

Artículo recibido el 26 de marzo de 2017; Aceptado para publicación el 11 de junio de 2017

Cultura Arica: Un caso para el estudio y educación de la geometría presente en textiles prehispánicos

The Cultura Arica: A case of research study and education of the geometric elements present in prehispanic textiles

Carolina Condori-Viza ¹
Mónica Navarrete-Álvarez²
Iván Aguirre- Cipe ³
Andrea Chamorro-Pérez⁴

Resumen

A partir de un trabajo interdisciplinario, presentamos una revisión de los estudios de Etnomatemáticas desarrollados en el área andina, y analizamos los elementos geométricos presentes en piezas textiles prehispánicas pertenecientes al Periodo Intermedio Tardío (ca. 900/1.200- 1.430 d.C.) o “Cultura Arica” (norte de Chile). A partir de esta evidencia, presentamos la experiencia de la Academia de Etnomatemáticas - Arica; estrategia pedagógica que buscó desarrollar actividades teórico-prácticas y que a partir del análisis geométrico permitieron desarrollar la apreciación y valoración del pensamiento matemático presente en los diseños iconográficos de los textiles y tecnología prehispánica.

Palabras claves: Etnomatemática, Patrimonio arqueológico, Chuspas, Transformaciones isométricas.

Abstract

From an interdisciplinary work, we present a review of the studies of Ethnomathematics developed in the Andean area, and we analyze the geometric elements present in prehispanic textiles belonging to the Late Intermediate Period (ca. 900 / 1,200-1,430 AD). The "Culture Arica" (northern Chile). From this evidence, we present the experience of the first version of the Academy of Ethnomathematics - Arica; Pedagogical strategy that sought to develop theoretical practical activities and based on the geometric analysis allowed to develop the appreciation and assessment of mathematical thinking present in the iconographic designs of prehispanic textiles and technology.

Key words: Ethnomathematics, Archaeological heritage, Chuspas, Isometric transformations.

¹Magíster en Dirección y Gestión de Empresas de la Universidad de Tarapacá, Chile; y Profesora de matemáticas y computación, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile, Email: carolinanoemiv@gmail.com

² Doctora en Economía de la Universidad Autónoma de Madrid, España; y Directora del programa Explora de CONICYT: Región de Arica y Parinacota, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile, Email: mnavarre@uta.cl

³ Magíster en Ciencias, Área Matemática Aplicada de la Universidad de Sao Paulo, Brasil; y Profesor del Departamento de Matemática, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile, Email: iaguirrec@uta.cl

⁴ Doctora (c) en Antropología de la Universidad Católica del Norte; y Profesora del Departamento de Antropología, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile, Email: achamorro@uta.cl

Los autores agradecen los aportes realizados por los referees anónimos del artículo quienes contribuyeron a mejorar sustancialmente el trabajo y agradecen el financiamiento del Proyecto Investigación de Postgrado otorgado por la Universidad de Tarapacá, Chile.

1. ETNOMATEMÁTICA EN LOS ANDES

En la perspectiva de que la Etnomatemática es un campo de investigación que busca comprender las matemáticas como un producto construido por los seres humanos, estando presente en diversas prácticas sociales y culturales (Micelli & Crespo, 2011; Miarka & Viggiani, 2012; Damázio, 2014; D'Ambrosio, 2014) realizamos una revisión de los estudios etnomatemáticos desarrollados en el área andina.

En los Andes, estos estudios se han orientado a conocer las diversas prácticas sociales y culturales mantenidas por los pueblos indígenas, así como a contribuir, preservar y valorar estos saberes a través del desarrollo de estrategias pedagógicas. Cabe destacar que la mayoría de ellos se basa en la exploración, análisis y conocimiento del patrimonio arqueológico dejado por las culturas prehispánicas, sentando unos precedentes para la identificación de las continuidades y transformaciones del conocimiento respecto de las sociedades actuales.

Destacan las exploraciones de los principios matemáticos presentes en tecnologías prehispánicas tales como arquitectura, técnicas y diseños textiles, cerámicas, andenerías, entre otros, pertenecientes en la mayoría de los casos a la sociedad Inca. Siendo especialmente relevantes los estudios referidos a dos importantes instrumentos de contabilidad y registro: el *quipu* o *kipu* y la *yupana*. El primero cuya traducción del quechua significa “nudo”, corresponde a un instrumento de contabilidad que se compone de un cordel principal y numerosos cordeles verticales secundarios con nudos que representan unidades, decenas y centenas. Su principal función fue mantener un registro cuantitativo de las actividades productivas de las distintas regiones del imperio Inca (número de vasallos, ingresos y salidas de almacenes, tributos en especies, cantidad de tierras asignadas, entre otros)⁵.

