendija de inteligibilidad estaríamos entrando a la mente de *d*. Pero, ¿y si se nos acaba el tiempo ante la velocidad con que estamos generando altos riesgos, justo cuando la conmensurabilidad del mundo nos permitiera descodificar la ecuación fundamental del universo? Mientras tanto, nos volvemos locos porque el mundo mismo estalla en miles de *realidades* contradictorias descritas por los sistemas de medidas, nuestros modelos filosóficos y esquemas sociológicos. Desde la perspectiva de Bruno Latour, veamos por qué:

La dialéctica literalmente da palos de ciego. Los cuasi-objetos se encuentran entre los polos de la sociedad y la naturaleza, justamente en el sitio alrededor del cual el dualismo y la dialéctica giran incesantemente sin jamás llegar a acoplarse con ellos. Los *Science Studies* han forzado a todos a repensar el papel de los objetos en la construcción de las comunidades, planteando así un reto a la filosofía. (Latour, 1993: 87-88)

Estos debates fueron contemporáneos del inicio y difusión de lo que brevemente se denomina “tercera revolución industrial”, sin embargo, a partir de la década de los años noventa del siglo pasado, se dispararon prácticamente todos los resultados de tres tipos de conocimiento que están revolucionando radicalmente a la sociedad. De aquí que los planteamientos de nuestra hipótesis correspondan a la necesidad de estudiar los cambios vigentes en tres órdenes del conocimiento: 1) el pasado de las formas del conocimiento científico y técnico (académico y alternativo, parcial y holístico); 2) el presente que nos desafía con la interdisciplina que es la economía ambiental y, 3) el futuro de la sociología del riesgo. Los tres ámbitos, en su dimensión temporal, permitirían acercarnos a una cabal comprensión de las auténticas capacidades de respuesta de las sociedades actuales para reconducir las fuentes de energía, disminuir los impactos y dirigir el cambio social en el contexto de las nuevas tecnologías hacia lo que tenemos por obligación evitar que sea un nuevo espejismo: el desarrollo sustentable.

Un balance final: hemos pasado de la *medida*, como concepto global, a la cuestión sobre la forma de ser el mundo y sus múltiples realidades que se dejan leer o construir con la historia cultural de la idea de *medida*. De números cósmicos a sistemas de medida clásica, de la conmensurabilidad de la memoria individual a la idea de una nueva globalidad del mundo, las diferentes acepciones del término, son opciones precisas asociadas a una fundamental: la aceptación o rechazo del hecho místico que es la *conmensurabilidad*.

La medida física y técnica (una no va sin la otra), traerá siempre el sello de su origen: la existencia gnoseológica de una unidad, como conmensurabilidad de lo diverso. La marca de una afirmación inverificable, es decir, religiosa: el irreductible absoluto que funda la operación de medir

Bibliografía

ARENDT, HANNAH

1980 *Condition de l'homme moderne*, París, Calmann-Lévy.

CUSA, NICOLÁS DE

1989 *Docta ignorantia*, México, Aguilar.

FERNÁNDEZ-ARMESTO, FELIPE

2002 *Civilizaciones. La lucha del hombre por controlar a la naturaleza*, Madrid, Taurus.

GIDDENS, ANTHONY

2000 *Un mundo desbocado*, Madrid, Taurus.

GUEDJ, DENIS

2003 *El metro del mundo*, Barcelona, Anagrama.

KULA, WITOLD

1980 *Las medidas y los hombres*, México, Siglo XXI Editores.

LATOUR, BRUNO

1993 *Nunca hemos sido modernos*, Barcelona, Debate.

1992 *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*, Madrid, Gedisa.

LUHMANN, NIKLAS

2007 *La sociedad del riesgo*, México, Universidad Iberoamericana.

MORIN, EDGAR

1992 *El método 4. Las ideas*, Madrid, Cátedra.

SERRES, MICHEL

2002 *El origen de la geometría*, México, Siglo XXI Editores.

SLOTERDIJK, PETER

2004 *Esferas I, II y III*, Madrid, Siruela.

WEIL, SIMONE

2006 *Sobre la ciencia*, Buenos Aires, El Cuenco de Plata.

WHITE, MICHAEL

2006 *Leonardo Da Vinci: el primer científico*, Barcelona, De Bolsillo.

Tercera parte

Historia de la moneda decimal en México

La difícil implantación del sistema métrico decimal en las medidas y monedas de México en el siglo XIX

Inés Herrera

La diversidad de patrones para contar y medir fue característica en México y en todo el mundo hasta el siglo XIX (Kula, 1980). En la medida en que se incrementaron los volúmenes comerciales y creció la integración económica mundial, se hicieron más complejos los intercambios debido a los diversos sistemas monetarios y de pesos y medidas prevalecientes en los diferentes países. Se buscaron entonces denominadores comunes. La iniciativa partió de Francia que, sobre una base científica a finales del siglo XVIII, creó un nuevo patrón de pesos y medidas que se expandió por el mundo, el llamado sistema métrico decimal o sistema francés de medidas que se difundió primeramente en los países europeos y luego al resto de los continentes.

El proceso de aplicación del sistema francés en México y en los países latinoamericanos, fue una decisión de “cúpulas” políticas y de ciertos grupos económicos, que encontró numerosos obstáculos para su difusión y aceptación, por lo que dicho proceso se prolongó desde mediados del siglo XIX hasta el siglo XX; y aun en los inicios del XXI se encuentran vestigios del uso de algunas medidas de los antiguos sistemas contables predecimales.

En México, su adopción se comenzó a plantear a finales de la década de los años cuarenta del siglo XIX; pero fue desde 1857 hasta finales de ese siglo cuando los gobiernos mexicanos asumieron con mayor empeño la lucha por la implantación del nuevo sistema decimal y la erradicación de los sistemas tradicionales. La estandarización de las medidas se ubica en la nueva política de fomento al comercio exterior e interior y en la modernización de los sistemas contables que impulsaron los gobiernos liberales, desde Benito Juárez hasta Porfirio Díaz, y que logró sus frutos cuando el Estado y sus instituciones se fortalecieron y el mercado nacional alcanzó una mayor integración.

Mi interés es referirme en este ensayo a la fase inicial en la aplicación del sistema métrico decimal en México (siglo XIX), mostrar las bases legales de ese hecho, las formas en que se manifestó en la contabilidad oficial, los mecanismos de difusión y de enseñanza que promovió el gobierno y los particulares y, en especial, los cambios que experimentó el sistema monetario.

ANTIGUOS SISTEMAS CONTABLES *VERSUS* SISTEMA MÉTRICO DECIMAL

El inicio oficial de la adopción del sistema métrico decimal en México fue el Decreto del 15 de marzo de 1857, firmado por el presidente de la República, Ignacio Comonfort (AGN 1857, caja 5). Este suceso marcó asimismo el punto de partida de un largo periodo de casi medio siglo, de avances y retrocesos en el que los diferentes gobiernos mexicanos emitieron decretos de adopción, suspensión y aplazamientos del nuevo sistema. Fue sólo a finales del siglo XIX cuando comenzó a regir sin interrupción el sistema métrico y que fue evidente su uso en todas las cuentas de las dependencias de gobierno. Procesos semejantes se dieron durante este mismo siglo en España, Perú, Costa Rica, Argentina, Chile y otros países latinoamericanos.¹

LOS INICIOS

La partida oficial del sistema métrico en México es el Decreto de 1857, pero desde finales de los años cuarenta del siglo XIX se registraron algunas iniciativas gubernamentales con el fin de adecuar las medidas nacionales a las nuevas francesas, y hay testimonios extraoficiales del uso de unidades de pesas, medidas y monedas decimales.

En la Cámara de Diputados y en el Senado se propuso, a finales de 1848, un proyecto de ley con el fin de introducir a México el sistema métrico, el que fue sometido a la deliberación del Senado el 21 de octubre de 1848.² Esta iniciativa consideraba

¹ Los estudios sobre la metrología latinoamericana son escasos pero todos apuntan a señalar que los procesos de implantación del sistema métrico en estos países fueron igualmente lentos y difíciles que en México, y que fue sólo por medio de leyes y regulaciones que se logró paulatinamente su adopción. Asimismo, en todos los casos destacan los esfuerzos por enseñar a la población, utilizando impresos y textos escolares, las nuevas matemáticas decimales como parte de los programas educativos. Por ejemplo, encontramos que en Argentina, entre 1878 y 1880, hay tres importantes textos de aritmética decimal para utilizarlos en las escuelas, y lo mismo sucede en otros países, como en Costa Rica y Chile en esta época. En España la bibliografía acerca del sistema métrico es un poco más abundante que en el resto de los países hispanoamericanos, especialmente la editada por la Universidad de Valencia, donde se desarrolla un programa sobre metrología hispana en las épocas moderna y contemporánea. En el caso de México, véase Vera (2005 y 2007).

² Las bases orgánicas de 1843 asignaron entre las atribuciones y restricciones del Congreso, en su Artículo XIII, determinar el peso, ley, tipo y denominación de las monedas y decretar un sistema general de pesos y medidas (Tena, 2002: 415). La Constitución de 1857 en su título III, párrafo III, Artículo XXIII, en las facultades del Congreso volvió a repetirlo (Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. VIII: 392).

la aplicación a toda la república del sistema métrico decimal francés de pesas y medidas, proponía el nombramiento de una comisión científica, ordenaba la elaboración de una relación de las medidas y pesos que se usaban en esa fecha en el país y sus conversiones al sistema métrico, además sugería cambios en los tipos de moneda (se proponía que la unidad de las monedas de plata fuera el colón), con el fin de uniformar las medidas y pesos y adoptar el nuevo sistema. El proyecto no fructificó y se siguieron utilizando los antiguos sistemas, pero el contenido del proyecto, con algunas modificaciones, sirvió de base a la ley del sistema métrico decimal de 1857 (*El Correo Nacional*, 1848: 2-4).³

Un elemento del nuevo sistema decimal que se usó de manera extraoficial en documentos gubernamentales a mediados del siglo XIX, fueron los centavos, como fracciones del peso de ocho reales, lo que se observa en los aranceles al comercio exterior. Así, el Arancel General de Aduanas Marítimas y Fronterizas dictado por el presidente Antonio López de Santa Anna, el 1 de junio de 1853, aclaraba en el Artículo 11 cuáles eran las medidas de longitud y de peso aceptadas: “son las establecidas y usadas en la república mejicana; en consecuencia, la medida de longitud será la vara, compuesta de tres piés, cada pié de doce pulgadas y cada pulgada de doce líneas: la de peso, el quintal de cuatro arrobas, cada arroba de veinticinco libras, cada libra de diez y seis onzas, cada onza de diez y seis adarmes, y cada adarme de treinta y seis granos”, y agregaba al final una novedad: el pago de los impuestos en pesos y *céntimos de peso*, moneda que aún no existía, y decía a la letra, “Las monedas que se designan para el pago de los derechos, son: el peso fuerte de á ocho reales de plata, y los céntimos de peso”. (*Legislación mexicana*, 1856: 253-254)

En este arancel es posible apreciar también un problema que se presentaba en las aduanas del comercio exterior, es decir, la dificultad de convertir pesos y medidas extranjeros a los nacionales y la decisión práctica de convertirlos a unidades decimales, aun cuando en nuestro territorio no se manejaran tales medidas. Dice el arancel que la reducción de pesos y medidas del extranjero se hará a la libra española, equivalente a cuatrocientos sesenta gramos franceses, y a la vara mexicana, que es de ochocientos treinta y ocho milímetros, asignándole a la vara una equivalencia extraoficial dentro del sistema métrico.

El siguiente Arancel General de Aduanas, emitido en 1856, tuvo las mismas característica que el de Santa Anna, es decir, una combinación de antiguas unidades de peso y medidas con valores en pesos fuertes, divididos en fracciones decima-

³ Información que forma parte del Proyecto “Testimonios legislativos. Actas de las sesiones públicas y ordinarias del Senado, 1848-1849” a cargo de Armando Alvarado y Leticia Ruano, en la Dirección de Estudios Históricos del INAH.

les (Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. VIII: 42-94). Al parecer, el sistema métrico comenzaba a penetrar en las transacciones monetarias ligadas al comercio exterior, para facilitar el pago de derechos y asemejar las fracciones de peso con las monedas extranjeras, aunque en la práctica se dio sólo en el papel porque en México no existieron monedas decimales sino hasta la década de los años sesenta del siglo XIX.

Las presiones para adoptar el nuevo sistema se hicieron más fuertes en la medida en que avanzaba la década de los años cincuenta de ese siglo y se empezaban a manejar extraoficialmente en las mismas dependencias de gobierno algunas unidades decimales. En la circular del Ministerio de Fomento, emitida el 20 de febrero de 1856, se transmitió una orden presidencial que estipulaba que “todos los directores de caminos y demás ingenieros empleados por esta Secretaría en cuantas operaciones ejecuten en el desempeño de sus respectivas comisiones” se sujeten al sistema métrico decimal, “en tanto se dicta una medida general para la adopción en la República” de ese sistema. Se acompañaba la orden con un ejemplar de la relación hecha por el coronel Manuel Flores de los pesos y medidas de dicho sistema, comparado con los que “actualmente se usan en la República para que lo tenga presente en sus trabajos” (AGN, 1856: caja 1).

El apremio por establecer el nuevo sistema se manifestó primeramente en los intercambios externos en los que se hicieron cada vez más engorrosas las operaciones aduanales, especialmente en lo que se refería a unidades monetarias⁴ (a las que nos referiremos en otro apartado); no fue así en el resto de las dependencias de gobierno, donde se mantuvo el uso de medidas antiguas y del peso fuerte dividido en fracciones de ocho reales. Por ejemplo, en la formación de las compañías de Infantería y Caballería para la seguridad del Distrito Federal, en 1853 los salarios de sus miembros se fijaron en pesos y reales. Un capitán de caballería ganaba al mes 78 pesos, 6 reales y 6 pesos, dos reales de forraje para sus animales. Un teniente de caballería recibía 61 pesos y 7 reales más 6 pesos y dos reales para forraje de su caballo; y un sargento primero, 28 pesos y un real (*Legislación mejicana*, 1853: 607).

Esta dualidad en los sistemas contables del gobierno que se manifestó en México en estas fechas, desapareció paulatinamente en las décadas siguientes y a finales del siglo XIX todas las cuentas gubernamentales estuvieron hechas con base en el nuevo sistema.

⁴ En el decreto de 24 de enero de 1853 que contiene prevenciones acerca del arancel de aduanas marítimas se establece el pago de derechos en pesos y céntimos (Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. VI).

LA LLEGADA OFICIAL DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL A MÉXICO

El Decreto de 1857 ordenó el empleo del sistema decimal francés exclusivamente en los actos oficiales y en todos los ramos que dependían del gobierno, excepto en las monedas (para las que habría una ley especial), a partir de seis meses de publicada esta ley y para todos los habitantes de la República desde el 1 de enero de 1862.

El mismo Decreto designó a los encargados de la difusión y enseñanza del sistema métrico al personal administrativo del gobierno y al público en general: la Dirección General de Pesos y Medidas de la República, nueva sección del Ministerio de Fomento creada por el mismo Decreto, asimismo, ordenó formar tablas de reducción de las antiguas y nuevas medidas y darles publicidad dentro y fuera de la República (*Sistema métrico decimal*, 1857).

Cumpliendo con esta orden, el Ministerio de Fomento publicó ese mismo año las *Tablas que establecen la relación que existen entre los valores de las antiguas medidas mexicanas y las del nuevo sistema legal, formadas en el Ministerio de Fomento conforme a la ley de 15 de marzo de 1857*, y otro impreso también destinado a la difusión y explicación del nuevo sistema de medidas y pesas (*Explicación de los pesos y medidas*, 1857).

Las *Tablas* se dividían en tres partes; una como introducción al tema con la historia y exposición del sistema métrico decimal francés, un resumen de las unidades del sistema además de algunas observaciones; otra, relativa a las medidas mexicanas y su relación con el metro, esto es, medidas lineales, vara de ribera, medidas agrarias, medidas de áridos, medidas de sólidos, medidas de líquidos, medidas ponderales, pesas medicinales, medidas de agua o hidrométricas y monedas. Con respecto a las monedas, tenía poca información y se aclaraba que su conversión se fijaría posteriormente en una ley especial. Finalmente, la tercera contenía enseñanzas para el uso de las tablas, una pequeña introducción al tema y luego cuatro tablas de equivalencias entre antiguas y nuevas medidas.

En las observaciones generales se advierte que las medidas de origen español incluidas en el libro se tomaron de los valores de la segunda edición de las *Tablas de reducción* publicadas en Madrid en 1852 por el ingeniero Melitón Martínez, con motivo de la adopción del sistema métrico decimal decretado en España en 1849 (*Sistema métrico decimal*, 1857: XIX). Esta decisión de los autores fue criticada duramente años más tarde por el mismo Ministerio de Fomento al publicarse las nuevas tablas de conversión al sistema métrico, por haber tomado en forma acrítica los datos de las tablas españolas, “siendo de observar que aunque las unidades usadas entre nosotros vinieron primitivamente de España, en realidad no concuerdan con ninguna de las que existen en aquella nación, bien sea por el uso que las ha gastado, bien porque desde el principio estuvieron equivocadas, el hecho es que sobre éstas debió hacerse la comparación” (*Sistema métrico decimal*, 1862: Introducción).

