

Exploración etnomatemática en los procesos de restauración de iglesias patrimoniales de Chiloé-Chile

Ethnomathematical exploration in the designs and restoration processes of the heritage churches of Chiloé-Chile

Evelin Marisel Mansilla-González¹

Ángel Guillermo Zúñiga-Díaz²

Fabiana Elizabeth Velásquez-Saldivia³

Mariela Alejandra Montecinos-López⁴

Angela Nolfi Castro-Inostroza⁵

Camilo Andrés Rodríguez-Nieto⁶

Recibido: marzo 06 de 2023

Aceptado: junio 28 de 2023

Resumen

El objetivo de esta investigación fue explorar las nociones matemáticas presentes en la práctica cotidiana de restauración de las iglesias patrimoniales de Chiloé, Chile. Bajo un camino metodológico cualitativo-etnográfico se implementó un protocolo de entrevista semiestructurada, aplicadas a cinco carpinteros que trabajaron en restauración de iglesias a través de la Fundación Amigos de las Iglesias de Chiloé. Los resultados muestran que la práctica cotidiana involucra cinco momentos de restauración: instalación de faenas, etapa de desarme, fundaciones, reestructuración y terminaciones. En ellos están presentes nociones matemáticas asociadas a los sistemas de medición, las figuras geométricas (representaciones del paralelepípedo, pirámide y cubo) y sus propiedades, sistemas de referencia,

Abstract

The objective of this research was to explore the mathematical notions present in the daily practice of restoration of the heritage churches of Chiloé, Chile. Under a qualitative-ethnographic methodological path, a semi-structured interview protocol was implemented, applied to five carpenters who worked in church restoration through the Friends of the Churches of Chiloé Foundation. The results show that daily practice involves five moments of restoration: installation of tasks, disarmament stage, foundations, restructuring and completions. They include mathematical notions associated with measurement systems, geometric figures (representations of the parallelepiped, pyramid and cube) and their properties, reference systems, numbers, functions and their applications, angles,

1 Profesora de Matemáticas, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile. E-mail: evelinmansillag@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1479-0002>

2 Profesor de Matemáticas, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile. E-mail: angelzuniga180@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0235-1683>

3 Profesora de Matemáticas, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile. E-mail: elizabethfabianav@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2569-3953>

4 Profesora de Matemáticas, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile. E-mail: mariela.montecinos01@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3741-4413>

5 Doctora en Educación en el ámbito de Didáctica de la Matemática, Instituto de Especialidades Pedagógicas, Universidad Austral de Chile, Puerto Montt, Chile. E-mail: angela.castro@uach.cl
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1732-6520>

6 Licenciado en Matemáticas, Doctor en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa, Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia. E-mail: crodrigu79@cuc.edu.co
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9922-4079>

números, funciones y sus aplicaciones, ángulos, líneas rectas, entre otros. Estos hallazgos son un insumo para el desarrollo de tareas contextualizadas que promuevan conocimientos matemáticos en los estudiantes y se fomente la valoración de la cultura propia, conectándola con la matemática institucional desarrollada en las aulas de clases por profesores y estudiantes.

Palabras clave: etnomatemática, iglesias patrimoniales, restauración, educación matemática.

1. Introducción

Se ha señalado que uno de los problemas que enfrenta la enseñanza de las matemáticas es el desarrollo de prácticas abstractas y mecanizadas de enseñanza, que dificultan una comprensión profunda de los conceptos de esta asignatura (Rivero, 2012). Si bien se han realizado algunos esfuerzos por reconocer y considerar la cultura de los estudiantes como parte de su proceso educativo, las prácticas culturales no siempre se utilizan como fuente de aprendizaje de contenidos matemáticos curriculares (Castro et al., 2020).

