



ISBN: 978-980-7839-02-0



EL MÉTODO DEL *APARATO LEVEL* EN LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA MÉTRICO DECIMAL EN COSTA RICA EN EL SIGLO XIX

THE APPARATUS LEVEL'S METHOD IN THE IMPLEMENTATION OF THE DECIMAL METRIC SYSTEM IN COSTA RICA IN NINETEENTH CENTURY

Andrey Barrantes-Hernández¹

Universidad Nacional, Costa Rica

Miguel Picado-Alfaro²

Universidad Nacional, Costa Rica

RESUMEN

Luego de su adopción en 1881, se inicia con la difusión del Sistema Métrico Decimal en Costa Rica en la Educación Primaria. Para esto, en 1886 se implementó el texto *Sistema Métrico. Demostrado según el aparato del método Level*, como un manual para el maestro. El estudio que se presenta corresponde a una investigación histórica en educación matemática, basada en el análisis de libros de texto. Mediante un análisis de contenido, reconoce una serie de particularidades en este texto asociadas al SMD para caracterizar, desde el contenido matemático y didáctico, su enseñanza en los primeros años de difusión educativa, acentuando el uso de los recursos e instrumentos de medición que componen el denominado *Aparato Level*. El análisis ha permitido reconocer en el texto que el método Level se utiliza con un propósito educativo, en cuanto al uso de sus instrumentos para ejemplificar la aplicación de las unidades métrico-decimales en diversas situaciones; su adopción, como manual de consulta para el maestro y para el estudiantado de educación primaria, se fundamentó en la necesidad de hacer presente los nuevos conceptos matemáticos y promover una mejor y mayor comprensión y aplicación del SMD en los niños en edad escolar, a partir de la manipulación de estos recursos durante las lecciones.

Palabras clave: Análisis de Contenido. Educación primaria. Libro de texto. Método Level. Sistema Métrico Decimal.

ABSTRACT

After its adoption in 1881, the dissemination of the Decimal Metric System in Costa Rica in Primary Education started. To accomplish this, in 1886 the Metric System was implemented. Demonstrated according to the apparatus of the Level method, as a teacher's manual. The study presented corresponds to a historical investigation in mathematics education, based on the analysis of textbooks. Through content analysis, it recognizes a series of particularities in this text associated with SMD to characterize, based on the mathematical and didactic content, its teaching in the first years of educational dissemination, emphasizing the use of the resources and measurement instruments that make up the called Level Apparatus. The analysis has allowed us to recognize in the text that the Level method is used for educational purposes, in terms of the use of its instruments to exemplify the application of metric-decimal units in various situations; Its adoption, as a reference manual for teachers and primary education students, was based on the need to present the new mathematical concepts and promote a better and greater understanding and application of SMD in school-age children, by using these resources during the lessons.

Keywords: Content Analysis. Primary education. Textbook. Level method. Metric system.

¹ Licenciado por la Universidad Nacional, Costa Rica. Liceo Nocturno Lic. Alfredo González Flores de Heredia, Costa Rica. Dirección para correspondencia: San Pablo, Heredia, Costa Rica, C.P. 40901. andrey.barrantes.hernandez@mep.go.cr. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-4225-3324>

² Doctor por la Universidad de Granada, España. Escuela de Matemática de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. Dirección para correspondencia: San Pedro, Santa Bárbara, Heredia, Costa Rica, C. P. 40402. miguel.picado.alfaro@una.cr. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-7574-0797>

1. INTRODUCCIÓN

En 1881, a través de la Ley N°46 denominada “Sistema Métrico Decimal para pesos y medidas”, se adoptó en la República de Costa Rica el Sistema Métrico Decimal (SMD). Sin embargo, las decisiones para su implantación se dan hasta 1884, cuando se promulgó la “Ley del Sistema Métrico Decimal” y se emitió el “Reglamento de Pesas y Medidas”. Las nuevas disposiciones establecieron el uso del sistema a partir del 10 de agosto de 1885 en todos los actos oficiales de la República, y un año después para todas las actividades públicas y comerciales.

