

El Sistema Métrico Decimal en España: Un Estudio Histórico de los Textos de Gabriel Ciscar y José Mariano Vallejo

Miguel Picado

Luis Rico

Universidad de Granada, España

Introducción

Las prácticas empíricas de contar, repartir, distribuir y ordenar los bienes e instrumentos de la vida social y familiar de los individuos facilitaron la introducción de técnicas para medir adecuadas a una existencia social con sentido y civilizada (Wartofsky, 1987).

La medida brotó como respuesta a las actividades humanas surgidas de las necesidades de la existencia práctica en las que el intelecto del hombre y la comparación entre objetos, tamaños y formas tienen un significado y una influencia significativa. Organizar las medidas, otorgarles denominaciones, estructurar sus equivalencias y las relaciones numéricas y especificar su utilidad fueron actividades que sustentaron y cimentaron la base de los diversos sistemas metrológicos establecidos en regiones y contextos singulares.

La evolución de los sistemas metrológicos puede caracterizarse desde el origen y la funcionalidad de las medidas. El establecimiento primitivo de unidades de pesas y medidas a partir de elementos de la naturaleza y el cuerpo humano identifica un primer periodo evolutivo de los sistemas metrológicos: las medidas antropométricas. Estos patrones, distinguidos y definidos desde el cuerpo humano, singularizaron el inicio de los procesos evolutivos de las nociones metrológicas. Otra etapa se vincula con la búsqueda de condiciones, objetos y resultados de la labor humana; es decir, con la productividad y la funcionalidad de las medidas. De esta forma, destacan las relaciones entre unidades y técnicas de producción y rendimiento del trabajo, el nivel de las fuerzas productivas, la calidad del producto y las necesidades de consumo (Kula, 1980).

Con el paso del tiempo las unidades de pesas y medidas fueron relacionadas al desarrollo de las sociedades; esto es, de las civilizaciones. Su presencia en las actividades cotidianas fue tan común como la diversidad de patrones y el descontrol en su utilización. Esta realidad condujo a tentativas para una unificación metrológica que solucionara los problemas comerciales y sociales ocasionados por la variedad de patrones, orientadas también por la clara convicción que se tenía sobre la medida como un atributo del poder necesario para el control político, económico y social.

La unificación metrológica vino de la mano de revueltas sociales. La Revolución Francesa fue sin duda el levantamiento social que encendió, entre otros aspectos, la llama de la igualdad comercial, de la unificación metrológica, que condujo a la definición de una unidad de medida única e invariable: el metro, y al establecimiento de un sistema de pesas y medidas universal: el Sistema Métrico Decimal (SMD).

Una vez constituido el SMD, en el ocaso del siglo XVIII, inicia todo un proceso de adopción, implantación y difusión no acabado en la actualidad. El SMD se concibió como la solución a los impedimentos y obstáculos de los sistemas de medición tradicionales que promovían abusos en el pago de tributos y las transacciones comerciales. Era, además, un fiel representante del avance científico de la época. Razones que fueron el fundamento para que los gobiernos de otras naciones decidieran adoptar este sistema y ejecutar acciones para su difusión social.

En 1800 el SMD había sido adoptado únicamente en Francia, nación impulsora de la unificación de pesas y medidas. Un siglo después, su expansión había alcanzado la mayoría de países de Europa Occidental y América Latina. Durante la primera mitad del siglo XX, el sistema era oficial en una gran parte de Asia y eran los países de la Commonwealth, junto a Estados Unidos y Japón, los que aún no formaban parte de la metrología métrico-decimal. En los albores del siglo XXI, toda Europa y Oceanía lo ha adoptado; lo mismo que en África y Asia a excepción de Libia y Myanmar, respectivamente, y Estados Unidos en América (Figura 1).

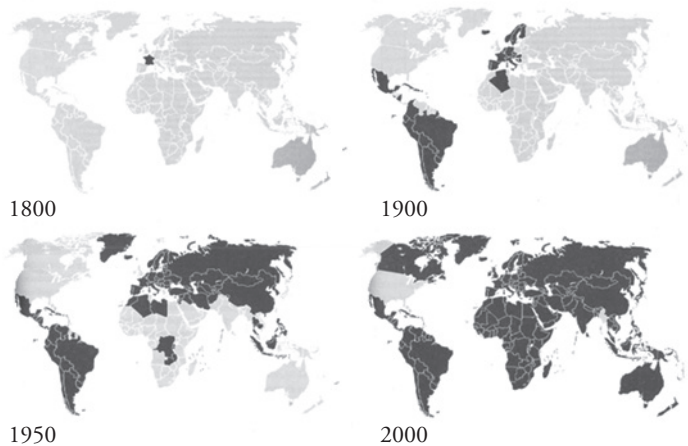


Figura 1 — Expansión del SMD 1800–2000 (Vera, 2007)

Así, por más de 200 años la adopción del SMD se ha extendido a todos los continentes siendo en la actualidad el sistema metrológico predominante a nivel mundial.

Introducción del SMD en España

En el caso específico de España, la participación de Gabriel Ciscar y Agustín de Pedrayes en la definición del metro, en la Convención Internacional del Metro en París, fue sin

duda el punto de partida para su adopción en este país. A su regreso a España, en 1800 Ciscar presentó una propuesta que, junto con otra presentada por Agustín Canellas — profesor de cosmografía y náutica y miembro de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona — constituyeron la primera formalización de ideas para la adopción del SMD en el país justificada por los inconvenientes en el comercio y las ciencias producto del uso diversificado de unidades de medida, el carácter científico del metro, su invariabilidad, la simplificación de las operaciones, su fácil rectificación y la misma participación de españoles en su definición.

Pero pesaron más las dificultades y los problemas que ocasionaría la adopción del SMD que las cualidades de perfección del nuevo prototipo de medida y la solución a los problemas metrológicos. Carlos IV de Borbón, monarca entre 1788 y 1808, recogió en la pragmática de 26 de enero de 1801 la tradición histórica de las tentativas anteriores estableciendo un sistema de medidas para la monarquía española, o medidas de Castilla, que dejó de lado el nuevo ideal metrológico originado con la Revolución Francesa, postergando la implantación oficial del SMD hasta julio de 1849.

Durante este tiempo de vigencia de las medidas castellanas, el SMD no estuvo ausente de la realidad española. La literatura científica española (textos de matemáticas, física, química, geografía y astronomía, los tratados comerciales y la prensa española, incluida la científico-técnica) incluyeron las unidades métrico-decimales como parte de su contenido. Las relaciones comerciales con Francia y la trascendencia del SMD en el campo científico influyeron para que su ausencia en la vida cotidiana de los españoles fuera parcial y que de alguna manera fuera introduciéndose en pequeños sectores de la sociedad española. Aunado a esto, influyó la necesidad de equivalencias entre medidas españolas y las métrico-decimales para las transacciones comerciales entre los dos países y la inclusión del sistema en textos de aritmética, siendo en algunos casos el tema central de los textos como la obra *Explicación del sistema decimal ó métrico francés* publicada por José Mariano Vallejo y Ortega en 1840.

Sobre la investigación histórica en educación matemática

En las últimas décadas se ha empezado a considerar la investigación histórica como una metodología prometedora y fecunda, capaz de ilustrar vínculos relevantes en áreas como la educación matemática. El método histórico de investigación se ha consolidado como una herramienta útil para la realización de múltiples estudios en este campo. Indagar sobre determinados problemas, técnicas y conceptos de la educación matemática a través de la historia se ha convertido en un modo de reflexión compartido por investigadores a nivel internacional. Los trabajos de Anacona (2003), Baumgart (1993), Fauvel y van Maanen (2000), Fernandes (1997), Furinghetti (2004), Gómez (2003), Kusma y Flores (2010), Rico (2003), Schubring (2011) y Sierra (1997) son ejemplos conocidos de esta orientación.

Además de encauzarse a través de diversas instituciones, este interés por el estudio de aspectos históricos de la educación matemática ha fomentado la edición de revistas y la

realización de encuentros especializados como la Conferencia de Investigación Europea en Educación Matemática, la Conferencia Internacional sobre Historia de la Educación Matemática, el Congreso Internacional sobre Educación Matemática y el Congreso Iberoamericano de Historia de la Educación Matemática. Particularmente en España, esta metodología ha fomentado los estudios basados en el análisis de textos históricos en diversos grupos de investigación sobre la didáctica de la matemática, destacando los constituidos en la Universidad de Granada, la Universidad de Salamanca, la Universidad de Valencia y la Universidad de Murcia (Carrillo, 2005; Gómez, 2011; López, 2011; Maz y Rico, 2007, 2009; Picado, 2009; Sierra, González y López, 1999 y Sierra, Rico y Gómez, 1997).

