

# MODELACIÓN MATEMÁTICA SITUADA EN UN OFICIO. EL CASO DE ARTESANOS DE LA MADERA

## MATHEMATICAL MODELING LOCATED IN A JOB. STUDY CASE THE WOOD CRAFTSMEN

Armando Aroca<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lic. Matemáticas, Magister en Educación, Estudiante del Doctorado Interinstitucional de Educación DIE-UID, con énfasis en Educación Matemática, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Profesor Asociado. Universidad del Atlántico, calle 74 No. 38-100, Apto 901, Bloque 3, Conjunto Residencial Altos de Betania, Barranquilla, Colombia, e-mail: armandoaroca@mail.uniatlantico.edu.co

Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 19(1): 227-235, Enero-Junio, 2016

### RESUMEN

El objetivo de este artículo es presentar el análisis del proceso de modelación que se da en el tallado de objetos, hechos artesanalmente en madera. En este análisis, se hizo énfasis en tres estados, que hacen visible el modelo mental que se va representando en el estado rústico del objeto, en la pre-forma básica y en la forma establecida, llegando así a un modelo público o privado. También, se analiza el papel que juegan las herramientas en la modelación que conlleva a los objetos tallados. El problema consistió en el desconocimiento del proceso de modelación que emplean artesanos en el tallado de la madera y su potencial educativo. La metodología fue cualitativa de corte etnográfico, se emplearon entrevistas individuales y observación participante. Por último, se presentan algunas conclusiones sobre el análisis y resultados. Una de estas conclusiones consiste en que al mostrar el paso a paso de cómo son materializados los modelos ya compartidos por todos aquellos que practican la actividad artesanal, no es necesario traducir o colocar la experiencia y los modelos de los artesanos, en función de la matemática académica.

Palabras clave: Modelo mental, modelación, herramientas, diseños en madera, etnomatemática.

### SUMMARY

The objective of this article is to present a research in which the wood-shaping and wood-crafts making process is analyzed. Based on this, the emphasis was placed on three states that show out the artistic idea on the artwork: the original state of the object, a pre-form of it, and a final shape of it. Also, the role of the modelling/shaping tools was studied. As well, there was a problem and it was to disregard the wood-shaping process of the artisans and their educational potential. The

methodology was qualitative with ethnographic approaches. Individual interviews and participants' observations were used. At the end, conclusions on the analysis and results were presented. One of these conclusions is about how showing the step-by-step, of the craftmodels making and how they are shared by all the participants in the activity, is not necessary to put experiences and models of the artisans based on academic mathematics.

Key words: Mental model, modeling, tools, wood designs, ethnomathematics.

### INTRODUCCIÓN

Bishop (1999) presenta seis actividades que considera universales y que generan pensamiento matemático. Entre estas, están las actividades de Diseñar, que se refieren a la tecnología, a los artefactos y a los objetos manufacturados, que todas las culturas crean para su vida doméstica, para el comercio, para adornar, para la guerra, para jugar y con fines religiosos. Este investigador apunta que la esencia de diseñar es transformar una parte de la naturaleza, es decir, tomar materiales de la naturaleza, sea madera, arcilla o terreno y transformarlos en objetos. Así, diseñar implica imponer una estructura particular a la naturaleza, lo que se podría denominar un modelo mental privado que por reproducción, mediante la imitación, termina convirtiéndose en modelo mental público. Diseñar implica abstraer una forma de la realidad; el diseño de objetos, por ejemplo, ofrece la posibilidad de imaginar formas, figuras y pautas en el entorno, como argumenta dicho autor.

La actividad de diseñar está ligada a un potencial geométrico y matemático, a veces muy complejo, desde el cual, son desarrolladas ideas, formas, patrones figurales, configuraciones y hasta se pueden desarrollar en Educación Matemática,

alternativas pedagógicas. En este marco, aparecen dos tipos de investigaciones, en la amplia bibliografía desarrollada.

De un lado, se encuentra el análisis del diseño, que se representa por medio de un objeto, por ejemplo, gran parte de las investigaciones de Gerdes (2010; 2011), en África; también están las de Aroca (2008; 2013), en Colombia; Dias *et al.* (2015), en Angola y Graças & Marinho (2015), en Brasil. De este tipo de pesquisas, se deriva un enfoque centrado en mostrar la relación de las actividades de diseño con expresiones de la vida o manifestaciones de la cultura local, como en Sufiatti *et al.* (2013), en Fuentes (2012), en Gerdes (2011), entre otros. Y por otro lado, hay otro tipo de investigaciones centradas en el análisis del diseño, que luego busca una relación o aplicación con la Educación Matemática (Gerdes, 1999; Enríquez *et al.* 2012; Aroca, 2015; Catarino *et al.* 2014), entre otros.

