



ISSN: 2603-9982

Barrantes-Hernández, A. y Picado-Alfaro, M. (2021). El Sistema Métrico Decimal en manuales de aritmética para el maestro de educación primaria en Costa Rica durante 1885-1914. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 4(1), 34-56

EL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL EN MANUALES PARA EL MAESTRO DE PRIMARIA EN COSTA RICA DURANTE 1885-1914

Andrey Barrantes-Hernández, Universidad Nacional, Costa Rica

Miguel Picado-Alfaro, Universidad Nacional, Costa Rica

Resumen

El estudio tuvo como objetivo caracterizar la formación de los maestros ante la adopción del Sistema Métrico Decimal, a partir de las especificidades matemáticas y didácticas reconocidas en libros de texto para la educación primaria en Costa Rica entre 1885 y 1914. El estudio se ubica dentro de las investigaciones históricas en educación matemática; corresponde a un estudio descriptivo cuyas fuentes primarias fueron dos manuales para el maestro de enseñanza primaria. El análisis de los textos tomó como base los principios del análisis didáctico. Los resultados acentúan tendencias en cuanto a la estructura conceptual y las representaciones que exponen el sistema en los manuales, se caracterizan las tareas y se resaltan las sugerencias para el maestro, al momento de la enseñanza del Sistema Métrico Decimal.

Palabras clave: *aritmética, educación primaria, formación de maestros, libros de texto, Sistema Métrico Decimal*

The Metric System in manuals for primary education teachers in Costa Rica during 1885-1914

Abstract

The study aimed to characterize the training of teachers when Metric System was adopted in Costa Rica, based on the mathematical and didactic specificities recognized in textbooks for primary education between 1885 and 1914. The study is located within the historical research in mathematics education; it corresponds to a descriptive study whose primary sources were two manuals for the primary school teacher. The analysis of the texts was based on the principles of didactic analysis. The results reveal trends in the manuals regarding the conceptual structure and representations that show the system in these texts, tasks are characterized and suggestions for the teacher when teaching Metric System are highlighted.

Keywords: *arithmetic, primary education, primary teacher training, textbooks, Metric System*

INTRODUCCIÓN

La evolución de las civilizaciones ha involucrado diversas actividades en las que inciden distintos factores y necesidades que requieren de ciertos procesos cognitivos para obtener resultados concretos. Dentro de estos procesos podemos destacar la medición que, desde la antigüedad, ha sido una necesidad para los grupos de personas y que con el paso del tiempo ha derivado en la cuantificación de diversas magnitudes como la distancia, el tiempo, la capacidad y el peso (Zumbado, 2013), y en el establecimiento de unidades de medida para su registro.

Particularmente, entre las primeras unidades para la longitud destacan las medidas antropométricas que hacen referencia a partes del cuerpo humano como el pie, el palmo, el codo, la pulgada y la braza, así como a distintos gestos derivados de estas como el paso y la vara, que surgieron en el antiguo Egipto y la Mesopotamia asiática (Díaz, 1990; Centro Español de Metrología, 2011). Este tipo de medidas conllevaba una variabilidad intrínseca, debido a las dimensiones de cada persona y a la diversidad de unidades utilizadas por cada Civilización. Con el paso del tiempo, en diferentes regiones se fueron estableciendo conceptos propios de medidas que derivaron en una diversidad metrológica y, en consecuencia, en tratos poco igualitarios para los intercambios comerciales entre naciones.

Durante el siglo XVIII, en varios países surgieron diversas iniciativas para una estandarización y universalización de las pesas y medidas, de manera que se facilitaran el intercambio de conocimiento, las actividades comerciales y culturales tanto a nivel local como entre regiones. Esta situación, junto al impulso dado por la Revolución Francesa, condujo a la definición del metro como unidad de medida única, invariable y fundamental de un nuevo sistema metrológico mundial: el Sistema Métrico Decimal (SMD).

Dentro de este orden de ideas, en las últimas décadas, varios autores se han dedicado a estudiar las particularidades de los procesos de adopción e implantación del SMD en distintos países desde ámbitos diferentes. Por ejemplo, Basas (1962) analiza el proceso de implantación del SMD en España desde una perspectiva económica, Ten (1989) y Aznar (1997) acentúan el carácter científico del sistema, y Picado (2012) que enfatiza sobre los textos utilizados para la difusión del sistema en el sistema educativo español. Por su parte, Amaral, Ralha y Gomes (2011) y Zuin (2007) han dirigido sus estudios a la enseñanza de la medida en Portugal y la incorporación del SMD en el mismo país, respectivamente. En Francia, Débarbat y Quinn (2018) destacan el origen del SMD y la dinámica gubernamental para la evolución y adopción del Sistema Internacional de Medidas y Dhombres (1993) refiere a los procesos de adaptación de las personas campesinas a la nueva metrología.

La problemática metrológica de los siglos XVIII y XIX en países de Europa y de otros continentes, tuvo su réplica en los países americanos. Con especificidad, la provincia de Costa Rica sufría de lo que podemos llamar una “incompatibilidad comercial”, ocasionada por el uso de una diversidad de medidas locales y arbitrarias, muchas de estas derivadas de los sistemas metrológicos del Reino de España. Ante la unificación metrológica que se estaba dando en el siglo XIX, Costa Rica no fue la excepción. Las dificultades comerciales ocasionadas por la diversidad de unidades de medida, el avance de la ciencia y la necesidad de formar parte del grupo de países que habían unificado su metrología, impulsaron la adopción del SMD.

Si en algún país se ha hecho sentir la necesidad de establecer un sistema uniforme de pesas y de medidas, es en Costa Rica, en donde puede decirse que no existe ninguno que

satisfaga las exigencias del público y del comercio en general. (Medidas y pesas del Sistema Métrico y tablas de equivalencias con las antiguas, 1885, p. 1)

Las iniciativas para la adopción del SMD en Costa Rica se dieron a partir de 1881. El Gobierno de turno dictaminó una serie de Decretos que estipularon la entrada en vigor y la obligatoriedad de uso del SMD y sentaron las bases para la creación de reglamentos que normaban la utilización de pesas y medidas métrico-decimales. El SMD estuvo vigente en Costa Rica hasta el año 1973; la Ley N°5292 titulada “Uso Exigido Sistema Internacional Unidades Medida ‘SI’ Métrico Decimal”, estableció la transición del SMD al Sistema Internacional de Unidades (SI).

Resulta claro que, al igual que en otros países, la educación —particularmente la instrucción primaria— se convirtió en una de las mejores aliadas para la difusión de las nuevas unidades métricas entre los ciudadanos costarricenses. De allí que los maestros debían estar preparados para formar a los estudiantes en edades tempranas en las nuevas unidades métricas. Desde este posicionamiento, los libros de texto se convierten en referentes importantes para encontrar y conocer acerca del rol de los maestros, sobre las estrategias que utilizaron y cómo desarrollaron los contenidos matemáticos en las aulas con respecto a la adopción del SMD en Costa Rica.

Este artículo muestra los resultados de un estudio sobre la implantación del SMD en Costa Rica en el siglo XIX y las implicaciones que tuvo en la formación de maestros de educación primaria, desde la oficialización del uso de este sistema en 1885 hasta la fundación de la Escuela Normal en 1914. Se recalcan las particularidades históricas y educativas del proceso de adopción del SMD en Costa Rica. El estudio tuvo como objetivo determinar las especificidades matemáticas y didácticas sobre el SMD que muestran libros de texto de aritmética para uso del maestro de educación primaria, editados entre 1885 y 1914, que permitan una caracterización de la formación de estos docentes en Costa Rica ante la adopción de este sistema metrológico en esta época.

CONTEXTO HISTÓRICO DEL ESTUDIO

A manera de síntesis, durante el periodo Prehispánico, la educación —instrucción o adiestramiento, como se suele llamar en este periodo— constituyó una actividad espontánea que respondía a las necesidades de supervivencia de los pobladores. El énfasis de estas necesidades era la transmisión de las técnicas desarrolladas para la perpetuidad de actividades laborales, espirituales y artísticas propias de la comunidad. En el siglo XVI, iniciadas las expediciones españolas en el territorio costarricense, comienzan las actividades de catequesis para la evangelización e instrucción a cargo de clérigos, como primeros maestros. La bibliografía permite identificar dos periodos representativos en cuanto a la historia de la educación en Costa Rica en el siglo XVI: La Conquista, caracterizada por la catequización de indígenas, y La Colonia donde la educación deja de ser una actividad propia de la Iglesia y pasa a ser considerada como una actividad urgente del Reino de España.

La fundación de la primera escuela elemental en Cartago, por parte del sacerdote Don Diego de Aguilar —considerado el primer maestro de Costa Rica—, trae consigo una serie de limitaciones concretadas en la falta de experiencia de los maestros para la educación de indígenas y colonos, y una falta considerable de recursos didácticos. Esta escuela se mantiene hasta el siglo XVII (1623) cuando cierra por falta de recursos y debido a las nuevas disposiciones de La Corona Española para la educación en el Istmo. La falta de escuelas en el país, durante el siglo XVII conduce —en el siglo XVIII— a la

contratación de maestros formados en Guatemala y Nicaragua para la enseñanza de la lectura, la escritura, la aritmética y la doctrina católica en poblados costarricenses como Heredia y Nicoya. A finales de este siglo, se emite una orden para declarar la obligatoriedad de la educación en Cartago y se dan las primeras iniciativas para dotar a San José de un centro de estudios.