⁵ Un ejemplo de la presencia incaica en la región de Tarapacá (norte de Chile), territorio que correspondía al Collasuyu o parcialidad austral del Tahuantinsuyo, se manifiesta en la edificación de diferentes instalaciones (centros administrativos, sitios de almacenaje, postas y cementerios), así como en la presencia de uno de los quipus más complejos y extensos hasta ahora encontrados (586 cuerdas). Fue hallado hace aproximadamente 450 años en el cementerio de Mollepampa, y se cree que registra información de la población en la zona de Arica sujeta al Imperio Inca (Berenguer, 2009; Urton, 2003). En perspectiva de la conexión de Arica respecto del Tahuantinsuyo, son los vestigios de vestimenta pertenecientes Quipucamayoc (Museo Chileno de Arte Precolombino, 1997).

Condori-Viza, C., Navarrete-Álvarez, M., Aguirre-Cipe, I., & Chamorro-Pérez, A. (2017). Cultura Arica: Un caso para el estudio y educación de la geometría presente en textiles prehispánicos. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 8-25.

Por su parte, la *yupana* cuyo vocablo quechua significa “contar”, corresponde a un ábaco que permitía realizar operaciones aritméticas (Rojas & Stepanova, 2015); sin embargo, se han encontrado pocos ejemplares y no ha recibido mayor investigación, salvo algunos intentos pedagógicos por introducir su método de cálculo en la enseñanza de las matemáticas.

No obstante a la preponderancia cultural de este legado, podemos argumentar -siguiendo las reflexiones de Tun & Díaz (2015)- que las contribuciones matemáticas de las sociedades prehispánicas y de las actuales comunidades indígenas han sido relegadas o invisibilizadas y muchas veces discriminadas, por lo que “las contribuciones históricas que se describen son demasiadas veces eurocéntricas, rindiendo homenaje a los griegos de piel clara como los proveedores de la mayoría de los conocimientos matemáticos de importancia” (D’Ambrosio 2001, citado en Tun & Díaz, 2015, p. 82).

En este sentido, muchos de los estudios Etnomatemáticos andinos se han dirigido a crear estrategias pedagógicas que permitan rescatar el pasado prehispánico, difundir sus aportes y técnicas, y valorar las prácticas culturales asociadas. En esta dirección, Huapaya & Salas (2008) sugieren actividades didácticas de reconocimiento de patrones y formas geométricas (paralelismo, perpendicularidad, polígonos, ángulos, semejanzas y proporcionalidad) en diversas expresiones culturales y tecnológicas que dejó la sociedad Inca, contribuyendo de este modo a la valoración del patrimonio y saberes ancestrales andinos. Del mismo modo, Mamani Apaza (2009) en el contexto del pueblo Aymara, elabora propuestas de actividades pedagógicas, uno de estos es la confección de *quipus* artesanales para practicar la aritmética básica (sumar y restar) y reforzar el cálculo mental.

En el caso de Chile y, especialmente en el norte del país, los estudios Etnomatemáticos son escasos; sin embargo, si bien éstos retoman los antecedentes de las matemáticas presentes en la tradición prehispánica andina, destacan por el interés de valorar la presencia de las matemáticas en los contextos socioculturales de las actuales comunidades indígenas. Interesándose en las prácticas cotidianas, productivas y artísticas del pueblo aymara; y en la generación de propuestas educativas tendientes al rescate de sus saberes tradicionales.

En relación con la geometría presente en el arte andino, Jiménez (2009) realiza una recopilación de los elementos geométricos presentes en el patrimonio cultural (tejidos, danzas, petroglifos y geoglifos) de la región de Arica y Parinacota (Chile), y propone

desarrollar una estrategia de enseñanza-aprendizaje de la geometría (transformaciones isométricas) basada en la contextualización de problemas. Por su parte, Mamani & Patty (2004) sugieren insertar la Etnomatemática en el currículo escolar, en la perspectiva de integrar a las poblaciones indígenas al sistema chileno.

Para el caso de las prácticas culturales, Álvarez (2013) examina las formas de matematizar que emplean las mujeres de Isluga (comunidad altiplánica, región de Tarapacá) en la elaboración de los tejidos; actividad que, según la autora, permiten representar conceptos e identificar las bases de un pensamiento lógico andino que emplea un código binario análogo del quipu. En la misma dirección, Rivas & Vásquez (2005) exploran los textiles de la comunidad de Guacollo (región de Tarapacá, Chile) realizando una recopilación de técnicas y prácticas textiles de acuerdo a las narraciones de tejedoras aymaras. Asimismo, proponen una clasificación de la iconografía presente en el textil etnográfico, destacando la importante presencia de diseños geométricos y de naturaleza.

En vista de estos precedentes, y considerando que la arqueología desarrollada en el norte de Chile, especialmente en la región de Arica y Parinacota, ha proporcionado conocimientos culturales respecto del pasado prehispánico que, pese a no referirse directamente al pensamiento matemático andino, permiten deducir una lógica matemática singular. Realizamos la revisión de estudios arqueológicos desarrollados en torno a la “Cultura Arica” (ca. 900/1.200- 1.430 d.C.), sociedad que hoy en día está desaparecida pero cuya iconografía textil permanece como un testigo de lo que fuera su imaginario y cosmovisión (Ulloa, 1981; 1985; Focacci, 1997; Horta, 1997; 2005; Carmona, 2006). Para centrarnos en la revisión y análisis de los elementos geométricos presentes en la composición y estructura de los diseños o iconografía de piezas textiles denominadas chuspas o bolsas rituales. Lo cual, suponemos y esperamos, proporcione insumos para profundizar en el conocimiento de este lenguaje del pasado.