La bibliografía sobre la investigación histórica en diversos campos de la ciencia y el conocimiento permite una organización de trabajos a partir de diversos enfoques para su estudio. Un primer conglomerado de obras caracteriza las dedicadas a la presentación de aspectos teóricos de la historia como disciplina, como son el objeto de su estudio, su finalidad y las diversas ideas sobre la objetividad del conocimiento histórico que procuran establecer un vínculo — un acercamiento — entre historia y ciencia (Losee, 1989; Suárez, 1977).

Por otra parte, trabajos dedicados al método histórico describen una serie de pasos, organizados sistemáticamente, para caracterizar una investigación histórica (Aróstegui, 2001; Cardoso, 2000; Cohen y Manion, 2002; Grajales, 2002; Salkind, 1999; Suárez, 1977). Estos pasos incluyen la elección del tema, el punto de partida, las fuentes, el sentido crítico y la interpretación.

Un tercer grupo incluye aquellos trabajos que, además de servirse de una metodología histórica para la investigación, siguen una concepción histórica; es decir, presentan diversas ideas sobre el significado de esta investigación como una actividad en el campo de las ciencias. Fox (1987), Losee (1989) y Suárez (1977) son algunos de los autores que se refieren a este significado.

Independientemente de los diversos enfoques y de la clasificación que pueda hacerse de cada trabajo en particular, se encuentra en estas obras un punto común: el propósito histórico de la investigación. Tratar con la investigación histórica requiere, y a la vez permite, reflexionar sobre la evolución de las ideas y de los acontecimientos, sobre sus relaciones e implicaciones, sobre la contextualización de los hechos en momentos y espacios sociales determinados. La historia de la ciencia misma conduce a una reflexión sobre el conocimiento, sobre la epistemología y la teoría. La investigación histórica no se basa, simplemente, en ordenar cronológicamente una serie de datos. Consiste en indagar, describir y analizar sucesos; estriba en ilustrar contextos y situaciones; radica en integrar, interpretar y evaluar.

La investigación histórica permite compartir el conocimiento e interpretar la realidad acaecida; buscar explicaciones y respuestas para las diversas circunstancias y problemas de la convivencia entre los hombres (Picado y Rico, 2011b).

Investigación histórica y educación matemática

En educación matemática se identifican varias orientaciones en los estudios que vinculan la historia con la didáctica de la matemática. Una de estas modalidades se ocupa del origen, desarrollo y consolidación de un determinado campo de la matemática en un momento señalado y mediante unas instituciones establecidas; son estudios propiamente de historia de las matemáticas (Babini y Rey Pastor, 1997; Boyer, 2003; Collette, 1973; Hofmann, 1961; Kline, 1992). Otra modalidad se ocupa de la consideración y funcionalidad de la historia establecida por el currículo de matemática; es decir, de las formas en que la historia de las matemáticas ha sido considerada en los procesos didácticos y los resultados que su utilización ha supuesto para el aprendizaje de los estudiantes (Baumgart, 1993; Farmaki, Klaidatos y Paschos, 2004; Fauvel y van Maanen, 2000; Furinghetti, 2002, 2004; Furinghetti y Somaglia, 1998; Schubring, 1991; Siu y Tzanakis, 2004). Una tercera orientación enfatiza los trabajos sobre los cambios y las reformas curriculares y sus implicaciones didácticas, singularmente las derivadas de la inclusión de nuevos conocimientos en el currículo de matemáticas en un momento histórico determinado y en contextos particulares. Es decir, se centra en el estudio de los factores que explican dichos cambios y reformas curriculares en matemáticas en los sistemas educativos a través del tiempo (Goodson, 1987, 1995; Howson, Keitel y Kilpatrick, 1981; Kilpatrick, Rico y Sierra, 1994; Popkewitz, 1994). Esta tercera perspectiva otorga el sustento para llevar a cabo un estudio sobre el tratamiento dado al SMD en el Sistema Educativo español en el siglo XIX destacando los cambios curriculares y las particularidades matemáticas y didácticas de su incorporación en textos como medios para su difusión social.

Análisis de textos históricos

Por texto histórico entendemos un registro escrito en un determinado momento del pasado sobre un acontecimiento o proceso. Su lectura y análisis permiten la comprensión de hechos acaecidos a partir de los datos e ideas que el documento presenta. De su contenido e interpretación puede extraerse conocimiento (Cohen, Manion y Morrison, 2011). El análisis de textos matemáticos antiguos posibilita la explicación de diversos problemas que desafían a los filósofos de las matemáticas, mostrando con ello una fértil dirección de pensamiento, que se puede recorrer en la búsqueda de posibles respuestas (Reed, 1995).

Siguiendo a Lizcano (1993), las matemáticas constituyen una actividad textual pues es en el texto donde ocurre la producción matemática. De esta forma, el análisis de textos antiguos permite interpretar y comprender el conocimiento matemático de un determinado momento.

El análisis de textos históricos de matemáticas se ha dirigido desde la aplicación de varias técnicas interrelacionadas, singularmente tres: el análisis conceptual, el análisis de contenido y el análisis didáctico. Su uso conjunto en la investigación ha tenido un auge apreciable en los últimos años (Sierra, 2010).

En cuanto al análisis conceptual, destacamos que:

...se preocupa por la naturaleza de las definiciones y del lenguaje; trata de encuadrar los términos y sus interconexiones. (...) Examina cuidadosamente la diversidad de significados, las posibilidades de conexión entre los términos y los niveles subjetivos (creencias y concepciones) y objetivos (conceptos) de cada campo conceptual. Contextualiza la definición dentro del área en que se inserta. Emplea analogías y términos evocativos en vez de pruebas, axiomas o cuantificaciones. El análisis conceptual se sirve de la historicidad (...). (Rico, 2001, p. 186)

El autor sostiene que “el análisis conceptual es una herramienta metodológica que permite controlar la complejidad, seleccionar las opciones conceptuales idóneas y disponer del aparato teórico adecuado en una investigación” (pp. 191–192).

El análisis de contenido, tal y como aquí se contempla, es una herramienta técnica para establecer y estudiar la diversidad de significados escolares de los conceptos y procedimientos de matemáticas que aparecen en el texto. Para los conceptos, esta interpretación considera el momento histórico en que el texto fue elaborado, empleando diferentes categorías de análisis: (a) los conceptos y definiciones utilizadas junto con sus aspectos formales y estructurales, (b) las notaciones simbólicas y representaciones gráficas utilizadas, y (c) los fenómenos y contextos particulares con los que tales conceptos se presentan y a los cuales se aplican (Picado y Rico, 2011a). En sentido amplio, el análisis de contenido se sostiene sobre un primer nivel del análisis conceptual; ambos comparten la interpretación histórica del conocimiento matemático.

Esta perspectiva se sustenta en la idea de *significado de un concepto matemático* elaborada a partir de las nociones de signo, sentido y referencia establecidas por Frege (1984). En nuestro caso, ya que nos centramos en las matemáticas escolares, consideramos el *significado de un concepto en las matemáticas escolares*, que viene establecido por su definición y por la estructura formal en que se incardina y que le dota de referencia, por el sistema o los sistemas de signos o símbolos que lo representan y por los fenómenos de los que surge y para cuya organización se han elaborado tales conceptos y estructuras a los cuales dotan de sentido (Gómez, 2007; Rico, 1997a, 1997b, 2006, 2007; Rico, Marín, Lupiáñez y Gómez, 2008).

Por tanto, el análisis de contenido de textos históricos se propone llevar a cabo una adecuada selección de registros para interpretar y desentrañar el conocimiento que sus autores transmiten y así esclarecer el significado que, en un momento histórico concreto, otorgan a determinados conceptos matemáticos.

Finalmente, desde una perspectiva didáctica, el análisis de textos antiguos de matemáticas conlleva considerar no solo los conceptos y estructuras de las matemáticas escolares mediante la diversidad de sus significados sino también los fines que se pretenden con su enseñanza, las expectativas, limitaciones y oportunidades sobre el aprendizaje matemático escolar, los tipos de demandas cognitivas planteadas a los escolares así como la estrategia de su secuenciación y organización, lo cual implica nuevas categorías para el

estudio, análisis e interpretación de textos. Estas categorías constituyen las diversas componentes para llevar a cabo el análisis didáctico de los textos antiguos en estudio. El análisis de contenido, junto con el análisis cognitivo y el análisis de instrucción, es parte integrante del análisis didáctico (Gómez, 2002; Lupiáñez, 2009; Rico et al., 2008).

