

La introducción en España del sistema métrico decimal: un estudio de los textos de Gabriel Ciscar y José Mariano Vallejo

Miguel Picado, Universidad de Granada, miguepicado@hotmail.com

Resumen

La comunicación presenta los resultados del análisis realizado a los textos de Gabriel Ciscar y Ciscar y de José Mariano Vallejo y Ortega, 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, situaciones, finalidades esperadas y tareas utilizadas en la presentación de este sistema.

Introducción

Dos de los textos con mayor trascendencia en España relativos a la presentación, enseñanza y difusión del Sistema Métrico Decimal (SMD) son “Memoria elemental sobre los nuevos pesos y medidas decimales, fundados en la naturaleza” de D. Gabriel Ciscar y Ciscar (1800) y “Explicación del sistema decimal ó métrico francés...” de D. José Mariano Vallejo y Ortega (1840). El primero constituye, quizás, la primera obra escrita con la que se exponen en España las nuevas unidades del SMD, recién establecido en Francia (finales del siglo XVIII). Este autor, por su indiscutible relevancia en el tema, constituye un hito en la historia metrológica española y ha sido destacado en estudios como los de Basas (1962) y Aznar (1997), quienes investigan y documentan gran parte del proceso de participación, adopción e introducción en España de las nuevas unidades de pesas y medidas. La obra de Vallejo, por su parte, constituye un referente histórico en la enseñanza del SMD en España, posterior a su adopción, referente para la elaboración de múltiples textos como manuales, cartillas y tratados, entre otros, utilizados para la difusión de las nuevas unidades así como de su nomenclatura, especialmente en la enseñanza.

El estudio

En los últimos años el estudio de textos históricos ha atraído la atención de la investigación en España de los expertos en el campo de la Educación Matemática (Sierra, Rico y Gómez, 1997; Sierra, González y López, 1999; Maz, 2005; Maz y Rico, 2007; Maz y Rico, 2009; Picado, 2009; Gómez, 2011).

El presente estudio consiste en el análisis de los textos mencionados a partir de la aplicación de los procedimientos del Análisis de Contenido (Rico, Marín, Lupiáñez y Gómez, 2008) y otros correspondientes al Análisis Cognitivo y de Instrucción (Gómez, 2002), tres de las cuatro técnicas que componen el Análisis Didáctico. Su propósito consiste en analizar la estructura conceptual, las representaciones, los fenómenos, los fines esperados y las tareas con que se presenta el SMD en estos textos en los albores de su implantación en España.

Se considera el foco de contenido definido en Picado (2009), enfatizando en el dominio de Contenido Matemático. Este se organiza a partir de los conceptos, las representaciones y las situaciones con que se presenta el SMD. Su

organización se efectúa para la aplicación de la técnica de Análisis de Contenido propuesta por Rico et al. (2008) a partir de la consideración de los textos como unidades didácticas ya construidas y no en elaboración, como materiales curriculares para la enseñanza de la matemática y para la difusión de un nuevo conocimiento.

En cuanto al Análisis Cognitivo y de Instrucción (Gómez, 2002), se incluyen categorías para identificar las expectativas y posibles tareas en la presentación del SMD.

Resultados

La revisión de los textos y la aplicación de las categorías de análisis proporcionan una serie de datos sobre la presencia del SMD en los textos.

El Texto de Ciscar y Ciscar

En cuanto al texto de Ciscar resaltamos la introducción amplia sobre el origen del sistema a partir de algunos aspectos de la historia de la medida. Así mismo, es destacable la significativa relación entre la nomenclatura del sistema métrico francés y sus homólogas españolas propuestas por el autor.

Conceptos y Procedimientos

El texto hace referencia a la definición de unidad como una cantidad conocida; en el caso de la magnitud se infiere que se concibe como una especie o característica medible de determinados objetos.

Para el metro, Ciscar recurre a tres definiciones: como la unidad de las medidas de longitud, como el resultado de mediciones al cuarto de meridiano terrestre equivalente a su diezmillonésima parte y como una derivación de un vocablo griego cuyo significado es medida y a la que propone nombrar “medidera” y que corresponde a la unidad fundamental del sistema y de las medidas de longitud. Las concepciones instrumental y etimológica se emplean también para 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. Esta particularidad se convierte en un punto sobresaliente del texto, pues corresponde al autor la intención de que se introduzca en España el SMD pero con una nomenclatura similar a la de las medidas que hasta entonces se utilizan (Figura 1).

