

CONTRIBUCIONES DE D. MANUEL DE TOLOSA PARA LA ENSEÑANZA DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL EN ESPAÑA EN EL SIGLO XIX

Elenice de Souza Lodron Zuin
elenicezuin@gmail.com
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Brasil

Núcleo temático: VIII. Historia social de la Educación Matemática en Iberoamérica

Modalidad: CB

Nivel educativo: No específico

Palabras clave: Sistema métrico decimal. Historia de la Matemática escolar. España. Siglo XIX.

Resumo

El sistema métrico decimal, producto de los trabajos científicos, realizados por la Academia de las Ciencias de París, a finales del Ochocientos, ha sido adoptado en España en 1949. A partir de enero de 1852, el sistema métrico debería ser incluido en el sistema educativo – instrucción primaria y educación secundaria – como un nuevo contenido; una prioridad política para su transmisión, adquisición y difusión en la sociedad. Nuevos libros de texto eran necesarios para la enseñanza y aprendizaje del nuevo sistema metrológico y muchos manuales han sido editados en España para cumplir esa finalidad. Este artículo encuadrarse en la Historia de la Matemática escolar. Tenemos como objetivo presentar los resultados de nuestro estudio, a través de un análisis descriptivo de un libro de texto del español D. Manuel de Tolosa, publicado en 1857, aprobado por el real Consejo de Instrucción Pública. El autor presenta un texto distinto de los demás, pues, como inventor del Cubo generador-métrico, hace, en su libro, una descripción del uso de ese aparato para la enseñanza del sistema métrico decimal. Utilizamos el Análisis de Contenido, parte del Análisis Didáctico, como una herramienta técnica que establece y analiza los significados de los contenidos del libro.

Introducción

Los textos de la matemática escolar publicados en Brasil y Portugal en el siglo XIX han sido las principales fuentes de mis investigaciones con foco en el análisis del tratamiento dado al Sistema Métrico Decimal en los libros. Ahora, mi mirada se vuelve a los textos matemáticos publicados en España que han incluido el Sistema Métrico.

En España, la Ley de Pesas y Medidas de 19 de Julio de 1849 fijó las determinaciones para la adopción del sistema métrico decimal en el país y sus dominios ultramarinos. El Ministerio

de Comercio, Instrucción y Obras Públicas hizo publicar las nuevas determinaciones de las pesas y medidas en la Gaceta de Madrid. Por su artículo 11º:

En todas las escuelas públicas o particulares, en que se enseñare o deba enseñarse la aritmética o cualquiera otra parte de las matemáticas, será obligatoria la del sistema legal de medidas y pesas y su nomenclatura científica, desde primero de Enero de 1852, quedando facultado el Gobierno para cerrar dichos establecimientos siempre que no cumplan con aquella obligación. (Gaceta de Madrid, 1849).²⁷

A la escuela delegase el papel de ser unas de las principales promotoras del cambio cultural y social en el país con la llegada de los patrones de medidas decimales.

Uno de los obstáculos: la ruptura con toda una cultura y tradición de la población conectada a las antiguas medidas. Para el *metro* entrar en la escuela, eran necesarios nuevos textos matemáticos.²⁸ Los autores de los manuales se esforzaron por poner en sus textos metodologías adecuadas para facilitar la enseñanza y el aprendizaje del sistema métrico y muchos manuales han sido editados en España para cumplir esa finalidad. Uno de los libros de texto que se destacó, en mis búsquedas, ha sido del español D. Manuel de Tolosa, publicado en 1857, aprobado por el real Consejo de Instrucción Pública: “Sistema legal de pesas y medidas ó nuevo método teórico y práctico para enseñar el sistema métrico decimal con facilidad y prontitud demostrado por el cubo-generator-métrico y aplicado á los pesos específicos de los cuerpos”.

¿Quién fue D. Manuel de Tolosa? El inventor del Silabario-Compositor y de varios aparatos para facilitar la instrucción de la infancia, un profesor premiado en la Exposición Universal de Paris y por varias sociedades científicas de Francia. Era también miembro de la Sociedad Libre de Bellas Artes y de la Sociedad de los Inventores de Paris. Estos datos están en su libro y no hemos encontrado más ninguna información sobre este inventor premiado.

Para este estudio, utilizamos el Análisis de Contenido, parte del Análisis Didáctico, como una herramienta técnica que establece y analiza los significados de los contenidos del libro, según Rico, Marín, Lupiáñez y Gómez (2008).

El libro Sistema legal de pesas y medidas de Tolosa

²⁷ La Ley ha sido publicada en la Gaceta de Madrid, n. 5428, 22 de Julio de 1849.