No fue este el único error en las *Tablas* de 1857. El 29 de abril de 1861, la Sección V del Ministerio de Fomento dirigió al director del Colegio de Minería una carta en la que demostraba que las *Tablas* de 1857 tenían errores en las relaciones de la libra y el kilogramo, hecho que se comprobó en esa Sección comparando la libra patrón de la Casa de Moneda con los pesos patrones franceses que existían en el Ministerio. Esta falta de exactitud había provocado un error en el peso de las monedas. Estas equivocaciones llevaron, en 1862, a la cancelación del uso de las *Tablas* de 1857 sustituyéndolas con otras.

La publicación, *Explicación de los pesos y medidas por el sistema métrico decimal*, enseña operaciones básicas con el nuevo sistema decimal y describe las medidas decimales. Contiene una introducción con una breve síntesis de cómo se había difundido en el mundo el *sistema métrico*, una primera parte con las nociones preliminares del sistema, dividida en: “I. Numeración de las fracciones decimales, con ejercicios sobre la numeración”; “II. Averiguación del cociente completo o aproximado por medio de los decimales”; “III. Adición de las cantidades decimales”; “IV. Sustracción de las cantidades decimales”; “V. Multiplicación de las cantidades decimales”; “VI. División de las cantidades decimales”, y “VII. Conversión de las fracciones decimales”. La parte segunda incluye descripciones de todas las medidas decimales: “I. El metro y sus divisiones”; “II. Del metro y sus compuestos”; “III. Medidas agrarias”; “IV. Medidas de volumen en general”; “V. Del estero (metro cúbico para medir leña)”; “VI. Dimensiones de las medidas de capacidad”; “VII. De los pesos en general”; “VIII. De la balanza, Recapitulación y Aplicaciones del nuevo sistema métrico”, y “IX. Monedas”.

Ambos impresos marcaron el inicio del proceso más difícil en la implantación del sistema métrico en la República, es decir, la incorporación y educación de la población mexicana en el manejo de las nuevas medidas. Los textos se dirigieron primeramente a los funcionarios de gobierno que aplicarían el sistema en la administración pública y a particulares vinculados al comercio, segmentos de la población que estaban obligados a manejar diestramente el nuevo sistema. Instruir al resto de los habitantes del país fue una tarea mucho más difícil, puesto que gran parte de ellos vivía al margen de la economía monetaria y tenía un alto porcentaje de analfabetismo.

Otro elemento que retrasó la difusión del sistema fue la inestabilidad política y la violencia en las que se vio envuelto México de 1858 a 1867, situación que provocó suspensiones y prórrogas en la adopción del sistema e impidió un desarrollo regular de la enseñanza y transmisión del mismo. Al Decreto de 1857 le siguió el del 8 de julio de 1858 que suspendió los efectos de la ley anterior. El del 15 de marzo de 1861 reanudó su vigencia en los actos oficiales y avalúos judiciales a partir del 1 de enero de 1862, fijó la nueva unidad monetaria y sus subdivisiones en decimales,

y de las monedas de oro y plata; autorizó la elaboración de monedas de un centavo de cobre en San Luis Potosí y México, y ordenó la difusión de tablas y patrones en estados, territorios y distritos, además la enseñanza del sistema métrico decimal en escuelas primarias y secundarias según las Tablas del Ministerio de Fomento. A finales de 1863 volvió el presidente Juárez a legislar con relación a las monedas menudas y ordenó a todas las casas de moneda mexicanas acuñar monedas decimales de plata de 5 y 10 centavos de peso. Con estas leyes, las bases normativas del nuevo sistema ya estaban dadas y sirvieron de fundamento a las disposiciones que sobre el sistema métrico decimal se dictaron durante la intervención francesa.

La ocupación francesa y el establecimiento del Segundo Imperio no detuvieron el proceso iniciado por Juárez, es decir, el esfuerzo por implantar el sistema métrico en todo el país continuó sobre la base de las leyes previas y las que se establecieron en esa época. Por un lado, se tomaron medidas generales para su aplicación, entre otras, un nuevo decreto de adopción del sistema métrico y la acuñación de monedas decimales, y otros de índole práctica, como la creación de una fábrica de pesas y medidas y la impresión de libros para escuelas públicas. Uno de los primeros decretos dictados por el Imperio, el 8 de abril de 1864, fue la acuñación de monedas de 5 y 10 centavos del peso nacional y el cese de la amonedación de antiguos reales, medios reales y cuartillos, copiando el Decreto de Juárez de 1863.⁵

Al año siguiente, Maximiliano declaró que, en vista de que el Decreto del 15 de marzo de 1857 no había llegado a cumplirse, “en virtud de las circunstancias extraordinarias por que ha pasado nuestro país” y “siendo una necesidad urgente evitar la confusión que existe en el ramo de pesos y medidas en todo el Imperio”, decretaba la adopción del sistema métrico, sin otras modificaciones que las que exigían las circunstancias particulares en el país, a partir del 1 de enero de 1867. Agregaba que “este sistema sería el único legalmente admitido en el comercio” y que se prohibiría el uso de otras medidas en actos públicos, anuncios de cualquier clase, escrituras privadas, libros y registros de comercio y en cualquier otro título que se exhiba en juicio (Robles Pezuela, 1866: 174-176).

El mismo año de 1865, con el fin de preparar a los escolares en el nuevo sistema, Manuel Ruiz Dávila publicó siete lecciones acerca del sistema métrico tomado de las *Tablas* editadas en 1862 por el Ministerio de Fomento y que fue calificado como de uso forzoso para todas las escuelas públicas del Imperio (Ruiz Dávila, 1865). Pero quizás la medida más importante, y que demostraba la actitud decidida de poner en ejecución el sistema métrico, fue el citatorio público que hizo el Ministerio de Fomento

⁵ Monedas de plata. Se mandó acuñar del valor de diez y cinco centavos para sustituir a las de un real y de medio real que han estado en circulación (Arrillaga, 1864: 117-119).

a las personas interesadas en fabricar pesas y medidas decimales en México para que presentaran sus proyectos.

El 27 de junio de 1865 el ministro de Fomento, Luis Robles Pezuela, emitió una convocatoria en la que asentaba: "con el objeto de expeditar la planteación del sistema métrico decimal de pesos y medidas en el Imperio, conforme está prevenido, se convoca por la presente a las personas que deseen hacer proposiciones para la fabricación de los referidos pesos y medidas" (Robles Pezuela, 1866: 171-174). Los escogidos fueron doña Pilar Dávalos y Compañía quienes firmaron con el ministro de Fomento un contrato exclusivo por dos años a partir del 1 de enero de 1867 para proveer al Imperio de los pesos y medidas del sistema métrico (Robles Pezuela, 1866: 172-174).

Esta empresa recibió un amplio respaldo del gobierno para llevar a cabo el proyecto e importar mercancías. El mismo Robles Pezuela realizó trámites ante el Ministerio de Negocios Extranjeros para que Pilar Dávalos y Compañía importaran las piezas necesarias amparadas por los patrones respectivos y marcadas con el sello que acreditara su verificación. También se solicitó que por medio del ministro de México en París se nombrara un verificador pagado por la Compañía para que se encargara de comprobar la exactitud de las piezas que se enviarían a México y de conseguir que las autoridades francesas marcaran las piezas con el sello nacional que, conforme al contrato, deberían tener cada una antes de expenderse; el mismo verificador debería enviar una nota pormenorizada de todas las piezas autorizadas y remitirla a México (AGN, 1866: vol. 48). En el mismo documento se solicitó al ministro en París que remitiera además una copia de las leyes y reglamentos que estaban vigentes en Francia sobre la tolerancia permitida en los pesos y medidas que se expendían en el comercio, probablemente para que sirviera como base para normar los intercambios locales.

De acuerdo con el contrato, Pilar Dávalos y Compañía estaban obligados a establecer en la capital del Imperio una fábrica para la construcción de todas las piezas del sistema que se denominaría Fábrica Imperial y otros talleres donde mejor conviniera a los intereses de la empresa, además de depósitos de venta en las capitales de los departamentos para surtir al público y al comercio de pesos y medidas necesarias. En lo relativo a impuestos, tuvieron que pagar todos los derechos de importación de maquinarias, útiles y materias primas extranjeras según aranceles vigentes, pero quedaron exentos del pago de los ya fabricados o importados, los que tampoco estarían sujetos a ningún derecho en su tránsito por el interior del territorio. Tampoco incidirían sobre esta empresa toda clase de contribuciones ya creadas o que se crearan en el futuro. Con respecto a la vigilancia de los procesos realizados en las fábricas, se estipulaba que habría un fiel contraste o verificador central en la Fábrica Real nombrado por el Ministerio de Fomento y pagado por la empresa. La Compañía debía también proveer a los talleres o fábricas que se establecieran fuera de la capital de balanzas de precisión

y demás instrumentos indispensables para sus operaciones. Finalmente, con respecto a los precios de todos los pesos, medidas y romanas que vendiera la empresa, se estableció la obligación de que fueran uniformes en todo el país y comprometiéndose la Compañía a entregar al gobierno cinco por ciento del precio de venta de todas las piezas que expendiera.

La conclusión del contrato se fijó el 1 de enero de 1869 y se precisaron las condiciones de la nueva concesión, el valor de las fábricas, talleres y materiales y la forma de pago de los mismos.

A pesar del enorme interés en poner en funciones esta fábrica, lo más probable es que el proyecto sólo se haya quedado en el papel, porque no hemos encontrado testimonios de su construcción.

En síntesis, en el proceso de implantación del sistema métrico de los gobiernos liberales de los años cincuenta y sesenta del siglo XIX y del Segundo Imperio se aprecia continuidad y similitudes. En los decretos emitidos durante el Imperio se hizo referencia a las leyes anteriores y se retomó el contenido de los emitidos durante la República como base de los nuevos edictos; tal es el caso del que ordenó la adopción del sistema métrico en México en 1867, que se basó en el de 1857 y en las *Tablas de Conversión* de 1862, y el que ordenó acuñar monedas decimales de 5 y 10 centavos en 1864 en sustitución de las de un real y de medio real, copia del emitido por Juárez el 26 de octubre de 1863, asimismo en la difusión del Decreto de 1867, puesto que se basó en la educación de funcionarios y de la población en general por medio de diversos impresos y textos escolares (Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. IX: 666-667; Arrillaga, 1864: 117-119).

Al restaurarse la República en 1867, la adopción del sistema decimal se impulsó con más ahínco.

ENTRE MEDIDAS TRADICIONALES Y DECIMALES, EL DESPEGUE DEL SISTEMA MÉTRICO EN MÉXICO

Desterrar el uso de medidas antiguas en la población y en las mismas finanzas gubernamentales, fue un problema a largo plazo. En el periodo que va de 1848 —cuando se registró el primer intento de introducir el sistema métrico en México— al Segundo Imperio, las cuentas de la administración pública mantuvieron un sistema dual en el que se alternaban unidades de medida y monetarias tradicionales y decimales. Esta característica ya se registraba en los aranceles generales del comercio exterior de los años 1853 y 1856 y en las tarifas de derechos a la entrada de mercancías al Distrito Federal de 1853, como ya lo vimos, y permaneció en el Segundo Imperio

como se puede apreciar en las tarifas de la regulación del pago de la francatura en las oficinas de correo del Imperio Mexicano del 28 de abril de 1864, en las que se utilizaron medidas de peso y distancia antiguas pero se fijó el pago en pesos y centavos. Así, para la primera tarifa de franqueo que comprendía una distancia de una a dieciséis leguas para una carta de media onza, se cobrarían 25 centavos, y para la segunda tarifa que iba de diecisiete leguas en adelante, por una carta del mismo peso, 38 centavos (Arrillaga, 1864: 137-140).

También en documentos notariales persistió el uso de valores y efectos en sistemas antiguo y decimal. En la partición de bienes de Ignacio Comonfort de 1865 y de Juan Antonio Béistegui de 1866, se señalaban los valores en pesos y centavos; pero en el documento del segundo, en el inventario de muebles y útiles de escritorio, los objetos chicos, como tinteros, se evaluaron en pesos, y las fracciones de peso, en reales. Lo mismo en el inventario de las existencias y créditos activos y pasivos de las fábricas Colmena y Barrón, donde las telas se midieron en yardas, varas, libras y ochavas (Archivo de Notarías, Partición de bienes de Ignacio Comonfort, 5 de abril de 1865, notario 726 y Partición de bienes de Juan Antonio Béistegui, 1866, notario 726).⁶

El panorama empezó a cambiar al comenzar la década de 1870 cuando, si bien se mantuvo la dualidad en las finanzas públicas y en el resto de la vida económica nacional, fue notoria la decisión de imponer totalmente el sistema métrico en las transacciones comerciales con el exterior. La ordenanza de aduanas del 1 de enero de 1872 fijó por primera vez los derechos a las importaciones, sólo en unidades del sistema métrico (pesos, medidas y unidades monetarias) (véase el cuadro 1) (Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. XII: 6-59). En cambio para el comercio interno prosiguió la combinación de sistemas contables antiguos y el decimal, por ejemplo, en la tarifa para el cobro del derecho de portazgo en el Distrito Federal del 28 de junio de 1873, decretada por el presidente Sebastián Lerdo de Tejada; las medidas y pesos estaban en sistemas antiguos y los impuestos en pesos decimales, tal como se hacía desde mediados de siglo (véase el cuadro 2) (Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. XII).

También en las tarifas de fletes de la línea de vapores de correos, de Veracruz a Nueva York, las medidas de las mercancías estuvieron en unidades tradicionales como zurrónes, sacos, libras, pies y barriles (Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. XII).

La confusión y la falta de destreza en el uso del sistema métrico llegó al extremo en el caso de algunos funcionarios de jefaturas de Hacienda y de aduanas marítimas que, al no saber manejar las monedas decimales, mezclaban el sistema octaval y el nuevo decimal e inventaban fracciones de centavo poniendo quebrados de números

⁶ Información proporcionada por Rosa María Meyer, incluida en su tesis de doctorado en Historia en la UNAM acerca de empresarios mexicanos del siglo XIX.

como medios, tercios y octavos de peso en vez de hacerlo en milésimos; por esa razón, la Tesorería General de la Nación les ordenó en 1871 no volver a considerar fracciones de centavos en sus cuentas (Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. XI: 469-470).

CUADRO 1
Derechos de importación a efectos extranjeros, México, 1872

<i>Efectos</i>	<i>Peso, medida o cuenta</i>	<i>Porcentaje sobre aforo o factura</i>	<i>Cuota fija</i>	
			<i>Pesos</i>	<i>Centavos</i>
Algodón en rama o despepitado	kilogramo			7
Bufandas de algodón	m ²			16
Calcetines de algodón para adultos	docena		1	
Camisas y calzoncillos interiores de algodón	kilogramo		1	50
Cortinas de muselina lisas o bordadas		55		
Cortina de punto, lisas o bordadas	kilogramo		6	
Hilaza de algodón blanca o trigueña	kilogramo			60
Paraguas o quitasoles de algodón	cada uno			55
Brines de lino o cáñamo	m ²			12
Corsés de lino para señoras	docena		6	
Pañuelos de lino bordados	docena		4	50
Casimir de lana grueso o delgado de todos colores	m ²		1	40
Blondas y encajes de seda con abalorio	kilogramo	55		
Pasamanería de seda con metal plateado o dorado	kilogramo	55		
Aceite de olivo en botijas o latas	kilogramo			14
Aldabas de hierro	kilogramo			19
Armas de fuego de todas clases y refacciones	kilogramo			80

Fuente: Dublán y Lozano (1877-1898, vol. XII: 6-59).

CUADRO 2
Derecho de portazgo en el Distrito Federal, 1873

<i>Efectos</i>	<i>Peso o medida</i>	<i>Impuesto</i>	
		<i>Pesos</i>	<i>Centavos</i>
Aceite de ajonjolí	Arroba		60
Aceitunas	Carga de 12 arrobas	1	3
Achiote	Libra		12
Adobe crudo	Millar	3	
Alegria	Carga de 96 cuartillos		77
Alfalfa	Carga de 12 arrobas		9
Aventadores	Gruesa		7
Aves	Docena		12
Azogue	Quintal	2	40
Cacahuate	Carga de 108 cuartillos		24
Canastos y canastillos	Tercios		9
Carbón en burro	Carga de 9 arrobas		9
Carbón en mula	carga de 12 arrobas		12
Carbón en cañoa o carro	Carga de 16 arrobas		18

Fuente: Dublán y Lozano (1877-1898, vol. XII: 476).

EL SISTEMA MÉTRICO HABÍA LLEGADO PARA QUEDARSE

En los últimos años del siglo XIX, el impulso gubernamental y privado para difundir el sistema métrico se hizo cada vez más intenso, aunque todavía hubo algunas prórrogas en su aplicación.

El 20 de diciembre de 1882 el entonces presidente Manuel González emitió un nuevo decreto ordenando que, a partir del primero de enero de 1884 “se usara exclusivamente en toda la República y por todos sus habitantes el sistema métrico decimal en todos los actos oficiales, en el comercio, las artes, en la industria, y en cualquier negocio público o privado”. Nuevamente se prohibió de manera definitiva la utilización, venta, fabricación e importación de las medidas antiguas y se instruyó a la Secretaría de Fomento que publicara las tablas necesarias con las conversiones respectivas (Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. XVI: 439-440).