La implementación de un nuevo sistema metrológico en el país trajo consigo la disposición de estrategias para incorporar las nuevas unidades de medida en los sectores: educativo, social y comercial. Particularmente, en el ámbito educativo, el “Reglamento de pesas y medidas” de 1884, estableció 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)

La normativa provocó una serie de acciones y cambios en la educación matemática, que posibilitaron la incorporación oportuna del SMD en los contenidos planteados y, con esto, en la sociedad. En este sentido tomó un realce especial la distribución de textos, particularmente el texto *Sistema Métrico. Demostrado según el aparato del método Level* (la obra *Level*), en todas las escuelas primarias, como documentos guías para la enseñanza del SMD (Ruíz y Barrantes, 2000, p. 163). El uso del manual *Level* se extendió a los municipios con el fin de actualizar a quienes no se encontraban ya en el sistema educativo. Otros textos, elaborados o adoptados, fueron incorporados a este proceso de formación metrológica en la educación primaria y, particularmente, en la formación de maestros que tendrían a su cargo la difusión de las nuevas unidades de medida en las escuelas.

Los libros de texto históricos son referencias importantes para encontrar y conocer acerca de las particularidades de la enseñanza de las matemáticas en las aulas en épocas pasadas, y de las modificaciones curriculares sucedidas a raíz de decisiones políticas y científicas (Carrillo, 2005; Gómez, 1999, 2011; Picado y Rico, 2012; Maz, 2005). Con especificidad, Arboleda (2014), Arroyo (2021), Aznar (1997), Picado (2012) y Barrantes-Hernández y Picado-Alfaro (2021) destacan el uso de los libros de texto como fuentes

primarias para el estudio de los procesos de implantación del SMD en los sistemas educativos en países como Colombia, España y Costa Rica.

Curricularmente, el SMD forma parte de los contenidos propuestos para la educación primaria en Costa Rica. En este sentido, interesa analizar la estructura matemática con que este sistema metrológico fue presentado en libros de texto para la formación primaria durante su implantación y destacar aquellos aspectos didácticos que caracterizaron su inclusión en el sistema educativo.

El estudio que se presenta destaca las características de la obra *Level*, como uno de los textos trascendentales en la implantación del SMD en Costa Rica. Su uso en las escuelas primarias y en otras instituciones del Estado, correspondió a los cambios curriculares, políticos y sociales ocurridos en Costa Rica con la adopción de este sistema metrológico en el siglo XIX. El estudio se ha dirigido a determinar las especificidades matemáticas y didácticas presentes en la obra *Level* para la enseñanza y el aprendizaje del SMD en las escuelas primarias.

Como problema de investigación se consideró una cuestión general: ¿qué características matemáticas y didácticas se identifican en la obra *Level* como libro de texto para la enseñanza del SMD en educación primaria, ante su adopción en Costa Rica en el siglo XIX? Los objetivos del estudio pretenden identificar las particularidades matemáticas y didácticas de la obra *Level* y determinar el aporte del método del *Aparato Level* en la enseñanza del SMD en educación primaria en Costa Rica en el siglo XIX.

2. MARCO TEÓRICO

Desde este marco investigativo, y como una manera de enlazar el estudio con la actividad que actualmente se realiza en la investigación en historia de la educación matemática, toma realce el trabajo de equipos de investigación como el Grupo de Historia de las Matemáticas y Educación Matemática de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM) y el Grupo de Historia de las Matemáticas por la Real Sociedad Matemática Española (RSME); también, el Grupo de Pesquisa en Historia de la Educación Matemática de Brasil (GHEMAT) y el Grupo de Historia de las Matemáticas del Instituto de Educación y Pedagogía de la Universidad del Valle en Colombia.

