

## ¿Qué entendemos por sistema de medidas? Una perspectiva Etnomatemática

What do we understand by measurement system?  
An Ethnomathematical Perspective

Armando Aroca  
Universidad del Atlántico  
armandoAroca@mail.uniatlantico.edu.co  
<https://orcid.org/0000-0003-2786-4848>

Luis Cantillo Fuentes  
Universidad del Atlántico  
langelcantillo@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-0204-398X>

Néstor Pupo Paba  
Universidad del Atlántico  
npupo@mail.uniatlantico.edu.co  
<https://orcid.org/0000-0002-6460-6824>

**Recibido:** 12-01-2022 / **Aceptado:** 10-04-2022 / **Publicado:** 04-07-2022

DOI: <https://doi.org/10.15648/am.40.2022.3128>

**RESUMEN:** La pregunta que se abordó en esta investigación fue ¿qué entendemos por sistemas de medidas?, para ello fue necesario hacer un recorrido bibliográfico, analizar las medidas que se emplean en una práctica artesanal y analizar los temas afines que se enseñan en el currículo matemático. Así, el objetivo general fue conocer las medidas que se emplean en una práctica artesanal y hacer una reflexión comparativa sobre qué entendemos por sistema de medidas. Para la comprensión del sistema de medidas empleado en la práctica artesanal, la metodología empleada fue de tipo cualitativa desde una perspectiva etnográfica basada en la observación participante, se recolectó información por medio de entrevistas semiestructuradas y registros audiovisuales con sus respectivas transcripciones. Esta investigación se fundamentó teóricamente en el Programa Etnomatemática. Hay tres resultados generales que se pueden destacar: 1. El empleo de unidades de medida convencionales y unidades de medida no convencionales y la interrelación de diversas prácticas etnomatemáticas. 2. Una reflexión sobre los temas relacionados con la actividad de medir que se incluyen en la Educación Matemática de Colombia. 3. Por último, una reflexión sobre lo que entendemos por Sistemas de medidas. La discusión nos conduce a concluir que existen sistemas de medidas de prácticas académicas que tienen a ser hegemónicas y sistemas de medidas de prácticas artesanales que son locales.

**PALABRAS CLAVE:** Etnomatemática, Educación Matemática, práctica artesanal, sistema de medidas.



**Como citar:** Aroca, A., Cantillo Fuentes, L., & Pupo Paba, N. (2022). ¿Qué entendemos por sistema de medidas? Una perspectiva Etnomatemática. *Amauta*, 20(40), 25-44. <https://doi.org/10.15648/am.40.2022.3128>

**ABSTRACT:** The question that was addressed in this research was what do we understand by measurement systems? For this, it was necessary to do a bibliographic tour, analyze the measurements that are used in a craft practice, analyze the related topics that are taught in the mathematical curriculum. Thus, the general objective was to know the measures that are used in the artisan practice and to reflect on what we understand by measurement system. To understand the measurement system used in artisanal practice, the methodology used was qualitative from an ethnographic perspective based on participant observation, information was collected through semi-structured interviews and audiovisual records with their respective transcripts. This research was theoretically based on the Ethnomathematics Program. There are three general results that can be highlighted: 1. The use of conventional units of measurement and non-conventional units of measurement and the interrelation of various ethnomathematical practices. 2. A reflection on the topics related to the activity of measuring that are included in the School Mathematics Education of Colombia. 3. Finally, a reflection on what we understand by Measurement Systems. The discussion leads us to think that there are systems of measures of academic practices and systems of measures of artisan practices and that both have the same value.

**KEYWORDS:** Ethnomathematics, Mathematics Education, craft practice, measurement system.

## Introducción

Puesto que nuestro interés se centra en comprender qué es un *sistema de medidas*, vimos la necesidad de responder esta pregunta recurriendo a un marco teórico que abordó la Educación Matemática desde un enfoque sociocultural, fue así que se recurrió al Programa Etnomatemática. Por ello, se considera pertinente desarrollar en la Introducción tres momentos: una conceptualización sobre Etnomatemática, una postura sobre la práctica de Medir y temas afines y la presentación de varias investigaciones, en el Programa Etnomatemática, sobre mediciones o sistemas de medidas empleados en diversas prácticas sobre todo artesanales.

### **Una conceptualización sobre las Etnomatemáticas**

Hoy día existen diversas interpretaciones de las Etnomatemáticas. Pensamos que la diversidad cultural del mundo implica que será muy difícil establecer una sola interpretación sobre ella. Pero podemos atrevernos a decir que existen patrones en esas interpretaciones. Uno de ellos es la relación estrecha que guarda el desarrollo del pensamiento matemático con el contexto cultural y con las acciones intelectuales de los sujetos. Otro patrón, en esas interpretaciones, es que el saber matemático que se da por compartido en una comunidad específica proviene de las relaciones sociales entre los sujetos. Otro patrón es establecer las relaciones de las Etnomatemáticas con la Educación Matemática.

Interpretar el Programa Etnomatemática implica entonces tener en cuenta el contexto. Por ejemplo, Blanco (2006, p.1) plantea lo siguiente:

La Etnomatemática nace de la imposibilidad de las matemáticas y la antropología de explicar las prácticas matemáticas de grupos sociales bien diferenciados, cada una por su lado. Es decir, las matemáticas con su metodología de investigación no logran capturar los aspectos socioculturales que circundan el desarrollo matemático de las personas. Por otro lado, la antropología, aunque es una disciplina estudiosa de la cultura, su falta de formación matemática le impide “ver” los conceptos matemáticos que circulan en la cotidianidad de las comunidades.

Las Etnomatemáticas son, por ende, contextualizadas en distintos ambientes naturales y culturales.

Por su parte D'Ambrosio (2011), interpreta que las Etnomatemáticas son:

...la matemática que practican grupos con diversidad cultural, como comunidades urbanas y rurales, grupos de trabajadores formales e informales, clases profesionales, niños de cierto rango de edad, sociedades indígenas y muchos otros grupos que se identifican por objetivos y tradiciones comunes a los grupos. (A.9)

Asimismo, el Programa Etnomatemática, según D'Ambrosio (2014, p.103) es conocido por estudiar:

El conjunto de modos, estilos, artes y técnicas (*technés o ticas*) para explicar, aprender, conocer, lidiar en/con (*matemá*) los ambientes naturales, sociales, culturales e imaginarios (*etnos*) de una cultura, o sea, Etnomatemática son las tics de matemá en un determinado etno.

Aroca (2016b, p.192) muestra un concepto crítico sobre la forma de concebir el Programa Etnomatemática mostrándolo de la siguiente manera:

No sólo es lo sociocultural, también es lo histórico, lo político, lo ético, su relación con la educación, la formación, la pedagogía, la didáctica, lo religioso, lo económico, lo psicológico, lo lingüístico que median en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, y no a todas estas dimensiones las podemos interpretar mediante las tics de mathema en una etno.

Se exhorta que la palabra *etnomatemáticas* no es la yuxtaposición de etno y matemáticas, consideradas en sentido estricto. Eso sería un malentendido, como plantean (D'Ambrosio y Knijnik, 2020). La Etnomatemática es un concepto más amplio, centrado en la cultura, el medio ambiente (contexto) y las matemáticas de las comunidades y que tiene implicaciones pedagógicas en la Educación Matemática.

Como se puede notar, las conceptualizaciones anteriores sobre Etnomatemáticas están relacionadas entre sí, esto porque el Programa Etnomatemática busca la relación que se puede establecer entre las prácticas socioculturales y el saber matemático que podemos encontrar en una determinada cultura y el conocimiento matemático que desarrollan cada sujeto en las prácticas que se desenvuelven en un determinado contexto, incluyendo un contexto escolar.