El mismo año de 1882 Domingo Ibarra solicitó al secretario de Justicia e Instrucción Pública que se le concediera la propiedad literaria de una *Cartilla preliminar teórica del sistema métrico decimal*, con el fin de que se declarara texto oficial en las escuelas nacionales (AGN, s.a.c, vol. 233). En los años siguientes se agregaron otros impresos más especializados.

El interés del gobierno y de los particulares por difundir el conocimiento del sistema métrico se intensificó. El Ayuntamiento de México realizó en 1884 un concurso para elaborar un texto de aritmética para niños que enseñara el sistema métrico decimal en forma simplificada, que ganó Manuel María Contreras y que se publicó en múltiples ocasiones; en 1899 llevaba diez ediciones revisadas y corregidas (Contreras, 1899).

Dos obras escritas por profesionales de la contabilidad mercantil tuvieron también como metas, facilitar y comprender las transacciones, cálculos y operaciones comerciales decimales. En 1884 Emilio A. Marín publicó en Jalapa un manual para comerciantes que allanara las dificultades e inconvenientes que enfrentaban estos profesionales al realizar la contabilidad mercantil. Con el mismo fin, en 1888, Antonio Contreras Aldama editó en Guadalajara un nuevo folleto (Marín, 1884; Contreras Aldama, 1888).

Por otra parte, el gobierno mexicano recogió información útil de otros países que estaban en vías de implantar el sistema métrico, "o que no habían podido poner en práctica aquel sistema". Tal fue el caso de Italia, de donde se enviaron en 1882 las tablas de pesas y medidas que habían estado en uso en las diversas provincias de ese reino y sus relaciones con las nuevas medidas decimales (AGN, s.a.a, vol. 2).

Pero las condiciones aún no eran las apropiadas, y nuevamente se postergaron los plazos de vigencia del sistema. El 14 de diciembre de 1883 se prorrogó su entrada en vigor al 1 de enero de 1886 y, en junio de 1885, Porfirio Díaz decidió nuevamente postergarlo al 1 de enero de 1889, fecha en que se volvió a posponer para enero de 1891 y, finalmente, a enero de 1896 (AGN, s.a.b, vol. 653; Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. XVI: 439, 648-649, vol. XVII: 233, vol. XIX: 317, vol. XX: 347, vol. XXII: 374); esta última sino definitiva (debido a que en 1905 se emitió otra ley que reiteraba que el sistema métrico decimal era el único que regía en México), sí fue la que puso a funcionar el Departamento de Pesos y Medidas u Oficina Verificadora de Primer Orden en la calle de Betlemitas de la ciudad de México, las oficinas del Fiel de Contraste en el resto de las entidades federativas, nuevas tablas de conversión de pesas y medidas y textos escolares (Secretaría de Fomento, 1895; Mirus, 1896 y Oviedo, s.p.i.).⁷ El sistema métrico decimal caminaba con paso seguro hacia su instalación definitiva en México.

⁷ El de Oviedo se vendía en el callejón de Betlemitas y en la mayor parte de las librerías de la capital.

LAS UNIDADES MONETARIAS DECIMALES

Las dificultades más serias para adoptar el sistema métrico decimal se plantearían, en el caso de los metales preciosos y las monedas, por ser estos objetos los productos principales de exportación y medios de cambio. Por más de trescientos años el oro, la plata y las monedas mexicanas habían llegado y mantenido su prestigio en el mercado internacional. El “real de a ocho” o peso fuerte de ocho reales, el legendario peso mexicano que había recorrido el mundo por varias centurias, debía transformarse en un nuevo peso con múltiplos decimales y conservar su personalidad para reconquistar su lugar en el mundo económico con las mismas características intrínsecas que su antecesor (Bátiz Vázquez, 1976). La reforma monetaria fue lenta.

El primer paso del peso mexicano para su transformación en moneda decimal se dio a principios de 1850, cuando se utilizaron extraoficialmente céntimos o centavos de peso en documentos oficiales del gobierno, hecho al que ya nos habíamos referido. Los derechos de portazgo a efectos nacionales que se cobraban en 1853 en la Administración Principal de Rentas de la ciudad de México, y en las recaudaciones subalternas establecidas en las garitas y receptorías, se fijaron en pesos y céntimos, aun sabiendo que los funcionarios no manejaban diestramente las fracciones de peso. Para facilitarles su trabajo, en la nota cuarta de esa tarifa se aclaraban las equivalencias entre reales y céntimos “para aplicar con la mayor aproximación los centavos de peso de ocho reales á la moneda circulante de plata y cobre”. Y, realmente, como se decía en las notas, las equivalencias entre ambas fracciones era sólo un “acercamiento” en el que un real podía equivaler a 11 o a 12 centavos; medio real, cinco o seis centavos; y un cuarto de real, dos o tres centavos, probablemente a discreción del funcionario de la garita. Así, la alcabala de la vainilla era de 27 centavos por libra, es decir, 2 reales y un cuarto, y la sal de Colima de 12 centavos, un real al igual que un par de gamuzas de venado que también pagaba 11 centavos (*Legislación mejicana*, 1853: 459) (véase el cuadro 3).

La adecuación de la unidad monetaria de México al sistema métrico decimal se inició con el Decreto de marzo de 1857, que legalizó por primera vez el uso del sistema y reconoció que la “peseta mexicana pieza de plata del peso de diez gramos con novecientos miligramos de ley, será la unidad monetaria de la República”, que los múltiplos y submúltiplos de las medidas y pesos seguirán la *progresión decimal* y que la explicación de los mismos se darán en tablas especiales que publicará el Ministerio de Fomento. Sin embargo, en las *Tablas de 1857* se ve con ciertas precauciones su conversión y señala que el caso de las monedas “debe considerarse como el más delicado y de vital interés para México”, y que no se emprenderá aún este cambio “hasta que se logre asegurar para México las mismas ventajas de que gozan otras naciones”.

No obstante, se incluyen conversiones de antiguas pesas de pasta para la moneda a sistema métrico y de francos a pesos, reales, granos y fracciones y de monedas de oro y plata a francos (*Sistema métrico decimal*, 1857: 40-41).

CUADRO 3
Equivalencias entre centavos y reales, México, 1853

<i>Centavos</i>	<i>Reales o tlacos</i>
Uno	Un octavo
Dos	Un cuarto
Tres	Un cuarto
Cuatro	Tres octavos
Cinco	Un medio
Seis	Un medio
Siete	Cinco octavos
Ocho	Tres cuartos
Nueve	Tres cuartos
Diez	Siete octavos
Once	Un real
Doce	Un real

Fuente: *Legislación mejicana* (1853: 459).

Al comenzar la década de los años sesenta del siglo XIX, el presidente Benito Juárez emitió dos nuevos decretos. En el de 15 de marzo de 1861 se declaraba que la unidad monetaria de México sería “el peso duro con la ley de 10 dineros veinte granos, o 0,92784 y el peso de un *diez y siete avo de libra*. Este se dividirá en *dos medios o tostones, cuatro cuartos o pesetas y diez décimos ó veinte medios décimos*”. Autorizaba, además, la existencia de una moneda de cobre de un centavo de peso que alcanzó a acuñarse (Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. IX: 122). En el otro, de 26 de octubre de 1863, emitido en San Luis Potosí, ordenaba a todas las casas de moneda la acuñación de piezas de plata de valor de 10 y 5 centavos (Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. IX: 666).

Esta última ley la hizo suya al año siguiente la Regencia del Imperio cuando, fundamentada en la grave escasez de moneda menuda en la ciudad y el grave perjuicio que provocaba en las clases necesitadas, ordenó la amonedación de piezas de plata de diez y cinco centavos del peso nacional en sustitución de las de uno, de medio real y cuartillas que circulaban, mismas que se recogerían y fundirían en las casas de mo-

neda de los departamentos, de una forma lenta, para no perjudicar la circulación, no causar confusión y permitir que se fueran amortizando (Arrillaga, 1864: 117-119). Este Decreto confirmaba la acuñación del centavo de cobre en México y San Luis ordenada por Juárez debido a la misma carencia de moneda menuda.

Restaurada la República, una de las primeras leyes de Benito Juárez fue la de la Reforma Monetaria de 28 de noviembre de 1868, que abolió la circulación de monedas imperiales a partir del 15 de septiembre de 1868.

Asimismo Benito Juárez decretó, en noviembre 28 de 1867, la reforma monetaria sobre la base del sistema métrico decimal, "sin hacer ninguna modificación esencial en el valor de la unidad monetaria de México, generalmente conocida y estimada en el mundo" (Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. X: 164-165). El presidente fundamentaba este cambio en la necesidad de uniformar las subdivisiones de la moneda nacional para beneficio de la población, hacer más sencillas las operaciones comerciales y acabar con el uso simultáneo de monedas con fracciones antiguas y decimales, origen de problemas administrativos y "quebrantos" para los ciudadanos. La unidad monetaria sería el peso de plata con la misma ley y peso que tenía en esa fecha y se dividiría en 2 piezas de 50 centavos, 4 de 25, 10 de 10 centavos y 20 de 5 centavos.

Con respecto a la moneda de cobre de un centavo —que el mismo Juárez había ordenado se amonedara en 1860, 1861 y 1865 para gastos públicos y por escasez de moneda menuda en la capital y varios puntos del estado—, se reformó por defectuosa y provocar daños al comercio, y se fijaron sus nuevas características físicas.

El diseño de las nuevas matrices de la moneda nacional se hizo por convocatoria a grabadores nacionales y extranjeros. Los nuevos pesos de tipo "balanza" se empezaron a acuñar en 1869 y tuvieron las mismas características físicas de los antiguos de 8 reales, aunque con un diámetro algo menor. Las modificaciones que se hicieron en el diseño de las nuevas monedas se acogieron desfavorablemente en el mercado internacional, en el que fueron vistas con desconfianza, especialmente por los comerciantes del extremo Oriente, lo que provocó que se depreciaran en 3 y 4% en el mercado mundial. Por esta razón se ordenó, en una circular del Ministerio de Fomento del 19 de junio de 1873 (Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. XII: 458, 475), que el peso de plata se acuñara nuevamente con el mismo tipo que tenía antes de la expedición de la Ley de 28 de noviembre de 1867, es decir, la del peso de los Ocho Reales de Gorro de la Libertad, que se mantuvo hasta 1897. El resto de las monedas se regiría por la ley anterior (Sobrino, 1972, Dublán y Lozano, 1877-1898, vol. XII: 458, 475). Esa decisión obligó a las casas de moneda a fabricar los cuños necesarios con las matrices del antiguo tipo que existían en sus establecimientos, para no experimentar demoras en sus entregas o, en su caso, proveerse de ellas.

El 27 de mayo de 1897 se sustituyeron esas monedas por un nuevo peso que circularía desde el 1 de enero de 1898, que repetía el diseño del gorro frigio y tenía un tamaño un poco más grande que la moneda anterior. Esta nueva moneda tuvo muy buena aceptación en el extremo Oriente y se acuñó aún en 1908 y 1909, cuando la leyenda de la moneda había cambiado de República Mexicana a Estados Unidos Mexicanos, y aún se demandó en el siglo xx por algunos países orientales.

En síntesis, las condiciones prevalecientes en la política, en la sociedad y en la economía mexicanas en el siglo xix fueron fuertes obstáculos en la implantación del sistema métrico, entre ellas podemos señalar la inestabilidad política y las luchas internas, la intervención extranjera, las rebeliones populares, la debilidad del Estado central, la participación de una pequeña parte de la población en la economía monetaria y el resto en unidades económicas aisladas, muchas veces en condiciones de autarquía, como las comunidades indígenas; la poca población urbana y el alto grado de analfabetismo en todo el país. Además del bajo nivel de mercantilización interna, la existencia de controles y fiscalización interna del comercio, monopolio del comercio en manos de unos pocos comerciantes extranjeros y nacionales, insuficientes vías de comunicación y de transporte fueron factores que limitaron el alcance de la aplicación del nuevo sistema (López Cámara, 1962; Cardoso, 1989). En la medida en que fueron superando estos problemas, fue posible introducir y difundir el sistema métrico en ámbitos más amplios.

El proceso de estandarización de las unidades de peso, de medidas y monetarias sólo se afianzó a finales del siglo xix, cuando el Estado mexicano y sus instituciones se fortalecieron y el mercado nacional alcanzó una mayor integración, sin que esto significara el reemplazo de los sistemas contables tradicionales ni el dominio amplio del sistema decimal en México.

Bibliografía

AGN (ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN)

- s.a.a *Fomento. Pesas y medidas*, vol. 2.
- s.a.b Gobernación, vol. 653. *Fomento. Pesas y medidas*, vol. 2 y caja 118 y folletería, caja 50.
- s.a.c *Instrucción Pública y Bellas Artes*, vol. 233.
- 1856 Circular a todos los directores de caminos y demás ingenieros empleados por el secretario de Fomento, Colonización, Industria y Comercio, M. Lerdo de Tejada, México, 20 de febrero, *Fomento, Leyes y Circulares*, caja 1.

- 1857 Decreto del Ministerio de Fomento, Colonización e Industria de la República Mexicana, 15 de marzo, *Fomento, Leyes y Circulares*, caja 5.
- 1866 Documento: Mejoras materiales. Fomento comunica que se ha concedido a Doña Pilar Dávalos y Compañía privilegio por dos años para la construcción de pesos y medidas del Sistema métrico decimal y que dicha compañía ha solicitado que, por conducto del Ministro en París, se nombre un verificador para que ejecute las operaciones necesarias a fin de comprobar la exactitud de las piezas respectivas que trata de introducir a México. México, enero de 1866 y París mayo 1866, *Relaciones Exteriores*, vol. 48.
- ARCHIVO DE NOTARÍAS
- Partición de bienes de Ignacio Comonfort, 5 de abril de 1865, notario 726 y Partición de bienes de Juan Antonio Béistegui, 1866, notario 726.
- ARRILLAGA, BASILIO JOSÉ
- 1864 *Recopilación oficial completa y correcta de leyes, decretos, bandos, reglamentos, circulares y providencias del poder supremo del Imperio y de otras autoridades que se consideran de interés común*, México, Imprenta de A. Boix, a cargo de M. Zornoza.
- BÁTIZ VÁZQUEZ, JOSÉ ANTONIO
- 1976 *El real de a ocho, primera moneda universal*, México, Fomento Cultural Banamex.
- 2007 *Cambios y permanencias en la moneda mexicana durante el siglo XIX*, Cuernavaca, Congreso Internacional de Historia Económica, octubre.
- CARDOSO, CIRO (coord.)
- 1989 *México en el siglo XIX (1821-1910), historia económica y de la estructura social*, México, Nueva Imagen.
- CONTRERAS, MANUEL MARÍA
- 1899 *Aritmética para niños: contiene la exposición del sistema de numeración: las reglas para ejecutar todas las operaciones hasta las de cambio y aligación: las tablas para las cuatro operaciones de enteros: el sistema métrico decimal: al de pesos y medidas mexicanas é inglesas: tablas para convertir las unidades de un sistema en las del otro, y más, de 400 problemas numéricos con sus resoluciones*, México, Antigua Imprenta de Murguía, 10ª edición.
- CONTRERAS ALDAMA, ANTONIO
- 1888 *Sistema métrico decimal*, Guadalajara, Imprenta de Ramón Loweree.
- CORREO NACIONAL, PERIÓDICO OFICIAL DEL SUPREMO GOBIERNO DE LA REPÚBLICA MEXICANA, EL
- 1848 Querétaro, 13 de noviembre, pp. 2-4.

COVARRUBIAS, JOSÉ ENRIQUE

2000 *La moneda de cobre en México, 1760-1842. Un problema administrativo*, México, UNAM-Instituto Mora.

DUBLÁN, MANUEL Y JOSÉ MARÍA LOZANO (comps.)

1877-1898 *Legislación mexicana o colección completa de las disposiciones legislativas expedidas desde la independencia de la república*, volúmenes VI-XXII, México, Imprenta del Comercio de Dublán y Chávez.

EXPLICACIÓN DE LOS PESOS Y MEDIDAS POR EL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL, MANDADA A PUBLICAR POR EL MINISTERIO DE FOMENTO

1857 México, Imprenta de Vicente García Torres.

GIRÓN, NICOLE

2001 *Folletería mexicana del siglo XIX (etapa 1)*, CD ROM, México, Instituto Mora-Conacyt.

HERRERA, INÉS

2007 "El significado e importancia de la adopción del peso decimal en México en el siglo XIX", ponencia presentada en el coloquio Historia de los Sistemas de Medición en México. 150 Aniversario de la Introducción del Sistema Métrico Decimal en México, 1857-2007.

KULA, WITOLD

1980 *Las medidas y los hombres*, México, Siglo XXI Editores.

LEGISLACIÓN MEXICANA O SEA COLECCIÓN COMPLETA DE LAS LEYES, DECRETOS Y CIRCULARES QUE SE HAN EXPEDIDO DESDE LA CONSUMACIÓN DE LA INDEPENDENCIA

1853 México, Imprenta de Juan R. Navarro.

LEGISLACIÓN MEXICANA

1856 "Arancel General de Aduanas Marítimas y Fronterizas, primero de junio de 1853", pp. 253-254.

LÓPEZ CÁMARA, FRANCISCO

1962 *Los fundamentos de la economía mexicana en la época de la Reforma y de la Intervención (La vida agrícola e industrial de México, según fuentes testigos europeos)*, México, publicación especial del I Congreso Nacional de Historia para el Estudio de la Guerra de Intervención.

MARÍN, EMILIO A.