El estudio que se presenta se fundamenta en las investigaciones en historia de la educación matemática, basadas en el análisis de libros de texto históricos (Carrillo, 2005; Maz, 2005; Picado, 2012). Los procesos de enseñanza y aprendizaje pueden comprenderse a partir del desarrollo histórico de un concepto o de una estructura

conceptual, como el SMD. La historia brinda información sobre acontecimientos pasados que puede ser útiles al momento de explicar los presentes y predecir el futuro (Cohen y Manion, 2002).

A través de la investigación histórica es posible conocer los orígenes y el desarrollo del sistema educativo de una nación, el surgimiento y la evolución de teorías y prácticas educativa. También, la historia brinda a los educadores la oportunidad de implementar prácticas pasadas en la actualidad, al mismo tiempo que contribuye con la comprensión de relaciones entre política y educación, institución y sociedad, docente y estudiante.

La investigación histórica es una labor “con un sentido de utilidad y de aplicación significativa en la actualidad, caracterizada por sus intentos de esclarecer problemas de interés actual en la didáctica de la matemática mediante el estudio de materiales existentes, y diferenciada de otros tipos de investigación en educación por sus fuentes de datos, como libros de texto o documentos oficiales” (Picado, 2012).

Los libros de texto antiguos o históricos, en matemáticas, son “una fuente de información sobre el desarrollo y la evolución de los conceptos y métodos matemáticos” (Gómez, 2011, p. 289). En cuanto al análisis de estos documentos, se comparten las ideas de Schubring (1991) quien expone que este permite dar respuesta a cuestiones educativas que la historiografía tradicional no ha logrado explicar; como el análisis de significados de conceptos matemáticos y sus representaciones, o su vínculo con determinados fenómenos. El aprendizaje de un contenido puede cambiar, ya sea por la implementación de técnicas de enseñanza novedosas, por razones sociales o políticas, o por modificaciones curriculares, como el uso de nuevos recursos o materiales para la enseñanza. La investigación histórica posibilita la identificación de estos factores en la educación matemática, promoviendo la explicar de problemas actuales de la educación del país.

3. METODOLOGÍA

El estudio se enmarca en la investigación cualitativa, particularmente en aquella de carácter histórico-descriptivo, basadas en el análisis de libros de texto de matemáticas. Siguiendo a Cohen y Manion (2002), se busca estudiar “la situación, evaluación y síntesis de la evidencia sistemática y objetiva con el fin de establecer hechos y extraer las conclusiones acerca de acontecimientos pasados” (p. 76), que en este caso corresponden a las particularidades conceptuales, procedimentales y didácticas con las que se introdujo

el SMD en la sociedad costarricense al momento de su implantación y que son evidentes en textos de la época.

Descripción de la fuente de información

La incorporación del SMD en la educación costarricense, se da al mismo tiempo en que se oficializa el sistema metrológico en el país por medio del “Reglamento de Pesas y Medidas” en 1885. Para introducir el nuevo sistema en la formación escolar —como una guía para el maestro— se implementó el uso del texto titulado *Sistema Métrico. Demostrado según el aparato del método Level*; para abordar preliminarmente los conceptos y procesos asociados al SMD. Este texto corresponde a la fuente de información para el estudio que se presenta.

Como parte del proceso de selección de la fuente, se realizó una búsqueda en catálogos electrónicos de centros de documentación a nivel nacional. El texto fue localizado en la Biblioteca Nacional de Costa Rica; es una traducción hecha por Manuel A. Quirós del denominado método Level, publicada en 1886 por la Imprenta Nacional de Costa Rica en el estilo Cartilla, que sirve de guía a los maestros para la enseñanza del SMD a los niños; corresponde a la primera edición y estaba dirigido a la educación primaria (figura 1).

Figura 1 – Portada del texto



Fuente: Level (1886)

En cuanto a la estructuración del contenido, el documento consta de 58 páginas organizadas en dos partes. La primera parte contiene ocho capítulos, cada uno con tareas relacionadas al tema abordado. Los capítulos destacan los temas: el Sistema Métrico; el metro y de las medidas de longitud; las medidas de superficie; los cubos; las medidas de capacidad; las medidas de pesos; las medidas de volumen; y las monedas. En general,

estos capítulos describen y explican el SMD mediante la presentación de algunos ejemplos de conversiones, junto a la serie de tareas donde se utilizan sus unidades.

