

MEDIDAS DE CAPACIDAD VOLUMÉTRICA NO CONVENCIONALES: APORTES A LA EDUCACIÓN PRIMARIA

Hilbert Blanco-Álvarez

Universidad de Nariño, Departamento de Matemáticas y Estadística, Colombia

Alicia Fernández-Oliveras

Universidad de Granada, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, España

María Luisa Oliveras

Universidad de Granada, Departamento de Didáctica de las Matemáticas, España

RESUMEN: En este estudio evaluamos el diseño y la aplicación de una propuesta para la enseñanza de patrones de medida no convencionales de la magnitud capacidad volumétrica, entendida como el volumen interior de un recipiente, dirigida a estudiantes de quinto grado de Educación Primaria, en una institución educativa en Tumaco, Colombia. La propuesta consiste en una clase diseñada desde una perspectiva etnomatemática para abordar nociones científico-matemáticas relacionadas con la metrología. La evaluación de la clase se basó en la aplicación de los indicadores de idoneidad didáctica que ofrece el Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática (EOS) y nuevos indicadores elaborados por los autores. El análisis permitió detectar las fortalezas y debilidades de la clase diseñada.

PALABRAS CLAVE: Evaluación, Idoneidad didáctica, Unidades de medida, Etnomatemática.

OBJETIVOS: Evaluación de una clase, que aborda nociones científico-matemáticas relacionadas con la metrología, diseñada desde una perspectiva etnomatemática y evaluada con indicadores de la idoneidad didáctica.

MARCO TEÓRICO

La idoneidad didáctica es una noción del modelo EOS - Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática (Godino, 2013) que consideramos de utilidad para el análisis didáctico de las clases en que se trabajan nociones científico-matemáticas, como las relacionadas con la metrología, con un enfoque etnomatemático.

La Etnomatemática es un campo de investigación internacionalmente consolidado que propone una visión ampliada de la matemática y la educación científico-matemática. El EOS es una propuesta teórica muy valorada en la comunidad de estudiosos de la educación matemática. La conjunción de ambos marcos teóricos puede aportar un mutuo enriquecimiento (Oliveras & Godino, 2015). Desde una perspectiva etnomatemática, matemáticas y cultura son inseparables. Ya que las matemáticas incluyen sistemas simbólicos para su expresión forman parte del modo científico de conocer y son herramientas de la tecnología, parte de la cultura destinada a crear artefactos para dominar la naturaleza, facilitar el trabajo o posibilitar el ocio (Oliveras, 1996).

Tecnología y metrología guardan una relación íntima, dado que los artefactos creados precisan de una medición que garantice el cumplimiento de la función perseguida. La rama de la física que estudia las medidas de las magnitudes garantizando que puedan relacionarse con patrones y con las unidades fundamentales del sistema Internacional de Unidades ha pasado por distintas etapas. En su origen, el objeto principal de la metrología fue analizar los sistemas de pesas y medidas antiguos. Actualmente, los objetivos de la metrología se han ampliado incorporando el estudio de los procesos de medida. La finalidad histórica de la metrología presenta un importante interés desde el punto de vista de la didáctica de las ciencias experimentales y las matemáticas, valga como ejemplo el trabajo de González (1992).

Estudios sobre dificultades de aprendizaje de nociones científicas apuntan que en los estudiantes de educación primaria, inicialmente, la masa, el volumen y la densidad aparecen entremezclados en un concepto global de «pesadez» (Shayer & Adey, 1986). Coloquialmente se habla de *volumen* y de *capacidad* indistintamente, para referirse a la extensión tridimensional de un objeto o recipiente, sin reflexionar acerca del significado científico de estas dos palabras. Desde el punto de vista físico, los cuerpos materiales ocupan un volumen por el hecho de ser extensos. Por otro lado, podemos hablar de la capacidad de un recipiente refiriéndonos a su volumen interior, que podría medirse, por ejemplo, rellenándolo de líquido. Este volumen no tiene por qué ser igual al volumen exterior del recipiente, que podría medirse sumergiéndolo en un líquido. Así, un vaso vacío tiene un volumen exterior, dado que ocupa un espacio, y también una capacidad, dada por el volumen que puede contener en su interior. Tradicionalmente existe confusión entre capacidad y volumen, que se refleja cuando se tratan sus unidades de medida en la escuela. Muchos niños tienen la concepción errónea de que solo los objetos «con capacidad» tienen volumen, o que el volumen es una propiedad de los líquidos (quizá porque en la vida diaria, para expresar el volumen de un líquido, se suele recurrir a la capacidad del recipiente que lo contiene expresada en litros y sus derivados).