Con la llegada del siglo XIX, las iniciativas del presbítero Florencio de Castillo, en las recién instauradas Cortes de Cádiz, hacen que se promueva la educación entre los habitantes de la Provincia de Costa Rica. En 1814 se funda la Casa de Enseñanza de Santo Tomás para la instrucción en las “primeras letras” (lectura, escritura y doctrina cristiana), institución emblemática de la educación costarricense y de las ideas ilustradas para la búsqueda de la libertad de la Región. La apertura de este centro de enseñanza marca el inicio de una etapa trascendental en la educación: se modifica la tutela religiosa, pero se mantiene la enseñanza de las primeras letras; a estas se les incorporó la gramática y la aritmética (Picado-Alfaro y Espinoza-González, 2020).

Aparte de la Casa de Enseñanza de Santo Tomás, dedicada a la primera enseñanza y la educación secundaria (Rodríguez y Ruiz, 1994), también se fundaron otros centros de primeras letras en diversas localidades del país, dedicados al aprendizaje de la lectura y regulados administrativamente por los municipios (Quesada, 2005a). En 1843 este centro de estudios pasó a ser una institución de formación superior: la Universidad de Santo Tomás, hasta su cierre en 1888.

Dada la Independencia del Reino de España en 1821, se dicta la primera Constitución de Costa Rica: *El Pacto de Concordia*, que establece la educación como un asunto de atención prioritaria, convirtiéndola en los siguientes años en una de las prioridades de la administración pública. Ejemplo de esto son la promulgación de la *Ley de Compulsión Escolar* (1832) que exigía a los padres de familia que enviaran a sus hijos a la escuela, y del *Reglamento Orgánico del Consejo de Instrucción Pública* que establecía que la educación escolar sería en lo sucesivo gratuita, sostenida por el Gobierno y los Ayuntamientos municipales (Martínez, 2016). Durante estos primeros años de vida independiente es notorio un dato interesante: los primeros indicios de la enseñanza de la matemática en Costa Rica se datan en 1822, cuando se integra la aritmética dentro de los planes de formación (Quesada, 2005a).

Para el año 1847 la educación mantiene un papel preponderante en el desarrollo del país. El crecimiento económico en esa época, debido a la exportación de café, condujo a iniciativas que derivaron en reformas educativas que, bajo la dirección del Estado, procuraron mejorar todos los niveles de la escolaridad (Quesada, 2005a).

Con el paso de los años, los avances en materia educativa empezaban a notarse y los logros incluyeron la declaración de obligatoriedad de la educación pública para todas las clases sociales (Quesada, 2005a). La Constitución de 1869 otorgaba al Estado un rol más importante en términos de educación: se establece la enseñanza primaria obligatoria, gratuita y costada por la nación y el Estado tenía a cargo la selección de los textos de primaria, la inspección de los centros educativos, el control de personal docente, entre otras funciones. Particularmente, es necesario resaltar que la llegada de la imprenta al país, en 1830, permitió la difusión masiva de información a través de textos y diarios (periódicos) que promovían una instrucción cultural y educativa. De hecho, el primer libro editado en Costa Rica corresponde a un texto de aritmética: *Breves lecciones de aritmética*, publicado por el Bachiller Rafael Francisco Osejo ese mismo año.

El dinamismo de las decisiones sobre educación no cesó. La Reforma de 1886 —promovida por D. Mauro Fernández Acuña— y la promulgación de la *Ley Fundamental de la Instrucción Pública* incidieron en una organización de la propuesta educativa: se determinó que la enseñanza oficial se dividía en primaria, complementaria, de adultos, normal, general, especial, profesional y universitaria para lograr un sistema educativo integrado desde los primeros años de escolaridad hasta la formación universitaria. También, se promueven acciones para el inicio de la profesionalización de la actividad docente en dos instituciones específicas: el Liceo de Costa Rica y el Colegio Superior de Señoritas (Barrantes y Ruiz, 1994a), y se decreta la *Ley General de Educación Común* que dictaba los requisitos mínimos de instrucción obligatoria, en cuanto al conocimiento, para los alumnos.

Artículo 7: El mínimo de instrucción obligatoria comprende las siguientes materias: Lectura, Escritura, Aritmética, (las cuatro primeras reglas y el sistema métrico decimal) Geometría objetiva, Nociones de Geografía universal y particular de Costa Rica, Ejercicios prácticos de lenguaje, Gimnástica, Moral y Educación Cívica. (Ley General de Educación Común. Reglamento de la misma. Decreto sobre Empréstito Escolar, 1886, p. 2)

En 1890 se nombra una comisión conformada por docentes extranjeros y nacionales que tendría a su cargo la elaboración de nuevos programas para educación primaria. Los cambios generados culminaron con la Reforma de 1908 y la instauración de los programas para la enseñanza primaria redactados por D. Roberto Brenes Mesén y D. Joaquín García Monge, junto con los programas para la enseñanza media. Estos programas dividían las escuelas primarias en urbanas y rurales, proponiendo diferencias en cuanto a la enseñanza (Barrantes y Ruiz, 1994b). Los programas tuvieron un año de vigencia, ya que fueron tomados con cierto rechazo y cuestionamientos. Para el siguiente año, se elaboraron otros programas basados en las nuevas corrientes pedagógicas, vigentes hasta 1918.

Desde 1814, cuando se fundó la Casa de Enseñanza de Santo Tomás, hasta la creación de la Escuela Normal en 1914 —instaurada para la preparación de maestros que dirigirían las escuelas primarias oficiales en Costa Rica— el país tuvo una expansión a nivel educativo para la enseñanza primaria que fue creciendo con el pasar de los años. Este incremento de centros educativos demandaba una mayor cantidad de maestros que el país no lograba formar por diversos motivos: salarios bajos y pagos irregulares para los maestros y malas condiciones de las escuelas. Esta situación fue la constante durante el siglo XIX, hasta la creación de la Escuela Normal en 1914, cuya actividad formadora de maestros se ve finalizada con la creación de la Universidad de Costa Rica en 1941 (Quesada, 2005a, 2005b), institución que asume los procesos de formación y capacitación de maestros.

Los centros de formación de maestros de educación primaria

Las iniciativas para crear centros de formación de maestros de primera enseñanza surgieron de la escasa cantidad que había de estos profesionales y de la preocupación de dar al encargado de la enseñanza primaria la formación específica en esta área. Durante la primera mitad del siglo XIX, la fundación de colegios para varones y colegios para niñas permitió la formación de maestros y maestras en las conocidas “Secciones normales” dentro de estas instituciones, principalmente en zonas centrales del país. Ejemplo de estos centros son la Escuela Normal para Varones (1840) y el Liceo de Niñas (1849). Esta forma de organizar la formación de docentes se institucionalizó en la segunda mitad del siglo XIX y durante los primeros años del siglo XX, derivando en un incremento de secciones normales en diversos centros educativos en el país. Las secciones normales

incluían una serie de cursos adicionales —a la educación secundaria— para los maestros en formación, junto con la presentación de conferencias y la aplicación de exámenes, complementados con las políticas de inspección vigentes y el asesoramiento necesario.

La reforma educativa de 1885 impulsó la profesionalización del docente desde dos ópticas: el refrescamiento y capacitación del personal, y la formación adecuada de nuevos docentes (Barrantes y Ruiz, 1994a; Martínez, 2016). La revista *El Maestro*, dedicada a las escuelas primarias, publicaba contenido de ayuda para el maestro con respecto a diferentes materias y metodologías para aplicar en el aula. A raíz de la continua carencia de docentes en el país, en 1897 el Gobierno optó por enviar jóvenes estudiantes al Instituto Pedagógico de Chile. En 1906 se estableció el *Reglamento Orgánico del Personal Docente de las Escuelas Comunes* con el propósito de mejorar la preparación de los maestros de primaria, esto por medio de la ejecución de exámenes para otorgar certificados de “aptitud e idoneidad profesional” y, además, de la presentación de conferencias pedagógicas (Quesada, 2005a).

Finalmente, en 1914 se fundó la Escuela Normal de Costa Rica, que adoptó las “Secciones Normales” que estaban implantadas en las instituciones de segunda enseñanza para la formación de maestros y maestras, con el fin de otorgar un título de maestro.

