

Resumen

ESTE ARTÍCULO PRESENTA PARTE DE LOS RESULTADOS DE UNA INVESTIGACIÓN REALIZADA EN LA comunidad indígena Umariçu (Brasil), de la etnia tikuna. Los objetivos eran describir las nociones matemáticas perceptibles en el tejido tikuna, específicamente en los canastos y las esteras producidos por las mujeres, y mostrar que a partir de objetos presentes en la cultura de los indígenas es posible desarrollar estrategias metodológicas para la enseñanza de las matemáticas en las escuelas en comunidades indígenas. Para desarrollar este trabajo fue necesario, además de conocer matemáticas, ver en las formas del tejido y en su proceso de confección nociones e ideas matemáticas relacionadas con los contenidos que se enseñan en la escuela. Fue necesario, también, convivir con las mujeres de esa comunidad, conocer sus deseos, caminar con ellas hasta sus chagras, aprender a tejer y ganar su confianza para percibir los significados que esa labor y sus productos tienen para ellas.

Palabras clave: *matemáticas, etnomatemática, tejidos tikuna, educación indígena, Amazonia.*

THE PERCEPTION OF MATHEMATICAL WEAVES IN TIKUNA WEAVING

Abstract

THIS ARTICLE PRESENTS SOME OF THE RESULTS OF A STUDY CARRIED OUT IN THE INDIGENOUS Tikuna community of Umariçu (Brazil). This research sought to describe the mathematical notions perceivable in Tikuna weaving, specifically in the baskets and mats woven by women, and to show that methodological strategies for the teaching of mathematics in indigenous-community schools could be derived from everyday objects present in the indigenous culture. To attain this objective it was not enough to know mathematics; it was necessary to see in the forms of the fabric and in its process of creation the mathematical notions and ideas related to the contents taught in indigenous schools. It was also necessary to live with the women, get to know their wishes, walk with them to their agroforestry plots, learn to knit, and gain their trust, so as to discern the meanings of this work and its products for the women of the community.

Keywords: *mathematics, ethnomathematics, weaving, Tikuna, indigenous education, Amazonia.*

Lucélia de Fátima Maia da Costa es licenciada en matemáticas de la Universidade Federal do Amazonas y magister en estudios amazónicos de la Universidad Nacional de Colombia, sede Amazonia. Docente de la Universidade do Estado do Amazonas (UEA) en Parintins. celiamaia5@hotmail.com

Introducción

La percepción de las formas y la búsqueda de explicaciones para los fenómenos de la naturaleza han guiado las acciones de los hombres a través de los tiempos. Así, la naturaleza inspiró la construcción de las casas, de los medios de transporte y de los artefactos confeccionados para cargar o guardar alimentos.

Grupos humanos como los griegos y los egipcios se destacaron por sus construcciones notables y por aprovechar los recursos naturales con sabiduría. Entre los pueblos amazónicos existen grupos como los yagua, los cocama, los baniwa y los tikuna que producen objetos cuyo origen se inspiró en la naturaleza y en la necesidad de supervivencia, objetos que merecen admiración, en principio por su belleza, pero también por presentar ideas o nociones matemáticas que se perciben una vez finalizados o durante el proceso de su confección.

Este artículo expone algunas nociones matemáticas percibidas por la investigadora en los canastos y las esteras confeccionadas por mujeres tikuna de la comunidad del Umariáçu, y es resultado parcial de un trabajo de investigación cuyo objetivo era describir las nociones matemáticas presentes en esos objetos y mostrar que ellos presentan posibilidades para la enseñanza de las matemáticas. Es importante aclarar que aquí sólo se exponen las nociones matemáticas que se pueden relacionar con los contenidos de las matemáticas (oficiales) occidentales.

Para identificar estas nociones fue necesario, además de mirar los objetos, conocer a estas mujeres, su trabajo, sus historias y sus miedos, ganar su confianza y aprender a tejer. Fue importante también la colaboración de las tejedoras, personas simples que enseñaron mucho más que a desarrollar el tejido: mostraron que en la vida se debe estar alerta siempre, y que la mirada detallada puede mostrar más allá de las apariencias. Y que es necesario estar dispuesto a ayudar, pues de eso depende la ayuda que se recibirá después.

En ese sentido, para el desarrollo del trabajo fue imprescindible la ayuda de las tejedoras, en particular de doña Odete y doña Yvete, madre e hija. Con ellas adquirí nociones sobre la confección de los canastos y esteras que me permitieron ver las tramas matemáticas que se desarrollan en ese proceso.

El artículo está organizado en tres secciones principales. En la primera, “La mujer tikuna: gente que teje”, se presenta la comunidad de Umariáçu, se habla de las tareas desempeñadas por la mujer tikuna y de sus responsabilidades en el ritual de la pelazón. En la segunda, “Los tejidos”, se exponen las tramas desarrolladas, los significados que estos tejidos tienen para esas mujeres, y se dan ejemplos de

las técnicas empleadas en el proceso de confección. En la tercera sección, “Las nociones matemáticas en los tejidos”, se muestra que en los canastos y esteras producidos por los indígenas amazónicos y en los procesos de ordenamiento de las secuencias del proceso de confección del tejido es posible reconocer un pensamiento armónico, desarrollado por medio de la percepción y la observación de la naturaleza y que expresa una parte del conocimiento de los indígenas amazónicos, particularmente de los tikuna. Este pensamiento se muestra mediante las formas que surgen y pueden ser expresadas por nociones matemáticas identificables en los canastos, en las esteras y en su proceso de confección, y que pueden ser perfectamente representadas por medio del conocimiento matemático occidental.

La mujer tikuna: gente que teje

Desde que abandonaron el medio ambiente interfluvial para instalarse en los bordes del “gran río” –como llaman los tikuna al río Amazonas– los tikuna se apropiaron de las técnicas necesarias a sus nuevas condiciones de vida: de cazadores pasaron a ser pescadores aun cuando siguieron con la práctica de la *quema* para la siembra de sus vegetales (Goulard 1994: 53). Esa capacidad de adaptación y apropiación de técnicas necesarias a su supervivencia persiste y se refleja en los tejidos hechos por las mujeres de la comunidad de Umariáçu, una tierra indígena ubicada en la región amazónica, en una zona donde conviven armónicamente brasileros, colombianos y peruanos. Ese lugar, ubicado aproximadamente a 1.110 km al occidente de Manaus (capital del estado del Amazonas, Brasil), por su localización geográfica tiene un vecindario interesante: está ligado por una calle a la ciudad de Tabatinga (Brasil) que está unida, también por una calle, a la de Leticia (Colombia). Esa característica geográfica hace que los habitantes del Umariáçu, indios tikuna, desarrollen diversas relaciones –nacionales, internacionales e interétnicas–, pues ahí cerca viven también indígenas de otras etnias, como los yagua y los uitoto.