1884 *Manual del comerciante. Obra que contiene cálculos y operaciones reducidas al Sistema métrico decimal cuyo sistema será obligatorio en toda la República desde enero de 1886*, Jalapa, Imprenta Veracruzana de Agustín Ruiz a cargo de F. R. Andrade.

MIRUS, MANUEL

- 1896 *Equivalencia de medidas y pesas: tablas que fijan la correspondencia legal entre las unidades del antiguo sistema de pesas y medidas y las del moderno métrico decimal, deducidas de las unidades preceptuadas por la ley federal de 19 de junio de 1895*, México, Imprenta del Timbre.

OVIEDO, PAULINO MARÍA

Tratado elemental de aritmética para el uso de las escuelas de Gobierno, de las municipales y la Compañía Lancasteriana de México, 3ª edición, s. p. i.

ROBLES PEZUELA, LUIS

- 1866 *Memoria del Ministerio de Fomento*, México, Imprenta de J. M. Andrade, F. Escalante.

RUIZ DÁVILA, MANUEL

- 1865 *Cartilla del Sistema Métrico Decimal. Breve, clara y precisa explicación del Sistema métrico-decimal y de las reglas para convertir las medidas, pesas y monedas mexicanas antiguas en las métrico-decimales, ó éstas en aquellas, escrita para uso de las escuelas por el profesor...*, Obra examinada y aprobada por la Sociedad de Geografía y Estadística, aprobada y recomendada por el Ministerio de Fomento al Supremo Gobierno y declarada de asignatura forzosa para todas las escuelas públicas del Imperio, por circular del Ministerio de Justicia e Instrucción Pública, de 9 de febrero del presente año, México, Imprenta de Abadiano.

SECRETARÍA DE FOMENTO, COLONIZACIÓN E INDUSTRIA. DEPARTAMENTO DE PESAS Y MEDIDAS

- 1895 *Tablas que fijan la correspondencia legal entre las unidades del Sistema de Pesas y Medidas usado en la República Mexicana y las unidades del Sistema métrico decimal prevenidas en el Reglamento de la Ley de 19 de noviembre de 1895*, México, Secretaría de Fomento.

SISTEMA MÉTRICO DECIMAL. TABLAS QUE ESTABLECEN LA RELACIÓN QUE EXISTEN ENTRE LOS VALORES DE LAS ANTIGUAS MEDIDAS MEXICANAS Y LAS DEL NUEVO SISTEMA LEGAL, FORMADAS EN EL MINISTERIO DE FOMENTO CONFORME A LA LEY DE 15 DE MARZO DE 1857

- 1857 México, Imprenta de J. M. Andrade y F. Escalante.

SISTEMA MÉTRICO DECIMAL. TABLAS QUE EXPRESAN LA RELACIÓN ENTRE LOS VALORES DE LAS ANTIGUAS MEDIDAS MEXICANAS Y LAS DEL NUEVO SISTEMA LEGAL FORMADAS POR ORDEN DEL C. MINISTRO DE JUSTICIA Y FOMENTO POR LA SECCIÓN CIENTÍFICA DEL MISMO MINISTERIO

- 1862 México, Imprenta de Vicente García Torres.

SOBRINO, JOSÉ MANUEL

1972 *La moneda mexicana. Su historia*, México, Banco de México.

TENA, FELIPE (COORD.)

2002 *Leyes fundamentales de México, 1808-2002*, México, Porrúa.

VERA, HÉCTOR

2005 “Cuándo, dónde y cuánto: el tiempo, el espacio y las medidas como problemas sociológicos”, *Sociológica*, 20, 58 (mayo-agosto), pp. 103-129.

2007 *A peso el kilo. Historia del sistema métrico decimal en México*, México, Libros del Escarabajo-Embajada de Francia.

El sistema monetario decimal: cambios de fondo y de forma, 1857-1870

José Antonio Bátiz Vázquez

INTRODUCCIÓN

Entre la bibliografía que consulté para preparar este artículo, tuve oportunidad de tener en mis manos un documento de 1865, de la biblioteca que fuera del licenciado José Lorenzo Cossío y Cosío, titulado *Cartilla del sistema métrico decimal* (Ruiz Dávila, 1865).

Este manual, de 42 páginas, fue declarado de asignatura forzosa para todas las escuelas públicas del Imperio y fue aprobado por la Sociedad de Geografía y Estadística. Su autor, el profesor Manuel Ruiz Dávila, divide la obra en una introducción o nociones preliminares, seis apartados en que trata sucesivamente de las medidas de longitud, de superficie, de volumen, de capacidad, de peso y de las monedas, y un último apartado que contiene las reglas para convertir las medidas mexicanas antiguas en métrico-decimales y viceversa.

Su lectura da idea de la complejidad que debe haber representado, por ejemplo, convertir las varas y leguas a metros o las cargas, fanegas y almudes a litros, o transformar las pesas comunes en ese entonces (es decir, el quintal, la arroba, la libra, la onza, el adarme y el grano) a kilos y gramos.

También debe haber tenido su grado de dificultad que no sólo los niños y los jóvenes, a quienes iba dedicado ese manual, se acostumbraran a hacer sus operaciones cotidianas con monedas en centavos, en vez de en reales, sino también los adultos y el comercio en general, que tuvieron que cambiar sus reales de a dos, de a cuatro y de a ocho, por pesetas, tostones y pesos.

Esta cartilla debe haber sido un útil instrumento de capacitación y consulta, y es una de las varias que se publicaron en años posteriores sobre este asunto.

Entre otras fuentes, revisé la obra *Antología numismática mexicana* (Muñoz, 1977), publicada y escrita por el ingeniero Miguel L. Muñoz, reconocido investigador —ya fallecido— quien fuera presidente de la Sociedad Numismática de México y luego de la Academia Mexicana de Estudios Numismáticos, en la que localicé un documentado artículo sobre la adopción en México del sistema monetario decimal; menciona los antecedentes en varios países de los que, por su notorio interés, destaco dos: Francia y los Estados Unidos.

Francia fue la precursora del uso del sistema decimal en las monedas, ya que desde el 15 de agosto de 1795, cuando estableció el franco, decretó que sus divisiones fueran en diez décimas y cada décima en diez centésimas.

En los Estados Unidos, el peso mexicano de plata circuló y fue moneda legal hasta el 21 de febrero de 1857 (hace también 150 años) y donde ya antes había sido aprobada por el Congreso la ley que autorizó el sistema monetario decimal, que se aplicó más tarde y que nunca se extendió a las medidas y pesos.

LA MONEDA MEXICANA

Por lo que respecta a la moneda mexicana, conviene resaltar que su cambio al sistema decimal no fue sencillo y requirió de un proceso de casi cuatro décadas.

Si la adopción del sistema métrico decimal en México principió con el decreto expedido por el general y presidente Ignacio Comonfort el 15 de marzo de 1857, pasarían varios años para que se iniciara su aplicación y muchos más para completarla y que fuera de obediencia general para toda la población.

Ello se explica por dos razones fundamentales: la primera es la añeja costumbre de la población de usar el sistema español, de tipo octaval y conocido como "a la dobla", que comenzó en la Nueva España cuando se puso en marcha, en 1536, la Casa de Moneda de México y que para 1857 llevaba funcionando 321 años.

La moneda unitaria en España en ese entonces (1536), era el *real de Castilla o castellano* y tenía múltiplos de 2, 4 y 8 reales y sus divisiones o submúltiplos de $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$ de real, todas en plata. Conviene aclarar que la acuñación de estas piezas no fue regular durante esos 321 años, ya que, con el correr del tiempo, se suprimieron o aumentaron valores según fue necesario; no obstante, éstas fueron las denominaciones más comunes y constantes.

Algo similar pasó con las monedas de oro, aunque eran de menor antigüedad, ya que empezaron a acuñarse tardíamente en 1679, con base en el mismo sistema octaval. La moneda unitaria era el *escudo* y en forma semejante a las de plata tenía sus múltiplos de 2, 4 y 8 escudos, y exclusivamente un submúltiplo de $\frac{1}{2}$ escudo.

Ese sistema monetario se mantuvo incluso después de consumada la independencia del país, asimismo durante el imperio de Agustín de Iturbide y hasta las primeras cuatro décadas del gobierno republicano.

La segunda razón que aclara el retardo en la implantación del nuevo sistema decimal, tiene que ver con la situación política y económica por la que pasaba el país.

En 1857 se promulgó la Constitución, el general Comonfort abandonó el país y fue nombrado presidente interino el licenciado Benito Juárez. Se desató la guerra de

Reforma, también conocida como la guerra de los tres años, y ese complicado contexto impidió que se iniciara la acuñación decimal, a pesar de que el 15 de marzo de 1861, cuatro años exactos después del primer decreto, Benito Juárez expidiera otro con el mismo objetivo, es decir, implantar el sistema métrico decimal en las monedas, que tendría una obediencia limitada y tardía.

En resumen, por 321 años se utilizó el mismo sistema monetario octaval, lo que por supuesto acostumbró a la población a su uso, y no hay duda de que los cambios de costumbres requieren tiempo y una reeducación. Y a ello se sumó el estado de guerra en el país, que marcó otras prioridades e impidió por años que se lograra la implantación del nuevo sistema decimal en la moneda mexicana.

Como anécdota en la historia de la numismática nacional, vale recordar que se conocen dos intentos de acuñar moneda decimal: uno, anterior al primer decreto, consistió en unas pruebas de amonedación de piezas en cobre, de un centavo, fechadas en 1841, y el otro, también de monedas de un centavo, fechadas en 1862 (Sobrino, 1972: 104-105, 109): el inicial es interesante porque se trata de la primera moneda mexicana en que se menciona la palabra centavo; su anverso consistía en la figura de la Libertad en postura sedente, viendo a la derecha, con una lanza en la mano izquierda y en la derecha un libro abierto con la palabra "LEY"; a su izquierda las fasces romanas y a la derecha la palabra "LIBERTAD". En la parte inferior de la moneda, llamada exergo, aparecía el nombre del grabador "L[uciano] RÓVIRA". Su reverso era sencillo, dentro de una corona de encina y laurel la inscripción en cuatro líneas "UN-CENTAVO-1841-M". Su circunferencia o módulo era de 31 milímetros.

PRUEBA DE UN CENTAVO, DE 1841



Las pruebas de un centavo de 1862 fueron hechas en cobre y plata. Su anverso lleva el águila mexicana viendo a la izquierda, que es una posición que sólo se observa en estas monedas. En la mitad baja de la circunferencia de la pieza hay una guirnalda de encina y laurel; y en la alta, la leyenda "REPÚBLICA MEXICANA". En su

reverso, dentro de una corona cívica y en cuatro líneas, similares a las de la prueba anterior: "UN-CENTAVO-1862-M", y más abajo el nombre del grabador: "PAREDES" (aunque no aparece en todas las variantes).

PRUEBA DE UN CENTAVO, DE 1862



No obstante, la acuñación decimal se realizó a principios de marzo de 1863, cuando se acuñaron en la Casa de Moneda de México piezas de un centavo que sí llegaron a circular. Para ese año, Benito Juárez se vio obligado a abandonar la capital de la república y partir rumbo al norte por la intervención francesa.

Estas piezas se acuñaron conforme al decreto del presidente Juárez del 15 de marzo de 1861 (que confirmaba el anterior de 1857), y con el que se inició la implantación en el país del uso del sistema métrico decimal.

En resumen, el Decreto del 15 de marzo de 1861 decía que:

- la unidad monetaria sería el PESO DURO con igual peso y la misma ley del Ocho Reales antiguo. Sus divisiones serían de dos medios o tostones; cuatro cuartos o pe-setas; diez décimos o veinte medios décimos. Las monedas de oro tendrían como unidad la moneda de diez pesos y se llamaría Hidalgo; la de veinte, Doble Hidalgo; la de cinco Medio Hidalgo; Cuarto de Hidalgo la moneda de dos y medio pesos y Décimo de Hidalgo la moneda de un peso de oro. Este decreto no entró en funcionamiento. (Muñoz, 1977)

En el Artículo 5º que habla de las monedas se menciona la de un centavo de peso, en cobre, como única de ese metal y complementaria de las de plata y oro. Su anverso consiste en una clásica alegoría de la Ley, que ocupa casi todo el campo de la moneda, representada por una mujer sentada y vestida con una túnica. En su mano izquierda sostiene una lanza y el brazo derecho lo apoya sobre un libro abierto que

contiene la palabra "Ley". La enmarcan las palabras "Libertad" y "Reforma", y en el exergo aparece el apellido del grabador, "Paredes", en letra más pequeña. El diseño es muy similar a la prueba descrita de 1841.

Instalado su gobierno en San Luis Potosí, Juárez decretó la acuñación de monedas de cinco y diez centavos en plata y de un centavo en cobre, que se acuñaron también en 1863 en la Casa de Moneda de la capital potosina. Estas tres, más el centavo acuñado en la Casa de Moneda de la ciudad de México, constituyen las primeras monedas decimales mexicanas.

MONEDA DE UN CENTAVO, DE 1863



Fue durante el imperio de Maximiliano de Habsburgo cuando se popularizó más el sistema decimal, ya que toda su acuñación fue en ese sistema y comprendió las piezas mayores con denominaciones de 50 centavos y un peso en plata y la de 20 pesos en oro que, contra la práctica común, no llevan marcada la ley; además de la moneda menuda de un centavo en cobre y de 5 y 10 centavos en plata, acuñadas estas últimas desde 1864, durante la Regencia presidida por Juan N. Almonte, y que ya ostentaban la leyenda "Imperio Mexicano".

MONEDA DE UN PESO. IMPERIO DE MAXIMILIANO, DE 1866



Por lo que respecta a las monedas decimales juaristas, se acepta que el decreto que se expidió el 28 de noviembre de 1867 puede considerarse como “el acta de nacimiento de nuestro sistema métrico decimal”, ya que a partir de él se fueron acuñando las nuevas monedas entre 1867 y 1870. Este último año fue el primero en que México tuvo moneda decimal en todos sus valores: existen monedas de plata de 5 y 10 centavos desde 1867, de un centavo en cobre desde 1869 y en ese mismo año se inició la acuñación de las piezas de plata llamadas “de balanza”, en denominaciones de un peso y de 50 y 25 centavos.

El Decreto del 28 de noviembre de 1867,

es largo, tiene cuatro considerandos y trece artículos, los que en apretado resumen especifican que: la unidad monetaria seguiría siendo el peso de plata con la misma ley y peso que tenía hasta la fecha; que se dividiría en dos piezas de 50 centavos, en 4 de 25, 10 de 10, 20 de 5, en plata, o 100 de un centavo en cobre. Las monedas de oro serían de 20 pesos, de 10, de 5, de 2.50 y de un peso. Menciona sus respectivos ley, peso y diámetro y determina que deberían llevar expresado con toda claridad su respectivo valor, las iniciales del nombre del ensayador del gobierno, el lugar y año de su fabricación y marcarse la ley en la plata y el oro. Por último fija la fecha del 15 de septiembre de 1868 para dejar abolida la circulación de las monedas imperiales y de las acuñadas en el antiguo sistema. (Muñoz, 1977)

Las muy bellas monedas con la efigie de Maximiliano y las nuevas que mandó hacer el presidente Benito Juárez, una vez restaurada la República y conforme al citado Decreto del 28 de noviembre de 1867, nos permiten abordar el tema de los cambios de forma de las monedas, que son fundamentalmente de diseño y del mensaje que cada uno de ellos expresa (Bátiz, 2006).

CAMBIOS DE FORMA

Como monedas tipo describiré exclusivamente las correspondientes a la denominación de un peso, que suplieron al afamado 8 Reales o Real de a Ocho, que había circulado por más de trescientos años no sólo en el territorio nacional (primero novohispano y luego mexicano), sino prácticamente por todo el mundo, ya que fue la primera moneda universal (Lagunilla, 1976). Coincidentemente estas monedas tienen el mismo diseño que sus correspondientes de 20 pesos en oro.

DESCRIPCIÓN DEL PESO DE MAXIMILIANO

El imperio de Maximiliano de Habsburgo, desde el punto de vista numismático, fue muy rico y lleno de novedades. Destacó grandemente el trabajo del grabador mexicano Sebastián Navalón, quien con sus discípulos Antonio Spíritu y Cayetano Ocampo, diseñaron y realizaron monedas y medallas que destacan por su belleza y su valor artístico.

Una de ellas, tal vez la más emblemática, fue la moneda de un peso, la primera en que se utilizó esa denominación —que hasta la fecha es la unidad monetaria del país— y que sustituyó, con igual valor, peso y ley (aunque con diámetro ligeramente inferior) al afamado y trisecular Ocho Reales. Su anverso muestra el perfil del emperador viendo a la derecha, con un perfecto delineado de su bigote, barba y cabello. El busto completo, sobrio y elegante, queda enmarcado entre las palabras “Maximiliano” y “Emperador”, y en el exergo, artísticamente presentados, aparecen los apellidos de los tres autores ya citados.

El reverso de la pieza también es producto del artístico trabajo de Navalón, Ocampo y Spíritu y muestra un bello escudo de armas del Imperio mexicano, consistente en un marco ovalado con el águila de frente y alas extendidas, flanqueado por sendas figuras de grifos, esos animales fantásticos —mitad león y mitad águila— que en ocasiones personificaban al mal y en otras servían sólo de adorno, como aquí, que son los tenantes o soportes del escudo. Figuran también dos grandes espadas cruzadas en el fondo y, como cimera, una soberbia corona imperial. Fue diseñado expresamente para Maximiliano y, como era de esperarse, refleja el estilo europeo de la época e incluso muestra similitudes con el escudo de Napoleón III.