LA INTRODUCCIÓN DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL EN COSTA RICA

Brevemente, debe apuntarse que las primeras iniciativas para la creación de una unidad fundamental de medida invariable, que permitiera el establecimiento de un sistema metrológico estable, uniforme y sencillo, se dieron en Francia en la última década del siglo XVIII. Finalizados los trabajos de medición en 1798, se convocó a científicos de distintas naciones a formar parte de la Comisión de Pesas y Medidas que, en 1799, fijó el valor definitivo de la nueva unidad de medida, el metro —vocablo que proviene del griego *metron* (medida)—, definido como la diezmillonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre que pasa por París. Así, surgió un sistema que, como indica Kula (1980) “toma como unidad de medición fenómenos astronómicos independientes del hombre” (p. 4). Con el paso de los años, se destacó el carácter decimal del sistema, a partir de las unidades de medida superiores e inferiores al metro que están relacionadas entre sí por múltiplos y submúltiplos de diez. El SMD tuvo una aceptación por parte de la comunidad científica debido a su fundamentación matemática, científica y social. En 1875 con la Convención del Metro, o Tratado del Metro, llevada a cabo en París con la participación de representantes de 17 países, se estableció una autoridad mundial en la metrología y se impulsó la implantación del SMD.

Inicialmente, el SMD se compuso de dos magnitudes básicas: longitud y peso, cuyas unidades de medida correspondían al metro y al kilogramo, respectivamente. De estas se derivaron otras unidades de medida: el litro, como la unidad de volumen de líquidos (equivalente a un decímetro cúbico), el estéreo como la unidad de volumen de sólidos (equivalente a un cubo de un metro de lado), y el área, como una unidad de superficie equivalente a un cuadrado de diez metros de lado. Luego, con la inclusión del tiempo como una tercera magnitud básica, el SMD se amplió al sistema MKS (metro, kilogramo y segundo). Con el paso del tiempo se fueron agregando otras magnitudes básicas que cimentaron el camino para el establecimiento del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Por último, es conveniente acotar que la finalidad fundamental del SMD fue unificar y racionalizar las unidades de medición, así como sus múltiplos y submúltiplos, obteniendo

neutralidad y universalidad. Este sistema fue el oficial en Costa Rica desde 1885 hasta 1973 cuando se oficializó el SI, que tiene como base el SMD.

En el marco de la historia política, metrológica y educativa de Costa Rica en 1881, a través de la Ley No. 46 “Sistema Métrico Decimal para pesos y Medidas”, se decreta la adopción del SMD, pero sin establecer la fecha oficial para su implementación definitiva. En 1884, se establece que a partir del 10 de agosto de 1885 este sistema iba a ser de uso obligatorio para todos los actos oficiales de la República, y para esa misma fecha del año de 1886 sería efectivo en todas las actividades públicas y comerciales. Ante estas ordenanzas, el Gobierno define una serie de acciones como estrategias para incorporar el SMD en los ámbitos social, educativo y comercial. Se promulga la “Ley del Sistema Métrico Decimal” (1884) que consigna el Reglamento de Pesas y Medida; estas directrices disponen la adopción del denominado sistema métrico decimal francés. De manera particular, con el reglamento se impone la enseñanza del SMD en las instituciones educativas:

Artículo 3. En todos los establecimientos de enseñanza costeados o subvencionados por el Gobierno, se hace obligatorio el aprendizaje del sistema métrico decimal, y de las tablas de equivalencia a que se refiere el artículo anterior, tan luego como estas se hayan publicado. (Medidas y pesas del Sistema Métrico y tablas de equivalencias con las antiguas, 1885, p. 8)

En este marco legal y educativo, se fundaron escuelas nocturnas de adultos para el aprendizaje del sistema, en las capitales de provincia y en las cabeceras de los cantones.

La edición, impresión y distribución de textos se convirtió en una de las estrategias más adecuadas para la difusión de los conceptos y procedimientos relacionados con el SMD. Uno de estos textos fue la traducción de la obra titulada *Sistema Métrico: Demostrado según el aparato del método Level* (1886), hecha por D. Manuel A. Quirós, usada como guía para el maestro en la instrucción escolar y para la formación de los pobladores. El texto se constituía de una serie de tareas que promovían el uso de las unidades métrico-decimales en las aulas (Ruiz y Barrantes, 2000), como indica su autor, “encontrarán los preceptores [los maestros] las facilidades indispensables para inculcar en la inteligencia de los niños cuantas nociones son necesarias para adquirir el conocimiento del sistema” (Level, 1886, p. 1). Además, la difusión de la guía —el manual— se extendió a los municipios con el fin de actualizar a los habitantes que no se encontraban en el sistema educativo.

El SMD se incorporó a la enseñanza de la aritmética, a partir de los programas de primaria emitidos con la “Ley General de Educación Común”, de 1886. Dentro de este orden de ideas, el SMD llegó a convertirse en un requisito de la instrucción mínima obligatoria en primaria.

METODOLOGÍA

El estudio se enmarca en la investigación cualitativa-descriptiva. Por sus características, se ubica dentro de las investigaciones históricas en educación matemática, basada en el análisis de libros de texto (Maz, 2005; Picado, 2012). Como se ha descrito, caracteriza la introducción del SMD en la formación de maestros en Costa Rica en el periodo 1885-1914, desde el estudio de manuales para su enseñanza.

Fuentes de información

En la perspectiva que aquí se adopta, los libros de texto son un reflejo del estado de la ciencia, una muestra indicativa de las concepciones dominantes en los distintos momentos de la historia acerca de qué contenidos deben ser enseñados, cuáles deben ser enfatizados, cuál es la forma de organizarlos, con qué enfoques conceptuales y con qué metodología (Gómez, 1999).

Los libros de texto son las fuentes de información para abordar cuestiones como la manera en que se enseñaba y las formas de construcción de los conceptos del SMD en las aulas de Costa Rica, esto al momento en que se introdujo dicho sistema en los planes educativos. Dado el caso de cómo irrumpió el SMD dentro del sistema educativo costarricense en 1885, se considera el libro de texto como la herramienta utilizada para solventar la introducción del SMD en las aulas de las escuelas y colegios.

La búsqueda de estos textos se llevó a cabo a través de los catálogos electrónicos de centros de documentación como la Biblioteca Nacional de Costa Rica, las Bibliotecas Federico Tinoco y Carlos Monge de la Universidad de Costa Rica, y la Biblioteca Joaquín García Monge de la Universidad Nacional. Como resultado de esta búsqueda se localizaron ocho textos; esta lista se restringió solamente a dos textos, a partir de dos criterios de selección: representatividad del texto en el periodo histórico y que su contenido incluyera el SMD. Los textos seleccionados son: *Sistema Métrico demostrado según el aparato del método Level* (1886) y *Manual del maestro: curso elemental de aritmética arreglado de acuerdo con los programas oficiales* (1897). Especialmente, la obra *Level* se concibe como uno de los textos más importantes para el proceso de instrucción temprana en las nuevas unidades de medida.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Debido a la similitud del estudio con los trabajos realizados por Maz (2005) y Picado (2009, 2012) orientados a la investigación histórica basada en el análisis de libros de texto, se siguió esta línea en el proceso de definición de las categorías de análisis. Primero, se establecieron tres focos de información determinados por una caracterización del autor, de la estructura del texto y de su contenido.

Cada foco de información contiene una serie de categorías y unidades de análisis. Así en la caracterización del autor se contemplan las categorías de información personal y profesional. Luego para la caracterización de estructura se tomó en cuenta datos propios del libro de texto. Por último, en la caracterización del contenido se hace referencia a información sobre historia del SMD, su utilidad, conceptos y modos de representación de las unidades métrico-decimales, limitaciones de aprendizaje, tareas y recursos propuestos para su enseñanza.

En lo que sigue se presenta el resultado del análisis de dos libros de texto que fueron editados entre la oficialización de uso del SMD (1885) y la fundación de la Escuela Normal de Costa Rica (1914). A partir del análisis se acentúan las particularidades matemáticas y didácticas que caracterizan la introducción del SMD en estos documentos y, por tanto, en el sistema educativo. Asimismo, se caracteriza la preparación que recibieron los maestros, ante la adopción del SMD, para su difusión en el entorno escolar de la época. La información de cada texto se organiza en cuatro partes: la primera incluye una presentación general del texto y su autor; la segunda se titula preliminares y expone las evidencias sobre los propósitos del texto, la historia del SMD, las disposiciones legales

para su implantación y los conocimientos matemáticos que el autor consideraba como necesarios para su aprendizaje; la tercera parte destaca las particularidades de la estructura matemática-conceptual para la inclusión del sistema en el texto; y, finalmente la cuarta parte, acentúa las especificidades didácticas para la enseñanza del sistema.

Como se ha expuesto, a partir de 1881 se reconocen los primeros indicios de la implementación del SMD en el país. Sin embargo, no fue sino hasta 1885 cuando su uso se hizo oficial y obligatorio, logrado a través del “Reglamento de Pesas y Medidas” emitido en 1884. La incidencia de esta disposición en la educación es notoria. El gobierno toma medidas como la fundación de escuelas nocturnas de adultos para el aprendizaje del sistema, se incentiva su enseñanza en las escuelas de primera enseñanza y se promueve un proceso de divulgación en los municipios mediante la impresión y el reparto de textos (manuales con ejercicios). En esta etapa de la historia educativa y metrológica de Costa Rica, destacan las diligencias políticas realizadas en las administraciones de D. Próspero Fernández Oreamuno (figura 1) y D. Bernardo Soto Alfaro —quien, debido a la muerte del Presidente Fernández Oreamuno en 1885, es el designado a culminar el periodo presidencial 1882-1886— para implantar el SMD en el país, que además buscaron el mejoramiento y la centralización de la educación pública como medidas para fortalecer la educación primaria y la segunda enseñanza.