Muchas de esas relaciones se establecen en el momento de vender los artefactos producidos en la comunidad, el principal de ellos el tejido, o sea los canastos y las esteras tejidos (trenzados) con fibras naturales, y que se venden como objetos de decoración o de utilidad doméstica.

En esta comunidad tejer no es sólo una actividad tradicional mediante la cual las mujeres pueden transmitir conocimientos de madre a hija; en la actualidad

tiene también un carácter laboral con un rol importante en la adquisición de recursos financieros para las familias, teniendo en cuenta que es una actividad cuyo producto está listo mucho más rápido que los sembrados en la chagra, los cuales por lo general toman meses para crecer. Además, después de la cosecha se necesitan otros días para preparar los productos finales, como es el caso de la farina, que después de estar lista requiere para su venta de una larga caminata hasta el mercado más próximo.

Normalmente, las mujeres aprenden a tejer alrededor de los diez años de edad, aun cuando algunas niñas demuestran interés en hacerlo más temprano. No obstante, ésta no es una regla y varía de familia a familia, siendo la condición financiera un factor importante para el interés de las niñas, pues cuando el papá tiene un empleo fijo y la mamá no tiene necesidad de trabajar haciendo chagras o confeccionando tejidos –son pocos los casos– las niñas casi nunca se interesan por tejer, lo que es comprensible teniendo en cuenta que si en la casa no hay el ejemplo no existe la motivación para desarrollar esa actividad; aún así, hay casos en los que la mamá no se dedica a tejer pero la hija ha aprendido con las tías o con la abuela.

Entre los tikuna originalmente las mujeres son las encargadas de hacer cestería, y en esa labor desempeñan una actividad que exige paciencia, dedicación y gran esfuerzo físico, sea en la adquisición de la materia prima, que exige horas o hasta días de caminadas, o en el acto de tejer, tarea que obliga a quien la hace a mantenerse en una postura incómoda y dolorosa para la columna, tal como se ve en la foto 1.

Entre los tikuna el significado social de las actividades de las mujeres es mucho más diversificado que el trabajo de los hombres. Además de sembrar, limpiar y cosechar las chagras, participan también de un importante ritual de iniciación femenina, llamado fiesta de la *moça nova* o *ritual de la pelazón* (véase Angarita et al. en este volumen, pp 279-301), consistente en presentar a toda la comunidad a las niñas que se están volviendo mujeres. Según doña Odete, dicha fiesta representa una gran responsabilidad para la madre de la niña, pues de su chagra se sacará la yuca necesaria para hacer la bebida. La mamá deberá también cuidar de la niña mientras se está preparando la fiesta, y ésta debe quedarse encerrada durante todo el tiempo de preparación, siendo la madre la encargada de no dejar que hable o vea a otras personas. A lo largo de ese periodo, la mamá de la niña que está encerrada debe proveerle cuerdas hechas de chambira (*Astrocaryum chambira*) para que haga o aprenda a hacer bolsas, hamacas y canastos.



Foto 1

Doña Ivete iniciando una estera circular (Lucélida Maia/2008)

La fiesta empieza con la confección del tapete, hecho de guarumo (*Ischnosiphon* spp., *arumã* en portugués), confeccionado por las mujeres invitadas y utilizado para que la niña camine y se siente en él. A los hombres les compete hacer el *túri*, una especie de pared que mantiene a la niña aislada, confeccionada con tiras extraídas de los pecíolos de las frondas de la palma *buriti* (*Mauritia flexuosa*, canangucho, aguaje o moriche), y decorado con motivos que representan su clan o nazón –pintas de tigre, tortuga, etcétera–. El tiempo de reclusión demora cerca de treinta días, pero si la mamá no tiene yuca, la reclusión podrá durar hasta ocho meses, el tiempo necesario para sembrar y cosechar en su chagra la yuca blanca para hacer el *pajaauru*. Durante ese tiempo, los hombres de la casa también deben cazar y *amunquiá* (moquear, una técnica de ahumado para conservar la carne y el pescado) muchos animales para dar de comer a los invitados a la fiesta.

Este ritual no es una obligación entre las familias y, desde hace algún tiempo, las niñas tienen el derecho de escoger si quieren o no que se haga la fiesta de la pelazón. Según doña Odete, quien tiene sesenta y cinco años, ella pudo escoger y no quiso que le hicieran la fiesta, aun cuando a su hermana sí se la celebraron. Las mujeres entrevistadas durante el desarrollo de la investigación contaron que al final de la fiesta el curaca baña a la niña, le echa bendiciones, le dirige palabras de consejo para que sea una buena esposa y le da de beber una mixtura que hace que no tenga muchos hijos. Por eso, dice doña Odete, “tengo muchos hijos, porque yo no quise la fiesta y nadie me curó. Mis hijas tampoco quisieron y todas son buenas parturientas”.

Es fácil percibir que muchas mujeres de esa comunidad son *buenas parturientas*, pues en todas las casas se encuentran numerosos niños. En la casa de doña Ivete, por ejemplo, una señora de treinta y ocho años de edad, además de sus seis hijos mayores están también su hija menor de ocho meses, sus dos nietos de dos y cuatro años y la última nieta, de dos meses de edad; es, pues, una casa con mucha gente, patrón común entre los tikuna de esa comunidad.

En la convivencia con estas mujeres se ve de forma impresionante la fuerza que tienen, no sólo la fuerza física, sino también la que demuestran al conciliar las obligaciones de su día a día. En general, ellas cuidan de las labores de la casa y de sus hijos, hacen la comida, tejen, siembran y cosechan la chagra, son madres, mujeres, artesanas y comerciantes, pues cuando sus tejidos están finalizados salen a la calle cargándolos y sólo los venden por el precio que preestablecieron. Es muy difícil conseguir que descuenten el precio de los canastos o esteras que salen a vender, por cuanto ya tienen planeado lo que pretenden y necesitan comprar con el dinero que van a recaudar con la venta de sus productos.

Doña Ivete cuenta que una estera de cinco cuartas de diámetro –más o menos un metro–, que toma una semana para ser elaborada, la vende por R\$20,00 (veinte reales, cerca de diez dólares), dinero suficiente para comprar dos pollos, lo que en su casa alcanza para dos almuerzos.