²⁸ Antes de la adopción del sistema métrico en España, “ya en 1836, en el programa de los conocimientos que se exigen para la admisión en el Colegio Científico de Madrid, se incluía el Sistema Métrico Decimal y la reducción de unas medidas a otras”. (González Ruiz, 2016, p. 53).

El autor dedica su libro a D. Alonso Correa, informando que:

El amor que me anima por la infancia y el noble deseo de ser útil á la juventud española, facilitándole el estudio del sistema métrico decimal, tan útil para las ciencias, las artes y el comercio, me decidieron á reunir los elementos que pudiesen contribuir al logro de este fin. Para ello invente el Cubo-Generador-Métrico que llena el objeto que me habia propuesto. La presente obrita es la teoría que sirve para la explicación de tan útil sistema de pesas y medidas, y el Cubo-Generador-Métrico, para la demostración material, el desarrollo y enlace de todas las medidas métricas, haciéndolo palpable y quitando todo lo que puede ser difuso para la inteligencia de la juventud.

V. E. sabe apreciar de un modo justo la importancia que tendrá en nuestro país, estender el conocimiento de este sistema, en todas las clases de la sociedad, y reconocerá lo provechoso de un método sencillo para su propagacion. (Tolosa, 1857).

Tolosa, en la presentación de su libro, dice que siempre intentó destruir las dificultades que los niños tienen en los principios de su instrucción. En este sentido, él había inventado el Silabario-Compositor para facilitar la enseñanza de la lectura, entonces surgió la idea de combinar el Compositor-aritmético para el estudio de la ciencia de los números. Pero, no dejó de llamar su atención la enseñanza del sistema métrico. Para esto, combinó una serie de piezas y creó el Cubo-Generador-Métrico. “La composición y la descomposición del cubo sirve de tipo y generador para la demostración teórica y práctica de las diferentes medidas que constituyen el sistema métrico”.

En la descripción del Cubo-Generador-Métrico y de las diferentes piezas que sirven para la demostración del sistema métrico, Tolosa informa que el aparato consta de:

- I. 2 centímetros cúbicos, colocados en dos cajitas de la misma dimensión
- II. 10 bastoncitos ó prismas cuadrangulares de un decímetro de largo, compuesto cada uno de 10 centímetros cúbicos, unidos los unos á otros, alternando uno blanco y otro negro para que se distingan bien las divisiones. Una cara de uno de los centímetros está dividida en milímetros lineales y otra en milímetros cuadrados.
- III. 10 planchetas compuestas cada una de 10 bastoncitos como los anteriores, unidos por su ancho formando cada una un decímetro cuadrado, dividido en cien centímetros cuadrados teniendo un centímetro de grueso.
- IV. Con las 10 planchetas anteriores; colocada las unas sobre las otras, se forma un decímetro cúbico.
- V. 1 caja en la cual está colocado el Cubo-generador-métrico: los seis lados que la componen se abren ó separan para explicar la formación y desarrollo superficial del Cubo.
- VI. 1 caja hecha de zinc, de la capacidad de 1 decímetro cúbico, en la cual se ponen las 10 planchetas para demostrar que es equivalente al decímetro cúbico.
- VII. 1 cilindro de zinc, equivalente á un decímetro cúbico, el cual está puesto en una caja de la misma forma. El cilindro es para demostrar que su volumen es equivalente á un decímetro cúbico sólido; y la caja para probar que su capacidad es igual á la de un decímetro cúbico cóncavo ó litro.
- VIII. De una esfera equivalente á un decímetro cúbico, la cual está hueca y la terminan dos ejes, uno de ellos entra en el agujero que tiene practicado el pié donde está colocada para poderla hacer girar sobre ella misma. Los ejes tienen dos orificios para poder introducir el agua en su

interior. Para llenar la esfera con facilidad, se tiene una vasija llena de agua de suficiente profundidad para sumergirla. Por el orificio inferior entra el agua, y por el superior sale el aire para facilitar su entrada: cuando está llena se tapa el orificio inferior con un dedo y para trasvasar el agua á la caja cuadrada ó cilíndrica, se retira el dedo y se deja salir el líquido. Dos arcos ó círculos la cruzan en toda su circunferencia pasando por ambos polos dividiéndola en cuatro partes iguales ó meridianos. Otro círculo perpendicular al eje la divide en dos hemisferios para denotar lo que se entiende por ecuador. La esfera sirve para demostrar la forma de la tierra, su movimiento lo que es ecuador, polos, meridiano y cuarta parte del meridiano terrestre, y como se ha determinado la longitud del metro.