Entre las razones para este desarrollo destacamos la función transmisora de los libros de texto, su solvencia para comunicar determinados significados, su versatilidad para elicitar la comprensión y el uso significativo de los conceptos que en ellos se presentan (Segovia y Rico, 2001). Además, siguiendo a Schubring (1991), desde la perspectiva didáctica, el análisis de libros de texto responde a cuestiones educativas que la historiografía tradicional no ha logrado explicar. Cuestiones que abarcan desde largos periodos de cambio y reformas curriculares hasta aspectos más específicos de las matemáticas escolares como son la presentación de conceptos y sus modos de representación, las situaciones y contextos utilizados en su exposición, las finalidades y tareas presentadas para su aplicación.

De esta forma se implementa nuestro análisis de textos antiguos en educación matemática (Cohen y Manion, 2002; Fernández Cano y Rico, 1992) subrayando distintas herramientas técnicas para llevar a cabo tal análisis de textos antiguos (Picado y Rico, 2011a). La determinación de la estructura conceptual, los modos de representación y diversos aspectos fenomenológicos, complementados con el estudio de las expectativas, limitaciones, oportunidades de aprendizaje, las tareas y demandas cognitivas, y determinados aspectos sobre el autor y la estructura del texto, constituyen las categorías de análisis utilizadas en el estudio del SMD en textos antiguos de matemáticas desde una perspectiva didáctica.

Desde este marco general, este artículo presenta los resultados del análisis de dos textos históricos preliminares y trascendentales en la historia de la metrología española, elaborados específicamente para la introducción inicial y posterior difusión del Sistema Métrico Decimal (SMD) en España en la segunda mitad del siglo XIX. Una versión anterior del trabajo se ha presentado en el I Congreso Iberoamericano de Historia de la Educación Matemática, llevado a cabo en la Universidade da Beira Interior en Covilhã, Portugal.

El Estudio

El estudio que se presenta se desprende de la investigación llevada a cabo en el Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada dentro del Grupo de Investigación: *Didáctica de la Matemática. Pensamiento Numérico* en las líneas de investigación *Historia y Educación Matemática y Diseño, Desarrollo e Innovación en el currículo de matemática*.

Esta investigación se enfocó en el estudio del tratamiento dado al SMD en el Sistema Educativo español en el siglo XIX y en las características didácticas de los textos de matemáticas publicados sobre este tema para la instrucción en la enseñanza primaria, la enseñanza secundaria y para la formación de maestros en las Escuelas Normales. Consi-

deramos estos textos antiguos como instrumentos para llevar a cabo la necesaria reforma curricular derivada de la adopción de un nuevo sistema de pesas y medidas en el periodo señalado. El estudio estuvo orientado por el método histórico, enfatizando las fases de planteamiento de la investigación, selección de las fuentes documentales, análisis de textos mediante las técnicas descritas, interpretación y discusión, y comunicación de los resultados.

Como parte de la fase de selección de fuentes (Picado y Rico, 2011b), se identificaron dos textos preliminares en la introducción y enseñanza del SMD en España durante la segunda mitad del siglo XIX en los que destacan aspectos matemáticos y didácticos. Su análisis se ha hecho desde los procedimientos utilizados en el estudio de los textos seleccionados para esta investigación: el análisis conceptual, el análisis de contenido y el análisis didáctico.

Los textos preliminares

En la historia metrológica y educativa de España, hay dos textos cuya relevancia en la presentación, enseñanza y difusión del SMD resulta eminente. Son textos pertenecientes a una etapa histórica particular de la metrología española comprendida entre 1799 y 1848 y delimitada por el establecimiento del SMD en Francia y los albores de la Ley de Pesas y Medidas de 19 de Julio de 1849 con que se implantó el SMD en España. Los textos son:

Primero: *Memoria elemental de los nuevos pesos y medidas decimales, fundados en la naturaleza* de Gabriel Ciscar y Ciscar, editado en 1800 y publicado en Madrid por la Imprenta Real (Figura 2).

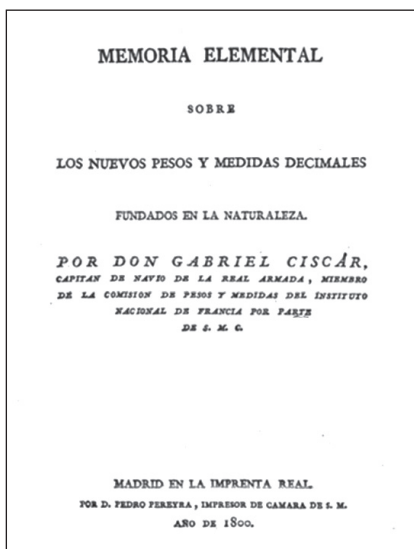


Figura 2 — Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales fundados en la naturaleza, de Gabriel Ciscar y Ciscar

El texto de Gabriel Ciscar y Ciscar constituye, quizás, la primera obra escrita con la que se exponen en castellano las nuevas unidades del SMD en España. El autor, por su indiscutible dominio sobre el tema y su vínculo con el establecimiento del metro como unidad fundamental del SMD, al ser miembro internacional de la Comisión de Pesas y Medidas conformada por la Academia de Ciencias de París, constituye un hito en la historia metrológica española. Su trascendencia en este proceso ha sido destacada por autores como Aznar (1997) y Basas (1962), quienes indagan y documentan gran parte del proceso de participación, adopción e introducción en España de las nuevas unidades de pesas y medidas.

Segundo: *Explicación del sistema decimal ó métrico francés, que por ley de 4 de julio de 1837, se ha mandado establecer en Francia, y está rigiendo allí desde 1. De enero de 1840 sobre las unidades de pesas, medidas y monedas; correspondencia de las expresadas unidades francesas con las españolas, y en las españolas con las francesas; y modo de hacer la reducción de unas á otras* de José Mariano Vallejo y Ortega, editado en 1840 y publicado en Madrid por la Imprenta de Garrasayaza (Figura 3).

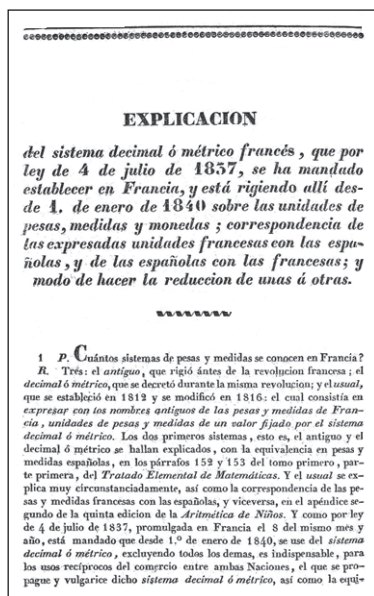


Figura 3 — Explicación del sistema decimal o métrico francés, de José Mariano Vallejo

Por su parte, la obra de José Mariano Vallejo y Ortega constituye un referente histórico para la enseñanza del SMD en España. Posterior a la adopción de este sistema en 1849, el texto de Vallejo se convierte en fuente de referencia para la elaboración de una variedad de textos — como manuales, cartillas, tratados y compendios — utilizados para la difusión de las nuevas unidades de pesas y medidas y su nomenclatura, especialmente en el ámbito educativo.

Análisis y discusión

El análisis de los textos mencionados se llevó a cabo a partir de la aplicación de los procedimientos del análisis conceptual (Rico, 2001), del análisis de contenido (Rico, Marín, Lupiáñez y Gómez, 2008) y del análisis didáctico, que comprende los anteriores junto con el análisis cognitivo y el de instrucción (Gómez, 2002; Lupiáñez, 2009), técnicas que, como se ha mencionado, componen la metodología para el análisis de textos adoptado en este estudio. Con estas técnicas se estudiaron las nociones y conceptos básicos; los contenidos según su estructura conceptual, las representaciones y los fenómenos que lo significan; las finalidades; y las tareas con que se plantean la enseñanza y el aprendizaje de estos nuevos conocimientos, en este caso en estos textos previos a la implantación del SMD en España.

Siguiendo a Maz (2000) y Picado (2009) el estudio de textos históricos se aborda a partir de tres focos: autor, estructura y contenido. Estos focos de caracterización organizan la información que se obtenga del texto.