De esta forma se percibe también la importancia que ese trabajo tiene para el sustento de toda la familia, pues hay tejedoras que no tienen marido y ganan su dinero vendiendo los excedentes de sus cosechas, y, también, de la venta de sus tejidos. Conviene recordar que entre la siembra y la cosecha pasan meses, y durante ese periodo las mujeres consiguen el dinero para su sustento y el de sus hijos de la venta de canastos y esteras.

Los tejidos

La importancia de los tejidos en la vida de los tikunas es ancestral. Objetos tejidos y trenzados siempre han sido instrumentales en el procesamiento de la yuca o mandioca, de la pesca y, más recientemente, como bienes de comercio. Además, están presentes en los utensilios y artefactos de su vida cotidiana. Aun cuando también incorporan elementos de los tejidos de otros pueblos, es notable la creatividad que expresan en la confección de techos, paredes, esteras, escobas y canastos. En este sentido Goulard (1994: 338) afirma que, “Al igual que en la mayoría de las etnias vecinas, el tejido tiene una gran importancia en

la vida cotidiana de los tikuna, tanto para la fabricación de elementos de carga –tales como las jicras [mochilas]– como de objetos de uso doméstico, tal como las hamacas”.

La riqueza y la belleza de los tejidos indígenas son evidentes y sirven para identificarlos como grupos con características comunes. Sin embargo, aún en Brasil, son pocos los trabajos específicos sobre ellos. Berta Ribeiro (1986: 311), en su trabajo sobre la cestería en el alto Río Negro, “A arte de trançar: dois macroestilos, dois modos de vida”, llama la atención sobre tal desconocimiento:

Los grupos indígenas de Brasil tuvieron adaptaciones ecológicas y culturales distintas, que se reflejan en el estilo de su acervo cestero. No obstante, contando con pocas informaciones bibliográficas y una pequeña muestra museológica, fue posible trazar las líneas que lo definen. Las variantes encontradas en cada macroestilo ponen en evidencia la necesidad de estudiar la producción cestería en otros dominios que ayuden a determinar la singularidad y la autodefinición de los grupos que la desarrollan (traducción de la autora).

Los indígenas, y las mujeres tikuna en particular, reflejan en sus tejidos su modo de vivir y sus principales características. En el proceso de confección de sus canastos y esteras, más que innovar preservan. Ejecutan y transmiten patrones y motivos tradicionales a las generaciones más jóvenes, las que, con el pasar del tiempo, van enriqueciéndolos con nuevos colores y combinación de patrones creados por ellas o adquiridos en la convivencia con otros grupos de personas.

Aún así, en esa región el arte de tejer desarrollado por varias etnias tiene semejanzas en sus procesos de confección y en sus productos, tal como menciona Seiler-Baldiger (1988: 285):

Las similitudes más impresionantes entre las artesanías tikuna y yagua se encuentran en sus productos textiles manufacturados, principalmente en las bolsas y hamacas. Para alguien de afuera sería muy difícil distinguir entre los productos yagua y los tikuna. Ambos usan el mismo tipo de material, las mismas técnicas, las mismas tinturas y, hasta cierto punto, el mismo patrón y combinación de patrones (traducción de la autora).

Los canastos hechos con la fibra del guarumo se diferencian de los hechos con las fibras de chambira en muchos aspectos, por lo general tienen fondo rectangular o cuadrado, siendo –raramente entre los tikunas– confeccionados también por hombres. La técnica y la forma de teñir las fibras utilizadas en la manufactura de esos canastos es distinta de la usada en la de los canastos hechos con pajas de chambira.

LA TRAMA

La predominancia de los tejidos hechos con la fibra y las pajas del *tucumã* (*Astrocaryum vulgare*), o de chambira (*A. chambira*) no es casual, debido a la escasez del guarumo, que en la actualidad es difícil de encontrar, siendo necesario caminar hasta un día en el bosque. En Umariçu son raros los tikuna que plantan las especies necesarias para producir su cestería; la mayoría depende de la naturaleza para proveer la materia prima que utilizan en la confección de sus canastos.

Con las pajas y las fibras del *tucumã*, de la chambira o del guarumo, las mujeres de Umariçu hacen gran variedad de canastos, tradicionales o no, y en ese trabajo emplean una variedad de técnicas. Las más utilizadas son, según Ribeiro (1988), las que originan los tejidos cuadrículares o ajedrezados y los *sajados* conocidos también como cruzados en diagonal, que producen una multiplicidad de dibujos geométricos. La diversidad de técnicas dominadas por esas mujeres demuestra las adaptaciones ecológicas y culturales por las cuales han pasado a lo largo de los tiempos.

Los canastos de forma cilíndrica con fondo y tapa circular son predominantes, y son hechos con las pajas y las fibras del *tucumã* o de la chambira. Para empezar a tejerlos, las tejedoras hacen un ombligo en forma de asterisco, que se obtiene arreglando los elementos de la urdimbre en posición radial y envolviéndolos con la paja preparada para este trabajo. Paulatinamente agregan nuevas tiras a la urdimbre y siguen el trabajo según el esquema de trenzado torcido (Ribeiro 1988: 314) (véanse las fotos 2 y 3).



Foto 2
Ombligo en forma de asterisco
(Lucélida Maia /2008)



Foto 3
Inicio de la trama
(Lucélida Maia /2008)

Además del ombligo en forma de asterisco, entre algunos canastos cilíndricos y sus tapas se encuentra el denominado ombligo esvástica (véase la foto 4), que no es exclusivo de los tejidos tikuna, ya que, según Ribeiro (1988), se halla también en los de los indígenas sanumá-yanomâmi. Para tejerlo se empieza cruzando dieciséis elementos de la urdimbre a fin de determinar ángulos rectos, 4 a 4, formando un patrón de tejido cuadrícula cerrado semejante a una esvástica. Una carrera de tejido torcido los mantiene en su lugar (Ribeiro 1988: 69).



Foto 4

Tapa de canasto con ombligo esvástica (Lucélida Maia /2008)

En la foto 5 se ve un ombligo tipo diamante. El inicio del tejido conforma un rombo lleno, circunscrito por rombos concéntricos. Este tipo de ombligo es muy utilizado para empezar a tejer cernidores y canastos hechos con las fibras del guarumo. Otro tipo de ombligo, muy común entre los canastos tikuna hechos de guarumo, es el ampolleta, en el que las tiras conforman dos triángulos opuestos por los vértices, o sea, una ampolleta. Dichos ombligos aparecen con frecuencia en los canastos de fondo cuadrado, moldeados por cuadrados concéntricos, como se puede observar en la foto 6.