### **Apuntes sobre qué es Medir**

Puesto que estamos interesados en proponer una conceptualización sobre qué es un *sistema de medidas*, nos dimos a la tarea de comprender un sistema de medidas vivo, que se emplea en una práctica de artesanal y también en reflexionar qué comprendemos por un sistema de medidas y de paso analizar sus potenciales aportes a la Educación Matemática. Una de las primeras reflexiones es pensar sobre qué entendemos por Medir. La actividad de medir, que es considerada por Bishop (1999, 2005), como una actividad "universal" que genera pensamiento matemático, es una de las actividades más estudiadas en Matemáticas y Educación Matemática, pero además revierte complejidad en su comprensión, pues medir conlleva a: estimación, magnitudes, sistemas métricos, unidad de medidas convencionales y no convencionales, abstracción, cuantificación,..., más, que "la medición encierra muchos conceptos fundamentales tales como la conservación de la idea de atributo, la conservación, la transitividad, la igualdad de particiones o la iteración de la unidad estandarizada" (Mengual, Gorgorio y Albarracín, 2017, p. 136). Hay un mar bibliográfico sobre medir, y de él se destacan investigaciones o aportes de Kula (1980), Dickson, Brown y Gibson (1991), NTCM (2000), Godino, Batanero y Roa (2002), Metas (2006), Vocabulario Internacional de

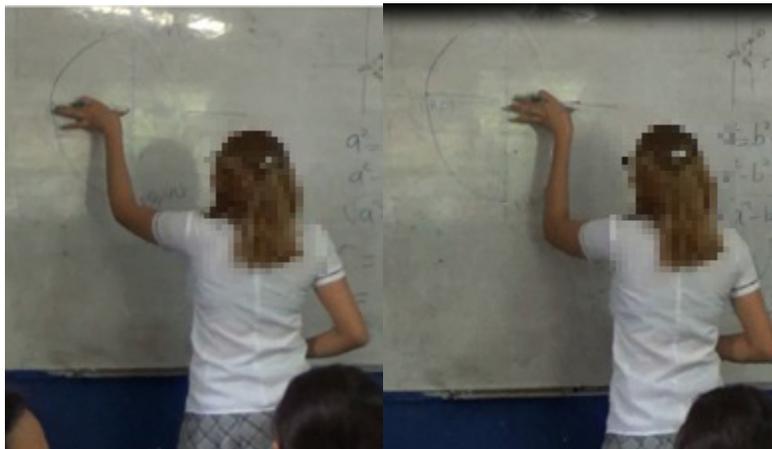
Metrología Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados VIM (2012), Gerdes (2013), Alsina (2019), entre otros, quienes han analizado la actividad de medir o el proceso de medición.

Godino et al., (2002), indica que el Sistema Internacional de Unidades (SI), también llamado como Sistema Internacional de Medidas, fue creado en 1960 por la Conferencia General de Pesos y Medidas en Francia. En palabras de los Arocaes se creó “para establecer un sistema universal, unificado y coherente de unidades de medida, basado en el sistema mks (metro-kilogramo-segundo). Este sistema se conoce como SI, iniciales de Sistema Internacional. Los Arocaes plantean lo siguiente:

Nuestro sistema legal y el de todo el mundo, a excepción de los países anglosajones que se encuentran en proceso de cambio, es el Sistema Métrico Decimal, que naturalmente es un sistema regular en el que los cambios se realizan de diez en diez (decimal) en las magnitudes lineales, y según potencias de diez en las otras magnitudes (p. 620).

No obstante, dicho “uso” y “legalidad” queda confrontado con lo cultural. Zapata & Cano (2008, p.1) afirman que: La medición ha estado presente en todos los aspectos sociales de la vida del hombre, desde los orígenes de las civilizaciones hasta la actualidad, donde su uso es indispensable para efectuar todo tipo de actividades comerciales y de la vida cotidiana. Hoy día, en las vidas cotidianas de los seres humanos, en muchas comunidades, prácticas artesanales, sociales o culturales, e incluso dentro de las mismas aulas de matemáticas, se puede notar las tensiones o hibridaciones sobre las fuerzas de “lo universal”, “lo unificado”, “lo legal” y “lo coherente”. En la figura 1 vemos como una alumna de un curso de Geometría Analítica del grado 10, de una Institución Pública de Colombia, usa la medida que hay desde el extremo de su dedo pulgar izquierdo hasta el extremo del dedo medio de la misma mano para medir los extremos del eje menor de una elipse tomando como referencia la intercepción de los ejes. Algunos de sus compañeros de clases insistían en que tomara el palo de la escoba, la profesora solicitaba usar la regla. Los compañeros preguntaban en voz alta: “¿seño y la escoba no sirve?”.

Figura 1 - ¿La regla, la escoba o la mano?



Dicho Sistema Internacional está conformado por magnitudes. Para comprender más el concepto de magnitud, Godino et al. (2002, p.616) plantea que:

Habitualmente se suele reservar el nombre de magnitud para los atributos o rasgos que varían de manera cuantitativa y continua (longitud, peso, densidad, etc.), o también de manera discreta (p. e. “el número de personas”); las cantidades son los valores de dichas variables. En este caso, medir una cantidad consiste en determinar las veces que esa

cantidad contiene a la cantidad (o cantidades) que se toman como referencia (unidades de medida).

Es decir, que a través de las magnitudes podemos determinar algunas propiedades de objetos que se pueden medir, directa o indirectamente. Por otra parte, la asignación numérica que pertenece al proceso de medición depende de la selección de una unidad (Gallo et al., 2007, p.21). Esta unidad de medida puede ser convencional y estandarizada si es aceptada y reconocida dentro de una comunidad internacional o un grupo social o unidades de medidas no convencionales si no son aceptadas ni tampoco reconocidas (Ibid, p.36), además son propias de un oficio, cultura o una práctica artesanal y esas unidades de medidas tienen sentido y significado para las personas involucradas en las prácticas.

Por su parte Gerdes (2013), considera que medir es una actividad que se manifiesta de manera diferente teniendo en cuenta el contexto donde se encuentren las personas, debido a que cada pueblo desarrolla su propia matemática y su sistema de medida. La actividad de medir está presente en muchos aspectos de la cotidianidad. En el 2006, la organización Metas y Metrólogos Asociados, emitió el Boletín 2 del año, Metas (2006), que fue titulado Historia del Sistema Internacional de Unidades (SI), es un buen recuento histórico de los sistemas de medidas que parte desde los babilónicos, egipcios, ..., hasta llegar a la era actual de la tecnología y exploración espacial. En este recuento histórico se puede ratificar lo que Gerdes planteó, que medir y los sistemas de medidas siempre han sido parte de la naturaleza humana. También es fácil ver el esfuerzo de diversos grupos, asociaciones, etc. en el mundo por querer estandarizar las medidas, como resultado de ello se encuentra: El sistema internacional de unidades (SI), el sistema métrico decimal, el sistema cegesimal de unidades (CGS), el sistema natural, el sistema técnico de unidades, el sistema anglosajón de unidades. A estos esfuerzos de estandarizaciones de unidades o patrones de medidas “neutrales” y “universales”, se les opone la diversidad cultural, lo cual podemos comprender más aún cuando profundizamos en el conocimiento de las prácticas artesanales que realizan los pueblos, un caso será el sistema de medidas en la elaboración de bollos de yuca que más adelante se describirá.

Por ejemplo, lo que el Comité Internacional de Pesos y Medidas (CIPM) al parecer no ha advertido, a condición de estandarizar y proponer ajustes y cambios para el Sistema Internacional de Unidades (SI), en lo cual avanza actualmente, el uso de unidades y patrones se va instalando en diversas prácticas artesanales, culturales o sociales, incluso aquellos que ellos proponen en un momento determinado de la historia y luego ellos mismos caducan, sea en su significado o definición. Esto implica que la diversidad de unidades, patrones y sistemas de medidas, se diversifican y se instalan en contextos socioculturales, por ejemplo, es sus prácticas artesanales. Así es fácil encontrar diferentes conceptos de *libras* en el mundo o simplemente que no usen el concepto de libra sino de kilo y que sus medidas de masa no sean exactas con respecto a lo que propone ¿o dictamina? la CIPM.