Hemos descrito estos focos según el propósito de nuestro estudio. Con la caracterización del autor se destacan algunos aspectos sobre su situación personal y profesional que determinan brevemente el contexto histórico, académico y científico en que se formó y desarrolló su obra para identificar orientaciones o influencias vinculadas al tipo de documento, el estilo adoptado para presentar la información y las finalidades incluidas en el texto. Categorías que refieren a aspectos del análisis cognitivo y de instrucción.

Con la caracterización de la estructura se muestra la información propia de la obra como texto. En este caso destacan el tipo y estilo del texto, su organización interna y la presentación de nociones preliminares, cuando las hay. De esta manera se posibilitó la identificación de ideas y singularidades en los textos utilizados en la presentación del SMD. Las categorías definidas para este foco correspondieron a los análisis cognitivo y de instrucción, junto a aspectos estudiados desde el análisis conceptual.

Finalmente, el foco de contenido resaltó ideas sobre el origen e implantación del SMD, los significados asumidos para los conocimientos matemáticos presentados y algunos de los aspectos didácticos incluidos en el texto. Estas categorías abordaron los análisis de contenido, cognitivo y de instrucción.

El estudio se llevó a cabo mediante el establecimiento de categorías y unidades de análisis, la revisión de los textos y el reconocimiento de los datos descritos para cada uno de los tipos de análisis considerados. Para la recogida de datos se utilizó una plantilla de información compuesta por las categorías y unidades de análisis establecidas en la que se registraron los datos de interés.

Categorías y unidades de análisis

Las categorías y unidades de análisis correspondientes al análisis conceptual enfatizaron la identificación de conceptos básicos de la aritmética y el SMD. La denominada categoría de preliminares se compuso de aspectos (unidades de análisis) como la noción de magnitud, cantidad, unidad, medida y número.

Para identificar datos referidos directamente al SMD se establecieron las categorías conceptos (definición de metro, SMD, unidades de medida, múltiplos y divisores), procedimientos (operaciones aritméticas, equivalencias, conversiones), representaciones (verbal, simbólica, tabular, gráfica) y fenómenos (contextos físico-natural, matemático, comercial, técnico, social). Estas categorías correspondieron al análisis de contenido. Se complementan con la identificación de información sobre el origen del sistema y la normativa legal (aspectos generales).

Para llevar a cabo el análisis sobre aspectos didácticos se establecieron categorías a partir de los componentes del análisis cognitivo y el análisis de instrucción. La categoría de finalidades incluye la identificación de expectativas (fines, objetivos), limitaciones (errores y dificultades) y oportunidades de aprendizaje (tareas planteadas). Las secuencias de tareas y los materiales propuestos para la enseñanza fueron unidades de análisis definidas para el análisis de instrucción.

Esta selección de categorías obedeció a la aplicación de la técnica de análisis de didáctico a partir de la consideración de los textos como propuestas didácticas ya consruídas, no en elaboración, como materiales curriculares para la enseñanza de la matemática y para la difusión de un nuevo conocimiento (Picado y Rico, 2011a). Aunado a esto, se consideraron categorías complementarias para la caracterización del texto desde su estructura que destacaron el tipo de documento y el estilo adoptado para presentar las ideas.

La revisión de los textos mediante la aplicación de las categorías de análisis proporcionó una serie de datos sobre la presencia y exposición del SMD en los textos. Las tres técnicas de análisis posibilitaron, desde la perspectiva didáctica, el estudio de los textos. La información proveniente del análisis de contenido permitió ubicar los textos y sus autores en el contexto científico y matemático, en la institución académica, y las concepciones y significados predominantes de la época en que se elaboró el documento. El análisis de contenido posibilitó indagar en el texto, en su interior; reconocer los conceptos y otras particularidades que lo componen y estructuran matemáticamente su contenido. Con el análisis didáctico se identificaron y caracterizaron las tendencias sobre el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas.

El Texto de Gabriel Ciscar y Ciscar

En cuanto a aspectos generales del SMD, este texto resalta el origen del sistema como una evolución desde la historia de la medida. Destaca el trabajo de matemáticos en el proceso de definición del metro, la relación establecida entre la nomenclatura del sistema métrico francés y sus homólogas españolas — propuestas por el autor — y los beneficios de una unificación metrológica.

El texto corresponde al tipo Memoria, entendido como “el estudio o disertación escrita sobre alguna materia” (Picado, 2009, p. 66). Las ideas se presentan con el estilo narrativo. Se estructura en cinco capítulos dedicados al origen y las imperfecciones de las pesas y medidas españolas de la época, la exposición del nuevo sistema decimal, la nomenclatura francesa y la propuesta por el autor, las razones para adoptar el SMD y los ar-

gumentos para atender las oposiciones hacia el nuevo sistema. El escrito finaliza con tres notas aclaratorias y un anexo de tablas de equivalencias.

Gabriel Ciscar y Ciscar (1769–1829) realizó estudios de Filosofía y Humanidades en la Universidad de Valencia. Considerado el matemático más destacado de su época, se desempeñó como catedrático de matemáticas en la Academia de Guardiamarinas de Cartagena. Sus conocimientos y vínculo con la navegación, así como sus logros académicos le permitieron presidir la comisión española para la definición del metro y el establecimiento del SMD a finales del siglo XVIII.

Conceptos y Procedimientos

Los conceptos básicos utilizados son los de unidad y magnitud. El texto hace referencia a la unidad como una cantidad conocida y la magnitud se concibe como una especie o característica medible de determinados objetos. Otros conceptos básicos tales como cantidad, medida y número no se plantean en el texto.

Para la presentación del metro, Ciscar recurre a tres perspectivas desde las cuales proporcionar una definición: instrumental, científico-técnica y etimológica. La primera presenta al metro como la unidad básica para las medidas de longitud. Desde un enfoque científico-técnico se considera al metro como el resultado de mediciones al cuarto de meridiano terrestre equivalente a su diezmillonésima parte. La tercera opción lo presenta como la derivación de un vocablo griego (metrón) cuyo significado es medida. Esta forma de concebir el metro sustenta la propuesta terminológica que lo denominaría “medidera”, manteniendo su función de unidad fundamental del sistema y de las medidas de longitud.

Las concepciones instrumental y etimológica se mantienen para la presentación de las restantes unidades de medida. Estas se derivan de la medidera y reciben una denominación distinta a la propuesta en Francia, sin dejar de especificar la relación entre ambas. Así, se exponen desde su origen etimológico, su equivalencia con las unidades francesas y su utilidad en las prácticas cotidianas.

Esta particularidad se convierte en un punto sobresaliente del texto, pues corresponde al autor la intención de que se introduzca el SMD con una nomenclatura autóctona, distinta a la propuesta original y similar a la terminología de las medidas hasta entonces utilizadas en España (Figura 4).

La exposición de los múltiplos y submúltiplos se realiza desde la aplicación de operaciones aritméticas basadas en el sistema decimal, es decir, de aumentos y disminuciones de orden cada diez unidades: “la medidera ó vara decimal se considera dividida en diez *décimas*, la *décima* en diez *centésimas*, y la *céntima* en diez *milímas*” (p. 8).

Diez medideras ó varas decimales componen una decena, diez decenas componen una centena, y diez centenas componen un millar ó milla decimal. Diez millas, ó diez mil varas, componen una legua decimal. Diez leguas, ó cien millas, componen un gradil ó grado decimal; y cien gradiles, ó grados decimales, componen un cuadrante.” (pp. 7–8)

56

<i>Medidas lineales.</i>	<i>Medidas agrarias.</i>	<i>Medidas de capacidad.</i>	<i>Unidades de peso.</i>
G. l. Gradil.	M. d. Millarada.	M. r. Milera.	M. l. Millaral.
L. d. Legua decimal.	C. d. Centenada.	C. r. Centenera.	C. l. Centenal.
M. ll. d. Milladecimal.	D. d. Decenada.	D. r. Decenera.	D. l. Decenal.
C. n. Centena.	U. d. Unada.	U. r. Unera.	U. l. Unal.
D. n. Decena.		d. ll. Decimilla.	d. v. Diezavo.
M. Medidera.		c. ll. Centimilla.	c. v. Cienavo.
d. m. Décima.		m. ll. Milimilla.	m. v. Milavo.
c. m. Céntima.		d. m. ll. Decimilimilla.	d. m. v. Decimilavo.
m. m. Mílisma.			c. m. v. Centimilavo.
d. m. m. Decimílisma.			m. n. v. Millonavo.
c. m. m. Centimílisma.			