La segunda parte se titula la Aritmética de G. Ritt. Las tareas de esta sección tienen como referencia el libro *Nueva aritmética* de G. Ritt. Aquí, se enfatiza la conversión entre las medidas antiguas y las métrico-decimales. Para las magnitudes de longitud, superficie, capacidad y peso se presentan equivalencias entre los múltiplos y submúltiplos con respecto a su unidad de medida base. El texto carece de una sección de referencias.

Análisis de la fuente

Para el análisis del contenido del texto se ha considerado la propuesta de Picado y Rico (2011). De esta manera se destacan dos focos de información primarios para caracterizar el contenido matemático y didáctico del texto. Cada foco de información contiene una serie de categorías y unidades de análisis que ponen en realce la información del contenido matemático y didáctico relacionada con el SMD, mostrado en el libro de texto. Se destacan la estructura conceptual con se expone el SMD, las representaciones de conceptos y las situaciones que ejemplifican el uso de las unidades métrico-decimales; así como las capacidades o habilidades que se esperaba fomentar en el estudiantado, y las estrategias, tareas y recursos para su enseñanza.

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

La descripción y el análisis del texto requiere una presentación previa del denominado *Método Level* o *Aparato Level*. A pesar de la búsqueda de información sobre esta propuesta, se cuenta únicamente con la referencia que el propio texto analizado hace del método. Literalmente, en sus primeras páginas, el texto refiere a un conjunto de instrumentos de pesas y medidas, que es conocido como *Aparato Level* (Level, 1886).

Con especificidad en el texto se describen los recursos e instrumentos siguientes: una balanza *Robervall*, platillos de cobre, uno de los cuales es cuadrado; una serie de cinco piezas de hierro (con pesos del kilogramo al medio hectogramo), y una serie de piezas de cobre (50 gramos), que comprendan las divisiones del gramo; una serie de siete medidas para vino (del litro al centilitro); una serie de siete medidas para aceite y leche (del litro al centilitro); una serie de cuatro medidas para las materias secas (del litro al decilitro); una cadena de agrimensor y varios piquetes; un nivel, burbuja de aire, de cobre; un globo terrestre; y, una serie de 10 sólidos métricos de madera, que según el autor “sirven en conjunto con todas las partes del aparato demostrativo, y principalmente con

el decímetro cúbico, *que tiene una de las seis faces de vidrio, y una escala métrica*, para determinar instantáneamente el volumen y el peso del agua que se desaloja por la introducción de cada uno de estos sólidos en el vaso A graduado” (Level, 1886, p. 2).

Puede interpretarse que los instrumentos descritos, como recursos para la enseñanza y el aprendizaje, tienen en el texto un carácter didáctico; en palabras del autor, para el caso de la balanza, su propósito es “hacer delante de los discípulos [el estudiantado] una multitud de interesantes ejercicios sobre la teoría y la práctica del sistema métrico” (Level, 1886, p. 1).

Como se ha descrito, el análisis toma como base dos categorías principales: el contenido matemático y el contenido didáctico en el texto. Primero, para el estudio del contenido matemático se han identificado conceptos asociados al SMD, las representaciones y los usos que se proponen para estos, según la propuesta para un análisis de contenido de libros de texto históricos de matemática de Picado y Rico (2011). Segundo, el análisis del contenido didáctico destaca las finalidades y objetivos, así como las limitaciones para el aprendizaje del SMD y las tareas que se proponen para su logro.