Lo interesante en el desarrollo de los canastos cilíndricos hechos con la paja de chambira o de *tucumã* es la estrategia usada para hacer que un tejido plano se transforme en un objeto espacial. Para eso las mujeres incorporaron objetos disponibles, que pueden ser incluso ollas, para darle forma a los tejidos, demostrando así gran creatividad y capacidad para solucionar sus problemas. En este trabajo la tejedora hace, primero, la base del canasto, y para que el tejido ascienda lo pone sobre un objeto –que puede ser el tronco de un árbol, una olla o



Foto 5
Omblogo diamante (Lucélida Maia /2008)



Foto 6
Omblogo ampolleta (Lucélida Maia /2008)

cualquier objeto que tenga el formato deseado—, lo amarra con las propias pajas o con una cuerda hecha, también, con fibras naturales, y hace el tejido contorneando el objeto hasta alcanzar la altura deseada (véase la foto 7).

Ese tipo de estrategia es común entre las tejedoras más jóvenes que confeccionan los canastos hechos de chambira o *tucumã*, tal vez porque aún no han adquirido la experiencia necesaria para transformar un tejido plano en un objeto espacial sin utilizar un soporte concreto, lo cual sí desarrollan fácilmente las más antiguas.



Foto 7

Olla usada de molde para un canasto cilíndrico (Lucélida Maia /2008)

Entre las que confeccionan canastos de guarumo, las abuelas y las que tienen más experiencia saben hacer ganar cuerpo al tejido plano utilizando las manos y un pedazo de cuerda para amarrar y doblar las fibras (véanse las fotos 8 y 9).



Foto 8

Amarrando el tejido para darle cuerpo
(Lucélida Maia /2008)



Foto 9

Dando cuerpo al tejido
(Lucélida Maia /2008)

En el trabajo de confeccionar los canastos de guarumo de fondo cuadrado y boca circular la tejedora empieza por tejer el ombligo o el centro del fondo cuadrado, utilizando siempre tiras más largas que el tamaño deseado para el fondo del canasto, para así tener material suficiente para el cierre.

En el principio de esos tejidos es posible ver que la trama queda marcada por las líneas medias del cuadrado, y que para hacer ganar cuerpo la tejedora empieza amarrando la extremidad de la trama para que no se suelte durante el proceso. Después de amarrada, la tejedora sostiene ese tejido por debajo con las dos manos abiertas y lo dobla rápidamente, girando las palmas de las manos, movimiento que permite que las tiras de colores distintos se superpongan, entrecruzándose hasta completar un cuadrado menor, como se puede observar en la fotografía 9. Gerdes (2007: 114-116) describe un proceso semejante a éste en su estudio de la cestería de los bora en el Perú.

La técnica empleada para el desarrollo de las tramas a partir del guarumo es más sofisticada que la usada en las tramas de chambira, y en ellas se perciben gran variedad de formas y pensamientos que se pueden representar matemáticamente y permiten creer en la utilización pedagógica de esos objetos. Para mantener el patrón impreso en el principio de la trama la tejedora debe estar muy concentrada, para no dejar pasar ninguna tira además de la necesaria para hacer surgir las formas preestablecidas.

En ese proceso se percibe que la riqueza de formas, intrínsecas o extrínsecas, presentes en las tramas de los canastos y esteras tikuna, despiertan curiosidad acerca de los motivos y significados, los cuales al tiempo que embellecen estos objetos reafirman las características de ese pueblo y el sentimiento de pertenecer a un grupo culturalmente fuerte.

Desde niñas, las tejedoras aprenden que su labor no termina cuando los canastos o esteras están terminados, pues en ese momento empieza una nueva jornada de trabajo: la búsqueda de su venta, para lo cual ellas salen caminando de Umariacu hasta las calles de Tabatinga o hasta Leticia. Y en este caminar establecen relaciones comerciales y personales que involucran mucho más que la simple acción de compra y venta. Es en ese momento, sobre todo, cuando utilizan los conocimientos matemáticos que adquirieron en la escuela, dado que deben sumar, restar, multiplicar y comunicarse con personas que no hablan su lengua. Es una tarea ardua, que implica mucho más que el cansancio físico de las largas caminatas: involucra una vivencia de mundo más allá de la aldea.

Las nociones matemáticas en los tejidos

La belleza de estos objetos no es la única característica que despierta el interés en estudiarlos; cuando se miran detalladamente las formas, los colores y el proceso de su confección se percibe una variedad de relaciones que pueden ser expresadas matemáticamente. En esta sección se describen algunas de las relaciones encontradas.

LAS SUCESIONES NUMÉRICAS

En los análisis del proceso de construcción de los canastos hechos con la fibra del guarumo fue posible percibir la riqueza estética de los detalles, y, en éstos, reconocer nociones matemáticas que pueden ser identificadas en el crecimiento del tejido y en las formas que surgen a partir de las secuencias utilizadas.

Las sucesiones son una lista de elementos, numéricos o no, que están dispuestos según determinado orden. En muchas situaciones de la vida cotidiana aparece la idea de sucesión, por ejemplo, en los días de la semana o en los meses del año. Las sucesiones pueden ser finitas o infinitas y sus elementos son llamados términos de la sucesión.

Para empezar un tejido, como el de la foto 8, por ejemplo, la tejedora lo organiza uniendo las tiras del guarumo de cuatro en cuatro, variando el color, primero en la horizontal y en seguida agrega otras cuatro tiras en la vertical, intercalándolas con las que ya están puestas, para después adicionar otras cuatro que serán intercaladas también, pero ahora en el sentido contrario (véanse las fotos 10 y 11). Es decir, si las anteriores fueron tejidas a la derecha, éstas lo serán a la izquierda, en un proceso que a veces sigue el sentido de las manecillas del reloj, pero siempre da una vuelta alrededor del cuadrado que se forma con las dieciséis primeras tiras. Se percibe así el crecimiento del tejido y que las formas que surgen están determinadas por una progresión aritmética (PA); o sea, en el canasto de la foto 11 el tamaño del fondo y las formas geométricas que surgen pueden ser representadas por la PA (4, 8, 12, 16, ...).

En la confección se puede observar que las tejedoras utilizan la aritmética en el proceso de conteo cuando van agregando las tiras, pues necesitan contar hasta cuatro. Tejidos como éstos son un documento que muestra la utilización de nociones matemáticas y de la geometría, aun cuando empíricamente, en la confección de objetos que en principio sólo tenían utilidad doméstica.