2. LA “CULTURA ARICA”: GEOMETRÍA EN LOS DISEÑOS TEXTILES

La ocupación humana de lo que hoy corresponde al territorio de la Región de Arica y Parinacota (Chile) se remonta al 10.000 a.C., periodo durante el cual se vivieron diferentes sociedades que ocuparon la costa, los valles y la cordillera; dejando restos materiales

Condori-Viza, C., Navarrete-Álvarez, M., Aguirre-Cipe, I., & Chamorro-Pérez, A. (2017). Cultura Arica: Un caso para el estudio y educación de la geometría presente en textiles prehispánicos. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 8-25.

(geoglifos, petroglifos, cerámicas y textiles), que sorprenden por su belleza, manufactura y simbolismo. En el caso de los valles, destaca la denominada “Cultura Arica” - correspondiente al Período Intermedio Tardío⁶ (ca. 900/1.200- 1.430 d.C.), sociedad agromarítima que habitó los valles occidentales: Valles de Azapa y Camarones y una parte en la costa del Pacífico (Carmona, 2006). La economía en los valles se expandió mediante la construcción de terrazas de agricultura en conjunto con canales de riego, mientras que en la costa utilizaron balsas para la pesca en lugares profundos. Esta sociedad se destacó por su alta calidad técnica y estética, presentando textiles, cerámicas y geoglifos con diseños antropomorfos, zoomórficos y geométricos con características “locales”, vale decir que se trata de iconografía que solo posee manifestación material en esta pequeña área.

En lo que corresponde a la textilería, destacan las *Chuspas* -que es el objeto de nuestro estudio-, consistentes en bolsas policromas (azul, verde y ocre) cuyo tamaño bordea entre los 9 cm x 12 cm hasta 20 cm x 24 cm (Ulloa, 1981), de uso productivo y/o ritual, que presentan complejos y enigmáticos diseños. Desde el punto de vista de los estudios arqueológicos realizados por Horta & Agüero (1997), los atributos de las chuspas son: forma trapezoidal⁷, presencia de color crema en el juego de colores positivo y negativo de las franjas decoradas, complejas y variadas terminaciones bordadas en las costuras y orillas, variadas iconografías figurativa y abstractas realizadas mediante la utilización de urdimbres complementarias. El

⁶ Importa considerar que los estudios arqueológicos regionales han podido establecer fases y cronologías que permiten comprender el desarrollo prehispánico local (Carmona, 2006). Estas son:

PERIODO ARCAICO (ca.9.000 - 1.700 a.C.), caracterizado por la presencia de pescadores, cazadores y recolectores de recursos marinos, cuyos recursos tecnológicos eran redes, bolsas y recipientes.

PERIODO FORMATIVO (1.700/ 1.400 a.C. y 300/500 d.C.), se mantienen los sistemas de recolección marina y vegetal, pero se desarrolla la agricultura y aparecen cerámicas y textiles (rojo, azul y café) con decoración geométrica.

PERIODO MEDIO (ca. 300/500 - 900/1.100 d.C.), destaca la influencia de Tiwanaku (márgenes del lago Titicaca, actual Bolivia) en el desarrollo artístico local (cucharas de madera, finos textiles con motivos geométricos policromos -rojo, azul, verde, amarillo y café-, cerámica con elementos geométricos).

PERIODO INTERMEDIO TARDÍO (ca. 900/1.200- 1.430 d.C.), caracterizado por la expansión de la economía en los valles a través de la construcción de terrazas agrícolas y canales de riego, mientras que en la costa utilizaron balsas para la pesca. Destaca por su alta calidad técnica y estilo con decoraciones antropomorfas, zoomórficas y diseños geométricos.

PERIODO TARDÍO (1.400- 1.535 d.C.), destaca la influencia del Tawantisuyo o Imperio Inca en la cerámica, textilería y metales, y diseños tipo camélidos.

⁷ Cabe destacar que las mismas autoras especifican que finalizando el Intermedio Tardío la forma de la *chuspa* empieza a perder su forma trapezoidal y empieza a encontrarse en forma cuadrada (Carmona, 2010).

carácter ritual de este tipo de bolsas se vería confirmado por la presencia de restos de hojas de coca en el interior de las mismas (Belmonte, Ortega, Arévalo, Cassman & Cartmell, 2001).