Figura 1. Retrato de D. Próspero Fernández Oreamuno¹

El esfuerzo por mejorar la educación da como resultado una reforma educativa liderada por D. Mauro Fernández Acuña (figura 2); se promulgan la “Ley Fundamental de la Instrucción Pública” (1885) y la “Ley General de Educación Común” (1886). A partir de la Reforma, el SMD fue incorporado en el área de aritmética. Con especificidad, en la educación primaria, para primer grado se integra el concepto del metro y este se aprovecha para el estudio de la representación de cantidades decimales; para segundo grado se introduce el tema de pesas y medidas del SMD.

¹ Imagen en https://es.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%B3spero_Fern%C3%A1ndez_Oreamuno

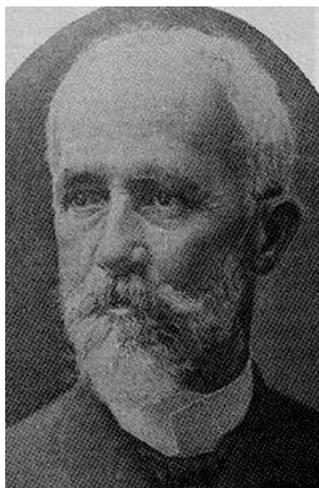


Figura 2. Retrato de D. Mauro Fernández Acuña²

Libro 1: Sistema Métrico demostrado según el aparato del método Level

El texto pertenece a D. Manuel Antonio Quirós, fue publicado como primera edición, en 1886, por la Imprenta Nacional de Costa Rica. Corresponde al estilo Cartilla y fue propuesto como guía a los maestros para la enseñanza del SMD a los niños. La figura 3 muestra la portada del texto. Por la relevancia del texto en la época, constituye una de las obras más sobresalientes en el proceso de introducción del SMD en el país, particularmente en el sistema educativo.

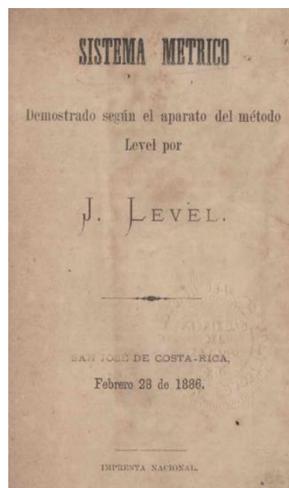


Figura 3. Imagen de la portada del texto³

En cuanto a su autor, D. Manuel Antonio Quirós, se entiende su dedicación a la traducción de obras literarias. Junto a Austergildo Bejarano realiza, en 1888, la traducción del libro *Geometría Objetiva para uso de las escuelas primarias*, como texto oficial en Costa Rica. En 1908 publicó el libro *Tablas de equivalencia entre el Sistema Métrico y los usados hasta hoy*, obra que fue dedicada al profesor Rodolfo Bertoglio (Barrantes y Ruiz, 1994c).

² Imagen en https://es.wikipedia.org/wiki/Mauro_Fern%C3%A1ndez_Acu%C3%B1a

³

<https://www.sinabi.go.cr/ver/Biblioteca%20Digital/LIBROS%20COMPLETOS/Level%20J/Sistema%20Metrico.pdf#.X1RsCGdKjIw>

La obra *Level*, texto de 58 páginas, se organiza en dos partes. La primera parte se compone de ocho capítulos, en cada uno se exponen diversos problemas relacionados al tema abordado.⁴ Esta distribución temática permite la descripción y la explicación del SMD y la presentación de ejemplos que muestran conversiones entre unidades de medida. La segunda parte se titula la Aritmética de G. Ritt; los problemas que aquí se muestran son tomados de la publicación del libro *Nueva aritmética* (1874), que contiene ejercicios y problemas hechos por G. Ritt. En esta sección se muestra una breve explicación de la conversión entre algunas medidas antiguas y las métrico-decimales; por ejemplo, de varas a metros y viceversa, lo mismo para varas cuadradas a metros cuadrados. También se presentan equivalencias de los múltiplos y submúltiplos con respecto a su medida base, esto para las magnitudes de longitud, superficie, capacidad y peso.

Preliminares

Este texto se elaboró exclusivamente para el aprendizaje y la enseñanza del SMD. Sin embargo, carece de una introducción histórica del SMD, de una presentación de conocimientos previos para su aprendizaje y de la exposición de ideas sobre el impacto que socialmente tendría el sistema. Desde una perspectiva legal, el autor se refiere a la legislación en Francia para el establecimiento de un sistema de medidas único, permitido a partir del 1° de enero de 1840. Luego se destacan las directrices legales adoptadas en Costa Rica para la introducción del SMD, como se muestra en la figura 4.

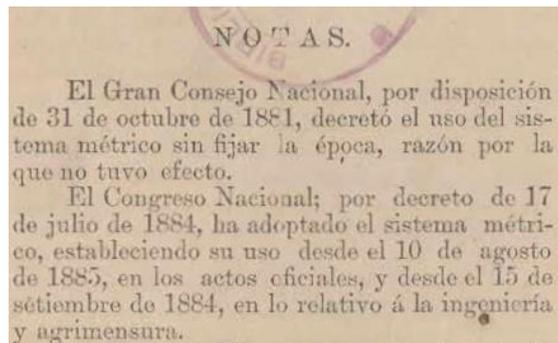


Figura 4. Directrices legales en Costa Rica para el uso del SMD (p. 37)

Estructura matemática del Sistema Métrico Decimal

El texto inicia con la presentación de un significado para el concepto de medida, que es combinado con el concepto de peso. “Medir o pesar es comparar el tamaño o el peso desconocido de un objeto con una unidad de tamaño o peso tomado por término de comparación” (p. 2). Esta se complementa con la definición de longitud, superficie, volumen, capacidad, peso y moneda.

En la primera parte del texto el autor refiere al SMD como el “Sistema Métrico”, que también es presentado como “sistema legal” o “sistema decimal”. Estas formas de denominarlo se explican desde la relación entre las pesas y medidas y el metro, la unidad única y fundamental, y que los múltiplos de las nuevas medidas se expresan en números de diez, cien, mil, diez mil veces más grandes que la unidad, y los submúltiplos, se obtienen a partir de números que son la décima, centésima, milésima y diezmilésima parte de la unidad (p. 3). En la segunda parte del texto se retoma la definición del sistema de

⁴ Los capítulos llevan por título: (1) el Sistema Métrico, (2) Del metro y de las medidas de longitud, (3) De las medidas de superficie, (4) De los cubos, (5) De las medidas de capacidad, (6) Medidas de pesos, (7) Medidas de Volumen y (8) Las monedas.

una forma simple y concisa: “el sistema métrico es el conjunto de las unidades de medida que tiene por base el metro” (p. 30).

Para los múltiplos, se definen cuatro palabras provenientes del griego y que se colocan delante de cada unidad de medida. Estas son: *Deca*, que significa 10 veces, *Hecto* que significa cien veces, *Kilo* que significa mil veces y *Miria* que significa diez mil veces. Por otro lado, para los submúltiplos se exponen las palabras provenientes del latín: *Deci* que significa décimo, *Centi* que significa centésimo y *Mile* que significa milésimo.

En cuanto al metro, este se define como la unidad para las medidas de longitud y “es igual a la diez millonésima parte de la distancia del polo al ecuador, y a la cuarenta millonésima parte de la longitud del meridiano terrestre” (p. 4).

En el texto se adoptan seis clases de medida con su respectiva unidad: longitud, superficie, volumen, capacidad, peso y moneda. Para cada una de ellas el autor detalla los múltiplos y submúltiplos. La presentación de algunas medidas se acompaña de la exposición de otras unidades usadas en situaciones que involucran cantidades grandes, como las medidas agrarias, que forman parte de la medición de superficies y que son utilizadas para medir las superficies de campos, bosques y otras propiedades extensas. Se especifica que su unidad es el área. De manera similar, para el peso se define el quintal métrico, y el millar métrico o tonelada. También se expone la unidad de medida para la leña, como parte de los volúmenes.

El sistema monetario se basa en el franco, presentado como la unidad monetaria, este se acompaña de una lista con las denominaciones y equivalencias para cada tipo de metal. Cabe indicar que no correspondía a la moneda costarricense de la época, sino a la moneda francesa, incluida en el texto original.

La presentación de procedimientos matemáticos, vinculados al SMD, incluye algunos “experimentos” que, con ayuda de instrumentos de medida, contribuirían a la comprensión de las magnitudes y sus unidades de medición y, a su vez, de su relación con el metro. Además, se muestran tablas de equivalencias con los múltiplos y submúltiplos respecto a la unidad básica.