Contenido matemático

Al momento de identificar y analizar el componente conceptual del libro de texto se establecen algunas particularidades. Los conceptos de unidad, cantidad y magnitud carecen de un significado o definición. La presentación del SMD inicia con un significado para el concepto de medida y de peso que se asocian a una comparación de tamaños o pesos desconocidos de objetos, con una unidad de tamaño o peso establecida como “término” de comparación. Entre las otras magnitudes abordadas en el texto, se muestra la definición de las magnitudes: longitud, superficie, volumen, capacidad, peso y moneda.

En la primera parte del texto el autor presenta el SMD como el “Sistema Métrico”, siendo este un término que también es mostrado como sistema legal o sistema decimal. Se expone que el sistema debe su nombre a las pesas y medidas que se derivan de una sola unidad —o unidad fundamental— llamada metro. En la segunda parte del texto se define el SMD desde una forma simple y concisa: “el sistema métrico es el conjunto de las unidades de medida que tiene por base el metro” (Level, 1886, p. 30).

Los múltiplos de las nuevas medidas se expresan en números de diez, cien, mil y diez mil veces más grandes que la unidad; para estos se implementan cuatro palabras provenientes del griego, que se colocan delante de cada unidad de medida. Estas son: Deca (que significa 10 veces), Hecto (100 cien veces), Kilo (1000 veces) y Miria (10000

veces). Por su parte, los submúltiplos, se presentan a partir de números que son la décima, centésima, milésima y diezmilésima parte de la unidad. Para su notación se implementan palabras provenientes del latín; se establecen como Deci (que significa décimo), Centi (que significa centésimo) y Mile (que significa milésimo).

En cuanto al metro, este se concibe como la unidad básica para las medidas de longitud y se define como “la diez millonésima parte de la distancia del polo al ecuador, y a la cuarenta millonésima parte de la longitud del meridiano terrestre” (Level, 1886, 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 estas, 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. 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. Por último, 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.

Los conceptos son representados de cuatro modos: verbal, simbólico-numérico, simbólico-algebraica y tabular. Cabe destacar el uso de instrumentos como recursos para la enseñanza y el aprendizaje del SMD, esto se amplía en el siguiente apartado sobre el contenido didáctico. El modo verbal es de mayor presencia; con este se exponen las definiciones y características más relevantes —para el autor del texto— de los conceptos referentes a cada unidad de 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. (Level, 1886, p. 7).

También, se incluyen sugerencias dirigidas al maestro para que las ejecute en el aula en el transcurso de la demostración de algunas magnitudes que se realizan con ciertos instrumentos.

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, ... (Level, 1886, p. 15).

En otras ocasiones se plantean cuestionamientos que el maestro dirigirá al estudiando, 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? (Level, 1886, p. 19).

Las representaciones simbólico-numéricas muestran las cantidades métricas y las equivalencias entre el sistema métrico y las medidas antiguas. También, este tipo de representación se reconoce en la explicación de algunos cálculos como conversiones: “...98 varas = $0,836 \times 98 = 81,928$ metros” (Level, 1886, p. 42). La simbología algebraica 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.

La utilización de tablas —como representación tabular— se muestra mayormente para la presentación de los múltiplos y submúltiplos, y su relación con la unidad básica. También se utilizan para la representación abreviada de cada unidad.

Por último, se identifican cuatro tipos de fenómenos en la presentación de situaciones que muestran la utilidad del SMD: naturales, matemáticos, mercantiles y técnicos. Los primeros forman parte de la definición del gramo como unidad de medida para la magnitud 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 ($4^{\circ},1$) ...” (Level, 1886, p. 18).

Las situaciones matemáticas se presentan en un contexto de cálculo aritmético, de una o varias operaciones aritméticas; por ejemplo, “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.” (Level, 1886, p. 42).

Las situaciones comerciales aparecen al final del texto, en las tareas adicionales que se proponen. Por ejemplo: “si el hectólitro de trigo de primera calidad vale \$3,65,

cuanto habrá que pagar por 36 hectólitros?” (Level, 1886, p. 56). Las situaciones vinculadas a la técnica se evidencian en la aplicación de unidades como el hectómetro y el kilómetro para evaluar distancias geográficas y para medir caminos. Además, se presentan 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 ... (Level, 1886, p. 10).