2.1. Relevancia iconográfica

La complejidad iconográfica expresada en la confección de textiles (Ulloa, 1985; Horta, 2005), especialmente *chuspas*, *inkuñas* y *bolsas-fajas*; fue fruto de la utilización de técnicas derivadas de faz de urdimbre: urdimbre complementaria y urdimbre suplementaria; lo cual permitió una cadena de diseños visuales expresados en figuras antropomorfas, zoomorfas y ornitomorfas, los cuales hacen parte de los motivos presentes en las franjas de la estructura física de textiles (Ulloa, 1981). Motivos que Horta (2005) clasifica del siguiente modo:

- Figuras antropomorfas que en analogía con el cuerpo humano presentan tocados, extremidades en forma de piernas-brazos y representación frontal, además las hay con rasgos faciales y sin rasgos faciales.
- Figuras zoomorfas que representan serpientes, felinos antropomorfizados, pájaros, simios, camélidos, lagartijas y zorros.
- Figuras geométricas independientes que aparecen generalmente acompañando a figuras antropomorfas y zoomorfas, se representan como: ganchos y volutas en “S”.
- Figuras de composiciones geométricas o de conjunción de elementos geométricos, se representan como: franja diagonal aserrada con o sin extremos hexagonales, composiciones con escalonado diagonal y composiciones geométricas variadas.
- Figuras de patrones geométricos, se describen mediante un cuadrángulo dividido en cuatro partes iguales, con un centro en forma de rombo también cuatripartito, su representación no se especifica.

Vale destacar que por tratarse de motivos visuales que han sido especialmente significativos en la creación de referentes identitarios locales; consideramos que su apreciación y estudio matemático resulta especialmente significativo en miras a promover procesos de valoración y aprendizaje pedagógico entre niños y jóvenes indígenas y no indígenas.

3. ANALISIS DE MUESTRAS TEXTILES

Para esta investigación hemos contado una muestra textil de 29 *Chuspas*⁸, las cuales están depositadas en el Museo Arqueológico de San Miguel de Azapa y provienen de los sitios arqueológicos PLM-3 y PML-4 ubicados en Playa Miller-Arica. A partir de este universo, elegimos tres *chuspas* que, por presentar una gran complejidad iconográfica, resultan representativas del periodo y ejemplares en términos de su composición geométrica (ver Tabla 1). Desde un punto de vista antropológico y matemático, realizamos dos análisis complementarios: uno iconográfico y otro geométrico. El primero, buscará reconocer algunos diseños clasificados por Horta (2005) (ver Tabla 2). El segundo, realizará una especificación de los elementos geométricos que se pueden observar en la muestra.

Textil	Observaciones
<p>Pieza N° 1 Sitio PLM3. Tumba 7. N°94</p> 	<p>Esta pieza presenta en sus franjas laterales una misma serie de patrones con respecto a los iconos, a diferencia de la franja central que está compuesta de una serie de iconos diferente las laterales. La configuración positivo y negativo se presenta tanto en las franjas laterales como en la central. La forma de la bolsa presenta una estructura trapezoidal.</p> <p><i>Longitudes: ancho 19,5cm y largo 17-19cm</i></p>
<p>Pieza N° 2 Sitio PLM3. Tumba 55. N°732</p> 	<p>La franja central se presenta como eje simétrico. La estructura de la bolsa presenta solamente una clasificación iconográfica, en este caso la de Composiciones Geométricas. La forma de la bolsa presenta una estructura trapezoidal.</p> <p><i>Longitudes: ancho 23,7cm y largo 18-20,6cm</i></p>
<p>Pieza N° 3 Sitio PLM3. Tumba 55. N°734</p>	<p>Se percibe iconografía distinta en ambas partes frontal y trasera. Esta pieza es una de los ejemplares que presenta borlas. La forma de la bolsa presenta una estructura</p>

⁸ Muestra que fue previamente analizada por Horta & Agüero (1997) y Horta (2005).

	<p>rectangular. <i>Longitudes: ancho 21cm y ancho 20,2cm</i></p>
---	---

Tabla 1. Piezas textiles para el análisis.

3.1. Resultados de análisis iconográfico y geométrico

Pieza N° 1.- Clasificación iconográfica: Figura geométrica independiente

Se verifica la existencia de dos ejes de simetría uno horizontal y vertical (ver figura 1). Los íconos centrales que componen la figura, el hexágono irregular superior, central (positivo y negativo) e inferior presentan dos ejes de simetría respectivamente. Con respecto al hexágono irregular central compuesto por un positivo y negativo al parecer se generaron por una homotecia.



Figura 1. Izquierda, icono presente en el textil. Derecha, icono representado como dibujo.

Caso aplicación: Llámese O el punto de origen. Ubiquemos dentro del icono el punto A , trazamos un segmento \overline{AO} cuya distancia es d , sobre la prolongación de \overline{AO} trazamos una recta en la cual tiene que existir otro punto a la misma distancia d y en este caso encontramos el punto B que está a la misma distancia d de O . Por lo tanto, podemos decir que existe una simetría central cuyo origen es O , con respecto a los puntos A y B . Lo mismo para los puntos C y D respectivamente. Por otra parte, también podemos observar simetría vertical y horizontal con respecto al origen O (ver figura 2).

Condori-Viza, C., Navarrete-Álvarez, M., Aguirre-Cipe, I., & Chamorro-Pérez, A. (2017). Cultura Arica: Un caso para el estudio y educación de la geometría presente en textiles prehispánicos. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 8-25.

