



Etnomatemática y la construcción civil, análisis y consideraciones¹

Pablo Esteban **Arias** Vargas
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Colombia
pabloestebanariasvargas@hotmail.com

Rubén Felipe **Morales** Camargo
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Colombia
femcmath@gmail.com

Jorge Isidro **Orjuela** Bernal
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Colombia
jorgelicmat@gmail.com

Resumen.

En el presente artículo se presenta de forma general, un análisis sobre las prácticas cotidianas de un albañil. Dichas prácticas fueron analizadas desde la idea que el grupo tiene respecto a la Etnomatemática, vinculada a diferentes perspectivas teóricas que nos permiten analizar el papel que cumplen los recuerdos y los conocimientos transmitidos de forma transgeneracional, en las acciones que tiene un sujeto, frente a situaciones problemáticas asociadas a algunas de sus labores cotidianas. La investigación de la cual se desprende gira en torno a los procesos matemáticos referentes a la conversión de medidas, los ángulos y la proporcionalidad, que se dan de manera implícita en las prácticas laborales de un grupo social determinado (albañiles). Así mismo se dan a conocer una serie de consideraciones respecto a lo que se estima se podría llegar a desarrollar con personas que se desenvuelven dentro de un medio social como el mencionado.

Palabras clave: Etnomatemática, Elemento Estructural, Diseño Estructural, Conocimiento, Cognición, Diversidad Cultural, Comunicación, Matemáticas.

¹ El siguiente trabajo es la versión análisis y consideraciones del artículo publicado por la Revista Latinoamericana de Etnomatemática bajo el título *Etnomatemática y la construcción civil*, de nuestra propia autoría.

Uno de los propósitos de este artículo es presentar una lectura parcial, de las acciones de un albañil, al resolver problemas relacionados con proporcionalidad y conversión de medidas, dichas acciones son vistas como un conjunto de técnicas que le son propias y que en gran medida difieren de las técnicas presentadas en el espacio escolar. Las interpretaciones presentadas están ligadas a la concepción de Etnomatemática y son producto de un conjunto de análisis que emergieron de la continua discusión sobre el aporte que la educación matemática puede hacerle a personas que pertenezcan a este grupo social determinado.

En este sentido, de acuerdo con Arias, Morales y Orjuela (2010, p.5 y 6), la Etnomatemática

[...] corresponde al estudio de todos aquellos procesos en donde mediante la manipulación de operaciones, notaciones, representaciones, lenguajes que permitan el establecimiento, formulación y comprobación de comparaciones y modelos, uso de instrumentos y herramientas para cuantificar y cualificar el mundo. De acuerdo a esto se dirá que la Etnomatemática ha existido con la humanidad en la medida en la que el ser humano ha requerido transformar su realidad, responder a las problemáticas emergentes de dichas transformaciones o responder de forma ordenada a dificultades que surgen en su intención de transformar.

También se considera importante destacar que la Etnomatemática no se reduce al estudio de esos procesos, sino que en gran medida su razón de ser está ligada a la necesidad de explicar los fenómenos asociados a la matemática que desarrollan grupos culturales definidos [...]

Es importante mostrar además que la matemática (desde el enfoque de la Etnomatemática) no se refiere únicamente al uso de algoritmos, números, operaciones, demostraciones, corolarios, postulados y axiomas de la sintaxis matemática, sino que se refiere a la explicación que cada grupo humano hace del mundo desde la comparación, la medición y el intercambio (sea comercial o no). La razón por la cual se afirma lo anterior, corresponde a la intención de hacer un fuerte señalamiento que contribuya en cierta medida a entender la Etnomatemática como un campo de investigación que quiere reivindicar la forma como se enseña la matemática escolar y al mismo tiempo destacar el valor que representa para la sociedad mundial la valoración de la existencia de (...) *diferentes prácticas comunes al cotidiano de la gente que responden a una estructura propia e igualmente coherente con sus referenciales* (...) (López, s.f, p. 3).

Ahora bien, para comenzar hablaremos del contexto en el cual se desarrollan las acciones del albañil, como una región en la que se usa la matemática de manera informal, es decir que el conjunto de prácticas que se desarrollan allí, a pesar de estar ligadas a nociones, conceptos, y procedimientos propios de la matemática, poseen un conjunto de notaciones, algoritmos y métodos de cálculo, que difieren en gran medida de los enseñados en el aula de clase.