### **Algunas investigaciones realizadas sobre sistemas de medidas**

Actualmente seguimos siendo testigos que las comunidades (comerciantes de bollos, artesanos de palma de iraca, alfareros, pescadores, carpinteros, albañiles, tejedores, campesinos, etc.) cuando emplean su matemática contextualizada establecen ciertas equivalencias y conversiones en su propio lenguaje y formas de medir y con ello satisfacen sus necesidades de resolver problemas cotidianos de su práctica. Entre las múltiples investigaciones en el Programa Etnomatemática, que han dado a conocer medidas no convencionales se encuentra la realizada por Rodríguez-Nieto, Mosquera & Aroca (2019); quienes describen los dos sistemas de medidas no convencionales en la pesca artesanal con cometa en bocas de ceniza que están en función del uso de dedos, la mano (la cuarta, el jemer), la brazada, la pulgada. La braza, por ejemplo, es una unidad de medida contextualizada, pues los pescadores de Buenaventura la utilizan para

medir longitudes, pero haciendo referencia a la profundidad (Aroca, 2012). En cambios, algunos artesanos de la madera la emplean para determinar el grosor del tallo de un árbol, (Aroca, 2016a). Carabalí (2012), nos muestra, las medidas a través de la braza, los cuatro dedos, el jeme, entre otros, en distintas prácticas cotidianas tales como la tapicería, venta de jugos, cerrajería y soldadura. Con ejemplos, se evidencia la diversidad cultural de la actividad de Medir.

Por último, aprovechamos que la actividad artesanal que se analizó se desarrolla en varios pueblos de la Costa Caribe colombiana, lo que nos permitió comparar la misma actividad pero desarrollada en pueblos diferentes. Aprovechamos que en nuestro Grupo de Investigación se había realizado un análisis de la práctica artesanal de la elaboración de bollo de yuca, Rodríguez-Nieto, Aroca & Rodríguez-Vázquez (2019) pero en otro contexto sociocultural y geográfico diferente a la investigación que realizamos, para así comparar los resultados de esta investigación y seguir pensando qué entendemos por Sistema de medidas.

## **Materiales y métodos**

Esta investigación tuvo una base de tipo cualitativa-descriptiva (Hernández, Fernández y Baptista, 2014; Vasilachis, 2006) desde una perspectiva etnográfica basada en la observación participante (Ameigeiras, 2006; Goetz y LeCompte, 1988), con el fin de describir cada uno de los procesos realizados por algunos comerciantes en su práctica artesanal y estudiar los elementos matemáticos involucrados en cada uno de ellos, específicamente su sistema de medidas. La población en esta fase de la investigación corresponde al corregimiento de Carreto, Candelaria, en el departamento del Atlántico, Colombia. Este corregimiento tiene en promedio 1.300 habitantes, de los cuales se escogió como muestra de expertos no probabilística o dirigida (Hernández et al. 2014), a una comerciante de bollos de yuca, de nombre Enna, que cuenta con más de 30 años de experiencia, edad de 62 años, y su equipo de trabajo que lo conforman cuatro integrantes de su familia. Se realizó una observación participante, entrevistas semiestructuradas y diario de campo. La información se registró empleando diferentes dispositivos electrónicos como cámara réflex, cámara GoPro, grabadoras y smartphone

Los procesos de contacto con los comerciantes de bollos de yuca, la recolección de información y su respectivo proceso de análisis, se realizó durante cinco meses. Se hizo el respectivo registro audiovisual y notas de campo para su transcripción usando signos Val.Es.Co. El análisis de la información se hizo mediante el principio metodológico que le interpretamos a D'Ambrosio, (2014): en las investigaciones basadas en el Programa Etnomatemática se pueden observar las prácticas de diferentes grupos culturales, seguidas de un análisis de lo qué hacen y por qué lo hacen.

Posteriormente al análisis del sistema de medidas que se emplea en la práctica artesanal se procedió a hacer un análisis sobre cómo los temas afines a la actividad de medir, que en Colombia se denomina por el Ministerio de Educación Nacional, MEN (2006), como pensamiento métrico, se han organizado en los diferentes niveles educativos escolares para finalmente hacer una reflexión sobre lo que entendemos por sistema de medidas.

## Resultados

En nuestro objetivo de conocer el sistema de medidas empleado en una práctica artesanal de elaboración de bollos de yuca, se pudieron describir los siguientes procesos: obtención de la yuca, pelado de la yuca, rallado de la yuca, exprimir la masa, amarrar los bollos y envolverlos, cocinar los bollos y algunos procesos asociados tales como la compra de la leña para la cocción de los bollos y el trueque de la concha de la yuca por un litro de leche. En cada uno de dichos procesos se evidenciaron diversas medidas. Como hemos dicho, esta actividad se realiza en varios municipios de la región Caribe colombiana, y que además los resultados hallados presentaron similitudes pero también significativas diferencias con la investigación realizada por Rodríguez-Nieto, Aroca & Rodríguez-Vázquez (2019) y para los objetivos del artículo nos interesa es hacer énfasis en la tabla de resultados que muestre la comparación entre las investigaciones. Presentaremos continuación los procesos que se analizaron, en esta investigación, con algunas ilustraciones.

### Obtención y pelado de la yuca

En la Figura 1 se pueden apreciar los recipientes utilizados para el lavado de la yuca.

Figura 2 - Pelado y lavado de la yuca, proceso realizado por la señora Enna y sus dos ayudantes. 1a. Pelado de a yuca. 1b. Tobo de agua. 1c. Yuca en agua



Fuente: Arocaes.

El tobo (balde) que se utiliza como medida del agua para lavar la yuca es distinto al tobo que utilizan para medir la cantidad de conchas de yuca como se muestra en la figura 2.

Figura 2 - Diferencia de tobos. 2a. Tobo para concha de yuca. 2b. Tobo para agua.



Fuente: Arocaes.

### **Rallado de la yuca**

La figura 3 muestra a Enna realizando el proceso del rallado de la yuca.

**Figura 3 - Secuencia realizada en el proceso de rallado de la yuca y convertida en masa.**



Fuente: Arocaes.

### **Exprimir la masa**

Una vez obtenida la masa fina y sin grumos pasa al proceso de ser exprimida pues, aunque esté convertida en masa no está apta para realizar los bollos, este se lleva a cabo con un instrumento muy particular al cual Enna le llama “trapo para exprimir”.

En la Figura 4 se puede observar a Enna realizando el proceso de exprimir la masa.

**Figura 4 - Exprimida de la masa. 4a. Masa sin exprimir. 4b. Exprimiendo la masa. 4c. Masa exprimida.**



a.

b.

c.

Fuente: Arocaes.

### **Amarrar los bollos y envolverlos**

Con la masa totalmente exprimida, húmeda y moldeable, Enna se dispone a darle forma de bollo, para este proceso utiliza únicamente sus manos, y con ayuda de su hija Gabriela amarra los bollos para luego ser cocinados. Enna insiste en que su medida de masa para el bollo de yuca, que pesa en promedio una libra, es una bolita que forma con las palmas de su mano, además *siente* cuando a la bolita le falta o le sobra masa. Ver figura 5.

**Figura 5 - Bolita de masa y forma de bollo.**



Fuente: Arocaes.

**Cocción de los bollos**

Con todos los bollos amarrados y agrupados, Gabriela cuenta los bollos que salieron como producto de todos los procesos anteriores y lo hace de una manera única como lo menciona en el siguiente pasaje:

- I. ¿Ya van 114 bollos? //¿Cómo los contaría usted?
- A. En pilita, por eso los ponemos así en pilas. Por pila, por las pilas, aquí van 40, 80, 100. Por eso es que los cuento de pilita
- I. ¿Usted los cuenta de 20 en 20?
- A. Jee (6") Cada línea de esa tiene 20 (5") Ya yo pa' contarlos estoy práctica//Y quedaron así 40, 80, 100 y 114. Ustedes necesitan números... jajaja

Gabriela organiza los bollos en una forma particular de tal manera que pueda contarlos de 20 en 20 como se evidenció en el anterior pasaje, ver figura 6.