En este contexto, el Programa de Etnomatemática busca dotar de sentido a las matemáticas escolares reconociendo y valorizando las diversas prácticas matemáticas propias practicadas por cada cultura (Gerdes, 2013). A nivel internacional se han estudiado distintas prácticas culturales que ponen en evidencia conceptos y procesos matemáticos inmersos en la artesanía (e.g., Albanese, Oliveras & Perles, 2014; Aroca, 2022), la pesca (e.g., Miranda, Pereira & Dall'Asta, 2016; Rodríguez-Nieto, Mosquera & Aroca, 2019a) o la arquitectura (e.g., De la Hoz, Trujillo & Tun, 2017; Font, 2013). A nivel nacional, la mayoría de las investigaciones de etnomatemática se han centrado en el estudio de las prácticas matemáticas realizadas por la cultura mapuche (e.g., Huencho, 2015; Peña-Ricon & Hueitra, 2016; Salas, Godino & Oliveras, 2015; Salas, Godino & Quintriqueo, 2016). Estos estudios han puesto en evidencia conexiones entre diversos saberes matemáticos presentes en estas prácticas

straight lines, among others. These findings are an input for the development of contextualized tasks that promote mathematical knowledge in students and encourage the appreciation of their own culture, connecting it with the institutional mathematics developed in the classrooms by teachers and students.

Keywords: ethnomathematics, heritage churches, restoration, mathematics education.

y el currículo de matemáticas de diversos países, en torno aprendizajes asociados a la medición, el conteo y la geometría, entre otros (e.g., Castro et al., 2020; Mansilla, Castro & Rodríguez-Nieto, 2022; Pathuddin, Kamariah & Mariani, 2023; Rodríguez-Nieto, 2021).

Siendo Chile un país culturalmente diverso, se visualiza la necesidad de identificar las matemáticas utilizadas en otras culturas coexistentes a nivel nacional, como lo es la cultura Chilota, con el propósito de enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje y fortalecer la identidad cultural de esta comunidad que representa una parte importante del país. Por tanto, este estudio tiene como objetivo identificar las nociones matemáticas presentes en la restauración de las iglesias patrimoniales de Chiloé.

Teóricamente, esta investigación se fundamenta en el Programa Etnomatemática, impulsado por D'Ambrosio en los años 80, nace con el propósito de representar una metodología que ayude al descubrimiento, análisis, discusión y difusión de conocimiento matemático que originan diversos grupos culturales a través de su propia historia (Rosa & Orey, 2005; 2021). La Etnomatemática puede entenderse como la matemática practicada por comunidades urbanas o rurales, grupos de trabajadores, clases profesionales, sociedades indígenas y otros grupos que se identifican por objetivos y tradiciones compartidas (D'Ambrosio, 2014). D'Ambrosio define la etnomatemática en base a tres raíces: etno, mathema y thica (Aroca,

2016). La raíz etno es definida como los distintos ambientes sociales, culturales, naturales, etc.; la *Mathema*, de raíz griega, quiere decir entender, explicar, enseñar, entre otros; y finalmente, la raíz *thica*, ligada a la palabra griega *tecni*, refiere a técnicas o maneras (Blanco-Álvarez, 2008).

Dentro de la línea de investigación etnomatemática se han realizado diversos estudios que han aportado al desarrollo del programa. Estos estudios se han centrado en rescatar los saberes matemáticos presentes en diversos grupos culturales, a nivel nacional e internacional, valorizando aspectos culturales propios de cada práctica (e.g., Albanese et al, 2014; De la Hoz et al., 2017; Rodríguez-Nieto et al., 2019b), para fomentar el respeto y aprecio por las otras culturas y mejorar el aprendizaje matemático (Gerdes, 2013).

A nivel internacional, dentro de las prácticas estudiadas desde la etnomatemática se encuentra la artesanía, la gastronomía y la pesca. Así se ha estudiado, por ejemplo, la lógica presente en la pintura en las copas y platos de arcilla elaborados por la comunidad Pastos o Quillacingas, concluyendo que el trabajo con artesanías facilita la identificación de las propiedades de los conceptos geométricos en los estudiantes (Aroca, 2015). También se han analizado las conexiones etnomatemáticas presentes en la elaboración de tortillas de un comerciante de Chilpancingo, México, y la geometría evidenciada escolar inmersa en el proceso (Rodríguez-Nieto, 2021). De este análisis emergen conceptos matemáticos tales como circunferencia, círculo, cilindro, mediciones, conteos y sucesiones. Así como el uso de medidas no convencionales en la práctica de la pesca (Rodríguez-Nieto, et al., 2019a).