Por otro lado estableceremos que es una región donde confluyen diferentes tipos de situaciones, que están vinculadas a problemas simples de medida, y hasta complejos razonamientos respecto a la armonía y la esteticidad, que son resueltas en la mayor parte de los casos, sin mayor dificultad, de manera que si se analiza esta región se puede llegar a concluir que el albañil, posee un conjunto de saberes que le permiten ejecutar acciones para resolver dichos problemas; no obstante siempre se podrá encontrar posturas que difieran de ello, por tanto proponemos lo siguiente:

Veamos cualquier tipo de edificación y pensemos acerca de algunas acciones que puede desarrollar un albañil en ella; empecemos por izar las paredes, para hacerlo el albañil debe considerar la dimensión de las mismas, la cantidad de material que ha de usar, el diseño dado por el cliente, el arquitecto y/o el ingeniero, el tipo de construcción a realizar de acuerdo al uso que se va a dar a la edificación y otro tipo de consideraciones que no hacen fácil su tarea, sin embargo algunos albañiles al resolver la tarea de izar paredes son altamente diligentes.

Tal es el caso de Guillermo, un albañil colombiano con una edad aproximada de 40 años, y más de cinco años desempeñando dicha profesión; quien afirma que para izar paredes es importante considerar inicialmente la superficie en la cual se ha de construir; para él es importante que la pared se encuentre a nivel con el piso, es decir que entre el piso y la pared exista un ángulo recto, cabe aclarar que él albañil no habla de ángulos rectos, y que sus afirmaciones respecto al nivel se refieren a la marcación que indican algunos de los instrumentos que usa cotidianamente, para este caso un nivel o una plomada.

Nivelar es una de las acciones que hace el albañil, es una labor compleja que requiere básicamente tres cosas, la primera corresponde a los instrumentos de medición, la segunda al saber asociado al uso de los instrumentos, y el tercero el saber correspondiente a las acciones que se debe llevar a cabo en caso de que los instrumentos revelen que no existe dicha nivelación. No obstante para cada una de esas cosas Guillermo establece que las acciones a ejecutar ya son parte de su cotidianidad, que están fundamentadas en la reiteración de procedimientos que fueron aprendidos tras la observación de lo que otros albañiles desarrollaron.

Puede decirse que Guillermo usa exclusivamente la información que posee para desarrollar la nivelación, dicha información puede caracterizarse como recuerdos, de acuerdo a lo expuesto por Blanco y Barrantes (2003, p.110), dado que corresponden *a una información pobre, organizada y limitada a lo importante*, en este caso únicamente a la acción descrita anteriormente.

Ahora bien, Guillermo como cualquier albañil, dentro de su diario vivir no realiza labores únicas de nivelación, sino que en la misma tarea de izar paredes debe tener en cuenta un factor importante como lo son los materiales intentando –de acuerdo a lo comentado por él mismo- hay que procurar “que no se genere desperdicio de éste”, por lo tanto es necesario estimar cantidades tanto de mezcla como de ladrillos o bloques; tal estimación es realizada teniendo en cuenta las dimensiones del espacio que se pretende “construir o remodelar”. Cabe destacar que los cálculos que él desarrolla para estimar la cantidad de material necesario, se basan primordialmente en la experiencia adquirida por medio de la observación y la práctica.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, pareciese que la actividad matemática se encuentra diluida y expresada únicamente en términos numéricos que expresan cantidades, no obstante al realizar un análisis un poco más minucioso de las acciones que describe Guillermo para el desarrollo de esta actividad, se evidencia el uso de la proporcionalidad como si fuese necesario y relevante en la medida en que permite que el izar una determinada pared, bajo unos ciertos requerimientos -tales como el tipo de material y las dimensiones de la pared- sea una tarea fácil de cumplir.