Figura 6 - Organización y conteo de bollos. 6a. Pila de 5 bollos. 6b. Línea de 4 pilas. 6c. Conteo de bollos.



Fuente: Arocaes.

Enna va colocando los bollos en la olla una vez el agua esté caliente, va arrojando los bollos en pilas de 10 en 10 y luego tapa la olla para que esta hierva. El proceso de cocción de los bollos dura aproximadamente 2 horas. Ver figura 7.

Figura 7 - 7a. Enna sacando los bollos. 7b. Bollos empacados. 7c. Venta de bollos en su residencia.



Fuente: Arocaes.

**Procesos asociados a la cocción de los bollos**

La obtención de la leña es uno de los procesos que están asociados a la práctica artesanal de elaboración del bollo de yuca, para esto fue necesario entrevistar al comerciante principal de leña que abastece no solo a Enna para hacer los bollos sino también a las comerciantes informales de sopa del mismo corregimiento. Nairo, el comerciante de leña, es quien vende la leña a Enna y al igual que ella su forma particular de hacer sus medidas no convencionales es única, el siguiente pasaje aporta la información:

- I. ¿A cómo tú le traes la leña a la Sra. Luz?  
 Vendedor de Leña (VL). Yo le vendo la carga a \$12.000 o \$15.000
- I. ¿Cada cuánto le traes la leña a la Sra. Luz?  
 VL. Cada 15 días
- I. ¿Qué es una carga?  
 VL. Un entercie
- I. ¿Entercie? ¿Qué es eso?  
 VL. Un /// joda (9") uno coge una pita y le mete 25 palitos, así,... y la amarra
- I. ¿Y esa pita cuanto de largo tiene?  
 VL. Como un metro
- I. ¿Y es lo que cabe en esa pita, y ese es el entercie?  
 VL. Sí, es lo que uno le dice por aquí

En el anterior pasaje se evidenció una medida no convencional que utiliza Nairo para comercializar la leña, dicha medida consiste en colocar sobre el suelo una cuerda de un metro de largo y colocar los palos de leña que puedan caber al amarrar las puntas de la cuerda, esta forma de medir la cantidad de palos de leña se le llama entercie.

Para Nairo una carga equivale a dos entercies que a su vez equivale a 25 palos en el caso que sea para bollos, la siguiente expresión establece las equivalencias en dos casos, el caso 1 es la medida del entercie si son palos para bollos y el caso 2 es la medida del entercie si son palos para sopa.

Caso 1	Caso 2
1 carga = 2 entercies	1 carga = 2 entercies
1 entercie = 25 palos	1 entercie = 25 palos
1 carga = 50 palos = 2 entercies	1 carga = 50 palos = 2 entercies

La figura 8 muestra a Nairo haciendo alusión a lo que es un entercie.

**Figura 8 - 8a. Medida del entercie. 8b. Palo para bollo. 8c. Palo para bollo vs palo para sopa**



Fuente: Arocaes.

Nairo estableció equivalencias en su forma no convencional de medir o de contar los palos de leña que diariamente comercializa, lo cual está asociado a la venta informal de bollos de yuca.

#### **Transacciones asociadas a las medidas**

Se hizo un análisis de las transacciones realizadas en todo el proceso de elaboración y venta de bollos de yuca en la cual se refleja el total de dinero invertido y la ganancia que esta práctica artesanal deja a Enna como sustento diario de su familia, en la tabla 7 se presentan los resultados.

## Discusión y conclusiones

En ambas investigaciones, la presente y la realizada por Rodríguez, Mosquera y Aroca (2019), se encontraron medidas no convencionales, donde varias de ellas también han sido reportadas en otras investigaciones, sobre otras prácticas artesanales y en diferentes contextos socioculturales como las realizadas por Berrío (2009), Aroca (2012), Carabalí (2012), Zambrano (2012), Ávila (2014), Rodríguez, Aroca y Rodríguez (2019b); entre otras. Uno de los aportes que se quiere destacar de esta investigación, es que se pudo comparar los resultados etnomatemáticos de una misma práctica artesanal que se realiza en dos contextos socioculturales y con comerciantes diferentes. Esta comparación, que a continuación se presentará, proporciona elementos para reflexionar sobre qué es un sistema de medidas.

### **Proceso comparativo entre dos sistemas de medidas de una misma práctica en dos contextos diferentes**

A continuación, se presenta la comparación entre los resultados obtenidos en Rodríguez, Aroca y Rodríguez (2019) y los resultados de esta investigación, como muestra la Tabla 7. Este proceso comparativo de dichas investigaciones se denominó complejidad de un sistema de medidas.

TABLA 7 - COMPLEJIDAD DE UN SISTEMA DE MEDIDAS: COMPARACIÓN ENTRE MAGNITUDES, RELACIONES, EQUIVALENCIAS, PRECIOS Y OTRAS EQUIVALENCIAS ASOCIADAS EN UNA MISMA PRÁCTICA ARTESANAL QUE SE HACE EN CONTEXTOS Y ARTESANOS DIFERENTES.

Presente investigación	Resultados en Rodríguez, Aroca y Rodríguez (2019)
<b>Magnitudes y relaciones en el corregimiento de Carreto</b>	<b>Magnitudes y relaciones en el corregimiento de Sibarco</b>
<b>Masa</b>	<b>Masa</b>
1 bulto de yuca = 1 saco de yuca 1 bulto o saco de yuca = 120 libras 1 puñado pequeño de masa = 1 libra de masa 115 libras salen de 1 ½ bulto de yuca	1 bulto de yuca = 1 saco de yuca 1 bulto o saco de yuca = 120 libras 1 carga de yuca = 2 sacos de yuca 1 carga de yuca = 2 bultos o sacos de yuca ½ carga de yuca = 1 saco o bulto de yuca ½ carga de yuca = 120 libras, entonces 1 carga de yuca = 240 libras Un tercio de yuca = 1 lao de yuca Si 1 bollo = 1 libra, entonces, 200 bollos = 200 libras 1 tanque contiene 200 bollos = 200 libras 1 bollo = 12 onzas 12 onzas = ¾ de libra, entonces 200 bollos = 150 libras 1 tanque contiene 150 libras de bollo 1 saco contiene 100 bollos Si 1 bollo = 1 libra, entonces, 1 saco = 100 libras de bollo Si 1 bollo = 12 onzas, entonces, 1 saco = 75 libras de bollo
<b>Longitud</b>	<b>Longitud</b>
1 atadero (pita de amarrar bollo) = 1 ½ metro 1 bollo se amarra con 1 ½ metros de atadero 105 bollos de amarran con 157.5 metros de atadero 1 saco de pita = un sientto y pico de atadero (alcanzo para los 105 bollos)	1 braza = 2 metros, entonces ½ braza = 1 metro