La barba de Maximiliano, vista la pieza de cabeza, semeja la cornamenta de un macho cabrío. A esa similitud posteriormente se le han tratado de encontrar significados con fobias políticas, pero es una atribución sin sustento.

Los tres grabadores citados que destacaron mucho en la elaboración de medallas conmemorativas, formaban parte de la afamada Academia de San Carlos o de las tres nobles artes (pintura, escultura y arquitectura), fundada en 1785 y que tuvo sus épocas de auge en el grabado en hueco, primero durante los años de su fundación con Jerónimo Antonio Gil y luego a mediados del siglo XIX bajo las enseñanzas de Santiago Bagally.

El diseño del peso de Maximiliano, aunque moderno y afrancesado, maneja el mismo discurso de las monedas de los Borbones, el poder real reflejado en el rostro del emperador y del escudo de la casa reinante (Bátiz y Horz, 2001).

DESCRIPCIÓN DEL PESO PLATA DE BALANZA O "JUARISTA"

El anverso común de las monedas juaristas es el escudo nacional con el águila de alas extendidas; abajo el año y arriba la leyenda "República Mexicana". El reverso de la moneda de un peso ostenta una muy completa y hermosa alegoría de la república, en la que figuran los tres poderes: Legislativo, Judicial y Ejecutivo, representados, respectivamente, por un pergamino con la palabra "Ley", una balanza en equilibrio y una espada; sobre este conjunto, un gorro frigio radiante que lleva la palabra "Libertad". Lleva gráfila o cordoncillo perimetral de líneas finas y abajo los datos de denominación, ceca y ley del metal.

Este diseño, que caracteriza la época del presidente Benito Juárez, se utilizó en varias denominaciones (un peso, 50 y 25 centavos en plata y 20, 10 y 5 pesos en oro) durante varios años en el siglo XIX, y se repitió en las famosas "pesetitas" de plata (25 centavos) acuñadas de 1950 a 1953.

Las monedas juaristas dieron prioridad en su diseño al escudo nacional en su anverso, reflejando lo dispuesto por la ley desde 1824; y en su reverso a la alegoría de la República (que se restauraba) y a sus tres poderes. Se redondeó el mensaje con el gorro frigio que simboliza la libertad.

Otros cambios experimentaría la moneda mexicana entre 1870 y el fin del siglo XIX y otros más profundos a partir de 1905, cambios también de fondo y de forma que quizás sea oportuno tratar en otra ocasión.

LA OPINIÓN DE MANUEL PAYNO

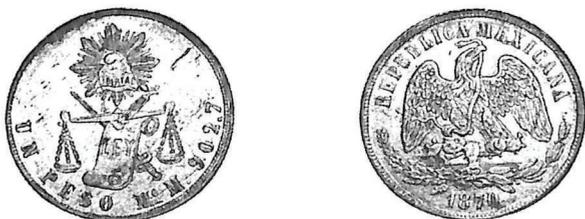
Estimo útil concluir estas notas con la reseña del pensamiento de don Manuel Payno sobre la introducción de la moneda decimal y sus consecuencias en la población. Como se sabe, Payno fue multifacético: secretario de Hacienda, diputado, senador, profesor, diplomático, periodista, historiador y novelista.

Escribió entre 1869 y 1871 un conjunto de artículos en el periódico *El Siglo Diez y Nueve*, principalmente sobre asuntos relacionados con las finanzas y el dinero (Payno, 2005). De ellos dedicó ocho al tema de la moneda decimal, escritos entre mayo y diciembre de 1870, en los que critica su forma y el efecto que el cambio de sistema ocasionó a las clases pobres y a la economía nacional en su conjunto. Los tituló "La Nueva Moneda", con excepción del quinto de la serie, que tuvo un título especial, más descriptivo: "Lo que sucede en la práctica con la moneda decimal".

Se refiere en particular a las monedas de un peso conocidas como "de balanza" que se empezaron a acuñar en 1870 y se dejó de hacerlo en 1873. De ellas no le

gustó el diseño del águila, del que dice que “es enteramente distinto del que usamos” y añade que “la figura del pájaro es imperfecta”. Critica también que en su reverso “tiene un emblema entero que se puede interpretar de mil maneras y no todas favorables”; habla mal del gorro frigio, del resplandor o ráfaga de luz, y de su significado (2005: 266-267).

MONEDA JUARISTA DE UN PESO, DE BALANZA, DE 1870



Argumenta que entre la población pocos conocen y entienden el nuevo sistema decimal, y que al aplicarlo en las operaciones de compra-venta se perjudica al pueblo o al comercio, por la carencia de denominaciones inferiores al centavo, ya que los precios tienden a ajustarse en perjuicio del más débil.

A su juicio, utilizar el sistema métrico decimal era una imitación extralógica de “la Francia”, “una parodia ridícula” y una costumbre que no siguen ni los Estados Unidos ni Inglaterra (2005: 274).

Insiste en señalar que la nueva moneda no fue bien aceptada en los mercados de Oriente, principalmente en China donde los anteriores pesos se recibían con premio y para ese momento se recibían con descuento de hasta tres por ciento (2005: 270-271).

La utilización de la nueva moneda –concluye– está resultando “una contribución gravosa que recae en los más pobres y [es] enteramente inútil para el gobierno” y utiliza ejemplos recabados en mercados y tiendas que demuestran o apoyan su aseveración. “Se compra por reales, medios y pesetas en el menudeo, y se paga con monedas de centavos. He aquí la complicación. He aquí la pérdida para la gente más infeliz” (2005: 370) ya que, al convertir el real a centavos resultan $12 \frac{1}{2}$; y el medio real, $6 \frac{1}{4}$, y ya no se diga el tlaco, que representaría tres centavos y un octavo, y que como no hay monedas de esas denominaciones se pierde la fracción.

Opina y propone que se vuelva a la moneda de cuño antiguo, sin más variación que la del cordón, que considera útil “porque eso en efecto impide la falsificación y el recorte”, por lo que atañe a su diseño y a su aceptación en el Oriente. Y añade que

“en cuanto a la división del peso, sostenemos la antigua, no por un espíritu de retroceso ni de aversión al sistema decimal, sino precisamente porque juzgamos estas innovaciones no en su excelencia teórica, sino en su aplicación práctica en nuestro país” (2005: 461).

No cabe duda de que sus críticas, sumadas a la terca realidad, contribuyeron a regresar al uso de las monedas de ocho reales de diseño anterior, “los pesos de resplandor”, preferentemente para la exportación al Oriente, situación que, como ya se dijo, se prolongó hasta finales del siglo XIX. No obstante, para las piezas menores se mantuvo el nuevo sistema decimal, que se impuso y domina hasta el presente.

CONCLUSIÓN

Se puede afirmar que la implantación del sistema decimal en la moneda mexicana fue un proceso largo y complicado, como era natural en un país acostumbrado por más de trescientos años a utilizar el sistema octaval español y con una población predominantemente pobre y carente de educación escolarizada.

Como todo cambio, provocó reticencias y rechazo de algunos de los involucrados, en este caso de personas que no lograban entenderlo o de las que entendiéndolo afectaba su economía o, como se vio en los artículos de Manuel Payno, en las que se percataron que el cambio —no de sistema sino de diseño de la moneda de plata— afectaba su aceptación en el Oriente y perjudicaba a la economía nacional.

Aunque el cambio de sistema tardó varias décadas, no puede negarse que contribuyó a que México ingresara a la modernidad en esa materia, equiparándolo con una buena cantidad de países que por esos años adoptaron el sistema decimal y, lo que es más importante, el cambio se logró sin que las autoridades (tanto del imperio de Maximiliano como las de la República, antes y después del imperio) lo aprovecharan para lucrar, ya que se mantuvieron la misma ley y el mismo peso de las monedas de oro y de plata que circulaban con anterioridad; además de que se introdujeron monedas de un centavo, de dos y de cinco que contribuyeron a facilitar las compras al menudeo de las capas media y baja de la población. Fue, en resumen, un cambio positivo y permanente.

Bibliografía

BÁTIZ VÁZQUEZ, JOSÉ ANTONIO

- 2006 "Permanencias y cambios en la moneda mexicana durante el siglo XIX", *El Boletín Numismático*, núm. 210, México, Sociedad Numismática de México, pp. 16-32.

BÁTIZ VÁZQUEZ, JOSÉ ANTONIO Y ELENA HORZ DE SOTOMAYOR

- 2001 "La belleza de la moneda mexicana", en Horz y Chapa, *La moneda mexicana*, México, Banco de México, pp. 141-188.

CARRERA STAMPA, MANUEL

- 1967 "El sistema de pesos y medidas colonial", *Memorias de la Academia Mexicana de la Historia*, t. XXVI, núm. 1, pp. 1-37.
- 1968 "El sistema monetario colonial (1521-1821)", *Memorias de la Academia Mexicana de la Historia*, t. XXVII, núm. 1, pp. 15-62.

GÓMEZ DE LA CORTINA, JOSÉ

- 1975 *Nociones elementales de numismática*, México, edición facsimilar de la Academia Mexicana de Estudios Numismáticos.

LAGUNILLA IÑÁRRITU, ALFREDO (coord.)

- 1976 *El Real de a Ocho. Primera moneda universal*, México, Fomento Cultural Banamex.

MUÑOZ, MIGUEL L.

- 1977 "El Sistema Monetario Decimal, su adopción en México" en *Antología numismática mexicana*, México, edición del autor.

PAYNO, MANUEL

- 2005 *Periodismo político y social*, t. I, México, Conaculta.

ROMERO DE TERREROS, MANUEL

- 1952 *La moneda mexicana. Bosquejo histórico numismático*, México, Banco de México.

RUIZ DÁVILA, MANUEL

- 1865 *Cartilla del sistema métrico decimal*, México, Estereotypia de M. Ruiz Dávila.

SOBRINO, JOSÉ MANUEL

- 1972 *La moneda mexicana, su historia*, México, Banco de México.

El peso mexicano: de unidad de cuenta a unidad monetaria

Juan Cristóbal Díaz Negrete

EL PESO, UNIDAD DE CUENTA

Es cierto que el sistema decimal se adoptó legalmente en la amonedación mexicana hasta la segunda mitad del siglo XIX y, con ello, el *peso* como unidad monetaria del país, pero el uso de este término en México como moneda se remonta a los años inmediatos posteriores a la conquista.

Cuando los españoles se establecieron en el territorio de la América septentrional, se encontraron con una severa escasez de medios de pago, ya que las contadas monedas castellanas que traían consigo resultaron a todas luces insuficientes para satisfacer la creciente demanda de circulante metálico en el futuro Virreinato de la Nueva España; ni siquiera las remesas de moneda enviadas al Nuevo Mundo por Carlos V en 1523 resolvieron el problema. Por ello, los conquistadores adoptaron el uso monetario del cacao y de las tajaderas de cobre, heredado de los antiguos mexicanos, en operaciones mercantiles. Sin embargo, a lo largo del siglo XVI esta práctica fue abandonada, ya que tales medios de cambio sufrían variaciones continuas en su valor y porque se les vinculaba con las culturas tradicionales indígenas cuya erradicación habían emprendido los españoles.

En lugar de los granos de cacao y de las tajaderas de cobre, los españoles utilizaron piezas de metal fino. En un principio los conquistadores, que carecían de autorización para acuñar moneda (derecho reservado exclusivamente al soberano), adoptaron la práctica de relacionar el peso de fragmentos de oro con el peso del castellano, moneda áurea que en aquellos años corría en la península.¹ De tal manera que un fragmento de oro, cuyo peso equivalía al de un “castellano”, era llamado un peso. En otras palabras, un *peso* en oro equivalía al peso de un castellano. Esta práctica se generalizó en gran parte de la América Latina, por lo que no debe extrañarnos que en varias naciones del subcontinente se utilice, hasta la fecha, al *peso* como unidad monetaria.

De esta manera, durante los primeros años del dominio español en América Latina nació el peso como una moneda de cuenta, es decir, como una moneda que

¹ El *castellano*, con un peso de 4.6 gramos, equivalía a una cincuentava parte del marco de oro o, lo que es lo mismo, a 8 tomines.

carecía de existencia real o material pero que se utilizaba como unidad de valor o referencia. Así, la primera moneda utilizada en América Latina fue una moneda de cuenta que hizo del *peso* y del castellano sinónimos.

EL PESO DE TEPUZQUE

El oro en polvo o lámina, que sustituyó al castellano en la circulación, se fundía en amalgama con el cobre, en discos de diferentes tamaños que equivalían al peso del castellano y al de sus submúltiplos. Esta operación era estrechamente vigilada por las autoridades que marcaban las piezas con un sello de la Real Hacienda. No obstante, estos discos de oro y cobre, cuya emisión se inició hacia 1522, gozaron de escasa aceptación del público, debido a que se les alteró profusamente, al reducirse su contenido de oro y, en su lugar, se les agregaba cobre, de tal manera que estas piezas tenían cada vez más cobre y menos oro.

Fue por ello que los naturales, al darse cuenta del fraude, empezaron a llamar a estas piezas, oro o pesos de tepuzque (que en náhuatl significa cobre) y de donde, es probable, que proceda la muy mexicana expresión de “chapuza” en el sentido de trampa o engaño. Por tal alteración, el valor de estas monedas variaba en cada caso, ya que dependía del peso y de la fineza de cada ejemplar. Para solventar tal problema, el virrey don Antonio de Mendoza dispuso, en julio de 1536, que se fijara en un real el valor del tomín de *tepuzque* (una octava parte del castellano).

Pese a que los pesos de tepuzque circularon extensamente a lo largo del siglo XVI, en la actualidad no se conoce un solo ejemplar ya que, seguramente, todas las piezas pasaron por el crisol del fundidor para aprovechar sus menguados contenidos de oro.

EL PESO DURANTE EL VIRREINATO

Cuando en 1535 llegó a México don Antonio de Mendoza, trajo consigo su nombramiento como el primer virrey de la Nueva España y la Real Cédula del 11 de mayo de 1535, la cual ordenaba la fundación de la Casa de Moneda en México y establecía las suertes que habrían de ser acuñadas en la ceca, conforme al sistema octaval español.

Durante el periodo virreinal, es decir, de 1536 a 1821, en la Casa de Moneda de México se acuñaron los siguientes tipos numismáticos y en las denominaciones que se señalan a continuación, correspondientes al sistema octaval:

- Moneda del tipo *Carlos y Juana* (1536-1572).
- Moneda *macuquina* (1572-1734).
- Moneda redonda (1732-1821) (incluye los tipos *columnario, de busto y peluconas*).

Denominaciones acuñadas:

- Oro (su acuñación se inició en 1676):

8 escudos (*onza o doblón*).

4 escudos (*media onza o doblón de cuatro*).

2 escudos (*doblón de dos*).

1 escudo (*octavo de onza*).

½ escudo. Acuñación exclusiva de Fernando VII.

- Plata:

8 reales (*real de a ocho o peso*). Aunque se conocen algunos raros ejemplares de esta denominación del tipo de *Carlos y Juana*, su acuñación regular se inició hasta 1572.

4 reales (*tostón*).

3 reales. Únicamente se acuñó durante el primer periodo de *Carlos y Juana*.

2 reales (*peseta*).

1 real.

½ real.

¼ de real. Acuñado a partir de 1796.

- Cobre:

4 y 2 maravedís. Acuñados únicamente durante el periodo de *Carlos y Juana*.
¾, ¼ y ⅛ de real. Acuñadas durante el reinado de Fernando VII.

Como vemos, este sistema monetario era bimetálico y el valor de la pieza de 8 reales o *peso* era igual al del ½ escudo (es decir, la equivalencia era de dieciséis partes de plata por una de oro: de 16 a 1); aun cuando a lo largo de los trescientos años de vida colonial en México se modificó en varias oportunidades la ley de las monedas, esto es, sus contenidos de metal fino, dicha equivalencia se mantuvo vigente.

En cuanto al uso del término “peso” durante el virreinato, debemos señalar que se utilizaron indistintamente las expresiones “real de a ocho” y “peso” para designar las

monedas de 8 reales de plata. El término “peso” también se utilizó, por ejemplo, en el caso de los *pesos de minas* (piezas octagonales de plata acuñadas en la Casa de Moneda de México en 1611, en cuyo anverso, única cara grabada, observamos una cruz, el año de acuñación, la ceca M^o y la palabra “REI” y cuyo contenido de plata correspondía al de una moneda de 8 reales). Por otra parte, en Oriente, por influencia mexicana, adoptaron el término para referirse a las monedas de plata acuñadas en México a nombre de Carlos IV, a las que denominaron *pesos del viejo o del brujo* o bien *cabezas viejas*, en referencia al busto del monarca que ostentan en su anverso. Lo cual revela la permanencia en el virreinato de la Nueva España y en otras partes del mundo, del uso del término “peso” para referirse a las piezas de 8 reales de plata.

LOS PRIMEROS PESOS

Las primeras piezas monetarias de nuestro país, denominadas oficialmente en pesos, corresponden a la emisión de “haré buenos”, ordenada por el emperador mexicano Agustín de Iturbide, el 20 de diciembre de 1822.