Otros investigadores como Rodríguez-Nieto et al. (2022) estudiaron las conexiones entre medidas en patrones en las siembras de palma de coco en México, evidenciando tipos de marcos de siembra: real de manera cuadrangular y tres bolillos con forma de triángulos y al sembrar el coco se visualizan cubos referidos a huecos en la tierra. Pathuddin, Kamariah y Mariani (2023) indagaron sobre las etnomatemáticas en el uso de Pananrangin para determinar las temporadas

agrícolas adecuadas por algunos campesinos a pesar de no tener una educación formal. Los conceptos identificados multiplicación, suma y la aritmética modular. En cuanto a los procesos de instrucción, las conexiones etnomatemáticas han contribuido al conocimiento didáctico etnomatemático de un profesor colombiano, especialmente cuando manifiesta que es importante hallar volúmenes de totumas, áreas de terrenos, medidas en los cercados, capacidad de recipientes, aritméticas en la práctica del guandú y enseñar a los estudiantes una matemática contextualizada y conectada con la vida real (Rodríguez-Nieto et al., 2023).

A nivel nacional, la investigación en etnomatemática ha sido más escasa. Se han investigado prácticas cotidianas como la pesca y la carpintería. En la práctica de la pesca se han evidenciado nociones matemáticas asociadas a la medición, localización, conteo, modelar y estimar (Mansilla et al., 2022). Mientras que, en la carpintería, se visualiza la presencia de conceptos matemáticos asociados a la medición, el conteo y la localización, realizando una vinculación de estos con el currículo chileno (Castro et al., 2020). Estos estudios han destacado la necesidad de explorar otras prácticas matemáticas que permitan contextualizar y potenciar el desarrollo de aprendizajes matemáticos atendiendo la diversidad cultural del país. Actualmente, Mansilla, Castro y Rodríguez-Nieto (2023) exploraron sobre las conexiones etnomatemáticas en el aula e implementaron una secuencia etnomatemática basada en la pesca del sur de Chile, rescatando las matemáticas relacionadas con la medición y conteo de espineles, localizaciones en la pesca, figuras geométricas y a su vez establecieron vínculos con los objetivos de aprendizaje plasmados en el currículo nacional.

Por su parte, la arquitectura vernácula es una expresión y manifestación cultural que responde a la identidad de las comunidades, con el objetivo de crear espacios habitables a través de prácticas y técnicas ancestrales. Es una forma de diseño que se origina a partir de la arquitectura nativa de una región, y que, por ende, se define a partir

del clima, cultura y materiales preponderantes (González, 2015).

En la literatura del área se pueden visualizar algunas conexiones entre la arquitectura vernácula y la etnomatemática. No obstante, la investigación sobre esta práctica es muy escasa. En esta línea, autores como De la Hoz et al. (2017) analizan los elementos geométricos usados por los miembros de la comunidad Arhuaca en Colombia, en la construcción y el diseño de su vivienda tradicional. Este estudio evidencia el uso de conceptos y procesos matemáticos como el Teorema de Pitágoras, cálculos de volumen de paralelepípedos, cálculo de longitudes de aristas de pirámide de base cuadrada, y Teorema de Thales, entre otros. En Venezuela, Lira e Iglesias (2013), estudian la matemática presente en la construcción de casas de bahareque, elaboradas por los habitantes del valle de San Isidro. Los resultados de este estudio evidencian conocimientos matemáticos asociados al cálculo y estimaciones, trabajando con diferentes magnitudes para medir longitudes e igualmente utilizan relaciones geométricas en la construcción de sus casas.

A pesar de ser Chile un país culturalmente muy rico en términos arquitectónicos, a nivel nacional no se encuentran investigaciones etnomatemáticas relacionadas al área de la arquitectura. Una de las manifestaciones arquitectónicas más importantes a nivel nacional, es la arquitectura chilota. La arquitectura tradicional de Chiloé es considerada la obra mayor de esta cultura, donde el material preponderante es la madera y sus construcciones responden al espacio geográfico y estilo de vida que lleva su gente chilota. A nivel nacional se encuentran alrededor de 150 iglesias en este territorio construidas entre el siglo XVII y XVIII. De estas 16 son declaradas patrimonio de la humanidad por la UNESCO y tienen un enorme valor cultural para la población (Suárez & Faúndez, 2016). Aunque en la literatura se reconoce a la arquitectura actualizada como digital o basada en la tecnología Building Information Modeling (BIM) (Martínez-Manso & Delgado-Fernández, 2022), en esta investigación se asume una arquitectura ancestral y manufacturada del sur de Chile.