Capacidad	Capacidad
8 baldes pequeños de agua para cocinar 105 bollos Por cada 8 baldes de agua para cocinar los 105 bollos se necesitan 1 ½ baldes de agua agria 1 ponchera de yuca = 3 ½ tobos de yuca (tanque) De 1 ½ bultos de yuca = 2 ½ tobos de concha 2 tobos de concha = 1 litro de leche	½ tanque = 7 baldes de agua 1 balde de agua = 15 litros de agua entonces ½ tanque = 105 litros de agua 1 tanque de agua = 14 baldes de agua entonces 1 tanque = 210 litros de agua
Tiempo	Tiempo
Pelar la yuca = media hora pelando 4 personas y 1 hora si pelan 3 personas Rayar la yuca = media hora Exprimir la masa = 20 minutos Amarrado y envoltura de bollos = 1 hora y 10 minutos aproximadamente Cocción de los bollos 2 horas	Pelar la yuca = 1 hora 3 personas pelando Lavar la yuca = media hora Rallar la yuca = 1 hora Exprimir la masa = 1 hora Pelotear, envolver y amarrar los bollos = 3 horas. Cocción de los bollos = 2 horas
Otras equivalencias	Otras equivalencias
1 carga de leña = 2 entercias de leña 1 entercie de leña para bollos = 25 palos de leña 1 carga de leña para bollos = 50 palos de leña 1 carga de leña para sopa = 60 palos de leña 1 entercie = palos de leña que se pueden amarrar con 1 metro de pita. No es el mismo grosor entre palos de leña para cocinar bollos y palos de leña para hacer sopa. 2 Canuto (pila de tusas para envolver bollos) = se envuelven 35 bollos 6 canutos (pila de tusas para envolver bollos) = se envuelven 105 bollos 2 tusas (hojas de maíz envuelven 1 bollo) 70 tusas = envuelven 35 bollos 35 tusas = 1 canuto	1 carga de leña = 2 laos o bultos de leña 1 lao de leña = 30 palos de leña, entonces, 1 carga = 60 palos de leña 2 laos o bultos de leña = 60 palos de leña 1 carga de leña = 2 laos o bultos de leña 1 lao de leña = 35 palos de leña, entonces, 1 carga de leña = 70 palos de leña ½ carga de leña = 1 lao o bulto de leña 1 tercio de leña = 1 bulto de leña 2 tercios de yuca = 2 laos de yuca y 2 dos tercios de yuca = 1 carga de yuca Un tercio de yuca no es igual a 1/3 del bulto o saco de yuca Un tercio de leña no es igual a 1/3 del bulto de leña Dos tercios de yuca no es igual a 2/3 de yuca
Precios	Precios
1 bulto de yuca = \$29.000. 1 bollo = \$1.000, como precio estándar 1 bollo = \$800 como precio de tienda 1 entercie de leña = \$6.000 1 carga de leña = \$12.000 3 canutos (pila de tusas para envolver bollos) = \$2.000 1 saco de pita = \$2.500 (se compra 1 cada 15 días)	1 bulto de yuca = \$40.000 1 bollo = \$1.000, como precio estándar y 1 bollo = \$800 como precio de tienda

Fuente: Diseñada por los Arocaes basada en notas de campo y entrevistas.

La información de la tabla 7, también muestra que un sistema de medidas puede estar enraizado a un sistema de diversos oficios o prácticas artesanales, como lo muestra la figura 9. Así, el sistema de medidas de la elaboración del bollo de yuca no tiene un contexto solo en la casa de los bolleros, sino en la relación comercial con otras actividades, como el cultivo y comercialización de la yuca, la venta directa e indirecta de los bollos, transporte y comercialización del producto, entre otras.

Figura 9 - Sistema de diversos oficios o prácticas artesanales asociadas a una sola de ellas



Fuente: Arocaes.

El espíritu de la creación del Sistema Internacional de medidas, como se puede inferir de Gosino et al (2002) no riñe con el reconocimiento de lo expuesto en la Tabla 7. Es decir, las pretensiones de sistemas de medidas estandarizados no pueden reñir con sistemas de medidas no estandarizados, que podríamos denominar sistemas de medidas artesanales, si la discusión se lleva al plano de la diversidad cultural. En el plano de lo comercial, tecnológico y científico, el predominio de lo estandarizado, neutral y universalidad, es el paradigma. En el plano de la diversidad cultural no habría conflicto pues se trata de reconocer otras formas de pensar, hacer y comunicar matemáticas, en nuestro caso la práctica de medir, como bien lo expresaron Gerdes (2013) y (Gallo et al., 2007, p.21), entre otros Arocaes. En el plano de la diversidad cultural, los sistemas de medidas convencionales (o académicos) y los sistemas de medidas artesanales, dialogan y se reconocen mutuamente. Lo expuesto en la tabla 7 y la asociación de diversas prácticas presentada en la figura 9, proporciona elementos de discusión para analizar qué entendemos por Sistemas de medidas. La tabla 7 y la figura 9 confrontan a los educadores matemáticos sobre qué están enseñando a las niñas y niños en aula de matemáticas sobre sistemas de medidas.

**Sistemas de medidas en la Educación Matemática de Colombia**

La diversidad no solo se nota en los sistemas de medidas empleados por diferentes comunidades también se nota en las educaciones matemáticas del mundo. Por ejemplo, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, MEN (2006), contempla que existen 5 tipos de pensamientos matemáticos, que en general son: numérico, métrico, espacial (con poca relación explícita con lo temporal), aleatorio y variacional. No es un eufemismo, pero para el MEN los colombianos tenemos 5 tipos de pensamientos matemáticos, aunque hay colombianos indígenas que dicen que solo tienen 3. El pensamiento métrico ocupa un lugar destacado en la enseñanza de las matemáticas en Colombia. Los temas alusivos al pensamiento métrico, que se enseñan

desde grado 1 (edad promedio de 5 años) hasta el grado 11 (edad promedio de 16 años) son los que se organizaron en la Tabla 8. Es importante el análisis de estos temas porque sólo así se puede analizar qué entendemos por sistemas de medidas en el contexto escolar.

TABLA 8 – TEMAS SOBRE UNIDADES, PATRONES O SISTEMAS DE MEDIDAS EN LOS TEXTOS ESCOLARES DEL MEN DEL 2017. GRADOS ESCOLARES 1º HASTA 5º.

Grado 1. MEN (2017a)	Grado 2. MEN (2017b)	Grado 3. MEN (2017c)
<p><b>Pensamiento métrico</b> <b>Medición</b> Pág. 42</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Cerca y lejos 44</li> <li>Antes y después 45</li> <li>Largo y corto 46</li> <li>Alto y bajo 47</li> <li>Medición con patrones arbitrarios 48</li> <li>Recubrimiento y comparación de superficies 49</li> <li>Más liviano y más pesado 50</li> <li>Mayor capacidad y menor capacidad Tema transversal: Educación ambiental 51</li> <li>El reloj Tema transversal: Estilos de vida saludable 52</li> <li>Los días de la semana Tema transversal: Educación para la sexualidad y la ciudadanía 52</li> <li>El calendario 54</li> </ol> <p>Resolución de problemas 56 Evaluación del aprendizaje 57</p>	<p><b>Pensamiento métrico</b> <b>Medición</b> Pág. 48</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Medición con patrones arbitrarios 50</li> <li>Metro, decímetro y centímetro 51</li> <li>Comparación de longitudes 52</li> <li>Recubrimiento y comparación de superficies 53</li> <li>Litro, decilitro y centilitro Tema transversal: Estilos de vida saludable 55</li> <li>Kilogramo y libra Tema transversal: Educación ambiental 56</li> <li>Comparación de masas 57</li> <li>Horas y minutos 58</li> <li>Duración de eventos Tema transversal: Educación para la sexualidad y la ciudadanía 59</li> </ol> <p>Resolución de problemas 60 Evaluación del aprendizaje 61</p>	<p><b>Pensamiento métrico</b> <b>Medición</b> Pág. 48</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Medición de la longitud con unidades estándar 50</li> <li>Perímetro de polígonos 51</li> <li>El centímetro cuadrado 52</li> <li>Comparación de áreas con recubrimientos Tema transversal: Educación ambiental 53</li> <li>Medición de la masa con unidades estándar 54</li> <li>Medición de la capacidad con unidades estándar 55</li> <li>Medición del volumen con unidades no estándar 56</li> <li>Horas, minutos y segundos Tema transversal: Estilos de vida saludable 57</li> <li>Días, semanas y meses Tema transversal: Educación para la sexualidad y la ciudadanía 58</li> <li>Instrumentos de medida 59</li> </ol> <p>Resolución de problemas 60 Evaluación del aprendizaje 61</p>
Grado 4. MEN (2017d)	Grado 5. MEN (2017e)	
<p><b>Pensamiento métrico</b> <b>Medición</b> Pág. 50</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Conversión de unidades de longitud 52</li> <li>Perímetro 52</li> <li>Áreas del rectángulo y del cuadrado 53</li> <li>Área del triángulo rectángulo 54</li> <li>Medición del volumen 54</li> <li>Gramo, kilogramo y libra 55</li> <li>Conversión de unidades de masa 55</li> <li>Conversión de unidades de capacidad Tema transversal: Estilos de vida saludable 56</li> <li>Conversión de unidades de tiempo Tema transversal: Educación para la sexualidad y la ciudadanía 57</li> <li>Medición de la temperatura Tema transversal: Estilos de vida saludable 58</li> <li>Medición de la rapidez 59</li> <li>Ángulos. Medición y clasificación 59</li> </ol> <p>Resolución de problemas 60 Evaluación del aprendizaje 61</p>	<p><b>Pensamiento métrico</b> <b>Medición</b> Pág. 46</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Unidades de longitud. Conversiones 46</li> <li>Unidades de superficie. Conversiones Tema transversal: Educación ambiental 49</li> <li>Relación entre área y perímetro 50</li> <li>Unidades de capacidad. Conversiones Tema transversal: Educación para la sexualidad y la ciudadanía 50</li> <li>Unidades de volumen. Conversiones 51</li> <li>Relación entre unidades de volumen y capacidad 51</li> <li>Área del cuadrado y volumen del cubo 52</li> <li>Unidades de masa. Conversiones 53</li> <li>Unidades de tiempo. Conversiones Tema transversal: Estilos de vida saludable 54</li> <li>Unidades de temperatura. Conversiones Tema transversal: Educación para la sexualidad y la ciudadanía 55</li> </ol> <p>Resolución de problemas 56 Evaluación del aprendizaje 57</p>	