Figura 4 — Nomenclatura Propuesta por Ciscar

Esta definición de unidades superiores e inferiores se acompaña de una serie de explicaciones que las relaciona con sus homólogas francesas y las vincula con la unidad básica. “La milera es una medida cúbica cuyos lados tienen de largo una medidera ó vara decimal y equivale al *kilolitro* de los Franceses” (p. 15).

Para las medidas agrarias, conviene tomar por unidad una superficie de cien medideras ó varas cuadradas: esto es, la superficie de un cuadrado cuyo lado tiene de longitud una decena ó diez medideras. Se le puede dar el nombre de unada á esta unidad agraria, que los Franceses llaman ara (p. 11).

La exposición de procedimientos es escasa. Fundamentalmente, el texto se centra en la presentación de nuevos términos y su relación con medidas comúnmente utilizadas. No obstante, se aprecian ciertos procesos que estimulan destrezas como el establecimiento de equivalencias mediante la aplicación de relaciones matemáticas y el cálculo de superficies.

“La vara de Búrgos es al modelo de la medidera ó vara decimal, arreglado á la temperatura del hielo, como 1.000.000:1.196.532’ y el modelo de la medidera ó vara decimal arreglado á dicha temperatura, es á la vara de Búrgos como 1.000.000:835748’6...” (p. 10)

“En general, la superficie de un cuadrado es igual al producto que resulta de la multiplicación de un lado por sí mismo (*); y la superficie del rectángulo ó cuadrilongo es igual al producto que resulta de dos lados desiguales” (p. 10)

Estas reglas se entienden como conocimientos previos que el lector debe poseer para hacer estudios en disciplinas como la Aritmética y la Geometría. Las apreciaciones hacen

que el SMD se conciba como una estructura de términos y significados con efectos directos en actividades comunes centradas en el comercio, más que una estructura matemática aplicable a estas actividades.

Sistema de Representación

Los modos de representación de las nuevas unidades de pesas y medidas enfatizan el uso de lenguaje verbal.

Las unidades secundarias mayores y menores que resultan de la multiplicación y división de las primeras, son términos de la progresión natural, que casi puede llamarse progresión natural, respecto á ser conforme al sistema de numeración de todas las Naciones civilizadas. (Introducción, 2-3)

Aquí llama la atención la descripción de determinados instrumentos de medida como la vara de metal. Otro de los modos frecuentemente utilizados es el simbólico. El texto escrito y el simbolismo numérico predominan a la hora de mostrar los conceptos y equivalencias propias del nuevo sistema (Figura 5).

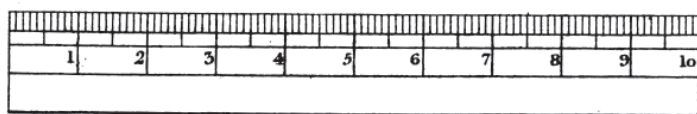
en diez centimílimas. La centimílima viene á ser igual á $\frac{1}{100}$ de línea, cantidad imperceptible á la simple vista.

Figura 5 — Modos de representación verbal y numérico

Estos se acompañan con algunas representaciones de tipo tabular y gráfico (Figuras 6 y 7). En el caso de las tablas, éstas resaltan la correspondencia de los términos en la nomenclatura francesa y castellana para cada magnitud.

<i>24 Medidas de capacidad.</i>	
<i>Nombres adoptados por los Franceses.</i>	<i>Nombres castellanos correspondientes para líquidos, áridos y sólidos.</i>
Mirialitro.....	Diezmilera.
Kiliolitro.....	Milera.
Hectolitro.....	{ Fanega decimal. Centenera.
Decalitro.....	{ Cántara decimal. Celemin decimal. Decenera.
Litro.....	{ Azumbre decimal. Celeminillo. Unera.
Decilitro.....	Decimilla.
Centilitro.....	Centimilla.
Mililitro.....	Milesimilla ó milimilla.

Figura 6 — Modo de representación tabular



Décima dividida en centimas y milimas.

Figura 7 — Modo de representación gráfico

Fenomenología

En cuanto a los fenómenos, predominan aquellos pertenecientes a contextos matemáticos, científicos y físico-naturales. Por ejemplo, se recurre a la exposición de conceptos y propiedades geométricas para la explicación del origen del metro. “La *equinoccial* ó equador es un *círculo* que pasa por el *centro* de la Tierra, y es *perpendicular* á su *exe*; y los meridianos son los *planos* que pasan por los polos y *centro* de la Tierra” (p. 7). También, se recurre a características de elementos de la Naturaleza para la presentación de conceptos como el kilogramo y la elaboración de parámetros.

...la cantidad de agua *destilada* contenida en el cubo de una décima de dicha vara es el término general de comparación para las pesadas. Los Franceses llaman kilograma á la expresada unidad fundamental de los pesos, que nosotros designarémos con el nombre de unal ó libra decimal. (Introducción, 2)

“Representan el verdadero metro ó medidora quando se hallan en la *temperatura* del hielo que se liquida...” (Introducción, 2)

Hay una utilización de términos, conceptos y situaciones propias de áreas como la geografía, la geometría, la aritmética y la química en la presentación de conceptos como el metro y el kilogramo.

Finalidades y Tareas

El texto de Ciscar trasmite la finalidad de su publicación. Esta responde a fines políticos, culturales y sociales (Rico, 1997a, 1997b). Es decir, su elaboración responde a disposiciones políticas para la transmisión y difusión de conocimientos entre los ciudadanos. Se espera una adopción rápida, sencilla y sin polémica de un nuevo sistema de pesas y medidas en una sociedad arraigada a un sistema de medición cruel, injusto y poco equitativo, es decir, una transmisión de conocimientos, de conceptos; se pretende la aplicación de operaciones aritméticas y una consciencia hacia la utilidad de un único patrón en la definición de todo un conglomerado de unidades para la medición. En cuanto a las tareas, no se aprecian en el texto mas allá de los ejercicios de aplicación inmediata de las reglas presentadas.

El Texto de Vallejo y Ortega

La inclinación didáctica de Vallejo, reconocida por Maz, Torralbo y Rico (2006) y Veá (1995), se plasma en su “Explicación del sistema decimal o métrico francés...”. Desde

la introducción en el texto se procura para el lector un mayor entendimiento del contenido de su obra, que inicia con la presentación de justificaciones para adoptar el SMD en España y, fundamentalmente, por las que debe difundirse este conocimiento entre la población.

El texto es también una restauración de la actividad didáctica propuesta por Vallejo en 1806 en trabajos como “Aritmética de Niños escrita para uso de las escuelas del reino” que profesa un proceso de enseñanza de interacción verbal entre el profesor, quien pregunta, y el estudiante, quien contesta, un diálogo con tendencia a un aprendizaje memorístico (estilo catecismo). La base del texto se constituye de una serie de ejemplos para ilustrar las situaciones más comunes — según criterio del autor — en las que sería necesaria la utilización de las nuevas unidades métricas. Característica propia de los textos de tipo Explicación, entendidos “como una declaración o exposición de cualquier materia, doctrina o texto con palabras claras o ejemplos, para que se haga más perceptible” (Picado, 2009, p. 66).

Aunado a esta caracterización estructural, se identifican aspectos generales en el texto. El documento responde a los acontecimientos ocurridos en Francia con la declaratoria de obligatoriedad de uso del SMD en 1837 más que a la propia realidad española, ajena a la implementación oficial y uso sistemático de las unidades métrico decimales.

El autor presenta una contextualización sobre los acontecimientos que han rodeado el surgimiento del SMD: origen científico, nuevas unidades para las magnitudes de longitud, superficie, solidez, peso y capacidad y nomenclatura adoptada. Destaca la utilidad de las tablas de equivalencia proporcionadas para la realización de reducciones y equivalencias entre las diferentes unidades del “sistema francés” y las del “sistema español”, legalizado con la pragmática de 1801.

José Mariano Vallejo y Ortega nació en Granada en 1779. De su amplia biografía, se destaca su formación matemática y pedagógica. Su desempeño incluyó la cátedra de matemáticas, fortificación, ataque y defensa de plazas del Seminario de Nobles, una formación constante en sistemas pedagógicos y la participación en la esfera política de la época. Fue un firme promotor del SMD en España.