Un segundo tema de fondo es sobre las conceptualizaciones de imagen mental, modelo mental, modelación, modelaje matemático o etnomodelaje en el Programa Etnomatemática; es prudente precisar sus relaciones y posibles intersecciones. En D'Amore (2006), se presenta la constitución de un modelo mental, entendiéndolo como una imagen inicialmente cambiante, que se va volviendo estable, a partir de estímulos y que tiende a permanecer así, ante la aparición de nuevos estímulos o imágenes sobre un objeto, situación o proceso. Así, el estímulo precede a la imagen mental y las sucesivas transformaciones de ésta, hasta estabilizarse en el modelo mental.

Villa-Ochoa *et al.* (2010b) plantean que “los términos modelo y modelación tienen en la actualidad múltiples interpretaciones las cuales emergen desde diferentes perspectivas”. Un poco más adelante, plantea que “en el campo de la Educación Matemática, el concepto de modelación por su parte, está anclado al concepto de modelo, describiéndose de modo general, como el proceso involucrado en la obtención de modelos. Entonces la modelación conlleva a la conformación de un modelo o modelos”. Madruga (2014) establece el modelo externo, cuando se hace visible y que está relacionado con diversos sub modelos que lo constituyen. Entre las cinco perspectivas sobre la modelación que se plantean en Villa-Ochoa *et al.* (2010a), están la perspectiva realista o modelación aplicada y la perspectiva socio-crítica; estas dos perspectivas son de interés para este artículo. Dichos autores, las describen de la siguiente forma: “al interior de la perspectiva realística, observamos que la noción “realidad” se encuentra cercana al estudio de los contextos en la vida cotidiana, el entorno y las demás ciencias; contextos que Villa-Ochoa *et al.* (2009), también vienen defendiendo para el trabajo en el aula de clase”. Mientras que la perspectiva socio-crítica, se plantea en los siguientes términos. “La modelación enmarcada desde una perspectiva sociocrítica

(Kaiser & Sriraman, 2006), reivindica la necesidad de promover el pensamiento crítico sobre el papel de la matemática en la sociedad, sobre la naturaleza de los modelos matemáticos y sobre la función de la modelación en la sociedad. En este mismo sentido, Araújo (2009) resalta la importancia de abordar situaciones escogidas por los mismos estudiantes, acordes con sus intereses y a sus condiciones culturales y en ese contexto”.

Continuando con el análisis sobre las conceptualizaciones de imagen mental, modelo mental, modelación, modelaje matemático o etnomodelaje, se encuentran algunos trabajos de Rosa & Orey (2010), donde presentan el concepto de “etnomodelagem” o en español, “etnomodelación”. Dichos autores, consideran que la “matemática utilizada fuera de la escuela puede ser considerada como un proceso de etnomodelaje y no como un mero proceso de manipulación de números y procedimientos”. Como se podrá notar, la etnomodelación tiene una gran afinidad con las dos perspectivas que se presentaron en Villa-Ochoa *et al.* (2010a). Rosa & Orey (2010) muestran cómo la etnomodelación se vuelve una herramienta de acción pedagógica para el Programa Etnomatemática y, de paso, para la Educación Matemática.

De lo anterior, se puede establecer algunas diferencias y encuentros, al considerar que la modelación es vista como la dinámica dialéctica entre estímulos e imágenes mentales, que conllevan a fijar temporalmente y en ciertas circunstancias atemporalmente un modelo mental, así la actividad de diseñar es una expresión de modelación. La diferencia radica en que si este proceso se da por fuera del aula de clases es denominado etnomodelación. En general, modelación sería el análisis de la exteriorización del modelo mental y es lo que se pretende mostrar en este artículo: hacer una aproximación al proceso de modelación que emplean los artesanos, al momento de tallar objetos de madera.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los artesanos –protagonistas de este artículo- son Serafín [S<sub>1</sub>] y Santiago [S<sub>2</sub>], hombres adultos de 60 años de edad en promedio y con más de 20 años de experiencia en el oficio del tallado de la madera. Ellos residen en casas dispersas a la orilla de la carretera en Córdoba, corregimiento de Buenaventura, departamento del Valle del Cauca, Colombia.

Para elaborar los registros de este trabajo, se realizaron seis entrevistas durante el 2014. En el segundo semestre del 2015, se hicieron corroboraciones *in situ*, de algunas hipótesis planteadas en el análisis de los audios y trabajo de campo. Se empleó la investigación cualitativa, desde un enfoque etnográfico, debido a las exigencias mismas del contexto, donde se da la práctica. Esta forma de proceder estuvo relacionada con la necesidad de utilizar una amplia gama de

instrumentos, como entrevistas individuales lo que permitió cara a cara con el entrevistado; también, se hicieron grabaciones de las entrevistas y su posterior transcripción y análisis, toma de fotos digitales y notas de campo. Todos estos instrumentos o estrategias metodológicas permitieron una mejor comprensión de las prácticas y saberes de los artesanos y recrear la situación natural del proceso de modelación o exteriorización del modelo mental.