La proporcionalidad también se evidencia en otras aplicaciones de la construcción, tal es el caso de los acabados en las obras, los cuales de acuerdo a lo afirmado por Guillermo, requieren del establecimiento de relaciones y cálculos, por ejemplo si se quiere pintar una pared, la acción se basa en la cantidad necesaria para pintar una superficie de área de 3m por 3m, para la cual se requiere un galón y medio de pintura, en este sentido por medio de la ayuda del metro como instrumento de medición encuentra la medida de la pared que se desea pintar y se hace el cálculo teniendo presente que entre mayor sea el área de la pared, mayor será la cantidad de pintura usada, es decir que la cantidad de pintura crecerá a razón del tamaño de la pared.

Otro caso similar ocurre en el momento de hacer pisos, en las situaciones asociadas a esta actividad el albañil trabaja estableciendo que “por cada tres carretilladas que se emplean para hacer un piso se hace necesario utilizar un bulto de cemento”, no obstante la calidad del trabajo puede variar de acuerdo al tipo de uso que se haga del mismo o por sugerencia expresa de la persona que está contratando el trabajo, razón por la cual la relación de 3 a 1 puede convertirse en una relación de 1 a 1.

Cabe señalar que al establecer estas relaciones, el albañil aplica métodos asociados a la proporcionalidad, tales como la regla de tres directa, la cual es usada en el momento de realizar cotizaciones o en el establecimiento de la cantidad de material requerida para llevar a cabo cualquier tarea asociada a su profesión, un ejemplo de ello puede verse en la actividad de hacer pisos en la que se tiene en cuenta que para cada 12m² se utiliza 1m³ de arena; también es necesario aclarar que los cálculos desarrollados se apoyan en el uso de una calculadora.

Todo lo anterior nos permite afirmar que a pesar del uso efectivo que se hace de la proporcionalidad los conceptos asociados a ésta no se encuentran constituidos de manera formal sino que se hace uso de ellos sin que se tenga una conciencia clara de lo que representa.

En este momento el lector podrá cuestionar la forma cómo se está validando y estableciendo el uso de la regla de tres en la información presentada por Guillermo, por tanto para evitar este inconveniente se referirá de nuevo a la actividad de pintura, desde la cual se puede dar cuenta del dominio de este concepto matemático, al presentar una variable a la situación inicial en la cual se pedía incluir dentro del diseño de la pared algunas ventanas las cuales modificaban el área de trabajo y al tiempo la cantidad de material necesaria para hacer la compra del material y correspondiente cantidad a usar.

La discusión en la que nos hemos sumergido requiere que en este momento hagamos una pregunta que logre dinamizar el proceso, consideramos pertinente por tanto preguntar: ¿De qué forma se activa la información que posee Guillermo, para que en las situaciones mencionadas él logre plantear soluciones acertadas?

Trataremos de acercarnos a esa pregunta desde lo propuesto por Blanco y Barrantes (2003, p. 111-112), quienes afirman que la construcción de conocimiento se relaciona con tres aspectos: los recuerdos, las concepciones y las expectativas; el primero de estos aspectos fue descrito anteriormente; para el caso de las concepciones se tiene que son [...] *el Conjunto de creencias y posicionamientos que el investigador interpreta posee el individuo, a partir de sus opiniones y respuestas a preguntas sobre su práctica*, por lo tanto se da paso a considerarlas como el conjunto de creencias que permiten al sujeto

asumir una postura crítica y reflexiva, frente a las diferentes problemáticas que se le presentan y además que corresponde a todos los modelos que el sujeto ha establecido mediante su experiencia y le permiten reconocer una situación problema (similar a otra) y trazar un plan para solucionarla.

Ahora, volviendo un poco a las acciones que realiza Guillermo, afirmaremos que para poder “resolver” cualquier tipo de trabajo que se le presente dentro de su labor, él acude de manera directa a su experiencia, la cual se encuentra mediada por diferentes procesos matemáticos los cuales se pueden asociar a diferentes conceptos también matemáticos que al ser entrelazados constituyen una estructura conceptual, que vista desde las matemáticas formales no se encuentra bien constituida pero que desde su quehacer como albañil, le permiten desarrollar su trabajo de manera óptima.