Para afrontar la penuria del erario prevaleciente en México, después de poco más de una década de lucha independentista, Iturbide recurrió infructuosamente a los préstamos forzosos y al descuento de sueldos de militares y civiles, por lo que se vio obligado a ordenar la emisión de papel moneda, conforme a un proyecto elaborado en 1822 por don José María Ramos Palomera. Al iniciar el año siguiente, se pusieron en circulación los “billetes iturbidistas” de 1, 2 y 10 pesos. Estos billetes no sólo fueron el primer papel moneda oficial emitido en México, sino también los primeros denominados en pesos, ya que el circulante metálico del imperio continuó acuñándose conforme al sistema octaval.

No está de más recordar el rechazo de los mexicanos a ese papel moneda, ya que no era convertible a metálico y, en última instancia, únicamente podía emplearse para el pago de impuestos al gobierno imperial. Además, el mexicano de entonces acostumbraba utilizar en sus transacciones monedas de metales finos, sobre todo pesos de plata o *pesos fuertes*. Desde esta perspectiva, no parece exagerado señalar que la emisión de los “haré buenos” iturbidistas contribuyó al desprestigio del primer gobierno independiente de México y a su pronta caída. Sin embargo, la falta de recursos de la hacienda pública fue heredada a la naciente república mexicana, cuyo Congreso insistió en la emisión de papel moneda de uno, dos y diez pesos, el cual habría de sustituir en la circulación al papel imperial. Las piezas de esta segunda emisión se imprimieron en el reverso de bulas papales canceladas, supuestamente para evitar su falsificación, aunque parece más probable que al utilizarse ese tipo de

papel se haya buscado apelar a la religiosidad del pueblo mexicano, con la esperanza de lograr una mayor aceptación del papel moneda. Como era natural, esta nueva familia de papel moneda tampoco gozó de la aceptación del público. Pero al margen de la existencia real, aunque efímera, de papel moneda denominado en pesos, el mexicano utilizaba cada vez con mayor frecuencia la palabra “peso” en referencia a las monedas de 8 reales de plata.

LA ADOPCIÓN DEL SISTEMA DECIMAL

Durante las primeras décadas de vida republicana, las monedas continuaron acuñándose conforme al sistema octaval, de manera que en la Casa de Moneda de México y en las cecas foráneas se batieron monedas de oro de 8, 4, 2, 1 y $\frac{1}{2}$ escudo (del tipo *de manita*); piezas de plata de 8, 4, 2, 1, $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{4}$ de real (*resplandores*, excepto las cuartillas del tipo Luciano Rovira) y, por último, cuartos, octavos y hasta $\frac{1}{16}$ de real de cobre. Fue durante el gobierno provisional de Ignacio Comonfort cuando, por Decreto del 15 de marzo de 1857, se dispuso el uso obligatorio del sistema métrico decimal en la amonedación nacional a partir del 1 de enero de 1862. Este Decreto, que nunca llegó a aplicarse por las críticas circunstancias por las que atravesaba el país, declaraba a la peseta mexicana como unidad monetaria (con un peso de 10 gramos y una ley de plata 0.900 milésimos). El 15 de marzo de 1861, el entonces presidente interino Benito Juárez decretó, por segunda ocasión, la adopción del sistema métrico decimal a partir de la fecha establecida originalmente por Comonfort. El Artículo 5º del Decreto juarista señala:

La unidad de la moneda de plata será el peso duro, con la ley de diez dineros y veinte granos o 0.902784, y el peso de un diecisieteavo de libra. Éste se dividirá en dos medios o tostones, cuatro cuartos o pesetas, diez décimos o veinte medios décimos. [Al ser un sistema bimetálico el Artículo 6º del mismo decreto señala, que]

Las monedas de oro tendrán la ley de 21 quilates o 0.875 milésimos y representarán los valores de un peso, dos y medio pesos, cinco pesos, diez pesos y veinte pesos. La unidad de estas monedas será la de diez pesos con el nombre de Hidalgo. (Sobrino, 1989: 67)

Tampoco fue posible la implantación de este segundo decreto, en primer lugar por los conflictos internacionales que amenazaban a la república y, en segundo lugar, debido al elevado costo que representaba el cambio de sistema. Sólo la ceca de México produjo algunas pruebas de un centavo en 1862. En marzo del año siguiente se

pusieron en circulación las primeras monedas republicanas de cobre de un centavo, del tipo *Libertad y Reforma*, acuñadas en las cecas de México y San Luis Potosí; éstas fueron las primeras monedas mexicanas denominadas conforme al sistema decimal.

No obstante lo anterior, durante el Segundo Imperio la acuñación mexicana, adoptó en su totalidad el sistema decimal. Merced a la intervención francesa y a la colaboración de las fuerzas conservadoras, las cecas republicanas (excepto la de Cuiliacán) quedaron bajo el dominio francés, aunque únicamente las casas de moneda de México, Guanajuato, San Luis Potosí y Zacatecas troquelaron con los dados imperiales; las demás continuaron acuñando piezas octavales de los tipos republicanos.

El 8 de abril de 1864, antes de la llegada de Maximiliano a México, la regencia decretó la emisión de las primeras monedas imperiales: piezas de plata de 5 y 10 centavos (ley 0.9027 milésimos) que sustituirían en la circulación a las de un real y medio real.

Más tarde, por Decreto Imperial del 10 de abril de 1865, se dispuso que el circulante metálico de México estaría formado por monedas de plata de un peso y cincuenta, veinticinco, diez y cinco centavos, y por piezas de oro, de uno, cinco, diez y veinte pesos y de cobre de uno y medio centavo. Sin embargo, a lo largo del imperio, únicamente se acuñaron las piezas de veinte pesos (oro), un peso y cincuenta centavos (plata) y un centavo (cobre). De esta forma, el "peso" se convirtió de un término utilizado coloquialmente en la unidad monetaria de México.

Pocos años después, tras la derrota del Imperio, se promulgó la Ley del 27 de noviembre de 1867 que establecía que la moneda imperial dejaría de tener curso legal a partir del 15 de septiembre de 1868; sin embargo, una circular del 10 de febrero de 1906 que instruí a los administradores de correos a no aceptar monedas imperiales en el pago de estampillas, revela la permanencia de esas piezas en la circulación.

A partir de 1867 se inició en México la acuñación republicana conforme al sistema decimal. De esta manera, en México se batieron las siguientes denominaciones:

- En oro: 20, 10, 5, 2.5 y 1 peso
- En plata: 1 peso, 50 centavos, 25 centavos, 20 centavos, 10 centavos y 5 centavos
- En cobre: 1 centavo
- En níquel: 5, 2 y 1 centavo

Para la acuñación decimal se adoptó un nuevo tipo numismático, conocido como *de balanza*; sin embargo, no fue posible suspender en su totalidad la producción de piezas de 8 reales *de resplandor*, ya que eran ampliamente demandadas en Oriente y los pesos *de balanza* que los sustituyeron no resultaron del agrado de los usuarios chinos, por lo que continuaron acuñándose piezas de 8 reales y de un peso *de*

resplandor para los mercados internacionales. En aquellos años, don Manuel Payno, en favor de retomar la acuñación de monedas de *resplandor*, argumentó en el Congreso que podía haber consenso en reconocer que los chinos eran necios al no aceptar las nuevas monedas *de balanza*, a pesar de que contenían la misma cantidad de plata que los *resplandores*; pero, señaló, que “nosotros seríamos todavía más necios si insistíamos en exportarles monedas *de balanza*”. Por ello, los *resplandores* continuaron produciéndose hasta la primera década del siglo xx, siendo en su mayoría piezas de un peso; en algunas cecas continuaron acuñándose piezas de ocho reales hasta los últimos años del siglo xix.

EL PESO EN EL SIGLO XX

La caída y severas fluctuaciones del mercado mundial de la plata durante el último cuarto del siglo xix obligaron a nuestro país a adoptar un sistema monetario monometálico con patrón oro. El Artículo Primero de la Reforma Monetaria promulgada el 25 de marzo de 1905 señala:

La unidad del sistema monetario de los Estados Unidos Mexicanos estará representada por setenta y cinco centigramos de oro puro y se denomina “peso”.

El “peso” de plata que se ha acuñado hasta hoy con veinticuatro gramos, cuatro mil trescientos ochenta y ocho miligramos de plata pura (24.4388), tendrá las condiciones prevenidas por esta ley, un valor legal equivalente a los expresados setenta y cinco centigramos de oro puro. (Sobrino, 1989: 308)

Como podemos apreciar, dicha reforma modificó sustancialmente el circulante monetario nacional, sin embargo, conservó el nombre de nuestra unidad monetaria. Lo mismo observamos en la Ley Monetaria de los Estados Unidos Mexicanos, expedida el 27 de julio de 1931 y vigente actualmente, que en su Artículo 1º señala: “La unidad del sistema monetario de los Estados Unidos Mexicanos es el peso...” (*Ley Monetaria de los Estados Unidos Mexicanos*, 1931: 1).

Incluso, la reforma de 1992 mediante la cual se suprimieron tres ceros a nuestra moneda, preservó el nombre de la unidad monetaria y únicamente se le antepuso, de forma transitoria, el adjetivo “nuevo”; pese a que en otras naciones latinoamericanas en las que se implementaron medidas monetarias similares, se adoptaron nuevos nombres para las unidades monetarias como los *intis* y *cruzados*, entre otros. Realmente preocupó a los mexicanos preservar el nombre histórico de nuestra unidad monetaria: el peso.

Bibliografía

ELÚYAR, FAUSTO DE

- 1979 *Indagaciones sobre la amonedación en Nueva España*, edición facsimilar, México, Porrúa.

HORZ DE SOTOMAYOR, ELENA (coord.)

- 2001 *La moneda mexicana*, México, Banco de México.

MARICHAL, CARLOS *et al.*

- 2005 *La acuñación en México, 1535-2005*, México, Casa de Moneda de México.

OROZCO Y BERRA, MANUEL

- 1993 *Apuntes para la historia de la moneda y acuñación en México desde la Conquista*, México, Banco de México.

- 1993 *Moneda en México*, Banco de México, México.

PRADEAU, ALBERTO FRANCISCO

- 1950 *Historia numismática de México. Desde la época precortesiana hasta 1823*, México, Banco de México.

SOBRINO, JOSÉ MANUEL

- 1989 *La moneda mexicana, su historia*, Banco de México, México.

URIBE, ELOÍSA *et al.*

- 1999 *Casa de Moneda de México, cinco siglos de tradición. Evolución histórica en los albores del tercer milenio*, México, Casa de Moneda de México.

LEY MONETARIA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

- 1931 <http://www.banxico.org.mx/billetesymonedas/disposiciones/legislaciones/ley_monetaria_EUM.html> (consultada el 12 de diciembre de 2007).

Bibliografía sobre la historia de las medidas en México

Héctor Vera

La producción académica con respecto a la historia de las pesas y las medidas en México, además de escasa, está poco organizada. Para los investigadores que, por curiosidad o necesidad, estudian temas de metrología histórica, resulta complicado hallar información útil y confiable. Insistimos: los datos están dispersos, mucho de los artículos se encuentran en publicaciones difíciles de conseguir y el detalle con que se hicieron algunas investigaciones no siempre es confiable.

Uno de los asuntos que más interesa a los historiadores es saber cuáles eran las equivalencias exactas de las medidas prehispánicas y las antiguas españolas con las del sistema métrico decimal. Por desgracia, es poco lo que se sabe con precisión de la mayoría de las medidas anteriores al siglo XIX. A falta de datos precisos, los investigadores se han visto obligados a suponer que las equivalencias de medidas que se hicieron en el siglo XIX —como las de la vara mexicana que llevó a cabo Humboldt en su visita a Nueva España— son buenas para patrones y unidades usadas en siglos anteriores. Por ejemplo, hay historiadores que calculan la producción y el comercio de granos en toda Nueva España usando como medida la *fanega*, un patrón usado en la ciudad de México en la década de 1850, ignorando las muy significativas variaciones regionales y los cambios que sufren los patrones a través del tiempo. Esto puede llevar a errores de estimación extraordinarios, pues una fanega de frijol podía pesar, dependiendo de si era usada en Jalisco, Chihuahua o Chiapas, entre 70 y 168 kilogramos. Y lo mismo puede decirse de la carga, la arroba, el celemin y decenas de otras medidas. El importante hecho de que en la metrología premétrica una misma unidad de medida puede tener distintos valores es con frecuencia pasado por alto.

Fue hasta el siglo XX cuando se hicieron esfuerzos sistemáticos para determinar cuáles eran las medidas locales y sus equivalencias con el sistema métrico. Hoy se cuenta con tres censos agrícolas hechos por la Dirección General de Estadística (1937 y 1973) y luego por el INEGI (1989), que reunieron información de todo el territorio nacional —municipio por municipio— y con respecto a qué medidas realmente usaban los productores agrícolas. Estos censos son una de las fuentes más ricas —aunque poco estudiadas— con relación a las equivalencias de medidas premétricas, a la diversidad metrológica del país y a la capacidad de supervivencia de las medidas antiguas. Sería deseable tener un censo histórico de medidas, pero éste no existe y su realización supondría un esfuerzo portentoso (aunque traería beneficios incontables para futuras investigaciones).

Al estado fragmentario de la literatura con respecto a la historia de las medidas, hay que agregar que algunas obras importantes aún no se han publicado, como la *Geometría práctica y mecánica dividida en tres tratados, el primero de medidas de tierra, el segundo de minas, el tercero de aguas*, de José Sáenz de Escobar, de la cual sólo se han dado conocer algunos fragmentos; y que otras parecen estar perdidas sin que se conozcan copias, como el manuscrito de Carlos Sigüenza y Góngora, *Reducciones de estancias de ganado a caballerías de tierra, hechas según reglas de aritmética y geometría*.

Una veta de investigación poco explorada en la literatura de metrología histórica en México es comparar las similitudes y diferencias del caso mexicano con lo que pasó en otras partes del mundo; para ello se podría empezar, por ejemplo, con los artículos sobre pesas y medidas en la *Encyclopaedia of the History of Science, Technology, and Medicine in Non-Western Cultures* (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1997) y con el valioso trabajo de Donald Fena, *Elsevier's Encyclopedic Dictionary of Measures* (Elsevier, Nueva York, 1998).

Las fuentes archivísticas para la historia de las medidas son muchas y se cruzan con temas como las historias económica, de la ciencia y de la vida material. Lo mismo recetas, testamentos y libros de cuentas, que tratados de minas y agrimensura son materiales de los que se pueden extraer datos valiosos con respecto al uso y apropiación de las pesas y medidas. De modo más directo, los documentos coloniales sobre Fiel Contraste narran la historia de las tribulaciones para mantener en orden las transacciones comerciales. Otras fuentes útiles son la *Recopilación de leyes de los reynos de las Indias*, lo mismo que otras compilaciones como las de ordenanzas de gremios, que dicen mucho sobre la época colonial.

En cuanto a la larga y penosa introducción del sistema métrico decimal en México, que se llevó a cabo entre la segunda mitad del siglo XIX y la primera del XX, hay mucha información, como los artículos aparecidos en el *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*—cuya relevancia resalta si se considera que en 1852 el ministro de Fomento, Joaquín Velázquez de León, encargó a esta asociación científica el diseño de un plan para establecer un sistema uniforme de pesas, medidas y monedas para todo el país, y que los artículos publicados en el *Boletín* muestran algunos de los debates al respecto—. Estos textos se deben complementar con las varias memorias publicadas por el Ministerio de Fomento entre 1857 y 1900 y, principalmente, con el amplio acervo documental del la Dirección de Pesas y Medidas albergado en el Archivo General de la Nación, que cubre el periodo de 1856 a 1917 (aunque la gran mayoría de los documentos se concentra en los años del porfiriato). A esto se pueden sumar los archivos de las oficinas locales y estatales de pesas y medidas, como el Archivo Histórico del Distrito Federal. Y se debe mencionar también el archivo de la Secretaría de Relaciones Exteriores que, entre otras cosas, tiene una sección dedicada a la Convención Internacional del Metro.

La selección de textos que se presenta aquí no pretende ser exhaustiva: sólo intenta organizar un poco la deshilvanada bibliografía con que contamos actualmente. Hay que aclarar también que sólo se han consignado libros y artículos cuyo tema central y explícito son las pesas y medidas; este criterio excluye trabajos importantes que, aunque sólo tratan tangencial o fugazmente los asuntos metroológicos, son de utilidad para el tema. Tal es el caso de los trabajos de S. F. Cook, Woodrow Borah, Charles Gibson, James Lockhard y Herbert J. Nickel, por mencionar sólo algunos.

A las tres primeras secciones de esta bibliografía —dedicadas sucesivamente a la medidas prehispánicas, coloniales y métricas decimales— se sumó una cuarta con los manuales, tablas y artículos sobre pesas y medidas impresos en México desde la independencia hasta el fin del porfiriato, que incluye casi 40 referencias. Estos impresos, que se hayan desperdigados en bibliotecas de todo el país, son otra fuente que, pese a su riqueza, es poco conocida. Esperamos que este listado —seguramente incompleto— despierte la curiosidad de los investigadores, al mismo tiempo que les ayude en su trabajo.

I. MEDIDAS PREHISPÁNICAS E INDÍGENAS

BRINTON, DANIEL GARRISON

- 1890 "The Lineal Measures of the Semi-Civilized Nations of Mexico and Central America", *Essays of an Americanist*, Nueva York, Porter & Coates, pp. 433-451.