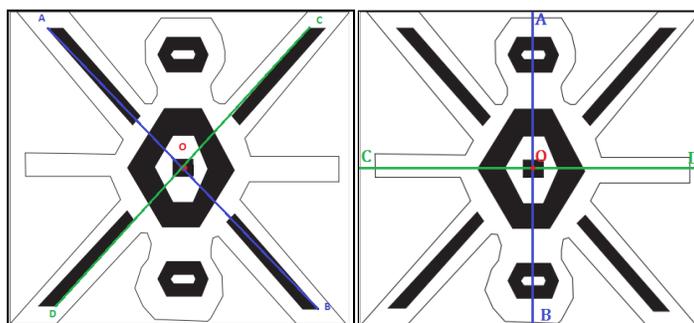


Figura 2. Izquierda: Aplicación de simetría central. Derecha: aplicación simetría vertical y horizontal.

Pieza N° 2

Clasificación iconográfica: Figura de composiciones geométricas

Enfocándonos en la parte derecha de la figura 3, podemos percibir que esta presenta dos ejes de simetría uno horizontal y vertical. Se verifica una traslación con respecto a un vector en dirección SE en el icono de triple “S” positivo, igualmente con el negativo. Haciendo énfasis al textil completo este presenta dos franjas anchas y una central, de las franjas anchas podemos verificar la existencia de una teselación irregular en cada una de estas. Considerando las figuras que componen la composición geométrica, podemos observar que se presentan en las esquinas, laterales e interior polígonos irregulares, ya sea de seis, siete, nueve lados. Fijándonos en las figuras centrales podemos percibir la composición de un rombo cuyos laterales están compuestos por cuatro romboides.



Figura 3. Izquierda icono presente en el textil. Derecha icono representado como dibujo.

Caso aplicación: De la siguiente figura a la que omitimos los colores, si cuatriseccionamos la figura 4, podemos identificar diversas reflexiones que se realizan con respecto al eje de

simetría horizontal y el vertical respectivamente. Esto se muestra en la tabla 2, la cual identifica las reflexiones que se realizan con respecto a los ejes de simetría.

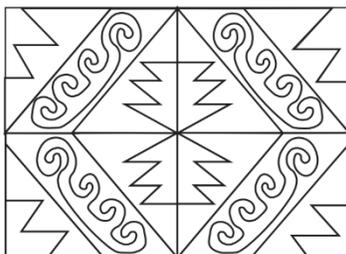


Figura 4. icono de figura de composiciones geométricas.

Icono	Descripción	Transformación isométrica	Eje de simetría
	Reflexión con respecto a la recta L en forma vertical.	Reflexión	Vertical
	Reflexión con respecto a la recta L en forma horizontal.	Reflexión	Horizontal
	Reflexión con respecto a la recta L en forma vertical.	Reflexión	Vertical
	Reflexión con respecto a la recta L en forma horizontal.	Reflexión	Horizontal

Tabla 2. representación de reflexiones con respecto a los ejes vertical y horizontal.

Pieza N°3

Clasificación iconográfica: Figura Patrones Geométricos

Para el caso de la parte derecha del icono de la figura 5, podemos observar que las figuras aserradas en forma diagonal compuestas por cuadrados escalerados, presentan una simetría central con respecto al centro del rombo central.

Ahora, considerando la figura total, podemos seccionarla en cuatro partes que podrían asemejarse a los cuadrantes del plano cartesiano. Se verifica una traslación con respecto a un vector en dirección SO en el icono de “S” positivo, igualmente con el negativo en sentido SE, el eje X corresponde a un eje de simetría horizontal que permite obtener los cuadrantes III y IV a partir de los cuadrantes I y II, sin considerar los colores.



Figura 5. Izquierda icono presente en el textil. Derecha icono representado como dibujo.

Caso aplicación: Considerando el cuadrante I si llegamos a realizar una rotación de 180° en sentido horario, obtenemos el cuadrante III, el mismo caso sucede con el cuadrante I sobre el III (ver figura 6).

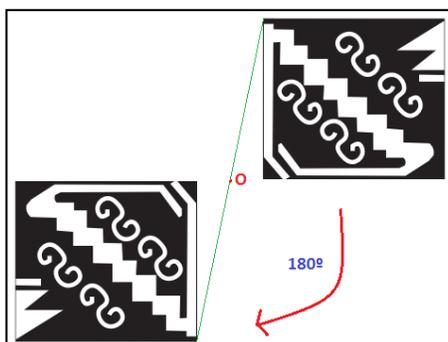


Figura 6. Representación de una rotación de 180° .

4. ACADEMIA ETNOMATEMÁTICA: TEXTIL Y PEDAGOGÍA

Considerando la relación existente entre la Etnomatemática y la Educación como “un campo cuyo propósito es cuestionar y analizar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en diversos escenarios” (Blanco-Álvarez, Higueta & Oliveras, 2014 p. 248); así como la idea de generar intervenciones Etnomatemáticas en el currículum escolar y/o propuestas pedagógicas (Peña-Rincón 2014). Además, la idea de la Etnomatemática como una nueva práctica pedagógica, con aspectos dinámicos y estimulantes, cercana al contexto cotidiano de los estudiantes (D’Ambrosio, 2014), y las ideas de García (2014) que enfoca y propone la resolución de problemas matemáticos contextualizados, refiriéndose a las situaciones que hacen memoria en los términos familiares del estudiante y que son pertinentes a sus propias prácticas culturales, construimos una propuesta didáctica para la enseñanza de las matemáticas, específicamente la geometría, en relación al contexto histórico, cultural y sociocultural de los estudiantes (Urbano, 2010).