Otra de las actividades que se pueden analizar, corresponde al establecimiento de equivalencias y unidades de medida en el momento de hacer cotizaciones o de solicitar una cantidad de material. Esta acción es desarrollada por el albañil a través de un sistema de unidades y subunidades que no posee regularidad, pero que le favorece el establecimiento de aproximaciones respecto a la cantidad de material que se va a usar. De acuerdo con esto, se observa claramente, que cuando Guillermo da a conocer la forma como se establecen las medidas ya sea en “paladas”, “carretilladas” o “volquetadas” sea cual sea el material – arena, gravilla, etc.-, incluso entre galones y “cuñetes” de pintura, la no existencia de un patrón que permita establecer una regularidad, no representa ningún tipo de obstáculo para que los cálculos se hagan de la manera correcta respecto a lo que realmente se necesita para desempeñar una determinada labor dentro de ese medio.

En este sentido se evidencia por medio de la tabla 1, las relaciones que establece Guillermo, a partir de correspondencias análogas a unidades de orden superior, es así como algunas de las medidas abarcan a varias unidades de las anteriores.

Tabla 1. Equivalencias.

Tipo de material	Unidad de medida	Equivalencia 1	Equivalencia 2	Equivalencia 3
Arena.	Volquetada	3 m ³	36 carretilladas	864 paladas
Cemento.	Tonelada	20 bultos	1000 kilogramos	
Pintura.	Galón.	1/5 De cuñete.	3785 ml	

Nota: La tabla corresponde a las unidades de medida usadas por Guillermo para calcular la cantidad de material que debe solicitar.

Análisis de las acciones desarrolladas por el albañil:

Algunas consideraciones presentadas a continuación se hacen en relación a los procesos matemáticos expuestos por Godino J; Batanero C; Font V (2003, p. 38), desde donde se destacan cinco aspectos y su respectiva asignación con las acciones ejecutadas por Guillermo a la hora de resolver la siguiente situación²:

² Tomado del artículo: *Etnomatemática y la construcción civil*

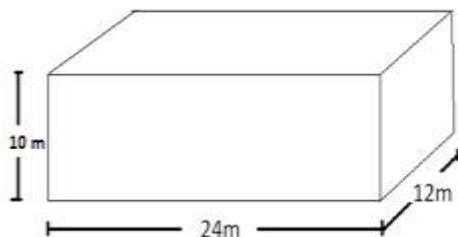


Figura 1. Presentación de la situación. Representación gráfica de la bodega a tratar.

Se tiene una bodega cuyas dimensiones son 24m de fondo, 12m de frente y 10m de alto.

Se quiere saber qué cantidad de material se requiere para pañetarla y pintarla.

¿Qué cantidad de material se necesita para pintar y pañetar?

¿Cuál es el proceso que se lleva a cabo para saber esas cantidades?

Resolución de problemas (que implica exploración de posibles soluciones, modelización de la realidad, desarrollo de estrategias y aplicación de técnicas):

Guillermo se enfrentó a la situación empleando una serie de modelos los cuales eran representados por medio de gráficas que le facilitaban organizar la información que se obtenía. El uso de la calculadora también fue necesario puesto que permitió una mayor precisión en los cálculos –según el albañil-, en este sentido se evidenció dominio en el uso de la calculadora.

Así mismo, Guillermo empleó algunas técnicas de la aritmética básica en las que se operaban datos de la situación para obtener cantidades como el área total de la figura, donde sólo determinaba la de un lado y después la multiplicaba por dos –haciendo referencia a que la bodega tenía todos los lados iguales-. Al determinar ciertas cantidades se tenía en cuenta la medida correspondiente a cada una de ellas, es el caso del cemento para pañetar la bodega completamente, en el que se supo que se emplearían sesenta bultos de cemento a lo cual se le asignó de forma acertada otra manera de medir la misma cantidad, para que eran necesarias tres toneladas de cemento. Estas asignaciones a medidas estándar se hacían con frecuencia con otros materiales, por ejemplo en el caso de la pintura por galones respecto a los cuñetes.

Visto desde la proporcionalidad, este era uno de los procesos que más se empleaba para la obtención de los resultados, en este sentido era de forma mecánica que el albañil determinaba ciertas medidas, por ejemplo se sabía que para cierta cantidad de metros cuadrados obtenidos por medio del área, se emplearía una cantidad de carretilladas de arena a la cual le correspondía cierta cantidad de cemento.

Representación (uso de recursos verbales, simbólicos y gráficos, traducción y conversión entre los mismos).