Conceptos y Procedimientos

El texto realiza un muy escaso análisis conceptual ya que carece de una presentación de los conceptos de número, cantidad, magnitud, unidad y medida. El autor centra su atención en mostrar las unidades básicas utilizables para el uso y trato de las magnitudes longitud, superficie, capacidad y arqueo, solidez y peso. Estas unidades se definen con base al metro presentado desde las perspectivas científico-técnica, instrumental y etimológica. La definición de múltiplos y submúltiplos se realiza a partir de construcciones etimológicas, esto es, desde la unión de las unidades básicas con nombres colectivos griegos y latinos. Las equivalencias decimales entre múltiplos y submúltiplos con el metro no se incluyen. Esta particularidad conduce a una concepción del SMD como conjunto o arreglo de términos asociados a nuevas unidades de pesas y medidas.

Un aspecto sobresaliente es el gran número de procedimientos explícitos a lo largo del documento. Estos acompañan una serie de ejemplos con los que se pretende familiarizar a los lectores en la reducción de unidades del SMD a unidades españolas, la utilización de tablas de equivalencias y en la aplicación de estrategias matemáticas. Por ejemplo, para realizar reducciones se indica:

...pues no hay más que multiplicar el valor que por dichas tablas corresponde á la unidad métrica en la unidad españolas que se desea, por el número de unidades métricas que se quieran reducir, y el producto espresará el número equivalente en unidades españolas (pp. 8-9)

“Si quiero reducir 80 quiloltras á fanegas de grano, como el quilolitro equivale á 17,9908974 fanegas de grano, multiplico 17,991 por 80, y obtengo 1439,28 fanegas de grano.” (p. 9)

Para utilizar las tablas de equivalencias propuestas, se apunta:

“P. Cómo se reducirán unidades de pesas, medidas ó monedas españolas á unidades de pesas, medidas ó monedas del sistema decimal ó métrico francés?

R. Dividiendo (182 Aritmética de Niños) el número de unidades españolas, que se dan, por el número que en la tabla I corresponde al valor de la unidad francesa en que se quieren valuar” (p. 11)

Para el cálculo decimal simplificado, con una situación particular se indica:

“...lo que se consigue corriendo la coma dos lugares, y resulta 91,665075; esto es, 91 quilogramas y 0,665075 de otra quilograma” (p. 14)

Sistemas de Representación

Fundamentalmente, las representaciones corresponden a los modos verbal y numérico. Ambos modos son evidentes en la cantidad de explicaciones textuales y numéricas utilizados como complemento de las mismas (Figura 8).

Otro método sería el reducir los 2 pies, 5 pulgadas y 3 líneas á líneas; los que daría 351 líneas; y como la vara se compone de 432 líneas, el número propuesto equivale á 40 varas y $\frac{351}{432}$ de vara. Si este número lo quisieramos reducir, asi como está, á metros, multiplicaríamos el valor 0,83590575 primero por 40 y luego por $\frac{351}{432}$, y sumaríamos despues los resultados.

Figura 8 — Modos de representación verbal y numérica

La presentación de tablas hace del modo tabular una manera complementaria en la exposición de determinados conceptos como es el caso de las equivalencias decimales y castellanas para las medidas de longitud (Figura 9).

TABLA I
en que se halla la correspondencia de las pesas, medidas y monedas legales de Francia, con las pesas, medidas y monedas legales de España.

NOMBRES SISTEMÁTICOS.	VALOR.	SU EQUIVALENCIA EN PESAS Y MEDIDAS ESPAÑOLAS CON ARREGLO Á LA PRAGMÁTICA DE 30 DE FEBRERO DE 1801.
<i>Medidas de longitud.</i>		
Miriámetro	Diez mil metros.	{ 3 5 8 8 9 2 1 6 pies. 1,7 9 4 4 6 0 8 leguas de á veinte mil pies.
Quilómetro	Mil metros.	{ 3 5 8 8 9 2 1 6 pies. 1 1 9 6 3 0 7 2 varas.
Hectómetro	Cien metros.	{ 3 5 8 8 9 2 1 6 pies. 1 1 9 6 3 0 7 2 varas.
Decámetro	Diez metros.	{ 3 5 8 8 9 2 1 6 pies. 1 1 9 6 3 0 7 2 varas.
Metro, <i>unidad fundamental de las pesas y medidas</i> (1)	Diez milonésima parte del cuadrante de meridiano terrestre	{ 3,5 8 8 9 2 1 6 pies. 1,1 9 6 3 0 7 2 varas.
Decímetro	Décima parte del metro.	{ 0,3 5 8 8 9 2 1 6 pies. 4,3 0 6 7 0 5 9 2 pulgadas.
Centímetro	Centésima parte del metro	{ 0,0 3 5 8 8 9 2 1 6 pies. 0,4 3 0 6 7 0 5 9 2 pulgadas. 5,1 6 8 0 4 7 1 0 4 líneas.
Milímetro	Milésima parte del metro.	{ 0,0 3 5 8 8 9 2 1 6 pies. 4,3 0 6 7 0 5 9 2 pulgadas. 5,1 6 8 0 4 7 1 0 4 líneas.

Figura 9 — Modo de representación tabular

Fenomenología

Los fenómenos presentados corresponden a los contextos matemático, mercantil, topográfico y físico-natural. En cuanto al matemático, la aplicación de técnicas de redondeo y operaciones aritméticas con números decimales son las estrategias para la utilización de las nuevas unidades de medida. “...pero siempre que se supriman algunos guarismos decimales, se tendrá cuidado de añadir una unidad al último que se toma, si el que sigue es 5 ó mayor que 5” (p. 9). “Si quiero reducir 900 varas á metros, multiplico 0,8559 por 900, y obtengo 752,31 metros” (p. 13)

Las situaciones propias del comercio y la topografía se encuentran en la descripción de patrones utilizados en actividades comerciales y la medición de distancias terrestres.

...es el liston de madera que usan ciertos comerciantes para medir paño, lienzo, etc. Se compone de tres pies ó tercias; y la legua que sirve para medir las distancias de un pueblo ó de una ciudad á otra, etc. Consta de veinte mil pies (p. 7)

Como un caso aislado, se incluye también una situación físico-natural para la definición del kilogramo. Esta detalla características como la temperatura y la pureza de sustancias como el agua.

Finalidades y Tareas

La identificación de objetivos sigue las finalidades establecidas para el currículo de la Educación Matemática desde la perspectiva de Rico (1997a, 1997b) y Rico, Marín y Romero (1997).

Se pretende una difusión de conocimientos matemáticos, en este caso novedosos, (fin cultural) mediante su inclusión en el sistema educativo (fines formativo y político). El fin social se observa a través de la evaluación oral pretendida con el estilo de texto presentado

(pregunta-respuesta) para la exposición de las ideas y que procura la inserción del lector en la utilización de las nuevas pesas y medidas en las prácticas de la cultura de la comunidad a la que pertenece.

Específicamente, como parte de las expectativas de aprendizaje, con el texto se procura la enseñanza del SMD y una confrontación constante del lector a situaciones numéricas. Estas situaciones fomentan la aplicación de operaciones aritméticas para la conversión y reducción de cantidades concretas de las medidas españolas a las métrico-decimales y viceversa. En cuanto a las tareas, estas se orientan a la familiarización del lector en la reducción de unidades entre sistemas.

La Tabla 1 resume parte de la información obtenida con el estudio de ambos documentos. La columna a la izquierda incluye las categorías y las columnas restantes los datos obtenidos a partir de cada texto.

Tabla 1 — Categorías de Análisis y Datos

Categoría	Ciscar	Vallejo
Conceptos	<p>Nociones: unidad como cantidad conocida; magnitud concebida como algo medible</p> <p>Metro: técnico-científico, instrumental y etimológica</p> <p>SMD: conjunto de pesas y medidas equivalentes a las españolas con nueva terminología</p> <p>Unidades: a partir de una nueva propuesta terminológica (medidera, unada, unera, unal)</p> <p>Múltiplos y divisores: a partir de aumentos y disminuciones decimales, utilidad y nueva denominación</p>	<p>Nociones: no se incluyen</p> <p>Metro: técnico-científica, instrumental y etimológica</p> <p>SMD: conjunto de términos para nuevas unidades de medida</p> <p>Unidades: conservan la nomenclatura francesa original del sistema (metro, ara, litra, stére, grama)</p> <p>Múltiplos y divisores: a partir de vocablos griegos y latinos</p>
Procedimientos	Escasos. Para determinar equivalencias entre unidades. Aplicación de procesos aritméticos y geométricos (proporciones y áreas)	Abundantes. Fomentan el desarrollo de destrezas como el establecimiento de reducciones
Finalidades	Adopción rápida de las nuevas unidades de pesas y medidas evitando dificultades lingüísticas	Reducción de unidades Finalidad práctica
Representaciones	Modos verbal, simbólico (numérico). Gráfico y tabular en menor grado.	Modos verbal, simbólico (numérico). Tabular en menor grado.
Fenómenos	Contextos: matemáticos, científicos. Físico-natural.	Contextos: matemático. Comercial y físico-natural en menor grado.
Tareas	No se identifican	Número considerable de ejemplos para familiarizar en la reducción de unidades entre sistemas

Consideraciones finales

El estudio permite considerar las técnicas utilizadas para el análisis de textos antiguos desde las ópticas matemática y didáctica del tratamiento dado al SMD en los textos de Gabriel Ciscar y José Mariano Vallejo.