A lo largo de la historia, se han utilizado diferentes unidades de volumen que varían de una cultura a otra (Sanchez, 2006). En la comunidad colombiana de Tumaco es habitual utilizar para la medida del volumen distintos recipientes de uso frecuente, como la botella (1 litro), el botellín (250 ml), y medidas ancestrales, como el cuenco de la mano, la calabaza o mate y la guadua.

METODOLOGÍA

Se usó una metodología cualitativa, de carácter interpretativo para evaluar una clase diseñada desde una perspectiva etnomatemática e impartida en Tumaco, Colombia, a estudiantes de edades entre 10 y 11 años. Además de la maestra responsable, estuvieron presentes quince profesores observadores, que participaron en el diseño de la clase. Los contenidos científico-matemáticos a enseñar estaban relacionados con patrones de medida no convencionales para la magnitud capacidad volumétrica, entendida como el volumen interior de un recipiente.

Los datos fueron registrados en una grabación en vídeo que, junto a la evaluación de la clase, fue dividida en cuatro *episodios*. El primero incluye el desarrollo de la situación problema planteada por la profesora. El segundo trata sobre el proceso de institucionalización de los contenidos científico-matemáticos. El tercer episodio recoge el canto de una ronda¹ como actividad de síntesis. El cuarto es la discusión de los profesores sobre la clase. Cada episodio se dividió en *unidades de análisis significativas*, que son momentos del vídeo que presentan una situación didáctica de interés para la investigación.

1. Canción afrotumaqueña que pone de relieve algún elemento cultural que se quiere difundir

Instrumento

Para la evaluación se utilizaron los indicadores de idoneidad didáctica de Godino (2013) y otros adicionales propuestos por los autores para seis facetas observables en una clase. Estos últimos se muestran en la Tabla 1. El objetivo de agregar nuevos indicadores fue contar con un instrumento para el análisis de clases, propuestas curriculares, textos, diseñados desde la Etnomatemática. Estos nuevos indicadores se fundamentan en las características del currículo científico basado en la cultura (Oliveras, 1996) y en elementos del conocimiento del profesor necesario para llevar a la práctica dicho currículo (Blanco-Álvarez, Fernández-Oliveras, & Oliveras, 2013, 2017).

Tabla 1.
Indicadores etnomatemáticos diseñados
por los autores, para evaluar la idoneidad didáctica

COMPONENTES	INDICADORES
Faceta 1: Idoneidad ecológica (sociedad, escuela, currículo)	
Adaptación al currículo	Se adecúan los contenidos a los fines de la etnoeducación, educación intercultural bilingüe, educación indígena o para las relaciones étnico-raciales. Se adecúan los contenidos a currículos propios locales o proyectos institucionales comunitarios
Tiende a la innovación didáctica	Se promueve la reflexión sobre las etnomatemáticas de diversas culturas
Educación en valores	Se explicita una postura política hacia las matemáticas, las ciencias experimentales y la educación que tenga en cuenta la valoración del pensamiento etnomatemático, la equidad, la inclusión social, el respeto por la diferencia, los problemas de género, la democracia
Conexiones intra e interdisciplinarias	Se hacen conexiones de las matemáticas con las ciencias experimentales, la antropología, la historia, la sociología, etc.
Interacción con la comunidad	Se tiene en cuenta a la comunidad al diseñar la clase (proyectos educativos)
Faceta 2: Idoneidad epistémica (problemas, lenguajes, procedimientos, definiciones, propiedades, argumentos)	
Naturaleza o postura filosófica	Se hace alusión a las matemáticas y a las ciencias experimentales como productos culturales
Situaciones problema	Se hacen explícitos los objetos científico-matemáticos extraescolares o etnomatemáticos en las situaciones problema. Se resuelven éstas usando diferentes procedimientos, algoritmos escolares y extraescolares
Reglas	Se presentan procedimientos, definiciones, representaciones de objetos matemáticos extraescolares
Argumentos	Se valoran y respetan argumentos basados en lógicas distintas a la occidental
Relaciones	Se establecen comparaciones, relaciones entre los procedimientos, definiciones, representaciones de objetos matemáticos escolares y extraescolares
Faceta 3: Idoneidad interaccional (diálogo, interacción, comunicación)	
Interacción docente-discente-comunidad	Se favorece la participación de la comunidad en la gestión de la clase o de proyectos