CASTILLO FERRERAS, VÍCTOR

- 1972 "Unidades nahuas de medida", *Estudios de Cultura Náhuatl*, núm. 10, pp. 195-223.

DELGADO B., C.

- 1989 "La metrología en el México prehispánico", *Metrología*, 2, pp. 2-5.

GONZÁLEZ, ROBERTO J.

- 2001 "The Craft of the Campesino: Measures, Implements, and Artifacts", *Zapotec Science: Farming and Food in the Northern Sierra of Oaxaca*, Austin, University of Texas Press, 2001, pp. 70-101.

GUERRA, FRANCISCO

- 1960 "Weights and Measures in Pre-Columbian America", *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, vol. 15, octubre, pp. 342-344.

HARVEY, H. R. Y BARBARA J. WILLIAMS

- 1981 "La aritmética azteca: notación posicional y cálculo de área", *Ciencia y Desarrollo*, año VII, núm. 38, mayo-junio, pp. 22-33.

MATÍAS ALFONSO, MARCOS

- 1984 *Medidas indígenas de longitud en documentos de la ciudad de México del siglo XVI*, México, CIESAS.

O'BRIEN, PATRICIA J. Y HANNE D. CHRISTIANSEN

- 1986 "An Ancient Maya Measurement System", *American Antiquity*, vol. 51, núm. 1, pp. 136-151.

TICHY, FRANZ

- 1989 "Una contribución al problema de la medición de longitud en la arquitectura del México precolombino", *Revista Mexicana de Sociología*, vol. 51, núm. 2, pp. 335-348.

WILLIAMS, BARBARA J.

- 1984 "Mexican Pictorial Cadastral Registers: An Analysis of the Códice de Santa María Asunción and the Codex Vergara", en H. R. Harvey y H. J. Prem (coords.), *Explorations in Ethnohistory: Indians of Central Mexico in the Sixteenth Century*, Albuquerque, University of New Mexico Press, pp. 103-125.

WILLIAMS, BARBARA J. Y MARÍA DEL CARMEN JORGE Y JORGE

- 2008 "Aztec Arithmetic Revisited: Land-Area Algorithms and Acolhua Congruence Arithmetic", *Science*, vol. 320, núm. 5872, 4 de abril, pp. 72-77.

II. MEDIDAS COLONIALES

BAXTER, JOHN O.

- 2000 "Measuring New Mexico's Irrigation Water: How Big is a Surco?", *New Mexico Historical Review*, vol. 75, núm. 3, pp. 397-413.

BOWMAN, J. N.

- 1951 "Weights and Measures of Provincial California", *California Historical Society Quarterly*, vol. 30, núm. 4, pp. 315-338.

CANALES SANTOS, ÁLVARO

- 2002 *Pesos y medidas antiguas en el noreste*, Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León.

CARRERA STAMPA, MANUEL

- 1967 "Los sistemas de pesos y medidas coloniales", *Memorias de la Academia Mexicana de la Historia*, vol. 26, núm. 1, pp. 1-37.

CORTÉS ISLAS, MARÍA EUGENIA Y FRANCISCO PABLO RAMÍREZ GARCÍA

- 1992 "Rescate de las antiguas medidas mexicanas", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física*, vol. 6, núm. 1, pp. 4-11.

- CHARDON, ROLAND
1980 "The Elusive Spanish League: A Problem of Measurement in Sixteenth-Century New Spain", *Hispanic American Historical Review*, vol. 60, núm. 2, pp. 294-302.
- FLORESCANO, ENRIQUE
1986 "Consideraciones generales sobre las medidas y monedas del siglo xviii", en *Precios del maíz y crisis agrícola en México, 1708-1810*, México, Era, pp. 181-190.
- GAMBOA, FRANCISCO XAVIER
1984 "Del método de las medidas de minas", en Elías Trabulse (coord.), *Historia de la ciencia en México: estudios y textos, siglo xvii*, México, FCE, pp. 231-247.
- GARCÍA ACOSTA, VIRGINIA
1993 "Weights and Prices of Bread in Eighteenth-Century Mexico", *Cahiers de Métrologie*, vols. 11-12, pp. 45-57.
- HOCQUET, JEAN-CLAUDE
1995 "Pesos y medidas y la historia de los precios en México. Algunas consideraciones metodológicas", en Virginia García Acosta (comp.), *Los precios de alimentos y manufacturas novohispanos*, México, CIESAS, pp. 72-85.
- ICAZA LOMELÍ, LEONARDO F.
2005 "El geómetra, instrumento del patrón", *Norba. Revista de Historia*, núm. 18, pp. 65-92.
- NICKEL, HERBERT J.
2000 "Joseph Sáenz de Escobar y su tratado sobre geometría práctica y mecánica", *Historia y Grafía*, núm. 15, pp. 241-267.
- PALERM VIQUEIRA, JACINTA Y CARLOS CHÁIREZ ARAIZA
2002 "Medidas antiguas de agua", *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad*, vol. 23, núm. 92, pp. 227-251.
- ROJAS RABIELA, TERESA E ISMAEL MALDONADO LEDESMA
2001 "La geometría práctica y mecánica de Joseph Sáenz de Escobar (ca. 1706). El capítulo XVI", *Boletín del Archivo General Agrario*, núm. 13, abril-junio, pp. 37-48.
- SÁENZ DE ESCOBAR, JOSÉ
1984 "De algunas dificultades que suelen ofrecerse en las medidas superficiales de las minas y del modo con que se vencen y resuelven", en Elías Trabulse (coord.), *Historia de la ciencia en México: estudios y textos, siglo xvii*, México, FCE, pp. 54-60.
- TORRES, ALBERTO J.
1987 *Pesos y medidas antiguas en México*, Guadalajara, Gobierno del Estado de Jalisco.

WECKMANN, LUIS

- 1994 "El sistema de pesas y medidas y la moneda", en *La herencia medieval de México*, México, FCE, pp. 399-407.

III. EL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL EN MÉXICO

ARTÍS, MIREIA Y AVEL.LÍ ARTÍS

- 1984 *Vicisitudes de una medida universal: el metro*, México, Universidad Autónoma Metropolitana.

BUTTREY, THEODORE V.

- 1963 *Guía de las monedas decimales mexicanas, 1863-1963*, Wisconsin, Casa Editora Whitman, Racine.

DEPARTAMENTO DE PESAS Y MEDIDAS

- 1901 *Prototipos nacionales de metro y kilogramo. Datos sobre los prototipos de metro y kilogramo de los Estados Unidos Mexicanos arreglados por el Departamento de Pesas y Medidas de la Secretaría de Fomento*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.

DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA

- 1937a *Medidas regionales*, México, Secretaría de la Economía Nacional.
 1937b *El uso de un solo sistema de medidas: campañas de educación censal*, México, Departamento Autónomo de Prensa y Publicidad.
 1937c *Los censos y el sistema métrico decimal. Abandone las medidas anticuadas*, México, Secretaría de la Economía Nacional.
 1973 *Unidades de medida regional. V Censo Agrícola-ganadero y Ejidal, 1970*, México, Secretaría de Industria y Comercio.

DOTY, RICHARD G.

- 1992 "Juaristas, Imperialistas, and Centavos: Decimalization and Civil War in Mexico, 1857-1870", *American Journal of Numismatics*, vols. 3-4, pp. 135-146.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA, GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA

- 1989 "Equivalencias de unidades de medida regional", *VI Censo Agrícola-ganadero y Ejidal, 1981. Encuesta de rendimientos y equivalencias*, México, INEGI, pp. 3-445.

MUÑOZ, MIGUEL L.

- 1977 "El sistema monetario decimal: su adopción en México", en *Antología numismática mexicana*, México, Miguel Muñoz, pp. 273-289.

NAVA JAIMES, HÉCTOR

- 1991 "El sistema métrico decimal", en *La ciencia en la revolución francesa*, Jesús Kumate (coord.), México, El Colegio Nacional, pp. 147-164.

NAVA JAIMES, HÉCTOR, *et al.*

- 2003 "Breve reseña histórica de la metrología en México", en *El sistema internacional de unidades (SI)*, Querétaro, Centro Nacional de Metrología, pp. 106-121.

RAMÍREZ, JOSÉ FRANCISCO

- 1969 *El sistema de pesas y medidas en el derecho administrativo mexicano*, tesis de licenciatura, México, UNAM, Facultad de Derecho.

SANTACRUZ FABILA, IRIS E. Y LUIS JIMÉNEZ-CACHO GARCÍA

- 1977 "Pesas y medidas", en Enrique Semo (coord.), *Siete ensayos sobre la hacienda mexicana, 1780-1880*, México, INAH, pp. 247-269.

VERA, HÉCTOR

- 2007a *A peso el kilo. Historia del sistema métrico decimal en México*, México, Libros del Escarabajo-Embajada de Francia.
- 2007b "Medidas modernas: el sistema métrico decimal como proceso de racionalización social", en Lidia Girola (coord.), *Modernidades: narrativas, mitos e imaginarios*, Madrid, Anthropos, pp. 187-214.

IV. MANUALES, FOLLETOS, TABLAS Y ARTÍCULOS SOBRE PESOS Y MEDIDAS IMPRESOS EN MÉXICO, 1825-1908

ALCOCER, JUAN B.

- 1896 *Breves apuntes para facilitar el uso de las tablas que fijan las relaciones entre las antiguas pesas y medidas y las del sistema métrico decimal. Tomados en parte de la Exposición del sistema métrico decimal publicada por orden de la Secretaría de Fomento*, Querétaro, Imprenta de Luciano Frías y Soto.

ARMENTA, NARCISO Y JOSÉ M. FLORES VERDAD

- 1883 *Cartilla del sistema métrico decimal arreglada para uso de los alumnos de las escuelas primarias y de los dependientes del comercio*, San Luis Potosí, Dávalos.

BANDA, LONGINOS

- 1872 *Explicación del nuevo sistema decimal de pesos y medidas, para el uso de los alumnos de las escuelas primarias*, Guadalajara, Imprenta de Rodríguez.

BEGUERISSE, FRANCISCO

- 1857 *Cuadro sinóptico del sistema métrico decimal*, Puebla, s. e.

SISTEMA
MÉTRICO-DECIMAL

TABLAS

QUE ESTABLECEN
LA RELACION QUE EXISTE ENTRE LOS VALORES DE LAS ANTIGUAS MEDIDAS
MEXICANAS Y LAS DEL NUEVO SISTEMA LEGAL,
FORMADAS EN EL MINISTERIO DE FOMENTO, CONFORME A LA LEY
DE 15 DE MARZO DE 1857.

MÉXICO

IMPRESA DE J. M. ANDRADE Y F. ESCALANTE,

CALLE DE CADENA NUMERO 18.

1857.

BUSTAMANTE, BENIGNO

- 1852a "Artículo sobre los fundamentos en que debe apoyarse el arreglo definitivo y general de los pesos y medidas más convenientes en la república mexicana", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, vol. 3, pp. 45-52.
- 1852b "Contestación a las observaciones relativas a la medida que se propuso como unidad para arreglar definitivamente la vara mexicana", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, vol. 3, pp. 56-63.

CATAÑO, IGNACIO

- 1873 *Colección de tablas de las antiguas medidas y pesas mexicanas comparadas con las métrico-decimales y viceversa*, México, Tip. Escalerillas.

"CONTESTACIONES RELATIVAS A LOS PESOS Y MEDIDAS ENTRE LOS SEÑORES MORO BUSTAMANTE, Y UN ARTÍCULO DEL SR. ALAMÁN Y OTRO DEL SIGLO XIX DE 16 DE OCTUBRE DE 1854, SOBRE EL MISMO ASUNTO".

- 1859 *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, vol. 7, pp. 73-96.

CONTRERAS ALDAMA, ANTONIO

- 1888 *Sistema métrico decimal*, Guadalajara, Imprenta de Ramón Loweree.

DEPARTAMENTO DE PESAS Y MEDIDAS

- 1895a *Exposición del sistema métrico decimal y tablas de equivalencias*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- 1895b *Tablas que fijan la correspondencia legal entre las unidades del sistema de pesas y medidas usado en la república mexicana, y las unidades del sistema métrico decimal prevenidas en el reglamento de la ley de 19 de junio de 1895*, México, Secretaría de Fomento.

DÍAZ COVARRUBIAS, FRANCISCO

- 1862 *El sistema métrico decimal al alcance de todas las inteligencias y colección de tablas para reducir las antiguas medidas mexicanas a las modernas y recíprocamente*, México, Imprenta de J. Abadíaño.

EXPLICACIÓN DE LOS PESOS Y MEDIDAS POR EL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL, MANDADA A PUBLICAR POR EL MINISTERIO DE FOMENTO

- 1857 México, Imprenta de Vicente García Torres.

GALLARDO, CONSTANCIO

- 1863 "El sistema métrico decimal", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, vol. 10, pp. 547-553.

GALVÁN RIVERA, MARIANO

- 1842 *Ordenanzas de tierras y aguas, ó sea, formulario geométrico-judicial, para la designación, establecimiento, mensura, amojonamiento y deslinde de las poblaciones, y todas suertes de tierras, sitios, caballerías y criaderos de ganados mayores y menores, y mercedes de aguas: recopiladas á beneficio y obsequio de los pobladores, ganaderos ... y toda clase de predios rústicos, de las muchas y dispersas resoluciones dictadas sobre la materia, y vigentes hasta el día en la República Mexicana*, México, Imprenta de Vicente G. Torres. (Entre 1842 y 1888 se realizaron más de seis ediciones actualizadas y aumentadas de esta obra. Hay una edición facsimilar, de la quinta edición, 1868, publicada por el CIESAS, 1995.)

GENERALIDADES DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL PARA FACILITAR EL USO DE LAS MEDIDAS MÁS COMUNES. FOLLETÍN DEL PERIÓDICO OFICIAL DE MICHOACÁN

- 1896 Morelia, Tip. de la Escuela Industrial Militar Porfirio Díaz.

GUÍA PARA EL CONOCIMIENTO DE MONEDAS Y MEDIDAS DE LOS PRINCIPALES MERCADOS DE EUROPA, EN LAS OPERACIONES DEL COMERCIO. CON UNA NOTICIA DE LAS DIMENSIONES DE LAS MEDIDAS DE LOS ÁRIDOS Y AGRARIAS QUE SE USAN EN LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

- 1825 México, Oficina de Ontiveros.

HERNÁNDEZ, JULIO S.

- 1900 *Nociones de sistema métrico*, colección Curso Infantil de Matemáticas 5, México, Antigua Imprenta de E. Murguía.

IBARRA, DOMINGO

- 1882 *Cartilla preliminar teórica del sistema métrico decimal*, México, s. e.

INSTRUCCIÓN PARA REDUCIR FÁCILMENTE LAS PESAS Y MEDIDAS EXTRANJERAS DESIGNADAS EN EL ARTÍCULO 15 DEL ARANCEL DE ADUANAS MARÍTIMAS, DECRETADO EN 4 DE OCTUBRE DE 1845, A LAS PESAS Y MEDIDAS MEXICANAS

- 1846 México, Imprenta de Torres.

JIMÉNEZ, FRANCISCO, FRANCISCO MARTÍNEZ DE CHAVERO Y PRÓSPERO GOYZUETA

- 1863 "Sistema métrico decimal. Tablas que expresan la relación entre los valores de las antiguas medidas mexicanas y las del nuevo sistema legal", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, vol. 10, pp. 198-253.

MACÍAS, JOSÉ MIGUEL

- 1882 *Metrología mejicana. Opúsculo escrito expresamente para el uso de las escuelas, academias, colegios, liceos e institutos de los Estados Unidos Mejicanos*, Veracruz, Librerías La Ilustración, 6ª edición.

MEDINA UGARTE, TOMÁS

- 1896 *Conferencias sobre el sistema métrico decimal de pesas y medidas*, Aguascalientes, Tip. de J. T. Pedroza e Hijos.

MARÍN, EMILIO A.

- 1884 *Manual del comerciante. Obra que contiene cálculos y operaciones reducidas al sistema métrico decimal cuyo sistema será obligatorio en toda la República desde enero de 1886*, Jalapa, Imprenta Veracruzana de Agustín Ruiz, a cargo de F. R. Andrade.

MARTÍNEZ, BRUNO

- 1884 *Lecciones de sistema métrico decimal*, San Francisco, Cal., Imprenta de A. L. Bancroft y Compañía, 3ª edición.
- 1907 *Nociones sobre el nuevo sistema nacional de pesas y medidas*, México, Librería de la Vda. de C. Bouret.

MATUTE, JUAN B.

- 1883 *Nociones de sistema métrico-decimal y tablas que expresan la relación entre las medidas usadas en la República Mejicana hasta el presente año y las que deberán usarse desde el 1 de enero de 1884*, Guadalajara, Imprenta de Ramón Loweree.

MINISTERIO DE FOMENTO, COLONIZACIÓN, INDUSTRIA Y COMERCIO

- 1857 *Sistema métrico-decimal. Tablas que establecen la relación que existe entre los valores de las antiguas medidas mexicanas de las del nuevo sistema legal, formadas en el Ministerio de Fomento, conforme a la Ley de 15 de marzo de 1857*, México, Imprenta de J. M. Andrade y F. Escalante.
- 1862 *Sistema métrico-decimal. Tablas que espresan la relación entre los valores de las antiguas medidas mexicanas y las del nuevo sistema legal, formadas por orden del C. ministro de justicia y fomento por la sección científica del mismo ministerio*, México, Imprenta de V. García Torres.