- IX. 1 metro que se dobla en diez partes, y está dividido en decímetros, centímetros y milímetros. (Tolosa, 1857, p. 2-3).

Notase que Tolosa tiene una idea, al principio, sencilla, pero muy didáctica para la enseñanza del sistema métrico. El conjunto de piezas del Cubo-Generador-Métrico propician que los alumnos puedan materializar las medidas lineales, de superficie y de volumen.

La esfera es utilizada para mostrar la forma de la Tierra, ecuador, polos, meridiano y, principalmente, a cuarta parte del meridiano (ya que la Academia de Ciencias francesa eligió como unidad de longitud la diez millonésima parte del cuarto del meridiano terrestre, al que denominó *metro*). Otra pieza es el metro que se dobla en 10 partes y está dividido en decímetros, centímetros y milímetros – tratase de una regla articulada, el metro de carpintero. El libro contiene 48 páginas. Después de presentar el Cubo-Generador-Métrico, siguen las lecciones. Hay una lección preliminar sobre los aspectos históricos del sistema métrico decimal, su nomenclatura y los diferentes tipos de medidas. En las siete lecciones siguientes el autor aborda las medidas lineales; de superficie; de volumen; de capacidad; ponderales; medidas de valor o monedas, sistema monetario francés y, en la última lección, pesos específicos o densidad de los cuerpos, incluyendo una tabla de pesos específicos de los cuerpos más usuales en las Artes, en la Industria y en el Comercio; pesos específicos de diferentes cuerpos, líquidos, gases. Por fin, una comparación del Cubo-Generador-Métrico con el peso específico de los diferentes cuerpos que son dados en una de las tablas y la comparación de las diferentes piezas que componen el Cubo-Generador-Métrico con el peso específico de varios metales.

Tolosa hace opción de no “hablar de las medidas antiguas para evitar la confusión que naturalmente produciría en la inteligencia de los discípulos al darles á conocer al mismo tiempo las pesas y medidas de las diferentes provincias del reino.” Para el autor, solamente después que el alumno tenga conocimiento del sistema métrico, debe “entrar en el estudio

comparativo de las medidas antiguas, con relación á las métricas y vice-versa”. (Tolosa, 1857, p. 47).

Sigue el análisis del libro, en relación a los conceptos, procedimientos, sistemas de representación, aspectos de la fenomenología y consideraciones didácticas.

- Conceptos

Tolosa no integra los números y fracciones decimales porque su intención es solamente abordar el sistema métrico decimal con la utilización de su Cubo-Generador-Métrico. El autor se preocupa con los conceptos de magnitud (longitud, superficie, volumen, capacidad, masa, densidad). Para los múltiplos y submúltiplos hay la información que son derivados del sistema decimal y formados por prefijos griegos y latinos. Las unidades de medida son: *metro, metro cuadrado, área, metro cúbico, litro y kilogramo*.

El metro es presentado según un punto de vista científico-técnico, a partir de su definición basada en una parte del cuadrante de meridiano terrestre; etimológicamente, tomado del griego, con el significado de *medida*; e instrumental, como un aparato material utilizado para mediciones de longitud. Para cada una de las demás unidades de medida, se presentan sus múltiplos o divisores y sus respectivas equivalencias con la unidad básica y, de forma detallada, su utilización.

Elegimos la transcripción de las medidas lineales:

El metro y sus divisiones sirven para medir todos los objetos de poca extensión, como son las cintas, las telas, etc., etc. Los múltiplos del metro se emplean para apreciar las grandes distancias; como la que hay de un pueblo á otro, la longitud de los caminos, etc. etc. (...)

El metro de que se sirven los comerciantes, tiene una forma cuadrangular, es de madera y está dividido en decímetros y centímetros.

Los artesanos usan un metro de forma plana, como una regla, dividida en milímetros, sino en toda su longitud, al menos en el primer decímetro. Hay otro que se dobla en diez partes para poderlo llevar en el bolsillo, el que no solo es usado por los artesanos, si no también por todas las personas que tienen necesidad de medir, ó que quieren llevar consigo el metro, para lo que se les ocurra apreciar.

Se fabrican metros redondos en forma de bastón, los cuales están divididos en decímetros y centímetros, y los usan los maestros de obras.

Los sastres, costureras, etc., se sirven para sus medidas de unas cintas de hilo impermeables ó de tafete de una longitud de 1 metro 50 centímetros ó de dos metros, divididos en centímetros. (Tolosa, 1857, p. 10-11).