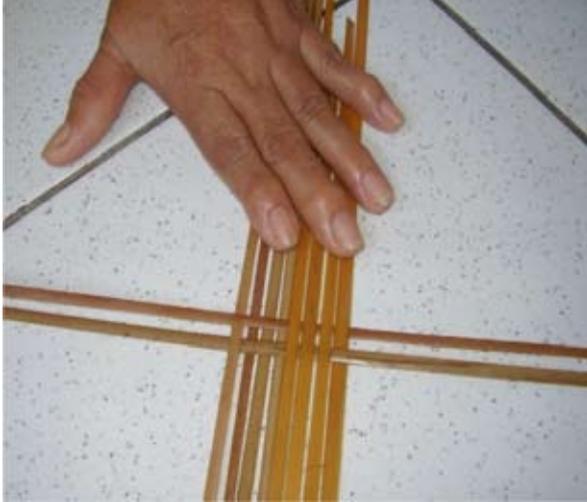


Foto 10
Empezando un canasto de fondo cuadrado (Lucélida Maia /2008)



Foto 11
Un fondo cuadrado (Lucélida Maia /2008)

Aquí se está considerando como progresión aritmética toda sucesión numérica en la cual la diferencia entre cada término, a partir del segundo, y el término anterior es constante. Esa diferencia constante es llamada razón de la progresión y es representada por r .

Al observar en detalle se ve que en ese proceso está presente una progresión aritmética de razón cuatro ($r = 4$), o sea, PA (4, 8, 12, 16, 20,...). La tejedora utiliza cuatro tiras para empezar y luego sigue:

$$4 + 4 = 8$$

$$4 + 4 + 4 = 12$$

$$4 + 4 + 4 + 4 = 16$$

Es esa ordenación de cantidades y la forma dicromática como se secuencia las que determinan las formas geométricas que surgen en el fondo del canasto y en sus lados. Además, la noción de conteo siempre está presente en esa confección, lo que puede significar la oportunidad de trabajar con niños desde los primeros cursos escolares en las operaciones de adición y multiplicación, pues en ese proceso ocurre lo que los tikuna llaman *na muchigu*, aumentar la misma cantidad, lo que puede representar perfectamente la definición de multiplicación como el acto de sumar la misma cantidad, o sea, $4 + 4 + 4 = 12 = 3 \times 4$.

LA SIMETRÍA Y LAS TRANSFORMACIONES GEOMÉTRICAS

El concepto de simetría ha estado muy presente en el mundo físico, principalmente en las formas existentes en la naturaleza, en las construcciones humanas, en las artes y en las ciencias. La simetría es una idea que parece acompañar al hombre en el transcurso de su evolución: basta con mirar sus construcciones y su arte en las diferentes culturas para percibir la presencia o ausencia de esa idea geométrica. En este trabajo la idea de simetría está de acuerdo con la definición de Nobre (2003), quien considera simetría como una característica de dos figuras o de partes de una misma figura, en la cual todos los puntos correspondientes están a igual distancia en relación con un punto, un eje o un plano determinado.

La idea de belleza está relacionada con la de simetría, aun cuando indirectamente y, en los tejidos de los tikuna, está presente principalmente en su cestería, canastos hechos de guarumo o de chambira, y en los motivos de sus decoraciones. Al analizar los canastos, los coladores y las esteras confeccionados por los tikuna es posible encontrar la simetría en relación con una recta, un plano y un punto, además de las transformaciones, que constituyen movimientos geométricos que preservan la congruencia. Son también llamados isometrías porque no deforman la figura original. Existen cuatro tipos de transformaciones en el plano consideradas isometrías: la translación, la reflexión, la rotación y reflexión-desplazamiento, todas ellas, en general, presentes en la cestería de los tikuna.

En el caso del fondo del canasto que se muestra en la foto 12 es posible ver una isometría, un movimiento rígido que no deforma la figura. En el plano se define matemáticamente isometría como una función biyectora $T: R^2 \rightarrow R^2$, es decir, la transformación (T) de una figura plana (R^2) en otra figura plana (R^2), semejante a la primera y que preserva las distancias. Esto es, si P y Q son dos puntos de la primera figura, entonces la distancia $d(P, Q) = d(T(P), T(Q))$, donde T(P) y T(Q) son dos puntos de la segunda figura resultantes de aplicar la transformación T sobre los puntos P y Q.

La foto 12 ilustra también la presencia de la idea de rotación, pues allí se ve que las figuras se pueden construir a partir de la rotación continua del patrón triangular –a la derecha– en relación con el centro, en cualquier sentido, sin que la forma se altere. Es posible determinar el centro de rotación O, y el ángulo de rotación, que es de 90° en el sentido horario o ante-horario. De esa forma, dado el punto O –centro de rotación–, un ángulo θ y el sentido de la rotación, tendremos una transformación $T_\theta: R^2 \rightarrow R^2$, tal que para todo P existe un $P' = T_\theta(P)$ de modo que el ángulo POP' y θ son congruentes, o sea, tienen medidas iguales; el segmento $OP' = OP$ y el punto $O' = O$. Estas nociones matemáticas se determinan a partir del tipo de ombligo utilizado en la trama. Para las tejedoras las ideas matemáticas no son las que guían su trabajo, sino el tipo de decoración.

En el modelo de la figura 1, representativo del inicio de un canasto de fondo cuadrado, se ve la existencia de una simetría rotacional de 90° entre las formas que surgen del entrelazado de las dieciséis primeras tiras.

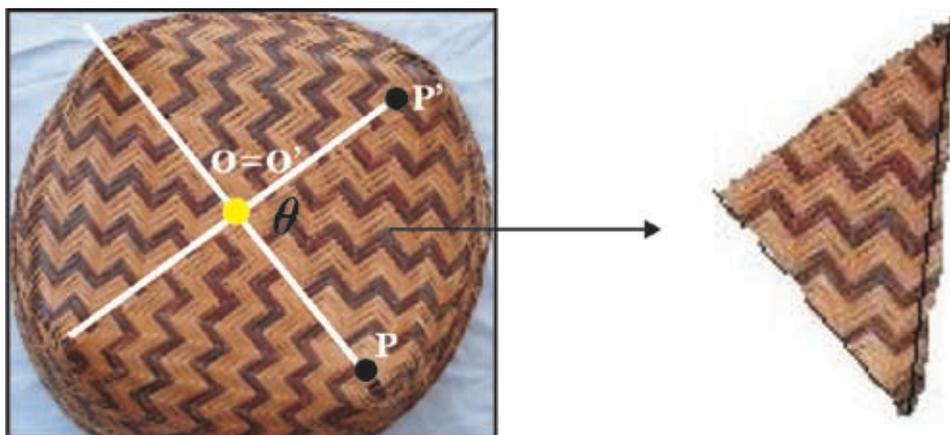


Foto 12
Presencia de isometría (Lucélida Maia /2008)

Esta situación está determinada por la secuencia empleada en la colocación de las tiras: (1, 2, 3, 4) para la derecha y después (1, 2, 3, 4) para la izquierda; así como también (1, 2, 3, 4) hacia arriba y (1, 2, 3, 4) hacia abajo.