En algunos capítulos se enfatiza la manera de leer fracciones decimales dependiendo de la magnitud. El autor introduce la multiplicación como primera operación aritmética, para el cálculo de una superficie: “1º.– Para determinar en metros cuadrados la extensión de una superficie que tiene 9 metros de largo por 7 de ancho, se multiplica 9 por 7, y el producto 63 expresa que la superficie contiene 63 metros cuadrados” (p. 8). Luego, se presentan las operaciones multiplicación y potencias para el cálculo de superficies y para efectuar equivalencias entre las unidades utilizadas en la época y las del SMD. En el texto solo se explican cuatro conversiones, la primera es la conversión de varas a metros, y viceversa. El procedimiento se repite para la conversión de metros cuadrados a varas cuadradas, y viceversa.

Para reducir varas [sic] metros, se multiplica el número de varas por 0,836, así: 98 varas = $0,836 \times 98 = 81,928$ metros. Para reducir metros a varas, se divide el número de metros por 0,836, así: $300 \text{ metros} = \frac{300}{0,836} = \frac{300000}{836} = 358,85$. (p. 42).

En cuanto a la identificación de sistemas de representación, destacan cuatro modos para la presentación de conceptos vinculados con el SMD; estos son: verbal, numérico, simbólico y tabular. La mayor parte del texto se muestra a través de la representación verbal, con la que se presentan las definiciones y características más relevantes, para el autor, referentes a cada medida del SMD.

13.– Se llaman medidas de superficie las que emplean para evaluar la extensión de una superficie cualquiera.

14.– Evaluar el contenido de una superficie es buscar cuántas veces ella contiene la extensión de un cuadrado tomado por unidad.

15.– La unidad de las medidas de superficie es el metro cuadrado; se entiende por metro cuadrado una superficie que tiene un metro de largo por un metro de ancho. (p. 7).

Con la representación numérica se muestran las cantidades métricas y equivalencias entre el sistema métrico y las medidas antiguas. También se encuentra en la explicación de algunos cálculos como conversiones "...98 varas = $0,836 \times 98 = 81,928$ metros" (p. 42). La simbología se usa en la representación de las abreviaciones de las unidades métricas, por ejemplo, el metro se representa con la letra m, el hectómetro con hm, etc. Y, la utilización de tablas se muestra mayormente para la presentación de los múltiplos y submúltiplos. También se utilizan para la representación abreviada de cada unidad.

El énfasis en cuanto a la utilidad del SMD se identifica en cuatro tipos de fenómenos, particularizados en cuatro situaciones: natural, matemática, comercial y técnica. La situación natural se distingue en la exposición de una situación física de la naturaleza, como es la temperatura, en la sección del peso: "es el peso de un centímetro cúbico de agua destilada, tomada en su maximun de densidad a la temperatura de cuatro grados un décimo (4º,1) ..." (p. 18). Las situaciones matemáticas se presentan en un contexto de una o varias operaciones aritméticas.

b.1. Aplicación de operaciones: "Para reducir varas cuadradas á[sic] metros cuadrados, se eleva al cuadrado 0,836 y se multiplica por el número de varas, así $163=0.8362 \times 163=0,698896 \times 163=113,92$ metros cuadrados." (p. 42).

b.2. Aplicación de fórmulas: "Sea evaluar en metros cúbicos una piedra que tiene 14 metros de largo por 3 de ancho y 2 metros de altura; es suficiente multiplicar estos tres números entre sí, y se obtiene el producto de 84 metros cúbicos." (p. 13).

Comercialmente, este tipo de situación se identifica hasta el final del texto, en los ejercicios adicionales propuestos por el autor. Por ejemplo, "si el hectólitro de trigo de primera calidad vale \$3,65, cuanto habrá que pagar por 36 hectólitros?" (p. 56).

La situación técnica se evidencia cuando se destaca la utilidad del hectómetro y del kilómetro para evaluar distancias geográficas y para medir caminos (p. 6). Además, se dan ejemplos de cómo medir la superficie de terrenos.

Para evaluar la extensión de un campo que tenga un hectómetro y 3 décimos de largo por 9 decámetros y 8 metros de ancho, se reduce el largo dado a metros: sean 130 metros; se hace otro tanto con el ancho, lo que da 98 metros; después multiplicando 130 metros por 98, se obtiene por producto 12740 metros cuadrados ... (p. 10).

Especificidades didácticas sobre el Sistema Métrico Decimal

A partir de los planteamientos del autor, se identifican los fines político y formativo en la elaboración del libro de texto. El texto promueve la memorización de información, aunque también la comprensión de conceptos y procedimientos asociados al SMD.

El autor inicia con una lista de materiales e instrumentos necesarios para las demostraciones que el maestro tiene que ejecutar en el desarrollo de algunos capítulos; esto responde a uno de los objetivos planteados para la elaboración del texto: "destinado como guía para dirigir al Maestro" (p. 1). Aunado a lo anterior, el autor expone una explicación sobre lo que tiene que hacer el maestro en el aula para la demostración y comprensión de cada medida con los alumnos, y omite referirse a alguna dificultad para

el aprendizaje del SMD, pero sí expone un posible error que se puede cometer en el uso de dicho sistema, al presentar las medidas de superficie:

No se debe confundir 3 decímetros cuadrados, por ejemplo, con un cuadrado de 3 decímetros: porque por 3 decímetros cuadrados se entiende 3 cuadrados conteniendo cada uno un decímetro de lado; mientras que un cuadrado de 3 decímetros indica un solo cuadrado teniendo 3 decímetros de lado, y que vale, por consiguiente, 9 decímetros cuadrados. (p. 9).

Desde el inicio, el autor enfatiza el manejo de los múltiplos y submúltiplos del metro y es aquí donde recomienda la repetición de ejercicios sobre conversiones, ya sea “subiendo” a un múltiplo y “descendiendo” a un submúltiplo, hasta que haya un manejo seguro por parte del alumno; esto con el fin de una mejor comprensión para las explicaciones de los siguientes capítulos.

En el texto se sugiere la utilización de varios instrumentos de medición para la noción de los conceptos de las medidas que componen el SMD. Por ejemplo, se menciona la Balanza Roberval, un metro que se doble (también conocido como metro de carpintero que consta de 5 piezas avisagradas cada una de 20 cm) y de un decímetro, esto con el fin de realizar ejercicios con los alumnos donde se utilicen estos instrumentos para obtener un mejor entendimiento de las medidas. El autor afirma que “el hábito de mirar este instrumento [el metro] y el de tocarlo, es una enseñanza más eficaz que todas las explicaciones orales” (p. 6).

Para fortalecer el aprendizaje del SMD, expuesto en la primera parte del texto, el autor presenta una diversidad de tareas (ejemplos) para reforzar el contenido expuesto. En la segunda parte aparecen varios ejemplos para la lectura de números métricos y, seguidamente, se da una serie de ejercicios y problemas para poner en práctica lo relacionado sobre el SMD.

También, para una comprensión clara del metro como unidad de medida, se incluyen varias demostraciones con ayuda de algunos instrumentos que ejecuta el maestro con los alumnos para la introducción y comprensión de cada una de las medidas del sistema.

El profesor mostrará á[sic] los discípulos el vaso A, lo medirá él mismo, ó[sic] lo hará medir por uno de los discípulos; y como se ha visto ya que este vaso tiene interiormente un decímetro de largo, un decímetro de ancho y un decímetro de altura, todos comprenderán que este vaso es un litro. Se hace ver en seguida el vaso B, cuya base es igual á[sic] la del vaso A, ... (p. 15).

Esto muestra que el autor opta por una clase donde el propio alumno cumple un rol más activo, ya que va construyendo con demostraciones y cuestionamientos una idea para cada una de las medidas del SMD. En otras ocasiones se plantean cuestionamientos que el maestro dirigirá al alumno, para que este conteste antes de continuar con la explicación.

Se hace ver a los discípulos el vaso D lleno de agua y se pregunta: ¿Cuánto pesa el líquido contenido en este vaso? La respuesta es fácil: Este líquido pesa un gramo, puesto que este vaso es el centímetro cúbico. Se pregunta luego: ¿Qué fracción decimal del litro es esta misma cantidad de agua? (p. 19).

Libro 2: Manual del maestro: curso elemental de aritmética arreglado de acuerdo con los programas oficiales

El texto pertenece a D. Félix Francisco Noriega; fue publicado como primera edición en 1897 por la Imprenta Comercial de San José en Costa Rica (figura 5). El texto se compone de 195 páginas, corresponde al estilo Manual y se describe como un recurso para el

maestro dirigido para los primeros cuatro años de la educación primaria. El texto resalta el nivel al que va dirigido su contenido y la actividad didáctica sugerida al maestro, características propias de un manual (Picado, 2009). En su contenido se le indica al maestro la manera de abordar cada tema, con preguntas a los estudiantes, y los respectivos ejemplos. Está organizado por año escolar, que va desde el primer año hasta el cuarto año. El texto fue adecuado con respecto a los programas de matemáticas de la época. Cabe mencionar que a partir del segundo año se empiezan a dar las nociones sobre el SMD, con la definición del metro. A partir de ahí, en cada año se profundiza en el tema.