El sistema monetario presentado sigue las determinaciones del Decreto de 15 de Abril de 1848, siendo el *real* la unidad monetaria y, por el Decreto de 30 de Diciembre de 1855, se le divide en cien céntimos, los múltiplos del *real*, el *Escudo* (10 rs.), en plata; y el *doblón de*

Isabel (100 rs.), en oro; los submúltiplos, la décima, moneda de cobre, y los céntimos, con la utilización de las monedas auxiliares (*duros, pesetas, medias pesetas, medio real, doble-décimas* y *medias décimas*). Presentase las equivalencias entre las monedas españolas y, después, informes acerca del sistema monetario francés.

- Procedimientos

No hay en el libro ninguna actividad relacionada a la lectura o escritura de las medidas, tan poco hay reducciones de medidas. Como el autor no trata de las medidas antiguas, no incluye ejercicios de conversión de medidas.

Para concretizar los conceptos de las medidas, Tolosa describe cómo utilizar el Cubo-Generador-Métrico. Para la medida lineal (con bastoncillos y regla articulada); de superficie (con bastoncillos y planchetas) y utilizando las planchetas, el cilindro y la esfera, volúmenes (o sólidos, el metro cúbico) y capacidad (o arqueo, el litro). Una característica importante es que el cubo, el cilindro y la esfera tienen, todos ellos, una capacidad de 1dm^3 , posibilitando otros experimentos para los alumnos.

- Los Sistemas de Representación

Tolosa realiza la presentación de conceptos de forma textual, numérica, simbólica y tabular. No se encuentran ilustraciones en el libro.

Para las definiciones y procedimientos la forma textual es la empleada.

Si se quiere saber el peso de una peso de 5000 litros de vino de Oporto, sabiendo que cada litro de vino pesa 997 gramos se tendrá que los 5000 litros, pesarán 4985 kilogramos, y de agua 5000 kil. y como cada litro es lo mismo que un decímetro cúbico, los 5000 litros equivaldrán á 5 metros cúbicos. (Tolosa, 1857, p. 47).

La representación numérica se utiliza para las cantidades métricas.

La representación simbólica incluye la combinación de letras o números para hacer, por ejemplo, las correspondencias entre las unidades de medida, incluyendo sus abreviaturas.

MEDIDAS AGRARIAS

Unidad.

Area..... a.

Múltiplos.

Hectárea..... H. a.

Divisores.

Centiárea.....c. a.

(Tolosa, 1857, p. 34).

La representación tabular comparece en la utilización de tablas o cuadros, como se presenta en la figura 1.

Precio del marco de materias de		Descuento único que se hace en las casas de monedas para la compra de pastas.		Ley de las monedas de oro y plata.	Permisos en la ley en mas ó en menos.	
Oro	Plata	Oro	Plata		Oro	Plata
á	á	1	2		2	3
1,000	1,000	por	por	900	milésimos	milésimos
milésimos	milésimos	100	100	de fino		
á rs.	á rs.					
3048	194					

Figura 1 – Detalle de la tabla de monedas utilizadas conforme la Ley vigente

- La fenomenología

El autor incluye la indicación de variados usos de las medidas, con un gran relieve para los usos comerciales y usos específicos de algunos profesionales.

Hay representaciones relacionadas a física-natural:

Con el fin de evitar todo error, y que en todo tiempo y lugar, se pudiese verificar este tipo en las mismas condiciones, se estudiar las propiedades físicas del agua, y se observó que á la temperatura de 4° centígrados, es el punto en que sus moléculas están mas cerradas entre sí, y por consiguiente ocupan menos volumen, con la particularidad de que cuando la temperatura baja, sus moléculas se separan y su volumen aumenta proporcionalmente hasta 0°, que es el punto de su congelación. (...) su peso no sería el mismo que á 4° centígrados, término del máximo de su densidad, y por esto se peso á 4° sobre cero. (Tolosa, 1857, p. 20).