En el texto se trata de demostrar —por medio de ciertos “experimentos” que utilizan los instrumentos de medida—, la comprensión de las magnitudes y sus unidades de medición, y a su vez, la relación con el metro. Además, se muestran tablas de equivalencias con los múltiplos y submúltiplos respecto a la unidad básica en cada magnitud. En algunos capítulos se da la explicación de cómo se leen las fracciones decimales dependiendo de la magnitud.

El autor introduce la multiplicación como la primera operación expuesta, a partir de su uso en el cálculo de una superficie: “1°.— 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 expresa que la superficie contiene 63 metros cuadrados” (Level, 1886, p. 8).

Luego, las operaciones se vuelven a presentar para el cálculo del volumen y en las equivalencias establecidas entre las unidades utilizadas en la época y las del SMD. En el texto sólo 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.

Contenido didáctico

Los procesos de revisión y análisis del texto dejan ver que se elaboró exclusivamente para el aprendizaje y la enseñanza del SMD. El texto refiere a la legislación en Francia para el establecimiento de un sistema de medidas único, permitido a partir del 1° de enero de 1840, y luego acentúa las directrices legales adoptadas en Costa Rica para la introducción del SMD, sin adentrarse en una introducción histórica sobre el origen del SMD y en el señalamiento de conocimientos previos para su aprendizaje. Esto pone en relieve el carácter político y legal del documento.

Con el texto se fomenta tanto el aprendizaje memorístico como la comprensión de conceptos y procedimientos asociados al SMD. El autor inicia con la lista de materiales e instrumentos del *Aparato Level*, necesarios para las demostraciones que el maestro expondría al momento de abordar algunos capítulos del texto; 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 de lo que tiene que hacer el maestro en el aula para la demostración y la comprensión de cada unidad de medida con el estudiantado. El uso de estos instrumentos pretende fomentar la noción de los conceptos asociados a las medidas que componen el SMD. En este sentido cabe resaltar el siguiente fragmento del texto:

Para dar á [sic] los discípulos nociones justas y durables del metro y de sus subdivisiones, es necesario ponerles en las manos un metro que se doble, ó [sic] un decímetro, á [sic] fin de que ellos puedan reconocer y verificar por sí mismos las dimensiones de las tres subdivisiones que allí están marcadas.
El hábito de mirar este instrumento, y el de tocarlo, es una enseñanza más eficaz que todas las explicaciones orales (Level, 1886, p. 5-6).

La segunda parte del libro de texto profundiza en el SMD, vinculando el contenido con el libro que el autor publicó en 1884: “Tablas de equivalencia entre el sistema métrico y el usado hasta hoy”; esto se complementa con algunas explicaciones tomadas del texto titulado “Nueva aritmética para las escuelas primarias” de G. Ritt, con el objetivo de ampliar el conocimiento acerca del SMD.

En cuanto a limitaciones de aprendizaje, el autor del texto omite mencionar posibles dificultades que pueda experimentar el estudiantado cuando aprende el SMD. Sin embargo, en lo que refiere a medidas de superficie, sí expone un posible error que se puede presentar:

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. (Level, 1886, p. 9)

Desde el inicio del texto, el autor enfatiza en el manejo de los múltiplos y submúltiplos del metro; es aquí donde presenta algunas recomendaciones de tipo metodológico: (a) sugiere la repetición de ejercicios sobre conversiones, proponiendo estrategias como “subiendo” a un múltiplo mayor y “descendiendo” a un submúltiplo más pequeño, hasta que haya un manejo seguro por parte del alumnado. Se interpreta que esto tenía como fin el logro de una mejor comprensión para las explicaciones de los siguientes capítulos; y

(b) la manipulación repetida de los instrumentos de medición; por ejemplo, para la introducción del metro se recomienda que cuando el estudiante deba manipular un metro que se doble o un decímetro, para obtener una mejor noción de dicha medida, es preciso fomentar el hábito de mirar este instrumento y de tocarlo, ya que repercute en una enseñanza más eficaz que todas las explicaciones orales (Level, 1886, p. 6).