MIRUS, MANUEL

- 1896 *Equivalencia de medidas y pesas: tablas que fijan la correspondencia legal entre las unidades del antiguo sistema de pesas y medidas y las del moderno métrico decimal, deducidas de las unidades preceptuadas por la Ley Federal de 19 de junio de 1895*, México, Imprenta del Timbre.

MORO, CAYETANO

- 1852 "Observaciones sobre la medida que se propone sustituir a la vara mexicana", *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, vol. 3, pp. 53-55.

OROZCO Y BERRA, MANUEL

- 1854 "Medidas y pesos en la república mexicana", en *Diccionario universal de historia y de geografía*, México, Imprenta de F. Escalante y Compañía, vol. 5, pp. 206-214.

PAVÓN, SILVANO

- 1883 *Apuntes sobre el sistema métrico decimal*, Toluca, s. e.

*PRONTUARIO DE PESAS Y MEDIDAS MEXICANAS ANTIGUAS Y MODERNAS
Y DE SU CONVERSIÓN PARA USO DE LOS COMERCIANTES Y DE LAS FAMILIAS*

1896 Cuernavaca, Luis G. Miranda.

ROBELO, CECILIO AGUSTÍN

1908 *Diccionario de pesas y medidas mexicanas antiguas y modernas, y de su conversión: para uso de los comerciantes y de las familias*, Cuernavaca, Imprenta Cuauhnahuac. (Hay una edición facsimilar: CIESAS, 1995.)

RUIZ DÁVILA, MANUEL

1882 *Cartilla del sistema métrico-decimal. Breve, clara y precisa explicación del sistema métrico-decimal, y de las reglas para convertir las medidas, pesas y monedas mexicanas antiguas en las métrico-decimales, ó estas en aquellas: escrita para uso de las escuelas por el profesor Manuel Ruiz Dávila*, 21ª edición aumentada, México, Estereotypia de Manuel Ruiz Dávila.

SELLERIER, CARLOS

1897 *Compendio de las unidades de peso, antiguas y modernas, usadas en México, para los minerales, metales y productos metalúrgicos*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.

SISTEMA MÉTRICO DECIMAL. ARTÍCULO TOMADO DE LA *ENCICLOPEDIA MODERNA DE CIENCIAS Y ARTES* PUBLICADA EN PARÍS EN 1854

1863 *Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística*, vol. 10, pp. 89-92.

SOLAEGUI, ANTONIO J.

1891 *Cartilla del sistema métrico decimal compuesta y reformada*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.

TABLAS DE MEDIDAS Y PESAS ANTIGUAS EN RELACIÓN CON LAS MODERNAS TOMADAS DEL ANUARIO QUE PUBLICA EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO NACIONAL

1881 México, Imprenta de F. Díaz de León.



Padron del cuerstillo para el aceite.

PRIMERA PARTE.

SINÓPSIS METROLÓGICA.

CAPITULO PRIMERO

Metrologia nacional antigua.

I.

MEDIDAS LONGITUDINALES.

A.

Medidas marítimas.

Una legua marítima ó geográfica tiene 3 millas (1).

Una milla (2) tiene 40 cables.

Un cable tiene 114 brazas (3).

Una braza, tres codos de ribera.

Un codo de ribera, dos piés (4).

B.

Medidas itinerarias.

Una legua mejicana tiene 5,000 varas, iguales al pa-

(1) Reina gran divergencia acerca de la longitud de la legua geográfica. Humboldt (*Cósmos*) la calcula en 6,557 $\frac{4}{5}$ varas burgalesas, pero G. Ciscar solo le concedo 6,651 y sobre este dato fundan sus calculos los marinos españoles (Antonio Montojo). Los metrologos modernos le asignan 6,660 varas castellanas.

(2) Se llama *millas*, porque primitivamente constó de mil pasos romanos.

(3) La braza tambien se nombra *brazada*.

(4) Los nombres *brazas*, *codos*, *piés*, *palmas*, *dedos* etc., provienen de que en un principio se media aplicando á los objetos las extremidades del cuerpo.

Fragmento de *Metrología mejicana*, de José Miguel Macías, 1882.

Biodatas

JOSÉ ANTONIO BÁTIZ VÁZQUEZ. Realizó la licenciatura y la maestría en Historia de México en la UNAM. Fue fundador y director del Archivo Histórico de Banamex y presidente de la Asociación Mexicana de Archivos y Bibliotecas Privados, y de la Sociedad Numismática de México. Actualmente es director de *El Boletín Numismático*. Es autor de *Historia del papel moneda en México* (México, Fomento Cultural Banamex, 1984 y 1987) y con José Enrique Covarrubias, coordinador de *La moneda en México, 1750-1920* (México, Instituto Mora, 1998), además de varios capítulos en obras colectivas <jbatizv@hotmail.com>.

KENYA BELLO. Socióloga por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM y maestra en Historia Moderna y Contemporánea por el Instituto de Investigaciones doctor José María Luis Mora. Entre sus publicaciones se encuentra “*The American Star: el Destino Manifesto y la difusión de una comunidad imaginaria*”, *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México*, núm. 31, enero-junio 2006, pp. 31-56 <kenyabello@yahoo.com.mx>.

CARLOS CHÁIREZ ARAIZA. Ingeniero agrónomo especializado en suelos por la Universidad Autónoma Chapingo y doctor en estudios de desarrollo rural por el Colegio de Postgraduados. Labora en el Distrito de riego 017 de la Comisión Nacional del Agua, Organismo de Cuenca “Cuencas Centrales del Norte”. Entre sus publicaciones recientes, con Jacinta Palerm: “Importancia del río Aguanaval en la recarga al acuífero principal de la región Lagunera de Coahuila y Durango”, *Boletín Archivo Histórico del Agua*, año 10, núm. 29, enero-abril, 2005, pp. 5-20, y “Medidas antiguas de agua”, *Relaciones, Estudios de Historia y Sociedad*, vol. 23, núm. 92, 2002, pp. 227-251 <carloschaires@hotmail.com>.

LAURA CHÁZARO. Profesora-investigadora en la Sección de Metodología y Teoría de la Ciencia, del Centro de Investigación en Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Entre sus publicaciones se cuentan “La cultura médica instrumental: los viajes políticos de los esfigmógrafos, entre Europa y América”, *Nuevo Mundo Mundos Nuevos*, núm. 7, 2007; y en coautoría con Ana Cecilia Rodríguez de Romo: *A 2774 metros de altitud: la fisiología de la respiración del Dr. Daniel Vergara Lope (1863-1938)* (México, UNAM-CONACYT, 2007) <chazaro@cinvestav.mx>.

JUAN CRISTÓBAL DÍAZ NEGRETE. Jefe de la Oficina de Acervo Numismático del Banco de México y tutor del Sistema de Universidad Abierta de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM. Es autor de *La distribución de moneda en México* (México, Banco de México, 2004), coautor de *La acuñación en México, 1535-2005* (México, Casa de Moneda de México, 2005) y compilador de *Antología minera de México* (México, SEMIP, 1995) <jcdiazne@banxico.org.mx>.

VIRGINIA GARCÍA ACOSTA. Profesora-investigadora del Centro de Investigaciones y Estudios Sociales en Antropología Social (CIESAS) desde 1974. Licenciada y maestra en Antropología Social y doctora en Historia. Sus investigaciones se han centrado en temas sobre alimentación, consumo, precios y medidas de alimentos, asimismo, sobre riesgos y desastres en México; al respecto ha publicado libros y diversos artículos <vgarciaa@ciesas.edu.mx>.

SERGE GRUZINSKI. Investigador de la École des Hautes Études en Sciences Sociales. Algunos de sus libros traducidos al español son: *La colonización de lo imaginario: sociedades indígenas y occidentalización en el México español, siglos XVI-XVII* (México, FCE, 1991), *El pensamiento mestizo: cultura amerindia y civilización del Renacimiento* (Barcelona, Paidós, 2000) y *La ciudad de México: una historia* (México, FCE, 2004).

INÉS HERRERA. Investigadora en historia económica de México del siglo XIX de la Dirección de Estudios Históricos del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Es coautora, con Eloy González Marín, de *Recursos del subsuelo siglos XVI al XX* (vol. 10 de la Colección de Historia Económica de México, México, UNAM-Océano, 2004), y de *Mining, Metallurgy and the Environment in Mexico during the Twentieth Century* (Ottawa, International Council of Metals and Environment, 1995) <iherrera.deh@inah.gob.mx>.

JEAN-CLAUDE HOCQUET. Profesor de Historia en la Université Charles de Gaulle-Lille 3 y presidente del International Committee for the History of Metrology. Es autor de *La métrologie historique* (colección Que sais-je?, París, Presses Universitaires de France, 1995), coordinador de los libros *Introduction à la métrologie historique* (París, Economica, 1989) y *Genèse et diffusion du système métrique* (Caen, Editions-diffusion du Lys, 1990). Entre sus artículos destaca: "Pesos y medidas y la historia de los precios en México. Algunas consideraciones metodológicas", en Virginia García-Acosta (coord.), *Los precios de alimentos y manufacturas novohispanos* (México, CIESAS, 1995, pp. 72-85) <jc-hocquet@wanadoo.fr>.

MARÍA DEL CARMEN JORGE Y JORGE. Doctora en Matemáticas Aplicadas por la Universidad de Nuevo México e investigadora del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas de la UNAM. Ha publicado artículos en las áreas de problemas no lineales relacionados con geomagnetismo y propagación de ondas; en el área de etnohistoria, en colaboración con Barbara J. Williams, ha publicado los artículos "Surface Area Computation in Ancient Mexico: Documentary Evidence of Acolhua-Aztec Proto-Geometry" (*Symmetry: Culture and Science*, vol. 12, núm. 1-2, pp. 185-200), y "Aztec Arithmetic Revisited: Land-Area Algorithms and Acolhua Congruence Arithmetic" (*Science*, vol. 320, núm. 5872, 4 de abril de 2008, pp. 72-77 <mcj@mym.iimas.unam.mx>.

JACINTA PALERM VIQUEIRA. Antropóloga social, doctora en Geografía Humana por la Université de Toulouse-Le Mirail y profesora del Colegio de Postgraduados. Moderadora de la Red de Investigadores Sociales Sobre Agua, grupo de investigación sobre Organización Social y Riego <<http://jacinta.palerm.googlepages.com>>. Coordinadora, con Tomás Martínez Saldaña, del vol. II con el subtítulo: *Organizaciones autogestivas*, y del vol. III con el subtítulo: *Sistemas de riego no convencionales*, de la *Antología sobre pequeño riego* (México, Colegio de Postgraduados-Plaza y Valdés, 1997, 2000 y 2002) <jpalerm@colpos.mx>.

† FÉLIX H. PEZET SANDOVAL. Ingeniero mecánico por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional. Fue jefe de la División de Metrología de Masa y Densidad del Centro Nacional de Metrología, subdirector de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, y jefe del Departamento Técnico de Pesas y Medidas. Asimismo fue fundador y coordinador del Sistema Nacional de Calibración y miembro fundador de la Asociación Mexicana de Metrología.

CLAUDIA TANIA RIVERA MENDOZA. Licenciada en Sociología por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM. Es maestrante en el programa de Historia Moderna y Contemporánea del Instituto de Investigaciones Doctor José María Luis Mora <claudiatania@hotmail.com>.

TERESA ROJAS RABIELA. Doctora en Ciencias Sociales con especialidad en Antropología por la Universidad Iberoamericana. Es investigadora del CIESAS, del que fue directora general de 1990 a 1996. Sus áreas de especialización son la etnohistoria de la agricultura, del riego y de la tecnología mesoamericanas y su transformación durante la época virreinal. Es codirectora de las colecciones Historia de los Pueblos

Indígenas de México (CIESAS/INI); Vidas y Bienes Olvidados. Testamentos Indígenas Novohispanos, y Colección Agraria (CIESAS/RAN). Es autora, editora y coordinadora de numerosas publicaciones, entre las que destacan: *La agricultura indígena del siglo XVI; Presente, pasado y futuro de las chinampas; Historia general de América Latina*, vol. I (con John V. Murra), *La memoria agraria en imágenes* (con Ignacio Gutiérrez Ruvalcaba, 3 CD), y *El mundo indígena y su iconografía* (con Ignacio Gutiérrez Ruvalcaba, 8 CD) <trojasr@ciesas.edu.mx>.

JOSÉ LUIS TALANCON ESCOBEDO. Doctor en Sociología por la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la UNAM. Realizó estudios de Sociología de la Ciencia y la Técnica en el Conservatorio de Artes y Oficios en París. Es profesor en el Departamento de Historia y Ciencias Sociales del Centro de Enseñanza para Extranjeros de la UNAM. Entre sus publicaciones se encuentran “El sistema métrico decimal y la lucha por la hegemonía mundial” (*Este País*, agosto 2006, pp. 24-28); y, con Luz Fernanda Azuela, *Contracorriente. Historia de la energía nuclear en México, 1945-1995* (México, UNAM-Plaza y Valdés, 1999) <jtalancon@hotmail.com>.

HÉCTOR VERA. Candidato a doctor por el Departamento de Sociología de la New School for Social Research. Es autor de *A peso el kilo: historia del sistema métrico decimal en México* (México, Libros del Escarabajo-Embajada de Francia, 2007) y “Medidas modernas: el sistema métrico decimal como proceso de racionalización social”, en Lidia Girola (coord.), *Modernidades: narrativas, mitos e imaginarios* (Madrid, Anthropos, 2007, pp. 187-214) <hhvera@hotmail.com>.

BARBARA J. WILLIAMS. Doctora en Geografía con énfasis en Ecología Cultural y Geografía de Latinoamérica por la Universidad de Wisconsin y profesora del Departamento de Geografía y Geología de la Universidad de Wisconsin-Janesville. Con H. R. Harvey es coautora, de *Códice de Santa María Asunción: Households and Lands in Sixteenth Century Tepetlaoztoc* (Salt Lake City, University of Utah Press, 1997); y “Aztec Arithmetic: Positional Notation and Area Calculation” (*Science*, vol. 210, núm. 4469, 31 de octubre de 1980, pp. 499-505) <bwilliam@uwc.edu>.

Índice de imágenes

Decreto de la Convención Nacional de Francia, 1793	10
Paraje Xaxalpan, ca. 1582 (AGN, <i>Vínculos y Mayorazgos</i> , vol. 279, exp. 1, f. 78. Cat. 2964)	32
Plano de una casa en la ciudad de México en 1583 (AGN, <i>Tierras</i> , vol. 54, exp. 5, f. 7. Cat. 576. 9)	33
El <i>tameme</i> (<i>Códice Florentino</i> , lib. 8, f. 41r).....	39
Construcción de los pueblos fundados por los primeros señores mixtecos (<i>Códice Vindobonensis</i>).....	42
Los xochimilcas y tepanecas en la construcción de la calzada México-Xochimilco (<i>Códice Durán</i>).....	43
Dos sistemas acolhuas de medir terrenos (<i>Codex Vergara</i> , ff. 9v y 17r).....	52
Área registrada en el catastro <i>tlahuelmantli</i> y computación de área de las dimensiones del catastro <i>milcolli</i> correspondiente (<i>Codex Vergara</i> , f. 16r [A, C], f. 8v [B, D])	53
Área de un terreno triangular (<i>Codex Vergara</i> , ff. 18v y 10v).....	57
Área registrada y calculada de un triángulo (<i>Codex Vergara</i> , ff. 53r y 46r).....	58
Área registrada y calculada de un trapecoide (<i>Codex Vergara</i> , ff. 23v y 25v)	59
Área registrada y calculada de un trapecoide (<i>Codex Vergara</i> , ff. 32r y 30r).....	59
Áreas de un polígono irregular (<i>Codex Vergara</i> , ff. 49v y 42v).....	61
Áreas de un polígono irregular (<i>Codex Vergara</i> , ff. 56r y 49r)	61
Comité Internacional de Pesas y Medidas, 1894	128
Kilogramo número 21 (13 de diciembre de 1891).....	129
Metro número 25 (7 de enero de 1895)	129
Conferencia General de Pesas y Medidas, del 4 al 14 de septiembre de 1895	130
Palacio de Minería.....	131
Manuel Fernández Leal	131
Departamento de Pesas y Medidas, 1911	131
Edificio de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 19 de septiembre de 1985.....	132
Caja fuerte con los prototipos nacionales de metro y kilogramo.....	132
El prototipo nacional de masa en uso	134

Receta con medidas métricas y no métricas, 1959	173
Prueba de un centavo, de 1841.....	241
Prueba de un centavo, de 1862.....	242
Moneda de un centavo, de 1863.....	243
Moneda de un peso. Imperio de Maximiliano, de 1866.....	243
Moneda juarista de un peso, de balanza, de 1870	247
Portada de <i>Sistema métrico decimal</i> , publicado por el Ministerio de Fomento, 1857..	266
Fragmento de <i>Metrología mejicana</i> , de José Miguel Macías, 1882	271

Metros, leguas y mecatres. Historia de los sistemas de medición en México,
coordinado por Héctor Vera y Virginia García Acosta
se terminó de imprimir en junio de 2011,
en los talleres de Master Copy, S. A., Av. Coyoacán 1450,
Col. del Valle, C. P. 03220, México, D. F.
Su tiraje fue de 1 000 ejemplares.
El cuidado de edición estuvo a cargo
de Herlinda Contreras Maya.