- Las consideraciones didácticas

Las consideraciones didácticas están situadas en la utilización del Cubo-Generador-Métrico para el concepto de longitud, área, volumen, capacidad y algunas relaciones entre las unidades de medida. Elegimos una de las recomendaciones para el concepto de volumen:

Un cubo es una figura geométrica que tiene la forma de un *dado*, las faces que le componen son seis cuadrados iguales. Para demostrarlo, se toma la cajá en que está encerrado el Cubo-generador-métrico, se van abriendo sus lados y se verá que está compuesta de seis cuadrados; haciendo notar, que el cubo desarrollado forma una cruz con los seis cuadrados, cuatro de ellos forman el cuerpo y dos los brazos. Reuniendo cada cuadrado con el que le corresponde, se vuelve á obtener el cubo. Comprendido esto, se toma el centímetro cúbico, haciendo ver que cada una de sus seis caras tiene un centímetro cuadrado. Si se compara con los diez bastoncitos, se verá que cada uno se compone de diez centímetros cúbicos, unidos los unos á los otros en la misma línea. Reuniendo estos diez bastoncitos por su ancho como se há hecho para la formación del cuadrado, tendremos una superficie de un decímetro cuadrado y de un centímetro de grueso, ó lo que es lo mismo, cien centímetros cúbicos. Cada una de las diez planchetas es igual á la que se ha formado con los diez bastoncitos; resultando tener cada una tres dimensiones: diez centímetros de

longitud, diez de latitud y uno de grueso, ó de altura, formando un volumen de cien centímetros cúbicos.

Colocando las diez planchetas, las unas sobre las otras, se formará un cubo de un decímetro cúbico, el cual se compondrá de mil centímetros cúbicos, y el centímetro cúbico de mil milímetros cúbicos. Si ahora suponemos que cada centímetro cúbico representa un decímetro cúbico, tendremos que cada plancheta representará un metro cuadrado, de un decímetro de grueso, ó cien decímetros cúbicos, y las diez reunidas en pila, un metro cúbico. (Tolosa, 1857, p. 14-15).

Consideraciones finales

Hemos encontrado la mención del Cubo-Generador-Métrico y de su creador en dos publicaciones. El *Boletín Bibliográfico Español*, de 1º de Diciembre de 1863, informa que el aparato de Tolosa muestra buenos resultados, fue adoptado por los RR. PP. Escolapios y por las hermanas de San Vicente de Paul y otros muchos establecimientos de educación. *El Magisterio: periódico de educación y enseñanza*, afirma que, con el aparato de Tolosa, la enseñanza del sistema métrico se hace fácil con las demostraciones que se pueden realizar. Este periódico era del año de 1864. Entonces, el Cubo-Generador-Métrico estaba a la venta, por lo menos, durante siete años.

El libro de Tolosa tiene características de un manual destinado a los maestros, con una variedad de informaciones con respecto a las medidas, incluyendo los aspectos históricos. Su principal objetivo es tornar la enseñanza y aprendizaje del sistema métrico más sencilla, proporcionando a los alumnos una real comprensión de los conceptos a través de materiales concretos específicos.

El trabajo con el Cubo-Generador-Métrico con sus bastoncitos, planchetas y el cubo tiene una propuesta similar a las que pueden realizarse con algunos de los materiales desarrollados por María Montessori, pero, esta educadora nació en 1870, mucho después que Tolosa había creado su Cubo-Generador-Métrico.

Tolosa, al proponer la enseñanza del sistema métrico con su aparato, sigue una propuesta pedagógica que tiene aproximación con el método intuitivo de Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827) en los aspectos de la enseñanza de los niños basada en el estudio de las cosas y en la experiencia; la relación del conocimiento con actividades prácticas, siendo fundamentales los materiales concretos. Pestalozzi concibe la experiencia sensorial como un proceso activo. Esa idea no estaba expresa exactamente en el libro de Tolosa, pero, las actividades con su aparato permitirían al estudiante acercarse a los conceptos de área,

volumen, haciendo experiencias con materiales concretos. Una propuesta innovadora para aquella época.

Referencias bibliográficas

El Magisterio: periódico de educación y enseñanza (1865). Tomo VII. Ciudad Real: Imp. de C. Clemente Rubisco.

Hidalgo, D. (1863). *Boletín Bibliográfico Español*. Madrid: Imprenta de Las Escuelas Pías. Tomo IV. Año IV, n. 23.

Ley de Pesas y Medidas, de 19 de Julio de 1949. *Gaceta de Madrid*.

Rico, L., Marín, A., Lupiáñez, J. L., & Gómez, P. (2008). Planificación de las matemáticas escolares en secundaria. El caso de los números naturales. *SUMA*, 58, 7-23. Recuperado de: <http://funes.uniandes.edu.co/533/>

González Ruiz, J. (2016). De la vara al metro: la recepción del Sistema Métrico Decimal en la escuela española del siglo XIX. *Revista Muesca*, junio, 43-87.

Tolosa, M. de. (1857) *Sistema legal de pesas y medidas o Nuevo Método teórico y práctico para enseñar el Sistema Métrico Decimal....* Madrid: Imprenta del colegio de Sordo Mudos.