TABLA 8 – TEMAS SOBRE UNIDADES, PATRONES O SISTEMAS DE MEDIDAS EN LOS TEXTOS ESCOLARES DEL MEN DEL 2017. GRADOS ESCOLARES 6º HASTA 8º.

Grado 6. MEN (2017f)	Grado 7. MEN (2017g)	Grado 8. MEN (2017h)
<p><b>Pensamiento métrico</b> <b>Unidades de medida</b> Pág. 134</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Sistema métrico decimal 136</li> <li>Sistema sexagesimal 138</li> <li>Unidades de longitud. Conversiones Tema transversal: Educación para la sexualidad y la ciudadanía 140</li> <li>Perímetro de figuras planas 142</li> <li>Unidades de superficie. Conversiones 144</li> <li>Área de figuras planas 148</li> <li>Longitud de la circunferencia y área de figuras circulares 150</li> <li>Área de figuras compuestas 152</li> <li>Unidades de volumen. Conversiones Tema transversal: Estilos de vida saludable 154</li> <li>Área y volumen de un prisma 156</li> <li>Unidades de capacidad. Conversiones 158</li> <li>Unidades de masa. Conversiones Tema transversal: Estilos de vida saludable 160</li> <li>Unidades de tiempo. Conversiones Tema transversal: Educación ambiental 162</li> <li>Unidades de temperatura. Conversiones 164</li> </ol>	<p><b>Pensamiento métrico</b> <b>Medición</b> Pág. 156</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Unidades de longitud 158</li> <li>Perímetro de figuras planas Tema transversal: Estilos de vida saludable 160</li> <li>Unidades de superficie Tema transversal: Educación ambiental 162</li> <li>Área de figuras planas 164</li> <li>Longitud de la circunferencia 166</li> <li>Área de prismas y pirámides Tema transversal: Educación para la sexualidad y la ciudadanía 168</li> <li>Volumen de poliedros 172</li> <li>Unidades de capacidad 174</li> </ol>	<p><b>Pensamiento métrico</b> <b>Longitudes, áreas y volúmenes</b> Pág. 142</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Teorema de Pitágoras Tema transversal: Educación para la sexualidad y la ciudadanía 144</li> <li>Distancia entre dos puntos 146</li> <li>Perímetro de figuras planas 150</li> <li>Longitudes de figuras circulares Tema transversal: Educación ambiental 152</li> <li>Área del círculo y áreas de regiones circulares 154</li> <li>Áreas de cilindros y conos 158</li> <li>Volúmenes de cilindros y conos 160</li> <li>Área y volumen de la esfera 162</li> <li>Medidas y cálculos con escalas Tema transversal: Estilos de vida saludable 164</li> </ol>

TABLA 8 – TEMAS SOBRE UNIDADES, PATRONES O SISTEMAS DE MEDIDAS EN LOS TEXTOS ESCOLARES DEL MEN DEL 2017. GRADOS ESCOLARES 9° HASTA 11°.

Grado 9. MEN (2017i)	Grado 10. MEN (2017j)	Grado 11. MEN (2017k)
<p><b>Pensamiento métrico</b>  <b>Longitudes, áreas y volúmenes</b> Pág. 66</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistemas de medida internacional y anglosajón. Conversiones 68                      Tema transversal: Educación para la sexualidad y la ciudadanía</li> <li>2. Magnitudes físicas 70                      Tema transversal: Estilos de vida saludable</li> <li>3. Longitudes de cuerdas y segmentos 74</li> <li>4. Cálculo de longitudes en un triángulo rectángulo 78</li> <li>5. Teorema de tales 82</li> <li>6. Longitudes de áreas de figuras planas 84</li> <li>7. Áreas y volúmenes de cuerpos geométricos 86                      Tema transversal: Educación ambiental</li> <li>8. Área y volumen de la esfera 90</li> </ol>	<p><b>Pensamientos espacial, métrico y variacional</b>  <b>Razones trigonométricas</b> Pág. 68</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Medida de ángulos 70</li> <li>2. Triángulos 74                      Tema transversal: Estilos de vida saludable</li> <li>3. Razones trigonométricas en un triángulo rectángulo 76</li> <li>4. Razones trigonométricas de ángulos notables 80                      Tema transversal: Educación para la sexualidad y la ciudadanía</li> <li>5. Resolución de triángulos rectángulos 84</li> <li>6. Ángulo de elevación y ángulo de depresión 88                      Tema transversal: Educación ambiental</li> <li>7. Circunferencia unitaria 92</li> <li>8. Definición de las razones trigonométricas en la circunferencia unitaria 96</li> <li>9. Cálculo de las razones trigonométricas usando ángulos de referencia 98</li> <li>10. Razones trigonométricas para ángulos negativos, complementarios y coterminales 100</li> <li>11. Definición de las funciones trigonométricas 104</li> <li>12. Teorema del seno 108</li> <li>13. Teorema del coseno 112</li> </ol>	<p><b>Pensamiento variacional, numérico, espacial y métrico</b>  <b>Continuidad y derivadas</b> Pág. 104</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Continuidad 106                      Tema transversal: Estilos de vida saludable</li> <li>2. Tipos de discontinuidad 110</li> <li>3. Continuidad de funciones elementales 112</li> <li>4. Teorema de los valores intermedios 114</li> <li>5. Cotas de una función 116</li> <li>6. Derivada de una función en un punto. Velocidad media 118</li> <li>7. Medidas e instrumentos de medida de valores medios 122</li> <li>8. Definición geométrica de la derivada 124</li> <li>9. Derivadas sucesivas y derivadas laterales 128</li> <li>10. Cálculo de derivadas 130</li> <li>11. Derivada de funciones compuestas e inversas 134</li> <li>12. Derivada de funciones exponenciales y logarítmicas 138</li> <li>13. Derivada de las funciones trigonométricas y sus inversas 142</li> <li>14. Derivación logarítmica e implícita 146</li> <li>15. Regla de L'Hôpital y aplicaciones 148                      Tema transversal: Educación para la sexualidad y la ciudadanía</li> <li>16. Criterio de la primera y de la segunda derivada 150</li> <li>17. Crecimiento y decrecimiento. Máximos y mínimos 152</li> <li>18. Problemas de optimización 156                      Tema transversal: Educación ambiental</li> <li>19. Aplicaciones de la segunda derivada 160</li> </ol>