Dentro de las acciones desarrolladas por Guillermo en la resolución de la situación, se logró observar la manera como acude a diferentes tipos de representación, se resalta la cohesión que genera entre estos con el fin de apoyar de manera mutua lo que intenta expresar por medio de estas representaciones, es así como se destacan tanto la escritura

como el uso de símbolos, asignados a los datos que se obtenían en la medida en que se operaban diferentes magnitudes y que se acompañaba por palabras que permiten generar significado entorno a lo que se pone sobre el papel y que sin el recurso narrativo no permiten una comprensión global de lo expresado en tal resolución y viceversa. La mayoría de los símbolos que se presentaban era de la forma de las iniciales de las palabras las cuales se querían representar, por ejemplo para el dato de la cantidad veintitrés paladas de arena se colocaba 23p.a.

Comunicación (diálogo y discusión).

Esta se hizo en dos sentidos, escrita y oral, la primera fundamenta en lo presentado por Guillermo en el papel en el que expresaba las cantidades de forma desorganizada, a las cuales se les asignaba unas letras al final de cada expresión, lo que le permitía después operar las cantidades sin perder la cuenta de cada una de ellas. La segunda iba acompañada por la expresión escrita, por medio de ella se hacía claridad respecto a las razones por las cuales los datos eran agrupados, cabe aclarar que las expresiones usadas por el albañil, respecto a las medidas de agrupación, difieren de los usados en las aulas de clase, pero facilitan la explicación de algunos de los procesos que llevaba a cabo. Por otro lado sólo hacía cuentas en la calculadora y las escribía en el papel sin tener presente el orden de los datos, a estos tal como se afirmó anteriormente sólo les asignaba letras al final de cada cantidad.

Justificación (con distintos tipos de argumentaciones inductivas, deductivas, etc.).

Las acciones desarrolladas por Guillermo a primera vista pareciese que refieren únicamente a los cálculos requeridos para dar solución a la situación planteada, sin embargo, se considera importante señalar que dichas acciones están orientadas desde la experiencia adquirida a lo largo de los años de observación y ejecución de las labores como albañil, de acuerdo con esto, el uso de diferentes técnicas y procesos para resolver la situación presentada se fundamentan en situaciones similares, las cuales constituyen -en este caso- la mayor justificación plausible a sus acciones.

Adicionalmente el uso de recursos tales como la calculadora y el registro escrito usado a lo largo de la resolución de la situación, está fundamentado en la misma cotidianidad del albañil, la asignación de letras y la significación de las mismas según el material que representan, corresponde a un recurso que él considera favorece la realización de cotizaciones. La escogencia de las relaciones entre cemento y arena, para lograr duración y dureza en la mezcla usada en el pañete, no son establecidas por el albañil, sino por el cliente, de manera que este tipo de datos no son justificados por él.

El desarrollo de las cuentas, respecto a la cantidad de material requerido para el pañete, pintura y demás acciones, corresponden al uso de algoritmos que se pueden utilizar en diferentes situaciones, no obstante la escogencia de estos – de acuerdo a lo afirmado por Guillermo- es la más rápida y las más acertada, pues en la mayoría de las ocasiones el cliente sólo necesitaba la respectiva cotización. El albañil argumentó oralmente cada uno de los pasos que llevaba a cabo, este proceso era sustentado por medio de la escritura. Lo mismo sucedía cuando escribía algo que salía de forma arbitraria, justificaba tratando de relacionar los datos anteriores con el que se ponía.

Conexión (establecimiento de relaciones entre distintos objetos matemáticos).

La conversión de unidades se hacía de manera mecánica pues Guillermo trabaja con medidas estándar y arbitrarias que le permiten establecer relaciones entre las diferentes cantidades de material. En esta dirección, cuando se resolvió la situación, se estableció que para doscientos dieciséis metros cuadrados en una bodega se emplearía dieciocho metros cúbicos de arena, para la cual se tenía una proporción estándar de doce metros cuadrados por cada metro cúbico de arena. El establecimiento de estas medidas no está adscrito a ningún método y como ya se mencionó anteriormente el albañil usa únicamente la experiencia, pues estas proporciones se ganaban en la medida en que se experimentaba con diferentes materiales. Es decir, esta medida aplicaría para materiales que tuvieran condiciones de fabricación similares en lo posible.