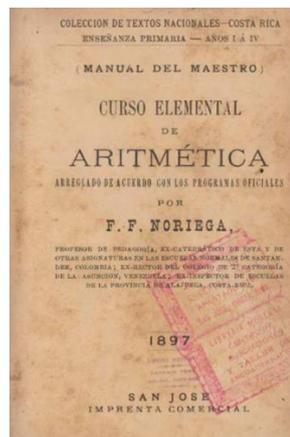


Figura 5. Portada del texto⁵

D. Félix Francisco Noriega fue profesor de pedagogía y catedrático de varias asignaturas en las escuelas normales en Santander, Colombia. También laboró como Rector en Venezuela en el colegio de segunda categoría de la Asunción. En Costa Rica, fue Inspector de las escuelas de la provincia de Alajuela. Para 1904 publicó un libro llamado *Diccionario Geográfico de Costa Rica*, luego publicó una edición ampliada en 1910 del *Curso elemental de la Aritmética*, que tituló *Tratado Elemental de Aritmética*.

Preliminares

El libro de texto sigue los programas oficiales de matemáticas de la época. Introduce el SMD hasta el segundo año, donde se presentan algunos conceptos previos para el estudiante. El texto presenta una introducción histórica que destaca el momento y lugar de los orígenes del metro. Por otra parte, se omite cualquier mención sobre las normas legales en el país —o fuera de este— en cuanto al uso del sistema, así como también sobre el impacto social del sistema.

Estructura matemática del Sistema Métrico Decimal

Debido a que el libro de texto inicia con la enseñanza de la aritmética desde el primer año de la escuela primaria, es notorio el abordaje de varios conceptos matemáticos básicos antes de la exposición del sistema métrico. Las definiciones de unidad, cantidad y número están directamente relacionadas y se definen en conjunto, al inicio del primer capítulo. La unidad se presenta como un solo objeto; y la reunión de varios objetos definen cantidades que, dependiendo de la cantidad específica, se relacionan con un número que

5

<http://www.sinabi.go.cr/ver/Biblioteca%20Digital/LIBROS%20COMPLETOS/Noriega%20Felix%20Francisco/Curso%20elemental%20de%20aritmetica.pdf#.XI1RuOWdKjIw>

las representa. El número fraccionario se presenta como la división de varias partes de un objeto: “Divídanse otras manzanas u objetos sucesivamente en tres, cuatro, seis, etc... Estas partes o fracciones de objetos, se llaman números fraccionarios o quebrados, porque no representa sino partes de la unidad” (p. 140). En cuarto año se definen las fracciones decimales mediante el valor de la moneda, por ejemplo, con un peso que se divide en diez décimos o cien centésimos o mil milésimos. Sobre el concepto de magnitud no se encontró una definición.

Inicialmente se expone la noción de longitud, latitud y altura, luego se propone mostrar otros objetos de diferentes tamaños para reforzar los conceptos mencionados y así introducir el concepto de medida. Esto por medio de la comparación entre longitud y latitud —entendida como el ancho— del salón de clase, utilizando un prototipo de metro sucesivamente tantas veces sea posible. Una vez que se han explicado estos conceptos, se refiere al metro como sigue:

Un objeto que los hombres no pudieran variar, de modo para que la medida fuera invariable, por lo cual se tomó la circunferencia de la tierra, o bien la cuarta parte de ella, es decir la distancia del ecuador al polo. (p. 109).

Se especifica que el metro es especialmente para la mensura de las líneas rectas, curvas o mixtas. Sus múltiplos —del metro— se presentan con referencia a los prefijos deca, hecto, kilo y miria, provenientes de la lengua griega. Se indica que a cada prefijo se le agrega la palabra metro para su formación. En cuanto a los submúltiplos, primero se hace la comparación de un objeto (un libro) con el metro y se visualiza que este es menor que el metro; con esto se justifica la necesidad de medidas más pequeñas. Se presenta el decímetro como una décima parte del metro, el centímetro como la centésima parte del metro y el milímetro como la milésima parte del metro. Aparte de la definición de metro, como unidad de medida para las longitudes, también se presenta la de metro cuadrado como unidad para la medición de superficies, el gramo para las medidas de peso, el área para la medición de campos y el litro para la capacidad. Junto a la presentación de estos conceptos, se exponen las operaciones de adición y sustracción para la resolución de problemas utilizando “números métricos”. La figura 6 muestra un ejemplo sobre la adición.

Adición.

—Cuál es en metros la suma de 7 Mm, 125 cm, 2 Km, 6 Dm, 5 dm y 521 m ?

Resolución:

7 miriámetros	=	70,000	metros
125 centímetros	=	1.25	„
2 kilómetros	=	2,000.00	„
6 decámetros	=	60.00	„
5 decímetros	=	0.50	„
521 metros	=	521.00	„
		<hr/>	
		72,582.75	.

Figura 6. Suma de números métricos (p. 118)

También se presentan procedimientos para la conversión de las varas a metros y viceversa: “para reducir metros a varas se multiplica por mil el número de varas y se divide por 836; y al contrario, para reducir varas a metros, se multiplica por 836 y se divide por 1000” (p. 190).

En el texto se muestra una variedad de representaciones para la explicación y la definición de conceptos vinculados al SMD. Se encontraron seis tipos. La representación verbal es la que más se encuentra en el libro de texto; al inicio de un tema o para la definición de

un concepto nuevo, su introducción se realiza de manera textual, al igual que las sugerencias o comentarios dirigidos al maestro.

El maestro ejercitará repetidamente a los niños sobre las tres dimensiones, sirviéndose de diferentes objetos y teniendo cuidado de indicarles que tratándose de un libro, por ejemplo, se dice grueso en lugar de altura; y se dirá profundidad, si se trata de una cisterna... (p. 109)

La exposición de números métricos, la suma o sustracción de una misma magnitud incluye el uso de representaciones numéricas. Además, este tipo de representación contribuye en la exposición de las equivalencias del sistema antiguo a las medidas del sistema métrico.

A pesar de que se introducen sumas y restas entre números métricos, la simbología algebraica no se llega a utilizar de manera significativa; solo se encontró el uso de símbolos para la operación multiplicación (\times), al momento de exponer el valor de la unidad base respecto a sus múltiplos en las unidades cúbicas, así como en algunas conversiones de medidas antiguas al SMD. También, se reconoce la simbología que representa las abreviaturas de los múltiplos y submúltiplos de las diferentes unidades del sistema, como la del metro.

Las tablas, como sistemas de representación, se utilizan generalmente para organizar los múltiplos y submúltiplos de las unidades básicas en diferentes magnitudes, con su respectivo valor según la unidad base. El uso de elementos ilustrativos se identifica en la exposición de “repasos” sobre cantidades y sus respectivos símbolos numéricos: se presentan cuadros con figuras (puntos) y números que representan ciertas cantidades. Este tipo de representación se repite al exponer la composición y descomposición de los números.

La utilidad de las unidades métrico-decimales se muestra a partir de dos tipos de situaciones. En la definición del peso se refiere a situaciones naturales, que abordan elementos de la naturaleza (la temperatura) vinculados al peso de algún objeto.

... el agua se dilata á[sic] causa del calor, como puede observarse en una vasija que la contenga puesta al fuego, y entonces el mismo volumen pesa menos, ha sido necesario atender a su grado de calor o sea a su temperatura, y se ha convenido en que esa temperatura sea la de la nieve en fusión, por encontrarse entonces el agua en su máximo de condensación. (p. 159).

También, se reconoce la presencia de situaciones matemáticas, basadas en la aplicación de operaciones aritméticas y el uso de fórmulas. En cuanto a la aplicación de operaciones, esta se reconoce, por ejemplo, en la suma o resta de medidas lineales, áreas y peso, donde primeramente se realiza la conversión a la unidad respectiva (ver figura 7). La aplicación de fórmulas matemáticas se presenta al calcular el área de una figura regular plana; por ejemplo, el autor indica: “para hallar el valor del área o superficie de un rectángulo, se multiplica la longitud por la latitud.” (p. 124).

Cuál es en áreas la suma de 625 ca. 5,375 A,	
93 Ha. y 100 Da ?	
<i>Explicaciones:</i>	625 ca = 6, 25 A.
	5375 A = 5,375, 00 „
	93 A = 9,300, 00 „
	100 da = 10, 00 „
	1,5681, 25 A.

Figura 7. Suma de números métricos con áreas (p. 180)

Especificidades didácticas sobre el Sistema Métrico Decimal

El libro de texto conduce a la identificación de un fin formativo: el texto se dirige a procesos propios de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Además, para la elaboración de la obra, el autor sigue el principio del aforismo pedagógico: “todo en la educación debe ir de lo simple a lo compuesto, de lo fácil a lo complicado, etc.” (p. 16). Por ejemplo, se enseña a escribir primero el 1 y luego el 4, por tener una composición sencilla y similar. Como se ha indicado, el texto está dirigido a la enseñanza de la aritmética para los primeros cuatro años de Educación Primaria, fundamentado y adecuado según los programas oficiales del país en la época. Esto con el propósito de estandarizar y nivelar la enseñanza de la aritmética en la educación en todo el país, que justifica su utilidad como una guía para los maestros.