La tabla 8 fue tomada de textos distribuidos masivamente por el MEN. Para el 2017, el MEN distribuyó en todo el país y de forma gratuita una colección de textos escolares de matemáticas, bajo el lema “Vamos todos a aprender”, (MEN, 2017a, 2017b, 2017c, 2017d, 2017e, 2017f, 2017g, 2017h, 2017i, 2017j, 2017k). La colección fue pensada tanto para los profesores, “Libro del profesor” (el cual tiene todas las respuestas a los talleres) y “Libro del estudiante” (el cual no tiene respuestas). Así, la enseñanza de unidades, patrones o sistemas de medidas empieza en el país desde los primeros años de vida, y tiene mayor presencia en los programas de matemáticas de primero de la educación básica primaria (niños en promedio de edad de 5 años) hasta el grado séptimo de la educación secundaria (niños en promedio de edad de 12 años). Como se puede notar desde el grado 1 hasta el grado 5, y luego en el grado 7, el pensamiento métrico hace alusión a la medición, solo en el grado 6 el pensamiento métrico será enfocado a unidades de medidas, luego en los grados 8, 9, 10 y 11, el pensamiento métrico se diversifica más en longitudes, áreas, volúmenes, razones trigonométricas, continuidad y derivada. La Tabla 8 muestra un campo potencial de investigación que escapa a los propósitos de este artículo. Solo queremos anotar que el concepto de sistemas de medidas aparece por primera vez en el grado 6 y solo hace referencia a lo siguiente: El **sistema métrico decimal** es el sistema de medición incluido en el **Sistema Internacional de Unidades** (SI) utilizado para medir magnitudes como longitud, área, volumen, masa y capacidad. (MEN, 2017f, p.136). Luego sobre el Sistema sexagesimal (Ibid, p. 138) se presenta un ejemplo sobre la medición de un ángulo y se finaliza diciendo: “Por eso, este sistema de unidades se llama sexagesimal”. Posteriormente en grado 9, MEN (2017i), se presenta una definición de sistema de unidades así: “Un sistema de unidades es un conjunto consistente, uniforme y estandarizado de unidades de medida como el sistema internacional y el sistema inglés” (p. 70).

Teniendo en cuenta la práctica artesanal que se analizó y estas definiciones o conceptos presentados en los textos del MEN, podemos tener una primera conclusión sobre sistemas de medidas o sistema de unidades: el contexto escolar pretende unificación, homogenización, estandarización, neutralidad y universalidad, de

las unidades de medidas, mientras que en la prácticas artesanales y la vida cotidiana misma no siempre es así.

En las prácticas artesanales analizadas se describieron distintos tipos de unidades de medida, convencionales y no convencionales. No obstante, hay que reconocer, que estas medidas no convencionales, también son reconocidas por el MEN (2006), como un factor importante para el desarrollo del pensamiento y los sistemas métricos o de medidas, específicamente para la comprensión de los procesos de conservación de magnitudes. Sin duda, no se necesita la Arocaidad del MEN para reconocer otras formas de hacer, pensar y comunicar matemáticas diferentes a las del aula de matemática. Todo el análisis que se ha desarrollado en esta investigación conlleva entonces a una reflexión: Aceptar los diferentes sistemas de medidas de las comunidades contribuye a procesos de aceptación de las diferencias, de la inclusión, del reconocimiento de los demás y especialmente en el aula de matemáticas. Motiva a reconocer, en una cultura globalizante, tanto los procesos de medición y sus patrones que son aceptados “universalmente”, pero también aquellas formas de medir en contextos locales, como por ejemplo en una práctica artesanal. Se trata del reconocimiento de otras formas de pensar matemáticamente, las matemáticas no solo son las escolares o las mal llamadas occidentales (las cuales también son otro tipo de etnomatemática). Las matemáticas se escriben en plural porque son un producto cultural y las comunidades, los grupos sociales, las emplean para permanecer y trascender, para conocer el mundo, resolver problemas de su cotidianidad, para vivir.

### **¿Qué es un sistema de medidas?**

Hasta el momento se ha hecho una reflexión teórica sobre el Programa Etnomatemática, sobre qué es medir, qué es una magnitud, una unidad o patrón de medidas, se ha analizado el sistema de medidas de una misma práctica artesanal que se desarrolla en dos contextos diferentes, se ha planteado una reflexión en educación matemática de Colombia sobre sistemas de medidas, se analizaron textos escolares de matemáticas sobre el pensamiento métrico, pero no hemos asumido una posición sobre qué es un sistema de medidas. La expresión “sistema de medidas” es muy común expresarla en ciertas clases de matemáticas, la expresan cada tanto los educadores matemáticos, pero ¿qué es si tenemos en cuenta no solo el aula de clases sino también las prácticas artesanales y la vida cotidiana?

Si nos quedamos solo con lo que se plantea en los textos escolares de matemáticas para responder la pregunta qué es un *sistema de medidas* entonces la respuesta solo incluirá el esfuerzo de los comités, asociaciones o agremiaciones internacionales para unificar de manera neutral y universal algunas unidades, magnitudes y patrones. Es decir, responder a la pregunta ¿qué es un sistema de medidas? Implica dos contextos, una respuesta para el contexto científico que se aceptaría en contextos académicos, científicos, escolares, comerciales que podríamos denominar *sistemas de medidas académicas*. El otro contexto sería el de las prácticas artesanales, sociales o culturales diferentes a las académicas, es decir, *sistemas de medidas artesanales*. Ambos sistemas tienen aspectos en común: son compartidos en un contexto, modelan realidades y ayudan al desarrollo de formas de vida en el mundo. Su validez radica en el significado que se comparte socialmente entre los integrantes de una comunidad. Es por ello que ningún sistema de medidas debe imponerse sobre otro. Lo que no tienen en común es que mientras el sistema de medidas académicas pretende ser universal el sistema de medidas artesanales no tiene ese interés.

Pensemos ahora en la palabra *sistema*. En nuestro caso del idioma español, nuestro idioma es reglado, ¡y muchas veces medido!, por la Real Academia Española, RAE. Para la RAE, la palabra sistema procede del latín *systema*, y este del griego *σύστημα* (*systema*), identificado en español como “unión de cosas de manera organizada”. En su diccionario en línea, hay dos acepciones generales para la palabra sistema:

1. m. Conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí.
2. m. Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto.

Según Vasco (2014), en su Teoría General de Procesos y Sistemas, dicho Aroca plantea que los sistemas...

... se van a ubicar solo como construcciones mentales auxiliares que nos sirven para modelar ciertos procesos ya desenglobados y delimitados como subprocesos de otros procesos, con el fin de intentar comprenderlos y potenciar nuestras acciones para desviar, detener, acelerar, fomentar o reprimir dichos procesos o subprocesos que tratamos de modelar e influenciar a través de nuestras acciones guiadas por esos modelos. (p. 27)

Al tener en cuenta lo que plantea la RAE, Vasco (2014) y el análisis de una práctica artesanal para la elaboración de bollos de yuca, se puede inferir algunos aspectos sobre los sistemas de medidas académicos y artesanal:

- ⇒ Ambos tienen pretensiones de reglar procesos en sus respectivos contextos, por ejemplo, mientras que la bollera Ana dice que un bollo es la masa que toma con su mano, el CIPM avanza por quinta vez en la definición de Kilo.
- ⇒ En ambos sistemas hay equivalencias y conversiones, hay unidades y patrones.
- ⇒ Entre ambos sistemas hay puntos de encuentros que le pueden permitir un diálogo de saberes entre aquellos que se identifican con uno o con el otro
- ⇒ Los actores en ambos sistemas recurren a construcciones mentales auxiliares para representar lo que miden o han de medir, por ejemplo, Ana piensa en la masa que puede caber en una tusa y el profesor universitario piensa en la optimización de una bodega con cajas rectangulares.

Por todo lo anterior, un sistema de medidas puede llegar a ser vital para un grupo de personas, es necesario conocerlos para aceptar las diferencias con los demás, un sistema de medidas es el contexto creado por grupos sociales, culturales o económicos donde se dan por compartidos cierto conjunto de reglas sobre unidades de medidas que se relacionan entre sí. Según el grupo social, cultural o económico, ese conjunto de reglas tendrá o no pretensiones de universalidad y neutralidad.