Realizamos anteriormente un panorama de las acciones ejecutadas por Guillermo, desde la resolución de problemas y por tanto un acercamiento a lo que consideramos es actividad matemática, dentro de sus labores cotidianas, por tanto y a manera de conclusión queremos destacar, teniendo en cuenta lo observado dentro de las labores que desarrolla Guillermo, que en el medio de la construcción civil, las personas que se desenvuelven allí, su gran mayoría responden a una serie de acciones que se generan de manera casi mecánica, que han sido aprendidas de manera transgeneracional y son perfeccionadas por medio de la reiteración sin que se preste demasiada atención a los conceptos matemáticos que se ponen en juego al desarrollar actividades propias de su diario vivir; con lo anterior también se espera dejar claro que en este medio, no se reconocen únicamente las nociones, conceptos, razonamientos y procedimientos matemáticos mencionados en el actual trabajo, sino que entorno a esta profesión se observan otro tipo ramificaciones de las matemáticas como lo son la geometría y el álgebra, ramificaciones que pretenden evidenciarse con mayor detalle en posteriores investigaciones.

Adicionalmente destacamos que las acciones de los albañiles al desarrollar cálculos y procedimientos que se apoyan en la matemática, a pesar de no estar completamente ligadas a la matemática que se enseña en las instituciones educativas en Colombia, le permiten a los integrantes de este grupo social, tomar decisiones de forma responsable, y prever las consecuencias de sus acciones particulares y colectivas, con habilidades y capacidades cognitivas y procedimentales que en gran medida pueden enriquecerse si las mismas instituciones educativas y la comunidad en general empieza a considerar la importancia que tienen las prácticas de los albañiles.

Creemos que la Etnomatemática aporta grandes referentes a la educación matemática y sabemos que no se reduce al estudio de los procesos matemáticos de grupos sociales determinados, por el contrario, nos atrevemos a afirmar que es una explicación certera, eficaz y muy pertinente, respecto a la forma de ver, hacer y expresar la matemática lo cual hace que su razón de ser esté ligada a la necesidad de explicar los fenómenos asociados a la matemática que desarrollan grupos culturales definidos.

Ya por último, y basándonos en la definición de cultura expresada por D´ambrosio, (citado por de Oliveira 2010, p 165), es posible decir, que los albañiles, poseen un conjunto de estilos cognitivos que son compartidos por ellos, dado que se encuentran en un espacio y un tiempo determinado, que les impone, a la vez que les provee, un conocimiento limitado, que se ve favorecido por el uso de algunos instrumentos que en la medida en que

se reitera su uso, se hacen fundamentales para dar una explicación de la realidad y por ende favorecen la toma de postura crítica y reflexiva, frente a las diferentes problemáticas que se presentan y además le permiten al albañil reconocer una situación problema y trazar un plan para solucionarla

Referencias y bibliografía

- Arias, P.; Morales, R. & Orjuela, J. (2010). Etnomatemática y la Construcción Civil. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 3(1). 4-30. Disponible en:
http://www.etnomatematica.org/v3-n1-febrero2010/arias_morales_orjuela.pdf
- Blanco, L. Barrantes, M. (2003). Concepciones de los estudiantes para maestro en España sobre la geometría escolar y su enseñanza-aprendizaje. *Revista latinoamericana de investigación en matemática Educativa*. Vol. 6, Núm. 2, julio, pp 107-132
- De Oliveira, S. (2010). Escola Professores e Alunos: Uma Fragmentação Cultural Na Sala. Publicado en: Da Silva, a. ET AL (ORG) *Educação Etnomatemática: concepções e trajetórias*. P. 163-173.
- Godino, J; Batanero. C; y Font. V. (2003) Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros. Departamento de Didáctica de la Matemática. Facultad de Ciencias de la Educación Universidad de Granada. (España) Disponible en:
<http://www.ugr.es/local/jgodino/edumat-maestros/>
- López, S. (s,f). *Historia y Etnomatemática: significados y Perspectivas metodológicas*. Centro de Ciências Exactas e Tecnológicas. Universidade do Oeste do Paraná Campus de Cascavel Brasil.