2. Metodología

Se optó por una metodología cualitativa exploratoria con enfoque etnográfico (Hernández et al., 2014; Restrepo, 2016). La investigación se llevó a cabo en cuatro fases: (i) elección del contexto y los participantes, (ii) implementación de una observación no participante, (iii) desarrollo de un instrumento de recolección de datos, y (iv) análisis temático de los datos.

2.1 Contexto y participantes

El archipiélago de Chiloé es un escenario de biodiversidad donde coexisten diversos bosques, mar, cultura borde marina y campesina. Las iglesias de Chiloé son un lugar de encuentro comunitario, expresión del cariño, la devoción y respeto de la gente por su religión y sus rituales. La práctica de la restauración de iglesias es una actividad que tiene como propósito la conservación de la arquitectura vernácula de las iglesias y de la identidad cultural de este archipiélago.

Esta práctica actualmente se encuentra en receso. Para recoger los datos, se revivió esta actividad a partir del trabajo realizado en algunas Iglesias Patrimoniales, específicamente en la Iglesia de Santa María de Loreto de Achao, Iglesia San Francisco de Castro, Iglesia de Santa María de Rilán y la Iglesia Nuestra Señora del Rosario de Chonchi, a través de imágenes proporcionadas por los participantes, revisión de literatura e información obtenida por parte de los carpinteros entrevistados. La información del proceso de restauración obtenida fue complementada con visitas a las iglesias Patrimoniales de Chiloé y una visita al Museo de las Iglesias de Chiloé, guiada por un carpintero que participó en este proceso de restauración. Esto permitió a los investigadores vivenciar el proceso de restauración y utilizar los recursos disponibles, para dar más profundidad y detalle a las entrevistas realizadas. La Tabla 1 recoge los datos de los participantes del estudio.

Tabla 1. Información de los participantes.

Participante (Pseudónimo)	Edad (años)	Tiempo en la restauración (años)	Nivel de estudios	Lugar de entrevista
P1 (Jorge)	37	12	Media Completa	Castro
P2 (José)	39	12	Media completa	Ancud (museo de las iglesias de Chiloé)
P3 (Elías)	42	12	Media completa	
P4 (Juan)	53	12-13	Básica completa	Dalcahue
P5 (Abel)	76	7	Básica incompleta	Ancud

Nota: Básica completa abarca los 8 primeros años de escolaridad. Media completa abarca los 4 años de escolaridad posterior antes de la educación superior.

2.2 Recolección de datos

Para la recolección de la información se siguió la etnografía que, etimológicamente se entiende como *ethnos*: pueblo o gente y *grapho*: escritura o descripción, la cual permite la apropiación de la cultura de las personas y también reportar los sucesos tal y como se presentan en la realidad incluyendo significados, maneras de ser, hacer y explicar sus conocimientos (Restrepo, 2016). En este contexto, se realizó una observación no participante en la que se obtuvo información general de los participantes y se establecieron acuerdos para la entrevista. De hecho, D'Ambrosio (2014) indica que para investigar en Etnomatemática, es importante que los investigadores tengan la capacidad de observación y análisis detallado, donde busquen describir y comprender las prácticas de los grupos culturales.

Posteriormente, se desarrolló un protocolo de entrevista semiestructurada que consideró preguntas de apertura (e.g., ¿Eres originario de Chiloé?), introductorias (e.g., ¿En qué año comenzó a trabajar en la reconstrucción de iglesias en Chiloé?), de transición (e.g., ¿Cómo se organizan los carpinteros en la reconstrucción de una iglesia?), claves (e.g., ¿Utiliza técnicas convencionales o universales, a lo largo de su tiempo trabajando ha aprendido técnicas propias del lugar?), de término (e.g., ¿Qué significa para usted trabajar en la reconstrucción de iglesias?), y de síntesis (e.g., ¿Cuáles son los momentos más importantes durante la restauración?).

2.3 Análisis de los datos

El análisis de los datos se realizó en base a la búsqueda de palabras claves o frases con significado matemático extraídas de las entrevistas realizadas. Para ello se optó por un análisis temático inductivo desarrollado en seis fases (Braun y Clarke, 2006).