En los albores de su introducción en España, el SMD no se concibe como una estructura matemática. A pesar de la escasa cantidad de conceptos básicos de la aritmética incluida en uno de los textos, se deja entrever la influencia en el autor de concepciones eulerianas en la presentación de las ideas.

Los textos subrayan el vínculo entre el SMD y el sistema decimal de numeración — artífice en la presentación de ejemplos o tareas para su adopción —. La presentación del SMD focaliza la memorización de un nuevo arreglo de términos metrológicos y la utilización de unidades y patrones de pesas y medidas en actividades comunes de los pobladores. Del SMD se destacan sus raíces lingüísticas a partir de la definición del metro.

La exposición del metro sigue una estructura similar en los textos. Su presentación se realiza desde las perspectivas científica, instrumental y etimológica, siendo esta última la más empleada para el establecimiento de múltiplos y submúltiplos.

Propiamente sobre las unidades superiores e inferiores, a pesar de la similitud etimológica con que se presentan, existe una diferencia destacable en las obras. El texto de Ciscar introduce tanto múltiplos como submúltiplos a partir de aumentos y disminuciones decimales de la unidad principal, expuestas como potencias de base 10, para luego relacionarlos con construcciones etimológicas entre la unidad principal y su propuesta para una nomenclatura castellana. En el caso de Vallejo se realiza una presentación inversa a la descrita. Esta situación lleva a pensar en dos objetivos distintos, por parte de los autores, para la elaboración de los textos. Primero, presentar el SMD partir de una comprensión matemática de las reducciones y equivalencias decimales. Segundo, presentar el SMD a partir de una comprensión etimológica de nuevos términos y valores decimales.

En cuanto a los modos de representación ambos textos coinciden en la utilización de los modos verbal, simbólico (numérico) y tabular para presentar la información. En el caso de los contextos, sobresalen los fenómenos o situaciones propias del contexto matemático junto con dos o tres situaciones características de los entornos físico-natural y comercial.

Las analogías acaban con la identificación de tareas. Por un lado, el texto de Ciscar excluye tareas que permitan una valoración y aplicación de los conceptos aprendidos; situación diferente a la que se identifica en el texto de Vallejo quien expone una abundante cantidad de ejemplos procurando un adiestramiento en el uso de las nuevas unidades y las reducciones entre unidades de ambos sistemas. Esto refuerza la diferenciación en cuanto a los fines perseguidos con la elaboración de cada texto.

En síntesis, los textos fueron elaborados con el firme propósito de introducir el SMD en España, con enfoques distintos para sus finalidades. Ciertos aspectos proporcionan similitudes entre ellos. Otros los diferencian, siendo la mayor de ellas el estilo con el que presentan la información. Para su texto, Gabriel Ciscar procura una presentación de las

nuevas medidas con una propuesta terminológica; su influencia científica y su cercanía al proceso que dio origen al sistema le conducen a la transmisión del nuevo conocimiento matemático que unifica las pesas y medidas. La forma de presentar el contenido, con explicaciones claras sobre las equivalencias y el empleo de operaciones matemáticas, son quizás el mayor atractivo del texto de Mariano Vallejo, que por nada desmerece los datos propios del SMD incluidos en la obra y que son la causa del discurso didáctico realizado por el autor.

Agradecimientos

Este trabajo ha contado con el apoyo de la Junta de Becas de la Universidad Nacional (UNA) y el Fondo de Incentivos del Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) del Ministerio de Ciencia y Tecnología de la República de Costa Rica.

El estudio se ha realizado dentro del Grupo de Investigación Didáctica de la Matemática. Pensamiento Numérico (FQM-193), del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación, con sede en el Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.

Referencias

- Anacona, M. (2003). La historia de las matemáticas en la educación matemática. *Revista EMA*, 8(1), 30–46.
- Aróstegui, J. (2001). *La investigación histórica: teoría y método*. Barcelona, España: Crítica.
- 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.
- Babini, J. y Rey Pastor, J. (1997). *Historia de la Matemática*. Barcelona, España: Gedisa.
- Basas, M. (1962). *Introducción en España del Sistema Métrico Decimal*. Milán, Italia: Dott. A. Giuffrè.
- Baumgart, J. (Ed.). (1993). *Historical Topics for the Mathematics Classroom*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Boyer, C. (2003). *Historia de la matemática*. Madrid, España: Alianza.
- Cardoso, C. (2000). *Introducción al trabajo de la investigación histórica: conocimiento, método e historia*. Barcelona, España: Crítica.
- 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* (2ª ed.). Madrid, España: La Muralla.
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. Londres, Reino Unido: Routledge.
- Collette, J. P. (1973). *Historia de las matemáticas*. México D. F., México: Romont.
- Farmaki, V., Klaudatos, N. y Paschos, T. (2004). Integrating the history of mathematics in educational praxis. An Euclidean geometry approach to the solution of motion problems, *PME 28. Vol. 3* (pp. 505–512). Bergen, Noruega: PME.
- Fauvel, J. y van Maanen, J. (Eds.). (2000). *History in Mathematics Education, the ICMI Study*. Dordrecht, Países Bajos: Kluwer Academic Publishers.

- Fernandes, R. (1997). O ensino da aritmética elementar em Portugal nos finais do século XVIII. *Quadrante*, 6(1), 51–58.
- Fernández Cano, A. y Rico, L. (1992). *Prensa y educación matemática*. Madrid, España: Síntesis.
- Fox, D. (1987). *El proceso de investigación en educación*. Pamplona, España: Universidad de Navarra.
- Frege, G. (1984). Sobre sentido y referencia (U. Moulines, Trad). En G. Frege, *Estudios sobre semántica* (pp. 51–86). Madrid, España: Orbis, S. A.
- Furinghetti, F. (2002). On the role of the history of mathematics in mathematics education. En I. Vakkalis, D. Hughes Hallett, C. Kourouniotis, D. Quinney y C. Tzanakis (Eds.), *Proceedings of ICTM2* (Hersonissos, Crete, Greece), CD-Rom, J. Wiley e hijos. En las actas del programa p. 51.
- Furinghetti, F. (2004). History and mathematics education: a look around the world with particular reference to Italy. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 3(1–2), 1–20.
- Furinghetti, F. y Somaglia, A. (1998). History of mathematics in school across disciplines. *Mathematics in School*, 24(4), 48–51.
- Grajales, T. (2002). La metodología de la investigación histórica: una crisis compartida. *Enfoques*, 14, 5–21.
- Gómez, B. (2003). La investigación histórica en didáctica de la matemática. En E. Castro (Coord.), *Investigación en educación matemática: séptimo simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática* (pp. 79–86). Granada, España: Editorial Universidad de Granada.
- Gómez, B. (2011). El análisis de manuales y la identificación de problemas de investigación en Didáctica de las Matemáticas. *PNA*, 5(2), 49–65.
- Gómez, P. (2002). Análisis didáctico y diseño curricular en matemáticas. *EMA*, 7(3), 251–292.
- Gómez, P. (2007). Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria (Tesis doctoral). Recuperado de http://documat.unirioja.es/servlet/listatesis?tipo_búsqueda=INSTITUCION Y TEXTOCOMPLETO&clave_búsqueda=819043.
- Goodson, I. (1987). *School Subjects and Curriculum Change*. Londres, Reino Unido: The Falmer Press.
- Goodson, I. (1995). *Historia del currículum. La construcción social de las disciplinas escolares* (J. M. Apfelbäume, Trad.). Barcelona, España: Ediciones Pomares.
- Hofmann, J. (1961). *Historia de la matemática* (V. Valls y G. Fernández, Trad.). México D.F., México: UTEHA.
- Howson, G., Keitel, K. y Kilpatrick, J. (1981). *Curriculum Development in Mathematics*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Kilpatrick, J., Rico, L. y Sierra, M. (1994) (Eds.). *Educación matemática e investigación* (L. Rico, Trad.). Madrid, España: Alianza.
- Kline, M. (1992). *El pensamiento matemático de la Antigüedad a nuestros días* (A. G. Martínez, Trad.). Madrid, España: Alianza.
- Kula, W. (1980). *Las medidas y los hombres* (W. Kuss, Trad.). Madrid, España: Siglo XXI.
- Kusma, C. M. y Flores, C. R. (2010). Análise histórica das práticas e discursos escritos sobre o ensino de Geometria e o uso de materiais didáticos. *Quadrante*, 9(2), 59–79.
- López, C. (2011). *La formación de maestros en aritmética y álgebra a través de los libros de texto* (Tesis doctoral, Universidad de Salamanca). Recuperado de <http://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/83280>.
- Losee, J. (1989). *Filosofía de la ciencia e investigación histórica*. Madrid, España: Alianza.
- Lizcano, E. (1993). *Imaginario colectivo y creación matemática*. Barcelona, España: Gedisa.
- Lupiáñez, J. L. (2009). *Expectativas de aprendizaje y planificación curricular en un programa de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria* (Tesis doctoral, Universidad de Granada). Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/798/1/TesisJoseLuisLupianez-web.pdf>.
- Maz, A. (2000). *Tratamiento de los números negativos en textos de matemáticas publicados en España en los siglos XVIII y XIX* (Tesis de máster no publicada). Universidad de Granada, España.