En la foto 13 se observa la presencia de reflexión en los patrones decorativos de un canasto de fondo cuadrado hecho de guarumo.

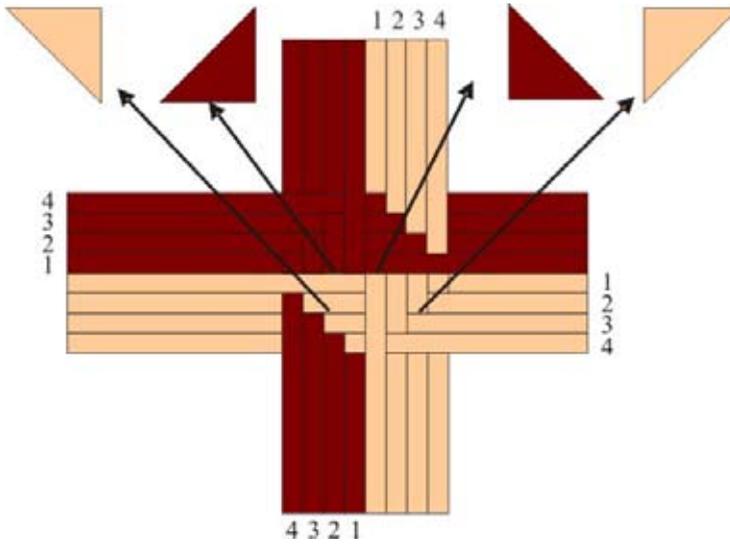


Figura 1
Modelo para visualización de simetría (Lucélida Maia /2008)

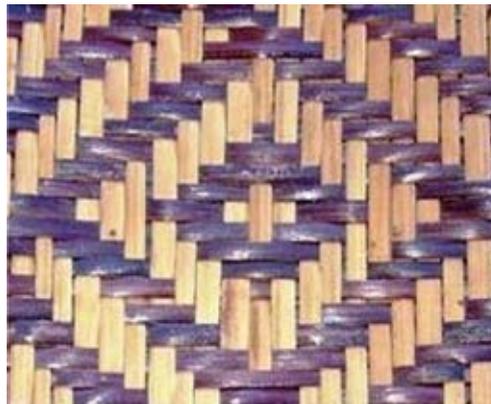


Foto 13
Ombigo de un canasto de fondo cuadrado hecho de guarumo (Lucélida Maia /2008)

Es posible reflejar una figura en relación con un eje, recta, obteniendo una figura simétrica a la original. Siendo la recta r el eje de reflexión, esta será una transformación $r : R^2 \rightarrow R^2$ que para todo punto P asocia el punto $P' = r(P)$, satisfaciendo las siguientes propiedades:

Si $P \notin r \Rightarrow r$ es la mediatriz de PP' (\notin : no está contenido en)

Si $P \in r \Rightarrow P' = P$ (\in : está contenido en)

El modelo de la figura 2 muestra que la figura $A'BC$ es una reflexión de la figura ABC en relación con el eje r . Y en el caso del canasto de la fotografía 13, la simetría, que se percibe en relación con un eje horizontal o vertical, surge a partir de la secuencia dicromática determinada por el ombligo de la trama que la tejedora elige según el tipo de canasto que quiere confeccionar.

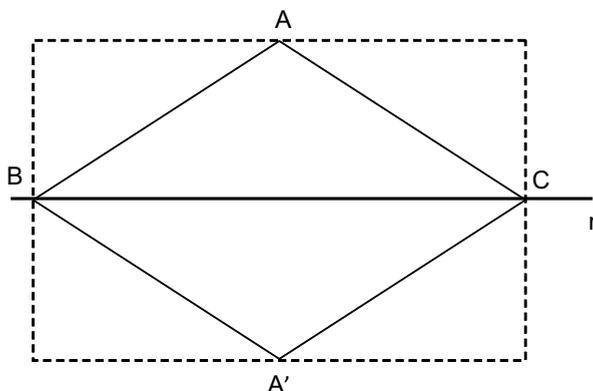


Figura 2

Modelo representativo de la reflexión de una figura (Lucélida Maia /2008)

NOCIONES PERCIBIDAS EN LA CONFECCIÓN CON GUARUMO

Las nociones de paralelismo y perpendicularidad han estado presentes en la vida de los tikuna desde siempre, y permanecen hasta hoy en la construcción de sus casas, sus canoas y en la cestería, aunque de forma inconsciente o con otros significados. Ellos utilizan estas nociones para lograr éxito, por ejemplo, en la elaboración de trampas utilizadas en la pesca o en la confección de canastos de fondo rectangular.

Actualmente, esas nociones son muy utilizadas, aun cuando de forma empírica, en el principio del tejido del canasto de fondo cuadrado, pues el proceso

de agregar tiras de guarumo para formar un conjunto de rectas paralelas y, al mismo tiempo, otro conjunto de rectas perpendiculares, se repite varias veces hasta alcanzar el tamaño deseado del fondo del canasto.

Al mirar el principio geométrico de la confección de un canasto hecho de guarumo, como el de la figura 3, se ve que de acuerdo con la manera como la tejedora organiza las tiras, determina grupos de rectas paralelas o perpendiculares. Para las paralelas, considera rectas cuya intersección (n) es vacía (ϕ), o sea está considerando las rectas $a, b, c, d \rightarrow a \cap b \cap c \cap d = \phi$, o las rectas $e, f, g, h \rightarrow e \cap f \cap g \cap h = \phi$. Cuando se refiere a las rectas perpendiculares está considerando rectas cuya intersección presenta un punto y el ángulo entre ellas es de 90° . En el modelo de la figura 3 se puede percibir tal situación entre, por ejemplo, las rectas a y h , o d y $e \rightarrow a \cap h = \{A\}, d \cap e = \{B\}$. Se observa que el esquema de la figura 3 representa una situación presente y perceptible en el inicio de la confección de un canasto de fondo cuadrado hecho de guarumo.