Fase 1. Familiarización con los datos. Las entrevistas se transcribieron en una planilla Excel, para comprenderse en profundidad.

Fase 2. Codificación inicial. Se anotaron y codificaron datos relevantes, acorde a la matemática que se comenzaba a visualizar.

Fase 3. Búsqueda de temas. De acuerdo con la frecuencia en que se presentaban los conceptos relevantes, se englobaron los códigos preliminares en temas potenciales.

Fase 4. Revisión y verificación. Se revisaron los temas y su relación entre ellos para generar un mapa temático del análisis.

Fase 5. Definición de temas. Se asignaron nombres específicos y se definieron. A partir de ello se evidenciaron 55 nociones matemáticas agrupadas en 8 temáticas:

Temática 1: Sistema de medición. Hace referencia a medidas convencionales y nociones matemáticas relacionadas a ellas, las cuales se utilizan para entregar una determinada dimensión, altura, longitud, superficie, volumen, etc.,

expresadas en unidades de medidas convencionales (centímetros, metros, pulgadas, etc.).

Temática 2: Figuras geométricas y sus propiedades. Está relacionada a figuras geométricas, es decir, representaciones de elementos geométricos en el plano o en el espacio, además de las partes que las componen (vértice, aristas, ángulos, etc.).

Temática 3: Sistemas de referencia. Hace alusión a la orientación, dirección o posición de un elemento dentro de un plano o espacio, respecto a un sistema de coordenadas que permite estudiar el movimiento de un cuerpo.

Temática 4: Números. Hace referencia a sistemas numéricos que expresan una cantidad (números naturales, racionales y reales) y a conjuntos que contienen elementos, los cuales se pueden contar, enumerar, ordenar, etc.

Temática 5: Funciones y sus aplicaciones. Se relaciona con funciones matemáticas, es decir, la relación entre dos conjuntos de elementos en los cuales existe una correspondencia, además de sus componentes y las representaciones de estas mismas.

Temática 6: Fabricar. Hace referencia a la acción de diseñar y modelar figuras geométricas en diferentes planos y superficies (papel, madera, etc.).

Temática 7: Ángulos. Alude al concepto de ángulo, sus medidas y aplicaciones, de manera convencional y no convencional (cuadrar y amarrar la madera).

Temática 8: Líneas rectas. Se refiere a la línea unida por dos vértices que tiene una orientación específica. Dentro de esta temática se tienen los conceptos de segmento y diagonal.

Fase 6. Redacción del reporte. Redacción del reporte de los resultados.

3. Resultados y discusión

3.1 Momentos de la práctica de restauración de iglesias patrimoniales de Chiloé

La práctica de restauración de iglesias patrimoniales de Chiloé se lleva a cabo en cinco momentos: instalación de faenas, etapa de desarme, fundaciones, reestructuración y terminaciones (ver Tabla 2).

Tabla 2. Momentos de la práctica cotidiana.

Momentos	Definición
Instalación de faenas (M1)	Se realiza un cierre perimetral del predio propio de la Iglesia. Se realiza limpieza y se instalan galpones provisorios para el acopio de madera y el museo de obra, retirados al final de esta.
Etapa de desarme (M2)	Se evalúa el estado de las piezas para verificar con precisión el estado de conservación de los elementos de la iglesia, antes de la intervención. Esta consta de la limpieza, etiquetado de clasificación y almacenamiento.
Fundaciones (M3)	Los carpinteros realizan excavaciones, estabilización de la tierra, realizar moldajes y enfierraduras, para luego rellenar los dados de cemento con hormigón formando cubos de cemento compacto, y finalmente reubicar las piedras fundacionales.
Re-estructuración (M4)	Se busca mantener y restaurar los ensambles, empalmes y piezas estructurales del edificio, conservando las técnicas constructivas originales.
Terminaciones (M5)	Se trabaja en la fachada interna y externa de la iglesia.

El análisis temático realizado muestra que en estas etapas se evidencian 8 temáticas asociadas a conceptos y procedimientos matemáticos, que son empleadas por los carpinteros durante la práctica de restauración de iglesias patrimoniales de Chiloé: Sistema de medición (T.1), Figuras geométricas y sus aplicaciones (T.2), Sistema

de referencia (T.3), Números (T.4), Funciones y sus aplicaciones (T.5), Fabricar (T.6) Ángulos (T.7) y Líneas rectas (T.8). La Tabla 3 recoge la frecuencia de las temáticas asociadas a nociones matemáticas evidenciadas en esta práctica en sus distintos momentos.