COMPONENTES	INDICADORES
Faceta 4: Idoneidad mediacional (recursos técnicos, tiempo)	
Recursos materiales (manipulativos, calculadoras, ordenadores)	Se usa material didáctico contextualizado, textos escolares diseñados desde una perspectiva etnomatemática o herramientas diseñadas por la comunidad para resolver problemas matemáticos, (el quipu, la yupana).
Metodologías	Se hace uso de Microproyectos (Oliveras, 2005), basados en signos culturales de la comunidad
Faceta 5: Idoneidad afectiva (actitudes, emociones)	
Emociones	Se favorece la motivación de los estudiantes, que se interesen y participen Se mejora su autoestima al estudiar contenidos etnomatemáticos relacionados con su comunidad, con su cultura, con su cosmovisión
Faceta 6: Idoneidad cognitiva (aprendizajes)	
Conocimientos previos	Se tienen en cuenta: los saberes científico-matemáticos previos de los estudiantes, relacionados con su cultura, las formas de razonamiento y argumentación características de su cultura para legitimar su conocimiento en el aula
Aprendizaje	La evaluación contempla los conocimientos científico-matemáticos escolares y extraescolares

Análisis de los datos

En la investigación cualitativa interpretativa, el investigador debe acercarse a los hechos de una forma progresiva (Gurdián-Fernández, 2007). Por ello, los indicadores se utilizaron en dos etapas de profundización en los datos. En la primera etapa se observaron los episodios señalando en el instrumento diseñado si los indicadores se presentaban o no en los fenómenos de la clase. En la segunda etapa, se categorizaron los comentarios de los profesores planteados en el episodio cuatro usando los indicadores mencionados y recogiendo evidencias de ellos.

RESULTADOS

Análisis de la faceta ecológica-epistemológica

La clase analizada cumple con los criterios de la idoneidad ecológica de: a) adaptación al currículo, ya que la actividad implementada aborda el pensamiento métrico contemplado en los estándares básicos de competencias para los grados cuarto a quinto de la educación primaria colombiana (Ministerio de Educación Nacional (MEN), 2006) y se adecua al Proyecto etnoeducativo afronariñense (Organizaciones de Comunidades Negras de Nariño, 2011); b) hacer innovación didáctica utilizando resultados de una investigación previa sobre saberes tradicionales de la cultura afro de Tumaco, realizada por los mismos profesores participantes. Esto constituyó innovación didáctica, pues comúnmente las actividades se diseñan sin tener en cuenta las etnomatemáticas de la comunidad y fortaleció el proceso de enculturación de los estudiantes en la cultura tumaqueña.

Desde la idoneidad epistémica, los procedimientos realizados por los estudiantes fueron adecuados, pues realizaron la medida de la capacidad de los recipientes reiterando la unidad no convencional (Godino, 2004) y la profesora realizó comparaciones entre éstos, estableciendo relaciones entre recipientes convencionales (botellín) y culturales (la guadua y el calabazo). Los profesores observadores resaltaron que la actividad haga explícitas las unidades no convencionales como un conocimiento

etnomatemático de la cultura afrotumaqueña para medir la capacidad, pero insisten en hacer mayor énfasis en esto con los niños.

Análisis de la faceta interaccional-mediacional

La maestra integró las etnomatemáticas propias de la cultura tumaqueña, haciendo uso de un micro-proyecto (Fernández-Oliveras & Oliveras, 2015), incluyendo una situación problema donde se utilizan medidas no convencionales usadas tradicionalmente por la comunidad. La consigna de la situación problema fue llenar con agua diferentes recipientes, calabazas y guaduas (Fig. 1), comparando cuántas caben en un cubo para afianzar conceptualmente la medida de la capacidad (Godino, 2004).



Fig. 1. Estudiantes llenando con agua calabazos

Los profesores observadores recomendaron generar mayor discusión, reflexión, argumentación, entre los estudiantes, puesto que la clase fue dirigida y la interacción se dio unidireccionalmente entre maestra y estudiantes.

Análisis de la faceta afectiva-cognitiva

La situación problema inicial fue atractiva a los estudiantes, éstos se interesaron y participaron activamente, como pudo constatarse en el vídeo. La profesora enfatizó la importancia de conocer los patrones de medida no convencionales y sus equivalencias, pues pueden ser de utilidad en situaciones de la vida cotidiana, aunque no sean exactos (Fig. 2) y cerró la actividad con el canto de una ronda alusiva al tema, que motivó más a los estudiantes, como manifestaron los profesores observadores repetidamente.