En el texto no se destacan errores que se puedan cometer al operar con el SMD. El autor recomienda suspender la enseñanza de multiplicaciones y divisiones en la resolución de problemas con las unidades métricas de longitud, debido a que el estudiante tiene que conocer fracciones decimales. De esto se interpreta la previsión de posibles dificultades asociadas a las mediciones lineales y a la conversión entre unidades.

Para la enseñanza del metro y el peso, se propone al maestro tomar en cuenta el contexto en el que estos están envueltos, de manera que se fomente una mayor comprensión e interpretación por parte del estudiante. Como ejemplo, se toma el salón de clase para conocer la longitud de este con ayuda de un metro, o en el caso del peso se toman diferentes objetos para compararlos.

En cada tema, se incluye un cuestionario a los estudiantes sobre el tema explicado en lecciones anteriores, de manera que se realice un “repaso” de lo abordado en lecciones anteriores. Las tareas que abordan el SMD proponen una variedad de preguntas con el fin de establecer definiciones y relaciones sobre los múltiplos y submúltiplos de las diferentes magnitudes, e incentivar la escritura de los números métricos. También, el autor sugiere que se agreguen más ejercicios similares a los expuestos en el libro de texto. En cuanto a los recursos y materiales mostrados para el abordaje del SMD, se menciona la regla, cuerda y el metro para la realización de ciertos ejercicios. Una vez que finaliza la exposición de cada tema, se sugiere al maestro realizar una serie de preguntas a los estudiantes para valorar si hubo un aprendizaje correcto; de lo contrario —indica el autor— se debe repetir el cuestionario hasta que este considere que hay un dominio claro sobre el tema. Esto se debe a la base en el método socrático identificada en el texto, donde el desarrollo de la enseñanza tiene como principios la claridad, el orden y una buena condición de las preguntas.

CONSIDERACIONES FINALES

Desde 1881, en el ámbito político costarricense, se dieron presiones para hacer un cambio con respecto al sistema de medidas utilizado en el país. Estas recomendaciones rindieron frutos en 1884 cuando se deja atrás el sistema castellano de pesas y medidas y se implanta el SMD como sistema oficial de medidas. En consonancia con las estrategias políticas para la implantación del sistema en otros países (Picado, 2012), su incorporación a la sociedad costarricense impactó directamente la educación. La Reforma educativa liderada por D. Mauro Fernández Acuña provoca una serie de cambios en la educación matemática, que incluyen la incorporación del SMD en la enseñanza de la aritmética para

las nuevas generaciones, con esto se fomentó el cambio metrológico y se aseguró el uso del nuevo sistema de medidas en los más jóvenes.

Las estrategias gubernamentales no solo se dirigieron al ámbito educativo, sino también al entorno social, de manera que las personas iletradas y aquellas formadas en el sistema educativo, en periodos previos a la incorporación del SMD, se familiarizaran con estas pesas y medidas para paliar el impacto de su aplicación en el comercio, donde se tendría afectaciones con los cambios en las unidades de medida. Las acciones efectuadas por el gobierno de la época fueron importantes, así como los medios para su alcance como la apertura de escuelas nocturnas para adultos y la distribución de material impreso; estas se visualizaron para disminuir las incidencias negativas del cambio metrológico en otros contextos aparte del educativo.

En cuanto al material impreso, debe reconocerse que los libros de texto constituyeron un recurso importante para propagar la enseñanza y el aprendizaje del SMD en Costa Rica. Sin duda, los libros de texto antiguos de matemáticas son un recurso que brinda una variedad de estrategias y técnicas diversas al docente, que pueden implementarse no solo en la enseñanza del SMD, sino también en otros temas de las matemáticas.

La formación matemática de maestros se vio impactada con la adopción del SMD. Los cambios en cuanto al contenido matemático y didáctico son evidentes en los libros de texto analizados; en estos se reconocen distintas conexiones entre la aritmética tradicional —la expuesta a los maestros en formación hasta ese momento— y los nuevos conceptos “métrico decimales”, al igual que una variación metodológica basada en estrategias didácticas para la enseñanza del sistema, que los maestros debían conocer y aplicar.

Con especificidad, los textos analizados se diferencian en cuanto a la presentación de datos sobre el origen del SMD. Solo el texto de Noriega (1897) expone las iniciativas dadas en Francia que impulsaron la creación de un sistema único, natural e invariable, que tomara como unidad fundamental al metro. Además, en la obra *Level* se echa en falta información sobre los conocimientos previos necesarios para el abordaje del SMD. Quizás, esto se debe a que el texto corresponde a una traducción del texto al castellano o a la urgencia por mostrar la estructura y nomenclatura del nuevo sistema, más que su vínculo con las matemáticas. Esta particularidad es distinta en el texto de Noriega (1897), donde se señalan especificaciones para los maestros que acentúan el conocimiento que los niños deben tener antes de aprender el SMD. De esto se interpreta que, después de un primer momento de instrucción sobre el SMD se identificaron cuáles conceptos eran necesarios y cuál debía ser el nivel educativo adecuado para el aprendizaje del SMD.

La exposición de directrices legales para la introducción del SMD en Costa Rica, están presentes en la obra *Level* (1886). Estas disposiciones legales recalcan la “Ley del Sistema Métrico Decimal” (1884). Cabe considerar, por otra parte, que la ausencia de este tipo de información legal en el texto de 1897 se deba a un interés, en los primeros años de la implantación del sistema, por el aprendizaje de la terminología métrico-decimal y de los procedimientos para el cambio entre unidades de medida (conversiones). En relación a esta idea, siendo la diversidad de unidades de medida y las dificultades que esta acarrea en la actividad comercial algunas de las razones para la adopción del sistema, resulta curioso que en estos textos no insistieran en los beneficios de una unificación metrológica.

Conceptualmente, los libros de texto analizados muestran una similitud en su estructura. Por ejemplo, para la definición del metro se mantiene su origen científico, sin especificar en una perspectiva instrumental; los múltiplos y submúltiplos se introducen a partir de los prefijos griegos y latinos con su respectivo significado, para luego continuar con la definición de cada unidad de medida que compone el sistema. Los conceptos de unidad,

cantidad, magnitud y número generalmente son abordados al inicio de los textos, es decir antes de presentar el SMD, a excepción del texto traducido por D. Manuel Antonio Quirós (1886), una excepción que puede justificarse por el propósito del libro: dedicado totalmente al aprendizaje del SMD delegando al lector el conocimiento previo de varios conceptos —incluidos los mencionados—. Por su parte, en el texto de 1897 se abordan varios temas de aritmética de manera preliminar.

Los conceptos y procedimientos para el aprendizaje y manejo del SMD y las sugerencias al maestro para su enseñanza en el aula se hicieron presentes en los textos —principalmente— a través de la prosa, es decir, con representación verbal. Por otra parte, la organización tabular de la información constituye una representación notable, reconocible en los textos, para la representación y enseñanza de los múltiplos y submúltiplos de cada unidad de medida del SMD.

La exposición de situaciones comerciales sobresale en el texto de los primeros años de implantación del SMD. Esto refuerza y está acorde con su intencionalidad sobre el uso del sistema en actividades mercantiles, para la producción, compra y venta de productos, logrando que el maestro tuviera un amplio panorama de situaciones comunes que se daban en la época; los textos no abordan con especificidad situaciones vinculadas a los contextos científicos y sociales. Las operaciones que mayormente se destacan promueven las conversiones entre unidades de medida del sistema viejo al SMD, al igual que pasar de múltiplos a submúltiplos de alguna unidad básica, para las diferentes magnitudes. Una actividad cercana a los intercambios comerciales.

Los textos tienen en común estar destinados a ser un manual (una guía) para el maestro. De esta manera se procuraba la estandarización del SMD en la educación costarricense. Además, el propósito de los textos resalta la necesidad de ampliar el conocimiento que tenían, o no, los ciudadanos sobre el SMD, destacando su utilidad por encima de la novedad del sistema en la metrología del país.

Dentro de este orden de ideas, se reconoce la exposición de recomendaciones con la intención de evitar alguna dificultad en el aprendizaje del SMD. Particularmente, el primer texto pretende una comprensión adecuada de las magnitudes, destaca la necesidad de diferenciar entre la unidad de medida de superficie y la de longitud; por su parte, en el segundo libro de texto la recomendación sugiere un orden conceptual al enseñar el SMD, acentuando la enseñanza de las fracciones decimales como un conocimiento preliminar a la resolución de problemas con unidades métrico-decimales.