Los múltiplos y submúltiplos se exponen desde la aplicación de operaciones aritméticas basadas en el sistema decimal. “La medidera ó vara decimal se considera dividida en diez *décimas*, la *décima* en diez *centésimas*, y la *céntima* en diez *milimas*” (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).

Figura 1. Nomenclatura Propuesta por Ciscar

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. Decimílimilla.	d. m. v. Decimilavo.
m. m. Milíma.			c. m. v. Centimilavo.
d. m. m. Decimílima.			m. n. v. Millonavo.
c. m. m. Centimílima.			

Los procedimientos son escasos. Fundamentalmente, el texto se centra en la presentación de nuevos términos y su relación con medidas comúnmente utilizadas. A pesar de esta finalidad, se logran apreciar algunos procesos que estimulan destrezas como el establecimiento de equivalencias mediante la aplicación de relaciones matemáticas.

“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)

Se entiende que estas reglas se consideran conocimientos previos en áreas como la Aritmética y la Geometría que el lector debía poseer.

Estas 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.

Representaciones

Los modos de presentación de las nuevas unidades de pesas y medidas enfatizan el uso de lenguaje verbal y numérico (Figura 2), acompañados por algunas representaciones de tipo gráfico y tabular (Figura 3). El texto escrito y el

simbolismo numérico predominan a la hora de mostrar los conceptos y equivalencias propias del nuevo sistema.

Figura 2. Modos Verbal y Numérico

en diez centimílimas. La centimílima viene á ser igual á $\frac{1}{192}$ de línea, cantidad imperceptible á la simple vista.

Fenomenología

En cuanto a los fenómenos, predominan aquellos pertenecientes a contextos científicos, matemáticos y físico-naturales. “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).

...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 designarémus con el nombre de unal ó libra decimal (Introducción, 2)

Finalidades y Tareas

El texto transmite claramente las finalidades de su publicación. 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; 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.

El Texto de Vallejo y Ortega

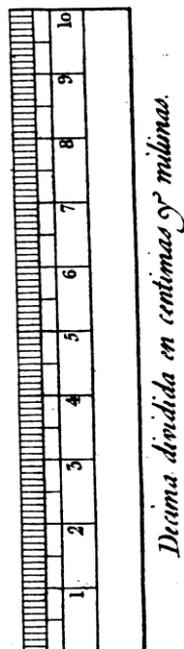
La inclinación didáctica de Vallejo (Vea, 1995; Maz, Torralbo y Rico, 2006, entre otros), la encontramos plasmada en su “Explicación del sistema decimal o métrico francés...”. Desde la introducción se procura para el lector un mayor entendimiento del contenido de su obra que inicia con la presentación de las razones por las cuales debe adoptarse en España el SMD 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 sus trabajos como “Aritmética de Niños escrita para uso de las escuelas del reino” y que podemos describir como una enseñanza de interacción verbal entre el profesor, quien pregunta, y el estudiante, quien contesta, —con tendencia a un aprendizaje memorístico—.

Figura 3. Modos Tabular y Gráfico para la Presentación de Conceptos.

24 *Medidas de capacidad.*

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



El texto 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 aún ajena a la implementación y uso de las unidades métrico decimales.

Vallejo 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. A su vez, la base del texto la constituye una serie de ejemplos con los que ilustra las situaciones más comunes —según criterio del autor— en las que sería necesaria la utilización de las nuevas unidades métricas. También 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”, regido por la pragmática de 1801.

Conceptos y Procedimientos

Los conceptos de número, cantidad, magnitud, unidad y medida están ausentes en este texto. El autor centra su atención en la presentación de las unidades básicas a utilizar en el trato con magnitudes como longitud, superficie, capacidad y arqueo, solidez y peso. Estas se definen con base al metro y sus múltiplos y submúltiplos a partir de la construcción etimológica con vocablos griegos y latinos. Esto conduce a una concepción del SMD como conjunto de términos asociados a nuevas unidades de pesas y medidas.