Para fortalecer el aprendizaje del SMD, en la primera parte del texto el autor presenta una serie de tareas —como ejemplos resueltos— en algunos capítulos para reforzar el contenido expuesto. En la segunda parte se exponen diversos ejemplos para la lectura de números métricos, seguidos de una serie de ejercicios y problemas (tareas) 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 de los instrumentos que ejecuta el maestro con los alumnos para la introducción y comprensión de cada una de las medidas del sistema. Esto muestra que el autor opta por proponer estrategias metodológicas para la lección donde el alumnado cumple un rol más activo, ya que a través de las demostraciones y los cuestionamientos que surgen del uso de los recursos propuestos (instrumentos del *Aparato Level*), va construyendo ideas, nociones o aprendizajes para cada una de las medidas del SMD.

5. CONCLUSIONES

El método del *Aparato Level* constituyó un recurso óptimo para la enseñanza del SMD en la educación primaria en Costa Rica; su inclusión en textos para la difusión del sistema fomentaba la comprensión de las nuevas unidades metroológicas desde la manipulación de instrumentos de medida y otros recursos.

En cuanto al contenido matemático, el texto presenta los conceptos que definen el SMD como estructura matemática. Algunos de estos adquieren una importancia mayor respecto a otros, que son mostrados como términos carentes de un significado o definición. El autor hace un énfasis particular en los conceptos matemáticos propios del SMD, “evitando de alguna manera” dirigir la atención hacia otros conceptos circundantes como unidad, cantidad y magnitud.

Para las denominadas “clases de medida”: longitud, superficie, volumen, capacidad, peso y moneda, se presentan las unidades, los múltiplos y submúltiplos y su respectiva equivalencia con la unidad básica. Junto a estas, se realiza una exposición de unidades para medidas consideradas “grandes” como el área, el quintal métrico y la

tonelada, y otra para la leña. A diferencia de otros textos de la época, destaca la definición del metro y de las otras unidades del SMD derivadas de este. Con especificidad, el texto presenta el metro cuadrado como unidad de medida para la magnitud superficie y el área como una unidad optativa para la medición de campos y terrenos de gran tamaño (medidas agrarias). Por ejemplo, en el estudio de Picado (2012) se señalan los textos españoles para la educación primaria de Trauque (1854), Dos profesores del ramo (1860) y Posegut (1875) como obras literarias que exponen el área como unidad básica para las medidas de superficie del SMD.

La presentación del franco como unidad básica para la moneda permite interpretar, en primera instancia, que el texto es realmente una traducción y no fue adaptado a la realidad costarricense, cuya unidad de moneda en la época era el peso (entre 1850 y 1896). No obstante, llama la atención que varias de las tareas expuestas incluyen el símbolo del peso cuando refieren a costos o precios de productos o materiales. Esto indica que el autor-traductor procuró una adaptación de las situaciones a la moneda de Costa Rica.

El análisis de los modos de representación de los conceptos métrico-decimales en el texto dejan ver, principalmente en el modo verbal, la introducción de los componentes del *Aparato Level*, en las indicaciones metodológicas para el maestro que conducen a la presentación de conceptos como el litro y el gramo. Así, la presentación de conceptos matemáticos en el texto estuvo ligada al uso de los instrumentos de medición y demostración del *Aparato Level*. No obstante, el texto carece de representaciones icónicas de estos instrumentos, es posible que se haya debido a las limitaciones en cuanto a la impresión de textos en papel.

En materia metrológica, el estudio de los aspectos del contenido didáctico ha otorgado un aporte a la caracterización de la educación matemática de la época en Costa Rica. Las decisiones políticas y educativas, en cuanto a dotar a la educación primaria y a la formación de maestros de un texto como manual para la enseñanza del SMD dejan ver una intención por promover el aprendizaje a través del uso de materiales manipulativos o modelos concretos, en este caso del *Aparato Level*.