Para la recolección y el análisis de la información, se consolidó una bibliografía relacionada con estos aspectos, Vasilachis (2006), Flick (2002), Creswell (1998) y Denzin & Lincoln (1994). La forma operativa de la recolección de datos consistió en la observación científica, tomando como referencia a Bonilla & Rodríguez (2005). Las entrevistas individuales a los dos artesanos, se realizaron mientras ellos cortaban un árbol en la selva o tallaban objetos en sus respectivos lugares de trabajo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**El inicio laboral de Serafín y un primer análisis sobre la modelación matemática:** A Serafín se le preguntó cómo había aprendido el oficio del tallado y cómo había empezado a organizar su trabajo. A lo que respondió:

“**S1:** Vi a un primo mío que trabaja acá arriba en esto y un día llegué, como usted llegó ahorita, estaba trabajando y yo me puse a mirarlo y sí... dije yo, yo también puedo hacer eso. Y aquí había uno que era antiguamente trabajador de la artesanía, entonces, yo me puse a conversar con él. Cómo hago yo pa’ aprender estas cosas. Y me dijo: nooo... aprendes... tené este formón (cincel) y esta azuela y te ponés a practicar. Y verdad, me fui al monte y corté mi palo y saqué la batea, mi primera bateíta, una pequeñita así y me puse a trabajarla y verdad... y salió preciso. Y la primera batea, me acuerdo que hice, me la compró una cuñada, taba yo trabajándola en mi casa, cuando llegó ella y dijo y esta cosita tan bonita, véndame una... y yo le dije ahí está, en ese tiempo se vendían sino a \$500 o \$400 y ahí me quedé; me fui aprendiendo y la batea redonda no tenía idea pues, y un día le dije a unos muchachos que sabían... vamos pal monte a sacá unas bateas que yo necesito y nos fuimos y sí, tumbamos el palo, el árbol grande y ya empezaron a trabajar y yo mirando, si sacamos batea, sacaron a mí y trajimos pa’ la casa y ya llegué al otro día y dejamos el palo tumbao y yo sí así es... yo mañana me voy con mi hacha y saco batea y me fui!! (risas), verdad!!!, y pin pin, ime traje tres!, cuando vieron los muchachos las tré bateas que traía, me dijo ¿ivos que no sabía pues!? ¡Pues yo lo vi ayer como hacían!”.

De la descripción anterior, más lo observado en las entrevistas, se puede inferir que hay algunas imágenes mentales, que no necesariamente tendrán el mismo orden, que rigen

un determinado proceso de modelación que conlleva a un objeto tallado: 1) Observación como proceso de aprendizaje; 2) Ensayo, error y perseverancia, como sumario de optimización de los procesos, la etapa más crítica en cuanto al desarrollo y empleo de herramientas y, por ende, incorporación de la abstracción y mayor empleo de pensamiento matemático; 3) Lenguaje de explicación de la actividad que no es necesariamente verbal y más aún ágrafo, en su mayoría es gestual o de acción de trabajo, por lo general, se enseña haciendo y cuando este lenguaje de enseñanza es verbal, a base de instrucciones es porque hacen parte de la experiencia de vida. Estas conclusiones, se repiten en otras prácticas sociales, además que no necesariamente son de estricta secuencia, lo que se puede notar, por ejemplo, en Gerdes (2011) y Aroca (2009). Cuando en algunos casos, muy concretos, un artesano le pide explicación a otro más experimentado para tallar cierto objeto, esto sería un nuevo proceso de modelación para la elaboración de dicho objeto, que no está en los objetivos de este artículo.

**Desde el árbol, troncos sin formas, hasta el modelo mental exteriorizado por medio del tallado:** Serafín va al monte a buscar el árbol sea de Caimo o Caimito, Sande o Anime. Solo lleva el hacha, lo tumba y, si es el caso, se trae troncos o moldes (el estado rústico de la forma) y poco a poco, por cada día, se va trayendo el árbol completo; estos troncos cortados son los que anteceden la preforma. La preforma tiene dos parámetros básicos y únicos, asignados por el artesano, que son esenciales para todos los objetos que se deseen tallar, el diámetro y el largo. En realidad tienen tres dimensiones, son objetos cilíndricos, pero el artesano, por cuestiones prácticas, contempla estas dos. En consecuencia, da la sensación de que existiesen tres estados, que se podrían determinar cómo lo rústico, la preforma y la forma: en el estado rústico, solo hay un madero cilíndrico, que tiene aproximadamente la longitud del objeto mental que se piensa tallar y al momento de ser tallado, el artesano puede cambiar su decisión sobre este objeto, mientras que en la preforma, ya fueron determinadas las dos dimensiones, lo que implica que el objeto mental ha comenzado a tomar forma, en este momento, una imagen mental más consolidada; la decisión ha sido tomada y conduce inexorablemente al modelo mental que se hace visible, por medio del tallado. La forma es el objeto tallado. El siguiente diálogo precisa lo anterior.