Un aspecto clave en el texto de Vallejo lo constituye la gran cantidad 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.

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

“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)

“...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)

Representaciones

Fundamentalmente, los modos de presentación responden al verbal y numérico evidentes en la cantidad de explicaciones textuales y numerales empleados como complemento de las mismas (Figura 4). La inclusión de tablas hace del modo tabular una manera complementaria en la presentación de los conceptos (Figura 5).

Fenomenología

El texto de Vallejo incluye situaciones propias de contextos matemáticos. La aplicación de operaciones aritméticas y técnicas de redondeo con números decimales son las más utilizadas para la aplicabilidad de las nuevas unidades. También se incluye una situación físico-natural para la definición del kilogramo.

“...tomaremos solamente un guarismo mas que los guarismos enteros que hay en el número por reducir, añadiendo ó no una unidad al último guarismo según el primero, que no se toma en consideración, es lo ménos 5 ó menor que 5” (p. 8)

Finalidades y Tareas

Podrían clasificarse los fines como de orden práctico; es decir, se pretende el enfrentamiento constante a situaciones numéricas mediante la aplicación de operaciones matemáticas para convertir pesas y medidas españolas a métrico decimales y viceversa.

Figura 4. Representación verbal y numérica

Otro método sería el reducir los 9 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, así como está, á metros, multiplicaríamos el valor 0,83590575 primero por 40 y luego por $\frac{351}{432}$ y sumaríamos después los resultados.

Figura 5. Representación tabular

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

Monedas, medidas, etc.	Francia	Francia
Monedas de oro	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de plata	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de cobre	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de bronce	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de hierro	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de aluminio	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de zinc	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de níquel	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de platino	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de oro	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de plata	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de cobre	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de bronce	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de hierro	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de aluminio	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de zinc	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de níquel	100 francos	100 francos = 10000 centimos
Monedas de platino	100 francos	100 francos = 10000 centimos

Las tareas se orientan a la familiarización en la reducción de unidades entre sistemas mediante ejemplos de situaciones que proponen cambios entre medidas españolas y las métrico-decimales francesas.

La tabla 1 resume parte de la información obtenida. La columna a la izquierda incluye estas categorías y las columnas restantes contienen los datos obtenidos a partir de cada texto.

Conclusiones

La técnica empleada permite una visión desde una perspectiva didáctica del tratamiento dado al SMD en dos textos específicos.

En los albores de su introducción en España, el SMD no se concibe como una estructura matemática. Su presentación consiste en la utilización de unidades y patrones de pesas y medidas en actividades comunes de los pobladores y a la memorización de nuevos términos métrológicos. Su vínculo con el sistema decimal de numeración queda claro y éste en ambos textos es el artífice en la presentación de ejemplos o tareas para su adopción.

Tabla 1. Categorías de Análisis y Datos

Categoría	Ciscar	Vallejo
Conceptos	<p>Nociones: unidad, cantidad conocida; magnitud, algo medible</p> <p>Metro: técnico-científico, instrumental, etimológica</p> <p>SMD: conjunto de pesas y medidas equivalentes a las españolas con nueva terminología</p> <p>Unidades: medidera, unada, unera, unal</p> <p>Múltiplos y divisores: a partir de aumentos y disminuciones decimales, utilidad y nueva denominación</p>	<p>Nociones: magnitud (se infiere)</p> <p>Metro: técnico-científica, instrumental y etimológica</p> <p>SMD: conjunto de términos para nuevas unidades de medida</p> <p>Unidades: metro, ara, litra, stére, grama (de las francesas)</p> <p>Múltiplos y divisores: a partir de vocablos griegos y latinos</p>
Procedimientos	<p>Pocos. Para determinar equivalencias entre unidades. Aplicación de procesos aritméticos y geométricos (proporciones y áreas)</p>	<p>Abundantes. Para efectuar reducciones</p> <p>Desarrollo de destrezas matemáticas</p>
Finalidades	<p>Adopción rápida de las nuevas unidades de pesas y medidas evitando dificultades lingüísticas</p>	<p>Reducción de unidades</p> <p>Finalidad práctica</p>
Representaciones	<p>Verbal, numérica. Gráfica y tabular en menor grado.</p>	<p>Verbal, numérico. Tabular en menor grado.</p>
Fenómenos	<p>Contextos: matemáticos, científicos. Físico-natural.</p>	<p>Contextos: matemático. Físico-natural y comercial en menor grado.</p>
Tareas	<p>No se identifican</p>	<p>Número considerable de ejemplos para familiarizar en la reducción de unidades entre sistemas</p>