El texto fue un recurso con dos propósitos específicos: promover la comprensión de los procesos de conversión de unidades mediante la resolución reiterada de tareas y fomentar el uso y la manipulación constante de los instrumentos de medición como medio para el aprendizaje. Se intuye de esto el fomento de un aprendizaje basado en la resolución de problemas y apoyado con recursos y materiales concretos (los instrumentos de

medición) que acercaran al estudiantado a la futura realidad cotidiana de las medidas métrico-decimales.

Las indicaciones en cuanto al uso de estos instrumentos son muy llamativas. El autor procuraba asegurar que la demostración de equivalencias, mediante el uso de distintas unidades de medida, derivara no en la memorización de conceptos o procedimientos matemáticos que estaban asociados al SMD, sino en su comprensión y aplicación inmediata.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arboleda, L. C. (2014). Introducción del Sistema Métrico Decimal en Colombia a mediados del siglo XIX. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 9(12), 73-86.
- Arroyo, P. (2021). El sistema metrológico tradicional de Canarias y su adaptación al sistema métrico decimal universal (Trabajo fin de grado). Universidad de La Laguna, España. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/24193>
- 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-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.
- Braga, G. y Belver, J. L. (2016). El análisis de libros de texto: una estrategia metodológica en la formación de los profesionales de la educación. *Revista Complutense de Educación*, 27(1), 199-218. http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n1.45688
- Carrillo, D. (2005). *La metodología de la aritmética en los comienzos de las Escuelas Normales (1838-1868) y sus antecedentes*. Murcia, España: Universidad de Murcia.
- Cohen, L. y Manion, L. (2002). *Métodos de investigación educativa*. Madrid, España: La Muralla.
- Dos profesores del ramo (1860). *Tratado de aritmética teórico-práctica con la explicación del sistema métrico decimal para uso de las escuelas de primera enseñanza elemental y superior*. Huesca: España: Imprenta y Librería de Lucas Polo.
- 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.
- Gómez, B. (2001). La justificación de la regla de los signos en los libros de texto: ¿por qué menos por menos es más? En P. Gómez y L. Rico (Eds.), *Iniciación a la investigación en didáctica de la matemática. Homenaje al profesor Mauricio Castro* (pp. 289-310). Granada, España: Editorial Universidad de Granada. <https://www.uv.es/gomezb/4Lajustificaciondeladeregla.pdf>
- Gómez, B. (2011). El análisis de manuales y la identificación de problemas de investigación en Didáctica de las Matemáticas. *PNA*, 5(2), 49-65.
- Level, J. (1886). *Sistema Métrico. Demostrado según el aparato del método Level* (Trad, M. Quirós). 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.
- 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. http://fqm193.ugr.es/produccion-cientifica/tesis/ver_detalle/7464/
- Picado, M. y Rico, L. (2011). Análisis de contenido en textos históricos de matemáticas. *PNA*, 6(1), 11-27. doi: <https://doi.org/10.30827/pna.v6i1.6147>
- Picado, M. y Rico, L. (2012). La introducción del sistema métrico decimal y los libros de texto en España. *Suma*. 71, 9-18
- Posegut, J. (1875). *Compendio de aritmética, con el nuevo sistema de pesas, medidas y monedas*. Málaga, España: El Avisador Malagueño.
- 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. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/62244.pdf>
- Schubring, G. (1991). Categorías teóricas para la investigación en la historia social de la enseñanza de la matemática y algunos modelos característicos. *Épsilon*, 19, 100-104.
- Trauque, L. (1854). *Aritmética decimal y demostrada para uso de las escuelas primarias, conteniendo todas las operaciones ordinarias del cálculo aplicadas al sistema métrico, un breve compendio del cálculo antiguo, cambios, progresiones, logaritmos, y reglas de anualidad*. Gerona, España: Imprenta de Grases.