Dicha propuesta educativa combinó aspectos de la arqueología y las matemáticas, y se materializó en una Academia de Etnomatemática; siendo su principal reto el generar una alternativa pedagógica que vinculara los principios matemáticos y el patrimonio arqueológico. En este caso, quisimos valorar la práctica textil pues es una actividad generadora de conocimiento matemático, el cual compone un rico lenguaje simbólico que un análisis geométrico como el propuesto podría contribuir a comprender.

Es así como surge, al alero de la Universidad de Tarapacá (UTA), la Academia Etnomatemática “Comunicándonos con la Geometría desde ayer” año 2016, cuyo objetivo general fue contribuir a la valoración y fortalecimiento de la identidad regional mediante la identificación de la presencia de las matemáticas en la historia regional.

4.1. Metodología de la academia Etnomatemática

La metodología de trabajo constó de dos etapas; la primera, consistió en un levantamiento de información, fue una actividad realizada por académicos del Departamento de Antropología y el Departamento de Matemática de la UTA. En las primeras sesiones, se definió el concepto de Etnomatemática y el período prehispánico a profundizar; en este caso, escogimos el denominado Período de “Desarrollo Regional o Cultura Arica”, debido a la enorme riqueza de los vestigios arqueológicos presentes a nivel local.

Condori-Viza, C., Navarrete-Álvarez, M., Aguirre-Cipe, I., & Chamorro-Pérez, A. (2017). Cultura Arica: Un caso para el estudio y educación de la geometría presente en textiles prehispánicos. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 8-25.

Posteriormente, diseñamos una serie de herramientas didácticas para ejecutar en salidas a terreno y en aula, destacan: fichas de trabajo en terreno, guías de aprendizaje (ver figura 7), dinámicas de interacción grupal y juegos multimedia Kahoot!⁹. Desde la perspectiva de un aprendizaje por descubrimiento, se buscó que los estudiantes lograran identificar y relacionar la forma de vida de sus antepasados con soluciones matemáticas a problemas de alta complejidad (construcciones de terrazas de cultivo y canales de regadíos, tamaño y diseños de piezas textiles, entre otros). Es por esto que una de las preguntas centrales y claves de esta etapa fue ¿Somos capaces de identificar la presencia de las matemáticas en los vestigios arqueológicos de nuestra Región?

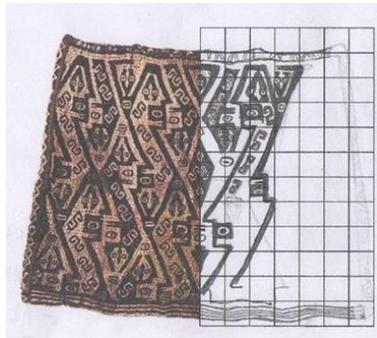


Figura 7. Ejemplo de ficha de trabajo de textiles

La segunda etapa o Ejecución de la actividad, contempló la organización de cuatro sesiones temáticas en torno a la textilería y arquitectura prehispánica, donde los estudiantes pudieron observar y hacer análisis matemáticos aplicados. Al respecto, destacamos la sesión de textil pues generó una mayor predisposición de aprendizaje entre los estudiantes, ya que jamás habían visto los diseños iconográficos presentes en textiles desde un punto de vista matemático, relacionado a una de las áreas de las matemáticas, como lo es la geometría.

4.2. Los textiles y su impacto en la comunidad educativa

Esta sesión comenzó con la introducción al mundo de la textilería andina, enfocándose sobre los orígenes de esta tecnología en la zona sur andina. La transición de periodos culturales por los que pasó nuestra región, permitió exponer en una dinámica educativa las vestimentas de

⁹ Herramienta educativa multimedia cuya utilización utiliza el soporte de internet. <https://getkahoot.com/>.

los diferentes grupos culturales, enfocándonos principalmente en el periodo Intermedio Tardío que corresponde a la Cultura Arica.

Con respecto al análisis del textil prehispánico, se realizó una exposición de un análisis a la interpretación de la iconografía presente en los textiles Arica (ver figura 8), los cuales motivaron a realizar un análisis desde los aspectos geométricos como los descritos en los Casos de Aplicación expuestos anteriormente. Diversos elementos de geometría, tales como: transformaciones isométricas, ángulos, polígonos, etc. fueron identificados en el ámbito del textil prehispánico por los estudiantes.



Figura 8. Exposición del análisis antropológico y matemático.

Ligado a esto se realizó una actividad donde los estudiantes tenían que replicar este análisis en fichas de trabajo que mostraban textiles similares correspondientes al periodo cultural que estábamos estudiando. En el ámbito matemático, los conceptos que más lograron identificar fueron las transformaciones isométricas presentes en cada pieza textil. Además se utilizó la sala de computación de la UTA, en donde los estudiantes trabajaron con algunas de las fotografías de las piezas textiles que se pueden obtener del Catálogo digital de la colección de textiles del MASMA¹⁰. Producto de esto, fue la presentación de un grupo de estudiantes que expusieron a sus compañeros las transformaciones isométricas que pudieron identificar en una pieza textil (ver figura 9).