“**Entrevistador [E]:** ¿Cuándo usted ve el tronco, usted sabe de inmediato qué se puede sacar de ahí?”

**S2:** Ah, sí, ya se sabe. Si sale un mecedor, si sale un molinillo, una batea...

**E:** ¿Y cómo sabe usted eso?

**S2:** Se sabe por la forma en que está el tronco.

**E:** ¿Cómo así? ¿Es por el tronco o por lo que usted ya sabe antes de llegar al árbol?”

**S<sub>2</sub>:** Por ejemplo, de un tronquito pequeño hacemos un molinillo; un tronquito más grandecito, podemos rajarlo y hacer una cuchara y un mecedor; si el tronco es más grueso podemos sacar una tabla batea; si es más grueso sacamos una batea larguita y si es grueso-grueso, sacamos una batea redonda, según el grande.

**E:** ¿Usted ve al monte, usted lleva en su mente lo que quiere ir a buscar o es cuando llega al árbol y dependiendo, entonces, del ancho del tronco y las ramas, éstas le dicen a usted es mejor sacar esto y esto otro?

**S<sub>2</sub>:** Uno tiene que llevar a que va, pongamos, yo necesito aquí en el puesto tres bateas redondas, por decí algo, yo cojo mi hacha (pega una palmada), me voy a la montaña, busco el palo especial, porque un palo debe ser grueso”.

Por lo menos, en el modelo mental de Santiago hay cinco clasificaciones de las formas que desea tallar, a partir de la longitud y del grueso del tronco: 1) Aquellas que se pueden sacar de un tronquito pequeño; 2) Aquellas que se pueden sacar de un tronquito más grandecito; 3) Aquellas que se pueden sacar de un tronco más grueso; 4) Aquellas que se pueden sacar de un tronco más grueso que el anterior y 5) Aquellas que se pueden sacar de un tronco grueso-grueso. Estas clasificaciones subjetivas del artesano, serían:

- Tronquito pequeño {1}
- Tronquito más grandecito {2}
- Tronco más grueso {3}
- Tronco más grueso (que el anterior) {4}
- Tronco grueso-grueso {5}

En {1} y {2} no se puede tallar en ellos objetos que sirvan como recipientes o que, por lo menos, tengan algún tipo de concavidad, excepto la cuchara. La diferencia que existe entre estas dos primeras clasificaciones es de escala, más grande o más pequeño, más ancho o más delgado, más plano o más grueso. Estos objetos son tallados para una aplicabilidad sobre otra cosa, por ejemplo, menear la sopa, raspar un dulce de coco, voltear un pedazo de carne que se asa. {3}, {4} y {5} son clasificaciones de objetos que tienen capacidad y su diferencia con {1} y {2} está justamente en esta característica, o sea, se les puede verter o depositar algo o pueden contener algo.

El segundo nivel de la preforma, puede ser obtenido por medio de la referencia de un objeto representante de la misma preforma (Figura 1).

Oswalt (1976) acuñó la expresión “plantilla mental”, que es equivalente a lo que Bishop denominó forma, figura y estructura. Bishop (1999) considera que esta “platilla mental” está representada por el objeto diseñado y es interesante observar que un objeto sirve para representar el diseño, por medio del cual, se pueden construir otros objetos. En particular, sabemos que la imitación y la copia son las principales maneras de conservar formas diseñadas”.

Cuando no existe el objeto a la mano que sirva como referente, entonces, se hace por estimación, al ojo. Cuando existe el objeto de referencia, hay una especie de círculo de



Figura 1. Cortes del tronco para obtener moldes de bateitas. Marcación adversa, tomando como referencia la longitud esencial de la forma.

elaboración, pues el objeto acabado es el que conlleva al segundo nivel de la preforma. Después de marcado el tronco en la parte superior, Serafín lo voltea y hace el mismo procedimiento. Es aquí cuando se puede entender el por qué es necesario abrir el tronco a la mitad, pues se necesita que una parte quede convexa y la otra plana para que sus partes o cortes vayan tomando la forma de la batea; luego, donde hizo las marcas de la longitud de la bateita, procede a ahondar más el corte, usando el machete; la función del machete, en este momento, es abrir una ranura, donde la parte afilada del hacha pueda entrar y cortar hasta el otro extremo. A este proceso, Serafín lo llama sacar la tapa. De aquí en adelante, se procede con el uso de otras herramientas, para cortes más precisos, lo que implica hacer visible una nueva fase del modelo mental; sin duda, en este caso, el proceso de modelación toma un nivel más complejo, cuando se emplean herramientas. Este proceso no es lineal, como se podría pensar, pues en un momento determinado el artesano puede cambiar pequeñas características del modelo que se considera público, es decir, que la forma se da por compartida en los artesanos de la región, a partir de los mismos estímulos que le brinden la forma del tronco o los cortes que va apareciendo o los mismos errores que cometió. De esta manera, se generan formas subjetivas y se puede comprender mejor, cuando se dice que tal artesano las hace de cierta forma.