La presentación de tareas se basa en la exposición de ejemplos y ejercicios para desarrollar con los alumnos en el aula. Aquí es relevante la cantidad de ejercicios propuestos en los textos. Esto sustenta que, al momento de la introducción del SMD, había un mayor interés por la rápida comprensión de este, mediante la práctica reiterada, reforzando los conceptos con bastantes ejercicios. Mayormente, las tareas propuestas en los textos se orientan a la conversión entre las medidas antiguas y las del SMD. Estas conversiones son reforzadas con las equivalencias entre el sistema antiguo y el SMD, propio de la transición del “sistema viejo” al SMD.

Previo a la fundación de la Escuela Normal, hay una similitud en los libros de texto: exponen instrucciones a los maestros para el desarrollo de la clase, con demostraciones para la comprensión de las unidades del sistema. Por ejemplo, con la longitud, se sugiere utilizar las dimensiones del aula y otros objetos que se encuentran alrededor, y el uso de un instrumento de medición. Esto puede estar directamente relacionado con la reciente introducción del sistema al país y el poco conocimiento sobre la composición de este.

Asimismo, puede establecerse un vínculo con la falta de maestros en la época, que condujo a la inclusión de una exposición detallada de estrategias de enseñanza para la persona que tomara el rol de maestro, de manera que se facilitara el proceso de enseñanza.

RECONOCIMIENTO

El estudio forma parte del proyecto SIA0134-16, desarrollado en la Escuela de Matemática de la Universidad Nacional, Costa Rica.

REFERENCIAS

- Amaral, A., Ralha, E. y Gomes, A. (2011). The historical approach of the fundamental concept of measurement in Portuguese mathematics textbooks for 5th and 6th grades. En E. Barbin, M. Kronfeller y C. Tzanakis (Eds.), *Proceedings of the Sixth European Summer University – History and Epistemology in Mathematics Education* [CD-ROM] (pp. 259-270). Vienna, Austria.
- Aznar, J. V. (1997). *La unificación de los pesos y medidas en España durante el siglo XIX* (Tesis doctoral no publicada). Universidad de Valencia, España.
- Barrantes, H. y Ruiz, A. (1994a). La Reforma de Mauro Fernández y las Matemáticas. En A. Ruiz (Ed.), *Historia de las matemáticas en Costa Rica. Una introducción* (pp. 35-42). San José, Costa Rica: EUCR.
- Barrantes, H. y Ruiz, A. (1994b). Los programas de Matemáticas en la enseñanza de primaria y secundaria costarricense entre 1886 y 1940. En A. Ruiz (Ed.), *Historia de las matemáticas en Costa Rica. Una introducción* (pp. 43-59). San José, Costa Rica: EUCR.
- Barrantes, H. y Ruiz, A. (1994c). La Escuela Normal, los colegios y las matemáticas hasta la creación de la Universidad de Costa Rica. En A. Ruiz (Ed.), *Historia de las matemáticas en Costa Rica. Una introducción* (pp. 60-69). San José, Costa Rica: EUCR.
- Basas, M. (1962). *Introducción en España del Sistema Métrico Decimal*. Milán, Italia: Dott. A. Giuffrè.
- Carvajal, V. y Ruiz, S. (2016). Escuela Normal de Costa Rica: Historia y Legado. *Revista Electrónica Educare*, 20(1), 1-18. Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ree/v20n1/1409-4258-ree-20-01-00433.pdf>
- Centro Español de Metrología (2011). *Breve Historia de la Metrología*. Madrid, España: CEM. Recuperado de https://www.cem.es/sites/default/files/files/breve%20historia_de%20la%20metrologia_doc.pdf
- Débarbat, S. y Quinn, T. (2018). Les origines du système métrique en France et la Convention du mètre de 1875, qui a ouvert la voie au Système international d'unités et à sa révision de 2018. *Comptes Rendus Physique* 29. 6-21. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crhy.2018.12.002>
- Decreto No. 1 que reorganiza la Segunda Enseñanza y los Estudios Normales (1892). San José, Costa Rica: Tipografía Nacional.

- Dhombres, J. (1993). Résistances et adaptation du monde paysan au système métrique issu de la Révolution: les indices d'évolution d'une culture de la quantification. En A. Croix y J. Quéniart (Eds.), *La culture paysanne(1750-1830)* (pp. 427-439). Université Rennes, Francia. Recuperado de https://www.persee.fr/doc/abpo_0399-0826_1993_num_100_4_3492
- Díaz, A., Elórtogui, N., Fernández, T., Góngora, J., Rodríguez, J. y Moreno, T. (1990). *Sistema Métrico cumple 200 años*. España: Grupo Blas Cabrera Felipe.
- Gómez, B. (1999). Tendencias metodológicas en la enseñanza de la proporcionalidad derivadas del análisis de libros antiguos. El caso de los problemas “compañías”. *Relime*, 2(3), 19-29. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/9591/1/Gomez1999Tendencias.pdf>
- Kula, W. (1980). *Las medidas y los hombres* (W. Kuss, Trad.). Madrid, España: Siglo XXI.
- Level, J. (1886). *Sistema Métrico demostrado según el aparato del método Level* (Trad. de M. Quirós). San José, Costa Rica: Imprenta Nacional. Recuperado de <https://www.sinabi.go.cr/ver/Biblioteca%20Digital/LIBROS%20COMPLETOS/Level%20J/Sistema%20Metrico.pdf#.X1RsCGdKjIw>
- Ley General de Educación Común. Reglamento de la misma. Decreto sobre Empréstito Escolar (1886). San José, Costa Rica: Tipografía Nacional.
- Martínez, B. (2016). *Cronología de la Educación Costarricense*. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
- Maz, A. (2005). *Los números negativos en España en los siglos XVIII y XIX* (Tesis doctoral). Granada, España: Departamento de Didáctica de la Matemática.
- Medidas y pesas del Sistema Métrico y tablas de equivalencias con las antiguas (1885). San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
- Ministerio de Educación Pública (2012). *Programas de Estudio Matemática*. San José, Costa Rica: MEP.
- Noriega, F. (1897). *Manual del maestro: curso elemental de aritmética arreglado de acuerdo con los programas oficiales*. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional. Recuperado de <http://www.sinabi.go.cr/ver/Biblioteca%20Digital/LIBROS%20COMPLETOS/Noriega%20Felix%20Francisco/Curso%20elemental%20de%20aritmetica.pdf#.X1RuOWdKjIw>
- Pachón, R. y Manzano F. (2002). Metrología en las civilizaciones de Mesopotamia, Egipto, Israel, Grecia, Cartago, Roma y otras culturas de la antigüedad. En F. Pachón y A. Badiola (Eds.), *XIV Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*. Santander, España: INGEGRAF.
- Picado, M. (2009). *Tratamiento del Sistema Métrico Decimal en textos de matemáticas en España en el período 1849-11892*. Granada, España: Departamento de Didáctica de la Matemática.
- Picado, M. (2012). *El Sistema Métrico Decimal en libros de texto de matemáticas en España durante la segunda mitad del siglo XIX (1849-1892)* (Tesis doctoral). Granada, España: Universidad de Granada.

- Picado-Alfaro, M. y Espinoza-González, J. (2020). Las sugerencias didácticas en un libro de texto de aritmética para la formación de maestros en las secciones normales de Costa Rica en el siglo XIX. *Historia y Memoria de la Educación 11*, 151-190. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7287121>
- Quesada, J. (2005a). *Un siglo de Educación costarricense: 1814 - 1914*. San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Quesada, J. (2005b). *Estado y Educación costarricense*. San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Rodríguez, P. y Ruiz, A. (1994). Antes de la Reforma de Mauro Fernández. En A. Ruiz (Ed.), *Historia de las matemáticas en Costa Rica. Una introducción* (pp. 22-34). San José, Costa Rica: EUCR.
- Rojas, F. (1937). *Elementos de Aritmética Razonada*. San José, Costa Rica: Imprenta Lehman.
- Ruiz, A. y Barrantes, H. (2000). La reforma liberal y las matemáticas en la Costa Rica del siglo XX. *Revista Lull*, 23(46), 145-171. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/62244.pdf>
- Solano, D. y Ruiz, A. (1994). El Dr. Bernardo Alfaro Sagot y las matemáticas. En A. Ruiz (Ed.), *Historia de las matemáticas en Costa Rica. Una introducción* (pp. 167-170). San José, Costa Rica: EUCR.
- Ten, A. (1989). El sistema métrico decimal y España. *Arbor*, (527/528), 101-121.
- Zuin, E. (2007). *Por uma nova Arithmetica: o sistema métrico decimal como um saber escolar no Portugal e no Brasil Oitocentistas* (Tesis doctoral no publicada). Pontificia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Zumbado, M. (2013). Sistema Métrico Decimal: La historia del surgimiento del metro. En H. Barrantes (Ed.), *Proyecto Reforma de la Educación Matemática en Costa Rica* (pp. 3-12). San José, Costa Rica: Ministerio de Educación Pública.

Andrey, Barrantes-Hernández
Universidad Nacional, Costa Rica
barrantesandrey@gmail.com

Miguel, Picado-Alfaro
Universidad Nacional, Costa Rica
miguel.picado.alfaro@una.cr