¹⁰ Ver <http://masma.uta.cl/>.

Condori-Viza, C., Navarrete-Álvarez, M., Aguirre-Cipe, I., & Chamorro-Pérez, A. (2017). Cultura Arica: Un caso para el estudio y educación de la geometría presente en textiles prehispánicos. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 8-25.

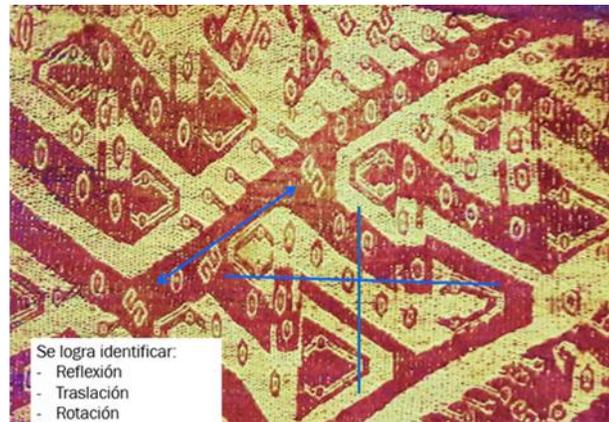


Figura 9. Diapositiva confeccionada por un grupo de estudiantes.

Otra de las dinámicas de aula que logró que los estudiantes pudieran valorizar el patrimonio textil, fue la participación de una tejedora *aymara*, quien compartió su experiencia dando a conocer las prácticas matemáticas y técnicas textiles que heredó de sus antepasados (ver figura 10).



Figura 10. Tejedora aymara representando la práctica del telar.

Desde el ámbito educacional la opinión de los estudiantes con respecto a ver la matemática escolar de una forma abstracta ligada a un enfoque occidental, el cual difiere de su realidad y contexto cultural, permitió que estos pudieran enriquecer sus conocimientos y pudieran percibir que dentro de su propio patrimonio cultural existen nociones de matemática, de los cuales nuestros antepasados lograron utilizar.

En suma, y considerando que la asignatura de matemática provoca rechazo entre los estudiantes debido a su supuesta complejidad, esta experiencia educativa permitió que los estudiantes se identificaran con su entorno y comprendieran que dentro de éste hubo una

sociedad que utilizó nociones de matemáticas para resolver sus necesidades, que aplicaron técnicas para resolver problemas cotidianos y que, sobre todo, generaron un conocimiento que quedó plasmado en textiles prehispánicos como las *chuspas*.

5. CONCLUSIONES

La Academia de Etnomatemática buscó experimentar con los medios y soportes del patrimonio arqueológico a fin de explorar una nueva forma de ver las matemáticas con elementos del propio contexto. Como resultado podemos señalar que los estudiantes no sólo pudieron identificar diversos elementos de geometría tales como: transformaciones isométricas, ángulos, polígonos, teleselaciones, etc., sino que se trató de una experiencia educativa que generó procesos de identificación con el territorio y patrimonio arqueológico, y la comprensión de las nociones de matemática presentes en contextos sociales y culturales distintos. Con ello, no estamos afirmando que especialistas de la Cultura Arica definieran y aplicaran exactamente los mismos principios de las TI (rotación, simetría, traslación), sino que estos factores se evidencian de acuerdo a nuestras técnicas y procedimientos matemáticos formales. En esta dirección, realizaremos una segunda versión de la Academia de Etnomatemáticas, enfocada a estudiantes de enseñanza básica y que sea implementada en establecimientos de educación rural, con el fin de integrar en totalidad a la comunidad educativa de nuestra región. Asimismo, Consideramos que esta investigación podría abrir futuros estudios etnográficos con escuelas rurales, pues allí se vive y contextualiza la práctica textil.

REFERENCIAS

- Álvarez, I. (2013). *Acercamiento a los saberes matemáticos andinos, basado en la textilería de la localidad de Isluga*. (Tesis de pregrado no publicado). Departamento de Matemática, Universidad del Tarapacá, Arica, Chile.
- Belmonte, E., Ortega, M., Arévalo, P., Cassman, V., & Cartmell, L. (2001). Presencia de la hoja de coca en el ajuar funerario de tres cementerios del periodo Tiwanaku: AZ-140, AZ-6 y PLM-3. *Chungará*, 33(1), 125-135. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562001000100022>
- Berenguer, J. (2009). *Chile bajo el imperio de los Inkas*. Santiago: Ediciones Quebecor World.