En el caso de Santiago, cuando ha obtenido en el monte, según él, una batea amoldada, es decir, que tiene como referente la forma que se podría interpretar como el modelo mental y que es equivalente a un estado rústico, la coloca en la mesa de trabajo o sobre sus piernas y hace centro con un compás grande de hierro y traza una circunferencia a lo que ellos mismos denominan cuadro. Este cuadro es la circunferencia de referencia que le permitirá comenzar a cavar –con un machete–, la cavidad semi redonda de la batea. Después de cavar cierta parte con el machete, se toma un tercer instrumento, la azuela, que permitirá dar mejor textura a la madera y poder realizar cortes, que con el machete no es posible.

Cada herramienta se turna en el desarrollo de elementos característicos de la forma; para redondearla, por ejemplo, se toma la azuela. Por último, se usa la lija, para dar mejor textura y color homogéneo a la forma del objeto tallado. Se exterioriza estéticamente el modelo mental.

En este proceso son evidentes algunos niveles de abstracción, que van desde la observación del tamaño del tronco cortado hasta los posibles objetos que se pueden tallar. Estos niveles, se podrían pensar de la siguiente forma: el primero, que se desarrolla en la selva, cuando ante los ojos hay un tronco o pedazo de rama, principal o secundaria; el artesano estima qué objetos puede sacar de él, que no siempre son los mismos; procede a hacer cortes empleando el hacha y cortando trozos cilíndricos o tubulares de la rama o el tronco;

luego, los parte por la mitad, encontrando así varias *tapas* o bateas amoldadas. De esta manera establece, por medio de cortes, elementos que son propiedades únicas de una forma y, en consecuencia, no podrá sacar –de esa preforma–, otros objetos que también construye, por ejemplo, no será posible elaborar una cuchara.

Para complemento de lo anterior, se presenta el siguiente diálogo que se sostuvo con Serafín, a medida que iba tallando una batea, así como también la pregunta sobre la construcción de otros objetos tallados, en particular un pilón pequeño o piloncito.

**E:** ¿Cómo hace usted para que le quede pareja esta parte con aquella? (Se señala el centro de la batea, mostrándole un punto de referencia que está en el fondo de la madera).

**S1:** Porque uno ya se fija y ya cuando uno aprende las cosas, asimismo va trabajando.

**E:** ¿Cómo así que se fija, se fija en dónde?

**S1:** Se fija aquí, tiene que tener la medida de toa la mitad, a toa la mitad, eso es... (Muestra la longitud con respecto a dicho punto, empleando el dedo índice).

**E:** ¿Y usted lo hace a ojo o midiendo?

**S1:** A ojo, a ojo, aquí se sabe (señala una referencia en el objeto)

**E:** ¿Y cómo sabe aquí en esta parte, cómo llegar y comenzar a abrir esto? (Se muestra la concavidad de otra batea ya elaborada).

**S1:** Aquí midamos... y hacemos, pongamos aquí cogemos, esta, esta esta...esta... raaan, rajamos aquí y acá también hacemos la misma cosa. (Emplea la estimación a ojo y lo que estima es el borde superior del hueco de la batea).

**E:** ¿O sea, usted primero hace uno o los va haciendo a los dos al mismo tiempo?

**S1:** Primero hacemos una y con la una ahora sí cuadra la otra, de acuerdo a lo que tiene acá tiene que tené acá.

**E:** ¿Y a veces se ha pasado?

**S1:** No, y si uno se pasa un milímetro menos entonces hay que volver rectificar pa' que quede completamente en toda la mitacita.

**E:** ¿Cómo hace para que este hueco le quede bien hecho?

**S1:** Aquí sí tenemos que utilizá el compás, aquí ponemos el compás, lo utilizamos en dos partes.

**E:** ¿En dónde?

**S1:** Pa' hacer... esta dos... este bordito de aquí, utilizamos el de acá afuera y el de acá, ponemos el compás y le damos vuelta y entonces, por ese... por ese... ¿esa línea que hacemos?, que trazamos, por ahí nos vamos, sin pasanos, porque si nos pasamos, se ve que está... tiene un defeto.

**E:** ¿Y cómo hace para que se vaya metiendo, vaya apareciendo el hueco?

**S1:** Asimismo hace... pone el formón... un momentico... (busca el formón), con esto se trabaja esto, el formón tiene que ponerse tendido.