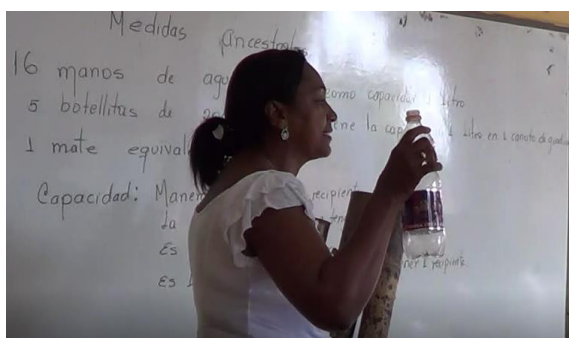


Fig. 2. Profesora mostrando equivalencias entre patrones de medida culturales y convencionales

El contenido científico-matemático fue adecuado al grado y edad de los estudiantes (MEN, 2016). Los profesores observadores llamaron la atención sobre la falta de experimentación y comprobación, por los estudiantes, de las equivalencias presentadas por la profesora.

CONCLUSIONES

Nuestra valoración final, basada en los indicadores propuestos, es que debe mejorarse la idoneidad didáctica de la clase evaluada, ya que en ella no se consigue promover reflexiones sobre la importancia de los saberes etnomatemáticos de la cultura tumaqueña, ni tampoco establecer conexiones con otras áreas. Otro aspecto a mejorar es la falta de experimentación por el alumnado, de las equivalencias entre los diferentes recipientes. Entre las fortalezas más significativas están: la adecuación del contenido a los fines de la etnoeducación, la valoración del pensamiento metrológico popular y la contextualización de la medida mediante la presencia de objetos culturales en las situaciones problema.

Esta evaluación investigativa permitió ilustrar la utilidad de los nuevos indicadores en la valoración de una clase diseñada desde la etnomatemática. También nos sirve de elemento motivador para llamar la atención sobre la necesidad de formación de los profesores en procesos de evaluación usando un instrumento de observación, con el cual identifiquen los elementos de las facetas de la idoneidad y sus indicadores, en sus diseños de clases o actividades. Un aporte adicional es promover la cultura de la evaluación entendida como un proceso permanente, crítico y propositivo para la mejora educativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLANCO-ÁLVAREZ, H., FERNÁNDEZ-OLIVERAS, A., & OLIVERAS, M. L. (2013). Innovación metodológica en la formación de maestros de matemáticas. In F. J. A. Bayo, F. D. Ramos, & P. Fernández Oliveras, et al. (Eds.), *Actas de las IV Jornadas sobre Innovación Docente y Adaptación al EEES en las Titulaciones Técnicas* (pp. 49–54). Granada: Godel Ediciones.
- BLANCO-ÁLVAREZ, H., FERNÁNDEZ-OLIVERAS, A., & OLIVERAS, M. L. (2017). Formación de profesores de matemáticas desde la Etnomatemática: estado de desarrollo. *BOLEMA: Boletim de educação matemática*, en prensa.
- FERNÁNDEZ-OLIVERAS, A., & OLIVERAS, M. L. (2015). Formación de maestros y microproyectos curriculares. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 472–495.
- GODINO, J. D. (2004). *Didáctica de las matemáticas para maestros*. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.
- (2013). Indicadores de la idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8(11), 111–132.
- GONZÁLEZ, J. (1992). Tecnología popular tradicional: medición de la capacidad de barriles y toneles por métodos empíricos. *Suma*, 11, 118–127.
- GURDIÁN-FERNÁNDEZ, A. (2007). *El paradigma cualitativo en la investigación socio-educativa*. San José: PrintCenter.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- OLIVERAS, M. L. (1996). *Etnomatemáticas: formación de profesores e innovación curricular*. Granada: Comares.
- (2005). Microproyectos para la Educación Intercultural en Europa. *Uno: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, (38), 70–81.

- OLIVERAS, M. L., & GODINO, J. D. (2015). Comparando el programa etnomatemático y el enfoque ontosemiótico: Un esbozo de análisis mutuo. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 432-449.
- ORGANIZACIONES DE COMUNIDADES NEGRAS DE NARIÑO. (2011). *Proyecto Etnoeducativo Afronariñense*. Tumaco: Secretaria Departamental de Educación de Nariño.
- SANCHEZ, F. J. (2006). Aproximación al léxico de los pesos y las medidas de capacidad en la época renacentista. *Interlingüística*, 17, 951-960.
- SHAYER, M., & ADEY, P. (1986). *La Ciencia de enseñar Ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Madrid: Narcea.