Otra noción presente en esa confección es la necesidad de conteo y la posibilidad de exploración de las operaciones de adición y multiplicación, pues, como se dijo, en ese proceso ocurre lo que los tikuna llaman de *na muchigu*, aumentar

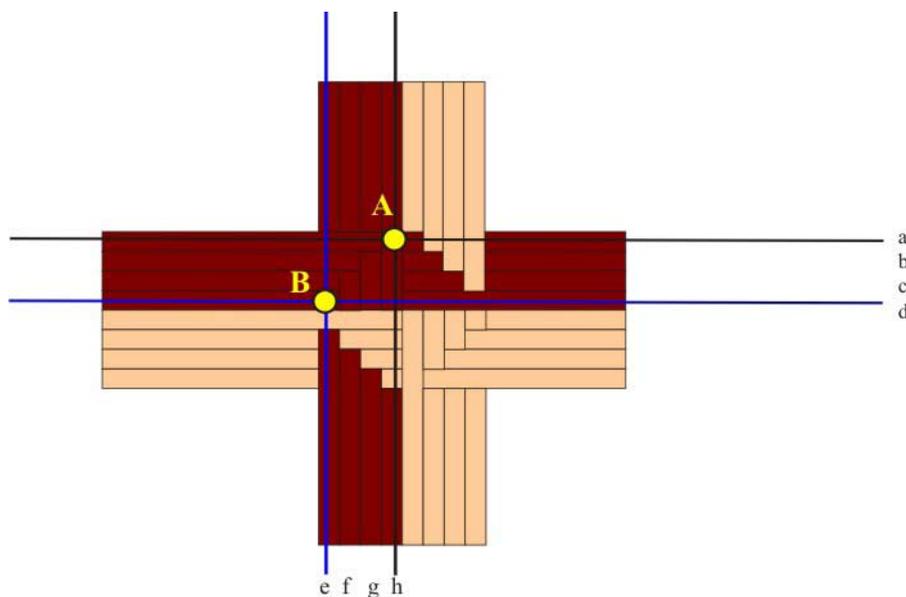


Figura 3

Esquema representativo de elementos geométricos presentes en el principio de un canasto de fondo cuadrado (Lucélida Maia /2008)

la misma cantidad, lo que tiene relación con la definición de que multiplicar es sumar la misma cantidad, o sea, $4 + 4 + 4 = 12 = 3 \times 4$. Y las tejedoras utilizan esta noción, principalmente en la confección de canastos de fondo cuadrado, pero con un sentido estético muy fuerte, o sea, lo que ellas miran son las proporciones entre las formas y no, simplemente, la cantidad de tiras que están agregando a la trama.

LAS NOCIONES EN LAS ESTERAS O TAPETES

Las esteras circulares

Las nociones matemáticas presentes en los tapetes circulares están también en los fondos y en las tapas de los canastos cilíndricos. Su configuración circular y su decoración con franjas coloridas que recuerdan coronas circulares permiten la contextualización de contenidos como el cálculo del área del círculo, la circunferencia y su perímetro, arcos, corona circular, sector circular, rayo, diámetro y cuerdas de la circunferencia.

Se observa también que con estos objetos es posible visualizar y establecer una expresión que permita calcular la medida de la apotema (distancia del centro a cualquiera de sus lados) de un polígono regular en función de la medida de un lado y del radio de la circunferencia circunscrita. El perímetro de la circunferencia o del círculo $= 2\pi R$ puede ser visto en variados tamaños, teniendo en cuenta las franjas de distintos colores que se presentan en las esteras circulares hechas de chambira, como la que se ve en la foto 14 y en la figura 4.



Foto 14
Esteras circular hecha de chambira
(Lucélida Maia /2008)

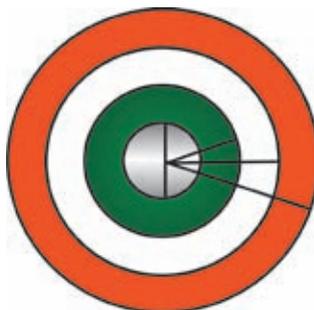


Figura 4
Esquema explicativo de elementos matemáticos
presentes en una estera de forma elíptica
(Lucélida Maia /2008)

Las esteras elípticas

Las tejedoras de Umariacu también hacen tapetes o esteras que presentan una forma elíptica, como el de la fotografía 15. Matemáticamente, esas esteras permiten contextualizar o visualizar de forma concreta una serie de elipses circunscéntricas de centro en el origen (0,0) del plano cartesiano. Una elipse se define en relación con dos puntos fijos F_1 y F_2 , llamados focos, equidistantes en un valor c del centro de la elipse. Entonces, se denomina elipse a la curva plana tal que la suma de las distancias (d) de cada uno de sus puntos P a los focos F_1 y F_2 es un valor constante $2a$, donde $2a > 2c$ (distancia focal F_1F_2). Luego, la elipse es el conjunto de puntos P , que cumplen la condición $d(PF_1) + d(PF_2) = 2a$. En el

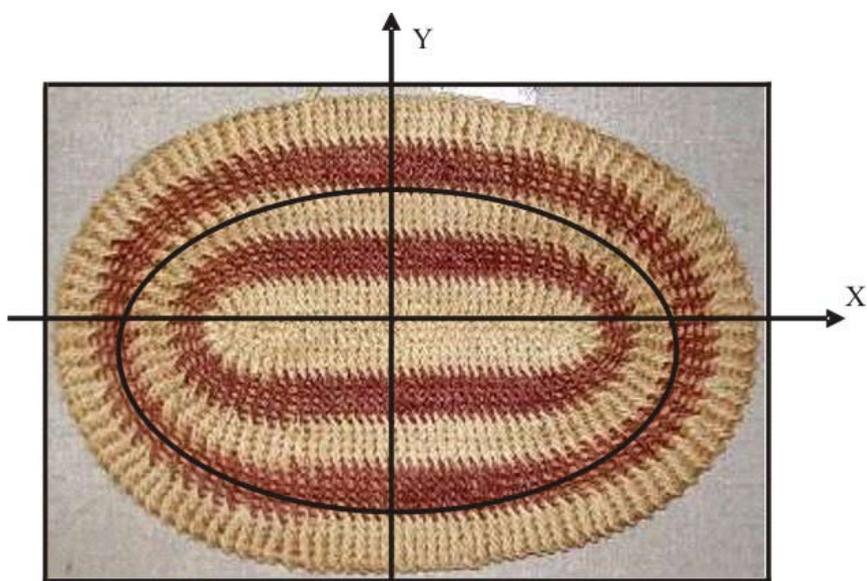


Foto 15

Estera de forma elíptica hecha de chambira (Lucélida Maia /2008)

modelo de la figura 5, representativo de una estera de forma elíptica, se pueden ver las nociones matemáticas que están presentes en estas esteras:

$$A_1A_2 = 2a = \text{Eje mayor}$$

$$B_1b_2 = 2b = \text{Eje menor}$$

$$F_1F_2 = 2c = \text{Distancia focal}$$

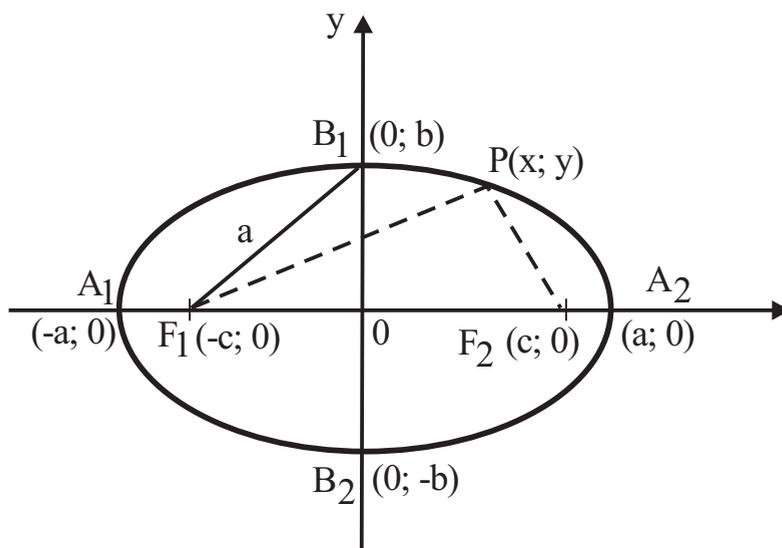


Figura 5

Esquema explicativo de elementos matemáticos presentes en una estera de forma elíptica
(Lucélida Maia /2008)

Consideraciones finales

Teniendo en cuenta la riqueza de formas e ideas matemáticas encontradas en la cestería tikuna y en su proceso de confección, se afirma que es posible representarlas por medio de los contenidos matemáticos, principalmente los contenidos de geometría como las formas planas, los sólidos geométricos, la circunferencia, el círculo y sus elementos: cuerda, radio, diámetro y sector circular. Estos objetos permiten también contextualizar el cálculo y la comparación de áreas de regiones planas.

Así mismo, en el proceso de confección están presentes muchos conceptos matemáticos que pueden ser visualizados como las progresiones aritmética y geométrica, la idea de transformaciones geométricas en el espacio y en el plano, además de las nociones de conteo y ordenación que permiten el trabajo con las operaciones aritméticas. Es importante enfatizar que el proceso de confección de los canastos y esteras, y la comparación de patrones empleados en ese proceso, son buenos instrumentos u oportunidades para manejar hipótesis y resultados previos para alcanzar nuevos resultados, lo que ayuda al desarrollo del raciocinio de las personas, en particular de quienes trabajan con matemáticas.

A lo largo de este trabajo se han analizado las ideas o nociones matemáticas presentes en los tejidos tikuna, principalmente respecto a los contenidos matemáticos occidentales, pero se debe tener en cuenta que la mirada de la investigadora es externa, y que para los indígenas las formas y fórmulas matemáticas tienen significados que van más allá de las apariencias: se traducen en valores que legitiman el sentimiento de pertenecer a un grupo.

De hecho, en todos los tiempos, grupos distintos desarrollaron conocimientos específicos que fueron compartidos en el grupo con la intención de fortalecerlo. Así pasó con los tikuna, que a lo largo de los tiempos desarrollaron técnicas de tejidos que sirvieron para confeccionar utensilios de uso doméstico y para la pesca o caza, pero que hoy se han transformado en una actividad comercial. No obstante, esas técnicas expresan ideas y pensamientos que forman parte de su tradición y, al mismo tiempo, reflejan la aplicación de conceptos y principios matemáticos de un pueblo cuya existencia, en cierta forma, dependió de esas aplicaciones.

Esas aplicaciones se traducen en una matemática propia, una etnomatemática tikuna, que expresa en los procesos de confección de los tejidos y en sus formas una etnomatemática personificada, inseparable de su práctica, pero que puede ser vista también por medio de una mirada más formal, sin que entre en conflicto con las ideas oficiales y las prácticas matemáticas cotidianas de los tikuna, pues de igual modo, ambas son fruto del contexto y reflejan sus características. Por eso, combinadas tornan la mirada matemática algo posible y comprensible, permiten la adopción de un estilo, desarrollan el sentido estético, permiten transgredir reglas, mezclar géneros e introducir la intuición sensible en las operaciones matemáticas.

Así que, a partir de los resultados encontrados en la investigación se afirma que todavía es posible hacer mucho por la identificación y la comprensión de las prácticas o nociones matemáticas indígenas, principalmente con los aportes de la etnomatemática, pues en Brasil y, en particular, en la región amazónica, la diversidad cultural es muy intensa y requiere de prácticas que busquen conciliar el conocimiento teórico oficial y el conocimiento cultural presente en la realidad cotidiana de los indígenas, pues ambos se complementan y fortalecen las relaciones existentes entre los indígenas y los no indígenas que conviven armoniosamente en esta región.

Nota. Este artículo es el resultado de la investigación para una tesis de la maestría en estudios amazónicos de la Universidad Nacional de Colombia, sede Amazonia, titulada “Los tejidos y las tramas matemáticas. El tejido tikuna como soporte para la enseñanza de las matemáticas”, de 2009.

Referencias

- GERDES, PAULUS. 2007. *Geometria e Cestaria dos Bora na Amazonia Peruana*. Morrisville: Lulu Enterprises.
- GOULARD, JEAN PIERRE. 1994. “Los Tikuna”. En: F. Santos y F. Barclay (eds.). *Guía etnográfica de la Alta Amazonia. Volumen 1: Mai huna, Yagua, Tikuna*. Serie Colecciones y documentos, pp. 309-442. Quito-Lima: Flacso-Ifea.
- NOBRE, SERGIO (org.). 2003. *Explorando a Geometria através da História da Matemática e da Etnomatemática*. Rio Claro-SP: SBHM.
- RIBEIRO, BERTA G. 1986. “A Arte de trançar: dois macroestilos dois modos de vida”. En Darcy Ribeiro (ed.). *Suma Etnológica Brasileira. Vol 2. Tecnologia Indígena*. São Paulo: Vozes, pp. 283-322.
- . 1988. *Diccionario do artesanato indígena*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- SEILER-BALDIGER, ANNEMARIE. 1988. “Yagua and Tukuna Hammocks: Female dignity and cultural identity”. *Congreso nacional de americanistas. Vol. 3*. Bogotá: Ediciones Uniandes, pp. 282-292.

Fecha de recepción: 7 de abril de 2009.

Fecha de aceptación: 6 de octubre de 2009.