El SMD destaca sus raíces lingüísticas a partir de la definición del metro, cuya interpretación abraza las perspectivas científicas, instrumental y etimológica, siendo esta última la más empleada a la hora del establecimiento de múltiplos y submúltiplos. En este punto ocurre una salvedad, el texto de Ciscar introduce múltiplos y submúltiplos a partir de aumentos y disminuciones decimales (potencias base 10) de la unidad principal para luego relacionarlos con construcciones etimológicas entre la unidad base y su propuesta para una nomenclatura castellana. En el caso de Vallejo se realiza una presentación inversa a la descrita. Esta situación hace pensar en dos objetivos distintos para los autores: presentar el SMD partir de una comprensión matemática de las reducciones y equivalencias; y, presentar el SMD a partir de una comprensión etimológica de nuevos términos y valores decimales.

En cuanto a los modos de representación y las situaciones, ambos textos parecen coincidir en el empleo de los modos verbal, numérico y tabular para presentar la información. En el caso de los contextos, sobresale el matemático junto con dos o tres situaciones propias del físico-natural y el comercial.

Esta situación parece cambiar al momento de 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 con los que procura un adiestramiento en el uso de las nuevas unidades y las reducciones entre unidades de ambos sistemas.

En síntesis, los textos fueron elaborados con el firme propósito de introducir en España el SMD. Algunos aspectos los hacen similares. Otros los diferencian, siendo la mayor de ellas el estilo con el que presentan la información. Ciscar procura una presentación clara de las nuevas medidas con una propuesta terminológica, su ideal científico le orienta a la transmisión del nuevo conocimiento. 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 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.

Referencias

- Aznar, J. V. (1997). *La unificación de los pesos y medidas en España durante el siglo XIX*. Tesis doctoral, Instituto de Estudios Documentales e Históricos sobre la Ciencia, Universidad de Valencia, Valencia, España.
- Basas, M. (1962). *Introducción en España del Sistema Métrico Decimal*. Milán: Dott. A. Giuffrè.
- Ciscar, G. (1800). *Memoria elemental de los nuevos pesos y medidas decimales, fundados en la naturaleza*. Madrid: Imprenta Real.
- Gómez, B. (2011). El análisis de manuales y la identificación de problemas de investigación en Didáctica de las Matemáticas. *PN4*, 5(2), 49-65.
- Gómez, P. (2002). Análisis didáctico y diseño curricular en matemáticas. *EMA*, 7, 3, 251-292.
- 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.

- Maz, A. (2005). *Los números negativos en España en los siglos XVIII y XIX*. Tesis doctoral. Departamento de Didáctica de la Matemática, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, Granada, España.
- Maz, A., Torralbo, M. y Rico, L. (2006). *José Mariano Vallejo, el matemático ilustrado: una mirada desde la educación matemática*. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- Maz, A. y Rico, L. (2007). Situaciones asociadas a los números negativos en textos de matemáticas españoles de los siglos XVIII y XIX. *PN4*, 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.
- Picado, M. (2009). *Tratamiento del Sistema Métrico Decimal en textos de matemáticas en España en el período 1849-1892*. Memoria para optar al título de máster en Didáctica de la Matemática, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, Granada, España.
- 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.
- Sierra, Rico y Gómez (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 es España. Vol I*. Madrid: Fundación GSR
- Vallejo, J. M. (1840). *Explicación del sistema decimal ó métrico francés....* Madrid: Imprenta de Garrasayaza.
- Vea, F. (1995). *Las matemáticas en la Enseñanza Secundaria en España en el siglo XIX*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.