E: ¿Cómo sabe usted que tiene que llegar hasta este pedacito? (Se señala el centro).

S1: A lo que llega allí, uno va bajando, le va dando, le va dando, le va dando y cuando uno topa al duro, entonces ya... uno merma.

E: ¿Cómo así que topa el duro?

S1: Porque aquí, nosotros vamos bajando aquí... ¿cierto?, pero aquí ya sabemos... el hondo que lleva.

E: ¿Por qué lo sabe?

S1: Porque aquí, aquí vamos mirando”.

Cuando se trata del tallado de la parte de abajo, es decir, la parte semicilíndrica de la batea amoldada o tapa, el proceso de abstracción es todo lo contrario a lo que hace del otro lado, mientras en éste pensaba en ir hacia un punto o línea a medida que iba cavando, lo que generaba la concavidad, ahora le toca pensar en un soporte y luego en una convexidad parcial; el soporte donde se sostendrá la batea y

después se hace la convexidad parcial, pero si es una batea de concavidad circular, piensa en una noción de punto, en ir al centro.

Estas referencias de puntos o líneas son las abstracciones que se hacen de características internas que adquieren los troncos o tronquitos cuando se toma la decisión de no enunciarlo y darle una correspondencia simbólica de algún objeto en particular. Justo en esta abstracción hay un momento diferencial de la modelación y el modelo mental, pues en el modelo mental, no está presente ir al centro o ir a la línea, son niveles de abstracción no preestablecidos en el modelo mental, son propios de la modelación, porque su variabilidad depende del tronco o la preforma (Figura 2).

Cuando se revela la definición del contorno superior de la concavidad de la batea, por medio del tallado, tiene dos implicaciones: en primer lugar, si la tapa tiende a ser más rec-



Figura 2. Otros niveles de abstracción de la batea y obtención de tres formas. Direcciones de cortes hacia dentro. Ir al centro o ir a la línea.

tangular, entonces, se trata de cierta manera de inscribir dos figuras, una elipse o un rectángulo; si la batea es cuadrada o alargada, estarán las dos en la superficie plana del semi tronco (mitad del tronco o tronco destapado). En segundo lugar, si la superficie tiende a ser cuadrada, por lo tanto, se trata, en cierta manera, de inscribir una circunferencia.

El siguiente nivel de abstracción es imaginarse el hueco de la batea, que se debe ir cavando hacia el centro, lo que implica una construcción rústica de la convexidad, característica de este objeto. Esta convexidad rústica es obtenida empleando un machete y depende de tres tipos de concavidades: 1) Una concavidad de contorno rectangular: en este tipo de hueco, se tiene como referencia mental una línea central, dentro de la madera, es decir, hacia ella apunta el machete a medida que va cavando; 2) Una concavidad de contorno elíptico: en este tipo de hueco, se tiene como referencia mental una especie de canal central y 3) Una concavidad de contorno plenamente circular: en este caso la referencia mental es una noción de punto central, hacia donde apuntan los cortes del machete. Dado este nivel de la forma, se procede a delimitar pequeñas partes de este elemento característico de la estructura, empleando una azuela, lo que conlleva que la superficie cóncava adquiera una mejor regularidad superficial, hacia al centro lineal o puntual.

**El papel de las herramientas en modelación conducen- te a las formas:** Un buen número de las prácticas sociales u oficios desarrollan herramientas, como consecuencia del empleo de la abstracción o del pensamiento matemático. Para este caso, en el proceso de modelación matemático sujeto a un oficio, las herramientas son necesarias para hacer visible a cada momento el modelo mental. Cuando un artesano toma la decisión de tallar un objeto tiene diferentes etapas y, en cada una, intervienen diversas herramientas: algunas, en solo etapas muy concretas y, otras, en varias de ellas y el propósito de estas intervenciones es precisamente ir visualizando el modelo mental, que se va tallando en la madera. Los detalles que genera el empleo de herramientas no están presentes en el modelo mental, por ejemplo, la textura de la superficie que solo se puede desarrollar en la dialéctica tacto-herramienta. Otros aspectos relacionados del empleo de herramientas son factores asociados, como el ahorro de fuerzas, el desarrollo estético, la construcción de un orden. En el caso de los dos artesanos que fueron entrevistados, ellos emplean alrededor de doce herramientas esenciales, para hacer visible el modelo mental, que se podrían clasificar en tres grupos: unas, que optimizan la funcionalidad de otras herramientas y, por lo tanto, actúan de manera indirecta en hacer visible la forma, como la lima; un segundo grupo que actúa de manera indirecta sobre la madera para la obtención de la forma, como por ejemplo, la cinta métrica, el lápiz, el compás, son indirectos, porque con ellos solo se puede marcar, más no transformar la madera. Estas herramientas pue-

den incidir sobre el modelo mental, porque al hacer visible una marca lo pueden alterar; se demostró que el artesano de la madera tiene un modelo mental que pretende ser fijo y que quiere hacerlo visible por medio del tallado, pero puede ser alterado por un nuevo estímulo, producto del empleo errado de una herramienta, lo que conlleva a una corrección o transformación radical del modelo mental para no perder el trabajo, ejecutado hasta ese momento.