- Condori-Viza, C., Navarrete-Álvarez, M., Aguirre-Cipe, I., & Chamorro-Pérez, A. (2017). Cultura Arica: Un caso para el estudio y educación de la geometría presente en textiles prehispánicos. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 8-25.
- Blanco-Álvarez, H., Higuera Ramírez, C., & Oliveras, M. (2014). Una mirada a la Etnomatemática y la Educación Matemática en Colombia: caminos recorridos. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 245-269. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2740/274031870016.pdf>.
- Carmona, G. (2006). *Caracterización de las prendas textiles incas presentes en sitios arqueológicos tardíos del extremo norte de Chile*. (Tesis de pregrado). Departamento de Antropología, Universidad de Chile, Santiago, Chile. Recuperado de http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/carmona_g/sources/carmona_g.pdf.
- Carmona, G. (2010). *Los nuevos patrones formales y decorativos en las bolsas chuspa del área de Arica, bajo el dominio del Tawantinsuyu: una aproximación inicial*. Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena, Santiago, Chile.
- Damázio, V. (2014). Genealogia e Etnomatemática: uma aproximação em prol da insurreição dos saberes sujeitados. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 28(50), 1155-1171. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v28n50a08>.
- D'Ambrosio, U. (2014). Las bases conceptuales del Programa Etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 100-107. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2740/274031870007.pdf>.
- Focacci, G. (1997). Evidencias culturales andinas en registros arqueológicos playa miller-3. *Revista Dialogo Andino*, (16), 101-122. Recuperado de <http://dialogoandino.cl/wp-content/uploads/2016/07/DA-16-1997-06.pdf>.
- García, J. (2014). El contexto cultural y la resolución de problemas: vistos desde el salón de clases de una comunidad Ñuu Savi. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(1), 50-73. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2740/274030901003.pdf>.
- Horta, H. (1997). Estudio iconográfico de textiles arqueológicos del Valle de Azapa, Arica. *Chungara*, 29(1), 81-108. Recuperado de http://www.chungara.cl/Vols/1997/Vol29-1/Estudio_iconografico_de_textiles_arqueologicos.pdf.
- Horta, H. (2005). *Arte textil prehispánico: diseños de los tejidos de la cultura Arica, norte de Chile (1000-1470d.C.)* (Primera ed.). Santiago, Chile: Universidad Bolivariana.
- Horta, H., & Agüero, C. (1997). *Definición de Chuspa: Textil de uso ritual durante el periodo intermedio tardío, en la zona arqueológica de Arica*. Congreso Nacional de Arqueología Chilena, (pp. 45-82). Copiapó, Chile.
- Huapaya, E., & Salas, C. (2008). Uso de las Ideas Matemáticas y Científicas de los Incas, en la Enseñanza - Aprendizaje de la Geometría. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 1(1), 4-12. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274020252001>.
- Jiménez, D. (2009). *Aplicación de la matemática en la cultura aymara, para la unidad de geometría en el primer año de enseñanza media*. (Tesis de pregrado no publicado). Departamento de Matemática, Universidad del Tarapacá, Arica, Chile.

- Mamani Apaza, H. (2009). *Etnomatemática aimara. Términos, técnicas y conceptos matemáticos*. Lima: ANR.
- Mamani, H., & Patty, L. (2004). *Lineamiento de la Etnomatemática y su adecuada aplicación dentro de la Reforma Educativa* (Tesis de pregrado no publicado). Facultad de Educación y Humanidades, Universidad de Tarapacá. Arica, Chile.
- Miarka, R., & Viggiani, M. A. (2012). Matemática e/na/ou Etnomatemática?. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 5(1), 149-158. Recuperado de <http://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/40>.
- Micelli, M. L., & Crespo, C. R. (2011). La Geometría Entretejida. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 4(1), 4- 20. Recuperado de <http://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/27/380>.
- Peña-Rincón, P. (2014). Etnomatemáticas y currículo: Una relación necesaria. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 170-180. Recuperado de <http://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/128>.
- Rivas, A., & Vásquez, E. (2005). *Sobre el patrimonio textil del pueblo de Guacollo*. (Tesis de pregrado no publicado). Facultad de Educación y Humanidades, Universidad de Tarapaca, Arica, Chile.
- Rojas, M., & Stepanova, M. (2015). Sistema de numeración Inka en la Yupana y el Khipu. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(3), 46-68. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2740/274041587004.pdf>.
- Tun, M., & Díaz Sotelo, M. A. (2015). Recuperar la Memoria Histórica y las Matemáticas Andinas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(1), 67-86. Recuperado de <http://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/164>.
- Ulloa, L. (1981). Estilos decorativos y formas textiles de poblaciones agromarítimas, en el extremo Norte de Chile. *Chungara*, 8, 109-136. Recuperado de http://www.chungara.cl/Vols/1981/Vol8/Estilos_decorativos_y_formas_textiles_de_poblaciones.pdf.
- Ulloa, L. (1985). *Arica, Diez mil Años*. Museo Chileno de Arte Precolombino (Primera ed.). Santiago: Banco O'Higgins.
- Urbano, R. A. (2010). Geometría en las Esculturas del Parque Arqueológico de San Agustín. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 3(1), 45-66. Recuperado de <http://www.revista.etnomatematica.org/index.php/RevLatEm/article/view/22>.
- Urton, G. (2003). *Contar anudando en el Imperio Inka*. Santiago/Cambridge: Museo de Arte Precolombino/Harvard University.