Tabla 3. Frecuencias temáticas - momentos.

Momentos	T. 1	T. 2	T. 3	T. 4	T. 5	T. 6	T. 7	T. 8
Instalación de faenas	2	0	2	0	0	2	2	0
Etapas de desarme	4	2	7	10	0	0	1	0
Fundaciones	3	3	1	3	0	0	2	0
Re-estructuración	19	16	13	6	9	23	22	9
Terminaciones	3	1	2	3	0	0	2	1

3.2 Nociones matemáticas presentes en la práctica de restauración de iglesias patrimoniales de Chiloé

Sistema de medición

Una de las primeras nociones matemáticas que emerge en la primera etapa de restauración de iglesias, Instalación de faenas, es la asociada a la medida. Específicamente, la estimación, medidas convencionales y distancia, las cuales son utilizadas por los carpinteros para la construcción de un galpón provisorio. Esto se evidencia, por ejemplo, cuando P3 explica que entre la iglesia y el galpón existe una distancia específica, como lo muestra el siguiente extracto:

P3: Sí pues, hacia un lado de la Iglesia, a unos 10 m de la Iglesia, no era más lejos porque por el peso que traían las maderas, no se podían hacer más lejos.

La noción de volumen emerge en el tercer momento de la práctica, fundaciones. En este momento los carpinteros explican cómo construyen las fundaciones, qué medidas les atribuyen, y cómo moldean las piedras, que originalmente

sostenían la iglesia para luego unir las con las vigas evitando que estas toquen el suelo y reciban humedad. Esto se evidencia por ejemplo en el siguiente extracto:

P1: (...) lo primero que se hace son las fundaciones, porque se hacen dados de cemento abajo (...) estamos hablando de 1 metro 50 hacia abajo de uno por uno de ancho y arriba se le ponía la piedra y entonces, acá está la tierra. Esta es la base, pero si tú vas a una Iglesia, por ejemplo, en Rilán o en Nercón, miras las orillas vas a notar altiro un cuadrado de cemento, pero está al borde de la tierra y acá parte de la viga maestra, entonces eso hace que por más peso que haya evite que la viga toque el piso y esto es aplaudible que se ha hecho en las restauraciones de las iglesias (...)

Las nociones de medición, medidas convencionales y volumen son utilizadas por los carpinteros cuando calculan las medidas de un cubo de hormigón. También son utilizadas implícitamente cuando aluden al volumen que debe contener el cubo para sostener el peso de la piedra y la viga. En esta etapa emerge también el uso de

medidas no convencionales como la tolerancia, cuando los carpinteros manejan un margen

de error al realizar una excavación para las fundaciones, según se evidencia en la Figura 1.



Figura 1. Dado de cemento.

En el cuarto momento de la práctica, re-estructuración, emergen las nociones de medidas convencionales, estimación y peso, evidenciadas cuando los carpinteros explican el uso del artillugio, instrumento creado para el traslado de vigas de gran peso, como se evidencia en el siguiente extracto.

P1: Don Juanito un maestro de allá de Dalcahue inventó un rodillo (...) acá arriba tenía un rodillo que giraba, eran como dos o 3 de estos y poníamos la viga de 10 por 10 acá encima y lo empujábamos, porque esta pieza no la podías mover solo, no lo podías arrastrar. Teníamos huincha que soportan 1000 kilogramos pero los guinches no funcionaban, huinches eléctricos no lo podía y con esto lo podíamos mover y a puras palancas porque 1 metro de esto pesa como 240 kg. Imagínate 14 metros estamos hablando de más de una tonelada (...)

Las nociones de medidas convencionales, estimación y peso son utilizadas por los carpinteros cuando estiman el peso de una viga a través de sus medidas, haciendo uso del kilogramo, tonelada y metro.