Un tercer grupo es el que transforma la madera. El caso de la lija tiene un papel leve sobre el cambio de la madera, pero el muñequín (Bastrén), no. La lija no actúa sobre la forma en sí, sino sobre la belleza de la misma, al pretender obtener una mejor textura de la superficie. Los límites de la funcionalidad de la lija implica que con ella solo se pueda cortar o rebanar cierta capa muy delgada de la madera, mientras que el muñequín, que también rebana, lo hace a otra escala; en consecuencia, puede transformar la forma, incluso destruirla; un simple error irreparable altera de inmediato el modelo mental y vuelve inservible el tallado. Los errores conllevan a dos posibles caminos: otro modelo mental, que puede conllevar a una forma acabada subjetiva, convirtiéndose así el primer modelo mental en uno dinámico o la anulación de dicho modelo mental inicial. En general, este tercer grupo de herramientas, se subdivide en dos: un grupo que tiene funcionalidad para el desarrollo del estado rústico, instrumentos que cortan o rebanan la madera en pedazos toscos, cuyas dimensiones están en un rango aún no estéticos y un segundo grupo, que le da a la madera la forma, un nivel límite, porque los cortes son de mucho cuidado, precisos.

Para concluir, los modelos mentales y sus procesos asociados de modelación y de niveles de abstracción son una rica fuente de análisis, que se pueden asociar con procesos de pensamiento matemático en cuanto a estimación, medición, conteo o diseño; esta es una ventana abierta que queda como posibilidad de seguir ampliando estos análisis. El Programa Etnomatemática, además de procurar relaciones como las anteriores, también fija su atención en el entendimiento, comprensión y desarrollo de técnicas y habilidades matemáticas, que están presentes en el hacer matemático de los miembros de comunidades de práctica diferentes (Rosa & Orey, 2013).

Según Rosa & Orey (2005), el Programa Etnomatemática brinda a estudiantes y se puede agregar a profesores, pertenecientes a una minoría, una nueva motivación para percibir la matemática como herramienta cultural, importante para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Así, el análisis y los resultados presentados en este artículo sobre el hacer visibles –por medio de la modelación– los ricos modelos mentales de dos artesanos de la madera, pueden permitir construir actividades matemáticas, a través de situaciones problemáticas, que enriquezcan la diversidad cultural

de las aplicaciones matemáticas en el salón de clases. No se trata solamente de enfocar las actividades matemáticas en el salón de clases con lo que hay en el entorno próximo, como lo sugiere la perspectiva realista de la modelación que se describió en Villa-Ochoa *et al.* (2010a), pues la apuesta didáctica del Programa Etnomatemática está en la enseñanza paralela y comparativa, que se mueve en la tensión que se da entre la matemática académica, perteneciente a una cultura globalizante y una etnomatemática, perteneciente a una cultura local (Aroca, 2016).