- Maz, A. y Rico, L. (2007). Situaciones asociadas a los números negativos en textos de matemáticas españoles de los siglos XVIII y XIX. *PNA*, 1(3), 113–123.
- Maz, A. y Rico, L. (2009). Negative numbers in the 18th and 19th centuries: phenomenology and representations. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 17(1), 537–554.
- Maz, A., Torralbo, M. y Rico, L. (2006). *José Mariano Vallejo, el matemático ilustrado: una mirada desde la educación matemática*. Córdoba, España: Editorial Universidad de Córdoba.
- Picado, M. (2009). *Tratamiento del Sistema Métrico Decimal en textos de matemáticas en España en el período 1849–1892* (Tesis de máster no publicada). Universidad de Granada, España.
- Picado, M. y Rico, L. (2011a). Análisis de contenido en textos históricos de matemáticas. *PNA*, 6(1), 11–27.
- Picado, M. y Rico, L. (2011b). La selección de textos en la investigación histórica en educación matemática. *Épsilon*, Vol. 28(1), n.º 77, pp. 99–112.
- Popkewitz, T.S. (1994). *Sociología política de las reformas educativas*. Madrid, España: Morata.
- Reed, D. (1995). *Figures of thought. Mathematics and mathematical texts*. London, Reino Unido: Routledge.
- Rico, L. (1997a). Dimensiones y componentes de la noción de currículo. En L. Rico (Ed.), *Bases Teóricas del Currículo de Matemáticas en Educación Secundaria* (pp. 377–420). Madrid, España: Síntesis.
- Rico, L. (1997b). Los organizadores del currículo de matemáticas. En L. Rico (Ed.), *La educación matemática en la enseñanza secundaria*. Barcelona, España: Horsori.
- Rico, L. (2001). El Análisis Conceptual. En P. Gómez y L. Rico (Eds.), *Iniciación a la Investigación en Didáctica de la Matemática. Homenaje al profesor Mauricio Castro*. Granada, España: Universidad de Granada.
- Rico, L. (2003). *Matemática y Educación en la Academia*. Granada, España: Academia de Ciencias de Granada.
- Rico, L. (2006). Marco teórico de evaluación PISA sobre matemáticas y resolución de problemas. *Revista de Educación, número extra 1*, 284–285.
- Rico, L. (2007). *Sistema de significados de un concepto en las matemáticas escolares*. Documento no publicado. Granada, España: el autor.
- Rico, L., Marín, A. y Romero, I. (1997). Fines de la educación matemática y proyectos curriculares. En L. Rico (Ed.), *Bases Teóricas del Currículo de Matemáticas en Educación Secundaria* (pp. 319–375). Madrid, España: Síntesis.
- Rico, L., Marín, A., Lupiáñez, J. L. y Gómez, P. (2008). Planificación de las matemáticas escolares en secundaria. El caso de los números naturales. *Suma*, 58, 7–23.
- Salkind, N. J. (1999). *Métodos de investigación*. México D.F., México: Prentice-Hall.
- 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.
- Schubring, G. (2011). Conceptions for relating the evolution of mathematical concepts to mathematics learning-epistemology, history, and semiotics interacting. *Educational Studies in Mathematics*, 77(1), 79–104, Doi: 10.1007/s10649-011-9301-x.
- Segovia, I. y Rico, L. (2001). Unidades didácticas. Organizadores. En E. Castro. (Ed.), *Didáctica de la matemática en la educación primaria* (pp. 83–104). Madrid, España: Síntesis.
- Sierra, M. (1997). Notas de historia de las matemáticas para el currículo de secundaria. In L. Rico (Ed.), *La educación matemática en la enseñanza secundaria* (pp. 179–194). Barcelona, España: Horsori.
- Sierra, M. (2010). *Trabajo original de investigación* [diapositivas de PowerPoint]. Universidad de Salamanca, España.
- Sierra, M., González, M. y López, C. (1999). Evolución histórica del concepto de límite funcional en los libros de texto de bachillerato y curso de orientación universitaria (C. O. U): 1940-1995. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 463–476.

- Sierra, M., Rico, L. y Gómez, B. (1997). El número y la forma: libros e impresos para la enseñanza del cálculo y la geometría. En A. Escolano (Ed.), *Historia Ilustrada del libro escolar en España. Vol. I* (pp. 373–398). Madrid, España: Fundación GSR.
- Siu, M-K. y Tzanakis, C. (2004). TSG 17: The role of the history of mathematics in mathematics education. En M. Niss (Ed.), *Proceedings of the 10th International Congress on Mathematics Education 2004*, (pp. 363–367). Copenhagen, Dinamarca: Roskilde University.
- Suárez, F. (1977). *La historia y el método de investigación histórica*. Madrid, España: Rialp.
- Veá, F. (1995). *Las matemáticas en la Enseñanza Secundaria en España en el siglo XIX*. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza.
- Vera, H. (2007). *A peso el kilo: historia del sistema métrico decimal en México*. México, D. F., México: Libros del escarabajo.
- Wartofsky, M. (1987). *Introducción a la filosofía de la ciencia* (M. Andreu, F. Carmona, y V. Sánchez, Trads.). Madrid, España: Alianza.

Resumo. O artigo apresenta os resultados da análise dos textos de Gabriel Ciscar y Ciscar e de José Mariano Vallejo y Ortega, pioneiros na difusão e ensino do sistema métrico em Espanha no século XIX. O estudo está centrado na identificação da estrutura conceitual, das representações e condições, das finalidades esperadas e das tarefas usadas na apresentação deste sistema.

Palavras-chave: Análise conceptual; Análise de conteúdo; Análise da formação; Conhecimentos matemáticos; Sistema Métrico Decimal; Textos preliminares.

Resumen. El artículo presenta los resultados del análisis realizado a los textos de Gabriel Ciscar y Ciscar y de José Mariano Vallejo y Ortega, dos matemáticos pioneros en la difusión y enseñanza del Sistema Métrico Decimal en España en el siglo XIX. El estudio se orienta en la identificación de la estructura conceptual, las representaciones y situaciones; las finalidades y las tareas utilizadas en la presentación de este sistema.

Términos clave: Análisis conceptual; Análisis de contenido; Análisis didáctico; Conocimientos matemáticos; Sistema Métrico Decimal; Textos preliminares.

Abstract. This paper presents the findings of the analysis of the texts of Gabriel Ciscar y Ciscar and José Mariano Vallejo y Ortega, two mathematicians pioneers in the dissemination and teaching of the Metric System in Spain in the nineteenth century. This study focuses on identifying the conceptual structure, representations and situations, expected goals and tasks used in the presentation of this system.

Keywords: Conceptual analysis; Content analysis; Didactic analysis; Mathematical knowledge Instruction analysis; Metric system; Preliminary texts.

■■■

MIGUEL PICADO
Universidad de Granada, España
miguepicado@hotmail.com

LUIS RICO
Universidad de Granada, España
lrico@ugr.es

(Recebido em agosto de 2011, aceite para publicação em dezembro de 2012)