Figuras geométricas y sus propiedades

En el segundo momento, "etapa de desarme", se reconocieron representaciones como polígonos regulares, figuras 3D y pirámide con base regular, evidenciadas al momento de observar la torre descubierta tras el desarme que realizan los carpinteros en esta etapa. Aquí se evidenciaron, implícitamente, las nociones de polígono regular, figura 3D y pirámide con base regular, cuando P3 explica la forma y el desarme de la torre de la iglesia representada en la maqueta comenzando desde el chapitel, (pirámide con base regular de caras curvadas), hasta llegar al principio de la segunda caña, (polígono regular, en este caso, de ocho o diez caras). Lo anterior también se evidencia en la estructura del chapitel señalada por el carpintero (ver Figura 4).

P3: Se empieza a bajar la iglesia desde el chapitel, se saca la parte del chapitel, después la cruz y se va bajando pieza por pieza. Se saca por ejemplo la parte del chapitel por partes, de ahí viene la araña que tiene el chapitel, la parte que sostiene al chapitel se llama araña, y de ahí se baja pieza por pieza. Usted la baja y se enumera y se van bajando pieza por pieza por general tiene ocho piezas. Entre ocho a diez caras que tiene la caña.

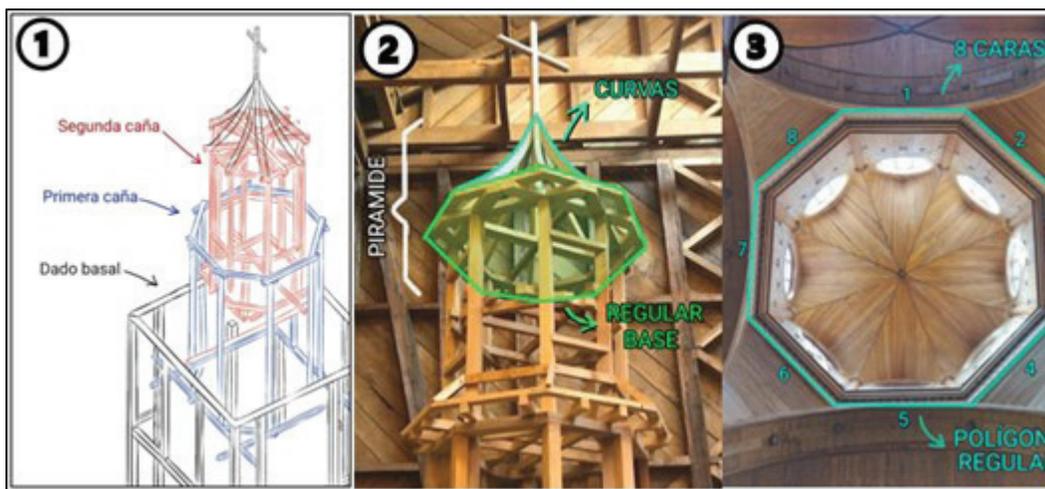


Figura 2. Torres y chapitel de una iglesia (fotografías tomadas en el trabajo de campo).

Durante la etapa de fundaciones surge la noción de cubo y prisma. Esto se observa cuando P4 explica el amarre del dado de cemento (cubo) y la viga maestra (prisma cuadrangular), el cual consiste en la unión entre ambos objetos, donde la principal función del dado de cemento es evitar la humedad en las vigas y también entregar firmeza a la estructura. Esto se evidencia en el siguiente extracto:

P4: Esta era la base y por aquí se colocaba un dado que le llamábamos y encima del dado se sentaba la piedra, cuando el cemento estaba ya firme y se le rellenaba por los laditos para que no se de vuelta esa piedra, entonces después de esa piedra que va encima del cemento firme se le arreglaba con una galletera encima para que quede planito para sentarla a la piedra y después venía la viga maestra (...)

En el cuarto momento de la práctica que es la re-estructuración, emergen las nociones de figura 2D, figura 3D y paso de 2D a 3D, cuando los carpinteros señalan utilizar plantillas para hacer los agujeros en las vigas. En ese momento realizan un cambio de dimensión, pasando de dos dimensiones (plantilla) a tres dimensiones (cubo). Las plantillas son necesarias para que todos los cubos (Figura 3D) que se realicen en las vigas queden del mismo tamaño, como lo muestra el siguiente extracto:

P1: (...) se preparaban todas las vigas maestras primero abajo y después todos los pies derechos que eran con caja y espiga, entonces los íbamos preparando abajo, entonces teníamos 40 de estos y acá teníamos la viga con 40 hoyos y la solera superior y recién armado, era como ir armando un castillo, una cuestión así, íbamos montando y por eso se usaban plantillas cuando tenías que hacer caja y espiga.