**Agradecimientos:** Al profesor Carlos Eduardo Vasco, por revisar este texto, por sus observaciones y recomendaciones. **Conflictos de intereses:** El manuscrito fue preparado y revisado por el autor, quien declara ser el único autor y que no existe conflicto de intereses, que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ARAÚJO, J. 2009. Uma Abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. ALEXANDRIA Rev. Educação Ciência Tecnol. (Brasil). 2(2):55-68.
2. AROCA, A. 2008. Análisis a una Figura Tradicional de las Mochilas Arhuacas: Comunidad Indígena Arhuaca. Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Rev. Bolema: Bol. Ed. Matemática. (Brasil). 21(30):150-166.
3. AROCA, A. 2009. Geometría en las Mochilas Arhuacas. Por una enseñanza de las matemáticas desde una perspectiva cultural. Ed. Universidad del Valle (Colombia). 234p.
4. 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.
5. AROCA, A. 2015. Diseños Prehispánicos, Movimientos y Transformaciones en el Círculo y Formación Inicial de Profesores. Rev. Bolema: Bol. Ed. Matemática. 29(52):528-548.
6. AROCA, A. 2016. Twelve callings to the world's ethnomathematicians. Artículo en evaluación.
7. BISHOP, A. 1999. Enculturación matemática, la educación matemática desde una perspectiva cultural. Edi. Paidós Ibérica S.A. (Barcelona). 239p.
8. BONILLA, E.; RODRÍGUEZ, P. 2005. Más allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales. Grupo Editorial Normal. Universidad de los Andes. (Bogotá). 334p.
9. CATARINO, P.; COSTA, C.; NASCIMENTO, M. 2014. Etnomatemática de um artefacto de latoaria do nordeste transmontano português: a almotolia. Rev. Latinoam. Etnomat. (Colombia). 7(1):126-154.
10. CRESWELL, J.W. 1998. Qualitative Inquiry and Research Design. Choosing among Five Traditions. Sage (Thousand Oaks, California). 472p.
11. D'AMORE, B. (2006). Didáctica de la matemática. Editorial Magisterio (Bogotá). 470p.
12. DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. 1994. Introduction: entering the field of qualitative research. In: Denzin, N.K.; Lincoln, Y.S. (eds.). Handbook of Qualitative Research. Sage. (Thousand Oaks, California). p.1-17.
13. DIAS, D.; COSTA, C.; PALHARES, P. 2015. Sobre as casas tradicionais de pau-a-pique do grupo étnico Nyaneka-nkhumbi do Sudoeste de Angola. Rev. Latinoam. Etnomat. 8(1):10-28.
14. ENRÍQUEZ, W.; ORTEGA, B.; AROCA, A. 2012. Análisis a los diseños de los sombreros de iraca Elaborados en colón - Génova, Nariño. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 15(1):227-237.
15. FLICK, U. 2002. Qualitative research – State of the art. Social Sci. Inform. 41(1):5-24.
16. FUENTES, C. 2012. La Etnomatemática como mediadora en los procesos de la reconstrucción de la historia de los pueblos, el caso de los artesanos del municipio de Guacamayas en Boyacá, Colombia. Rev. Latinoam. Etnomat. 5(2):66-79.
17. GERDES, P. 1999. Geometry from Africa: Mathematical and Educational Explorations. The Mathematical Association of America (Washington DC). 210p.
18. GERDES, P. 2010. Tinklèlò, Interweaving Art and Mathematics: Colourful Circular Basket Trays from the South of Mozambique. Centro de Investigação Etnomatemática, Maputo & Lulu. (Morrisville NC). 132p.
19. GERDES, P. 2011. Geometria dos Trançados Bora na Amazônia Peruana. Livraria da Física (São Paulo). 190p.



20. GRAÇAS, A.D.; MARINHO, J.C. 2015. Explorando a matemática na construção de casas de alvenarias. *Rev. Latinoam. Etnomat.* 8(1):29-49.
21. KAISER, G.; SRIRAMAN, B. 2006. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM.* 38(3): 302-310.
22. MADRUGA, Z.E de F. 2014. Etnomatemática e modelagem matemática: Um estudo comparativo com os processos de criação de alegorias de carnaval. *Rev. Latinoam. Etnomat.* 7(1):74-95.
23. OSWALT, W.H. 1976. *An anthropological analysis of Food-getting Technology.* Wiley (Nueva York). 328p.
24. ROSA, M.; OREY, D. 2005. Tendências atuais da etnomatemática como um programa: rumo à ação pedagógica. *Zetetiké: Rev. Educação Matemática.* (Brasil). 13(23):121-136.
25. ROSA, M.; OREY, D. 2010. Etnomodeling as a Pedagogical Tool for the Ethnomathematics Program. *Rev. Latinoam. Etnomat.* 3(2):14-23.
26. ROSA, M.; OREY, D. C. 2013. Etnomatemática e modelagem: a análise de um problema retórico babilônio. *Rev. Latinoam. Etnomat.* 6(3):80-103.
27. SUFIATTI, T.; DOS SANTOS, L.; GLAVAM, C. 2013. Cestaria e a história de vida dos artesãos indígenas da Terra Indígena Xaçepó. *Rev. Latinoam. Etnomat.* 6(1):67-98.
28. VASILACHIS, I. 2006. *Estrategias de Investigación Cualitativa.* Editorial Gedisa, S.A. (España). 277p.
29. VILLA-OCHOA, J.A.; BUSTAMANTE, C.A.; BERRIO, M.; OSORIO, J.A.; OCAMPO, D.A. 2009. Sentido de realidad y modelación matemática. El caso de Alberto. *Alexandria. Rev. Educação, Ciência e Tecnologia* (Brasil). 2(2):159-180.
30. VILLA-OCHOA, J.A.; ROJAS, C.; CUARTAS, C. 2010a. ¿Realidad en las matemáticas escolares?: reflexiones acerca de la "realidad" en modelación en educación matemática. *Rev. Virtual U. Católica Norte* (Colombia). 29:49-65.
31. VILLA-OCHOA, J.A.; BUSTAMANTE, C.A.; ARBOLEDA, M.B. 2010b. Sentido de realidad en la modelación matemática. *Acta Latinoam. Matem. Educ.* (México). 23:1087-1096.

Recibido: Enero 29 de 2016

Aceptado: Marzo 15 de 2016

#### Cómo citar:

Aroca, A. 2016. 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.