Son estas pues algunas reflexiones que pretenden dejar abierto la discusión sobre las pretensiones de neutralidad y universalidad del SI o de cualquier otro sistema de medidas académicas y sobre la validación de otros sistemas de medidas artesanales que en el fondo lo que hacen es darle sentido de prácticas de supervivencia y transcendencia.

### **Agradecimientos**

Agradecemos a la señora Enna Luz de los Reyes, comerciante de bollos de yuca del Corregimiento de Carreto, Atlántico, a su grupo de trabajo: Gabriela Gutiérrez de los Reyes, Lucila Arrieta y Yeinis de los Reyes Cantillo, por brindarnos su confianza y permitirnos entrar en su lugar de trabajo. A Nairo de los Reyes Castelbondo, el comerciante de leña, quien también nos enseñó otras formas de medir.

### **Conflicto de intereses**

El manuscrito fue preparado y revisado con la participación de todos los Arocaes, quienes declaramos no existe conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

## Referencias Bibliográficas

- Alsina, Á; Salgado, M. (2019). Descubriendo la medida en un contexto de interacción, negociación y diálogo: Un estudio de caso en Educación Infantil. *PNA*, 14(1), 1-21.
- Ameigeiras, A. R. (2006). El abordaje etnográfico en la investigación social. En: Vasilachis, I. (Ed.), *Estrategias cualitativas de investigación* (pp. 107-151). Buenos Aires: Gedisa.
- Aroca, A. (2008). Análisis a una Figura Tradicional de las Mochilas Arhuacas. Comunidad Indígena Arhuaca. Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Boletim de Educação Matemática BOLEMA*, 21(30), 1-16.
- Aroca, A. (2012). Las formas de orientación espacial de los pescadores de Buenaventura, Colombia. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, 15(2), 457 – 465.
- Aroca, A. (2013). Análisis de los diseños en los hipogeos del parque arqueológico de Tierradentro, Cauca, Colombia. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, 16(2), 525-534.
- Aroca, A. (2016a). Modelación matemática situada en un oficio. El Caso de artesanos de la madera. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, 19(1), 227-235.
- Aroca, A. (2016b). La definición etimológica de Etnomatemática e implicaciones en Educación Matemática. *Educación matemática*, 28(2), 175-195.
- Aroca, A. (2021). Etnomatemática. Vídeo 2. Sistema de medidas en la elaboración del bollo de yuca. 2019. (25m56s). Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=hjsZtoDjZ\\_Y](https://www.youtube.com/watch?v=hjsZtoDjZ_Y). Acceso el 10 mar.
- Ávila, A. (2014). La Etnomatemática en la educación indígena: así se concibe, así se pone en práctica. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(1), 19-49.
- Berrío, L. (2009). "La Medida" en un contexto de escuela Indígena: El caso del pueblo Tule y el caso del pueblo Embera-Chamí. Tesis de Pregrado, Universidad de Antioquia, Medellín.
- Bishop, A. (1999). *Enculturación matemática. La educación matemática desde una perspectiva cultural*. Barcelona: Paidós.
- Bishop, A. (2005). *Aproximación sociocultural a la educación matemática*. Cali: Programa Editorial Universidad del Valle.
- Blanco-Álvarez, H. (2006). La Etnomatemática en Colombia: un programa en construcción. *Boletim de Educação Matemática BOLEMA*, 19(26), 1-19.
- Carabalí, J. (2012). *Patrones de Medidas no Convencionales: El caso de la longitud en el barrio Desepaz del municipio de Santiago de Cali, Colombia* (Tesis de Pregrado). Universidad del Valle, Santiago de Cali.
- D'Ambrosio, U. (2011). *Etnomatemática. Elo entre as tradições e a modernidade*. Belo Horizonte, Brasil: Autêntica Editora.
- D'Ambrosio, U. (2014). Las bases conceptuales del Programa Etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 100-107.
- D'Ambrosio, U; Knijnik, G. (2020). Ethnomathematics. En: Lerman, S. (Ed.). *Encyclopedia of Mathematics Education*. Second Edition (pp. 283-288). Switzerland: Springer.
- Dickson, L; Brown, M; Gibson, O. (1991). *El aprendizaje de las matemáticas*. Madrid: MEC y Labor.
- Gallo, O.F; Gutiérrez, J; Jaramillo, C; Monsalve, O; Múnera, J; Obando, G; Posada, F; Silva, G; Vanegas; M. (2007). *Pensamiento Métrico y Sistemas de Medidas*. Módulo 3. (2º Ed.). Gobernación de Antioquia. Medellín: Editorial Artes y Letras Ltda.
- Gerdes, A. (2013). Geometría y Cestería de los Bora en la Amazonía Peruana. Lima: Ministerio de Educación.

- Godino, J. D; Batanero, C; Roa, R. (2002). *Medida de magnitudes y su didáctica para maestros*. España: Universidad de Granada, Departamento de Didáctica de la Matemática.
- Goetz, J; Lecompte, D. (1998). *Etnografía y Diseño Cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Editorial Morata S.A.
- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, A. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Kula, W. (1980). *Las medidas y los hombres* (3a Edición ed.). Madrid: Siglo XXI de España Editores.
- Mengual, E; Gorgorió, N; Gordo, L. (2017). Análisis de las actividades propuestas por un libro de texto: el caso de la medida. *REDIMAT*, 6(2), 136-163.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, Matemáticas, ciencia y ciudadanas*. Bogotá, Colombia: MEN.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2017a). *Vamos a aprender matemáticas. Cuaderno de trabajo 1*. Bogotá: Educación SM S.A.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2017b). *Vamos a aprender matemáticas. Cuaderno de trabajo 2*. Bogotá: Educación SM S.A.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2017c). *Vamos a aprender matemáticas. Cuaderno de trabajo 3*. Bogotá: Educación SM S.A.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2017d). *Vamos a aprender matemáticas. Cuaderno de trabajo 4*. Bogotá: Educación SM S.A.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2017e). *Vamos a aprender matemáticas. Cuaderno de trabajo 5*. Bogotá: Educación SM S.A.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2017f). *Vamos a aprender matemáticas. Cuaderno de trabajo 6*. Bogotá: Educación SM S.A.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2017g). *Vamos a aprender matemáticas. Cuaderno de trabajo 7*. Bogotá: Educación SM S.A.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2017h). *Vamos a aprender matemáticas. Cuaderno de trabajo 8*. Bogotá: Educación SM S.A.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2017i). *Vamos a aprender matemáticas. Cuaderno de trabajo 9*. Bogotá: Educación SM S.A.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2017j) *Vamos a aprender matemáticas. Cuaderno de trabajo 10*. Bogotá: Educación SM S.A.
- Ministerio de Educación Nacional, MEN. (2017k). *Vamos a aprender matemáticas. Cuaderno de trabajo 11*. Bogotá: Educación SM S.A.
- NCTM. National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia: NCTM.
- Rodríguez-Nieto, C; Mosquera, G; Aroca, A. (2019).
- Rodríguez, C; Aroca, A; Rodríguez, F. M. (2019).
- Vasilachis, I. (2006). La investigación cualitativa. En I. Vasilachis de Gialdino. (Ed.), *Estrategias cualitativas de investigación* (pA. 23-60). Buenos Aires: Gedisa.
- VIM. Vocabulario Internacional de Metrología. (2012). *Conceptos fundamentales y generales, y términos asociados VIM*. 3ra edición en español. Madrid: Centro Español de Metrología.

Zapata, F; Cano, N. (2008). La enseñanza de la magnitud área. En: G. Obando, G. (Ed.). *Noveno Encuentro Colombiano de Matemática Educativa*, Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Cesar.

Zambrano, J. A. (2012). Prácticas matemáticas en una plaza de mercado. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 5(1), 35-61.