Sistema de referencia

Entre las nociones que emergen en el cuarto momento de la práctica de restauración de iglesias, re-estructuración, está la noción de perpendicularidad y paralelismo. Estas nociones se observan de manera implícita en la construcción del gato hecho por los carpinteros para amarrar estructuras, ya que este está conformado por 4 vigas traslapadas a media madera. Se observan 2 pares de vigas paralelas entre sí con orientación diferente. En su interior se genera un cuadrado, este cuadrado con ángulos interiores de 90° y entre las vigas se produce perpendicularidad, como se evidencia en el siguiente extracto:

P2: Sí, los faldones se hacen un gato que se llama y de ahí van sacando las puntas hacia afuera y se le va dando el armaje. Si tú lo creas por la parte interior de la caña

vas a ver que hay un gato. Entonces, esa es la manera en la que tú puedes ir sacando, aprovechando para amarrar las estructuras y también sacas las puntas hacia afuera para que puedan formar los faldones. Estos, estos son los faldones.

Números

En el segundo momento de la práctica de restauración de iglesias, etapa de desarme, emergen las nociones de enumeración y números naturales. Esto ocurre cuando el carpintero inicia el desarme de la iglesia desde la cruz hasta el esqueleto de la iglesia. En esta etapa se realiza un etiquetado de las piezas retiradas. Aquí se visualiza el uso de numeración para referirse a la posición de las piezas durante el proceso de etiquetado, con el fin de tener un registro y su contabilización, como se evidencia en el siguiente extracto:

P4: Es un proceso muy delicado, porque tienes que ir anotando pieza por pieza (...) entonces tu anotas en una hoja, para que después no te pierdas, anotas el lado donde empiezas y hacia la derecha o la izquierda, para que después tengas claro, de la derecha a la izquierda número 1, 2, 3, 4, 5 y así hasta llegar al final, ese pilar esas tablas que salieron de ahí, tú las haces un paquete, solamente esas, con la numeración, en la tabla tiene que decir, de derecha a izquierda número 1, 2, 3, lo etiquetaba todo con guincha blanca para escribir, y se va anotando esta es la pieza 1 del pilar 3 de la columnata izquierda, una cosa así (...)

En el quinto momento de la práctica, terminaciones, también podemos evidenciar las nociones matemáticas vinculadas a la proporción directa y números naturales, cuando los carpinteros hacen referencia a la relación de kilos que pueden cargar para un determinado número de personas. Así, se puede observar una proporción directa entre el peso que deben cargar y la cantidad de personas que lo cargan, como se observa en el siguiente extracto:

P3: Sí, cada una, porque por lo general 50 kg lo cargábamos bien nosotros, porque estábamos acostumbrados, pero entre cuatro a veces nos costaba, depende de las puertas igual.

Funciones y sus aplicaciones

En el cuarto momento de la práctica, re-estructuración, se visualizan conceptos como maximizar la curva o bien en términos de diseño y forma, se refieren a una representación de la parábola, como se muestra en el siguiente extracto:

P1: (...) la bóveda, que es así, se pedían tablones anchos, lo más ancho que se pueda y ahí se empezaban a hacer las curvas, lo que más daba la madera (...)

Fabricar

En el cuarto momento de la práctica de restauración de iglesias, re-estructuración, se encuentra presente la modelación. Esta se evidencia cuando los carpinteros mejoran una pieza de la construcción para su posterior uso, marcando, nivelando, cortando y dando forma, a través de escuadras, tizador, niveles y motosierras, como se muestra en el siguiente extracto:

P2: Sí. Vas marcando los excedentes que tiene. Por ejemplo, si esta es la pieza y es de forma irregular, nosotros colocamos un nivel acá y nos vamos tirando así, vamos marcando. Entonces después nosotros vamos tizando, ponemos un tizador, colocamos, y lo colocamos lo más derecho posible, y esta es la sección que va saliendo (...)

Ángulos

Las nociones de ángulos y ángulo recto emergen en el tercer momento de la práctica de restauración de iglesias, fundaciones. Esto se evidencia cuando los carpinteros realizan las excavaciones para los dados de cemento, como se muestra en la figura 3.

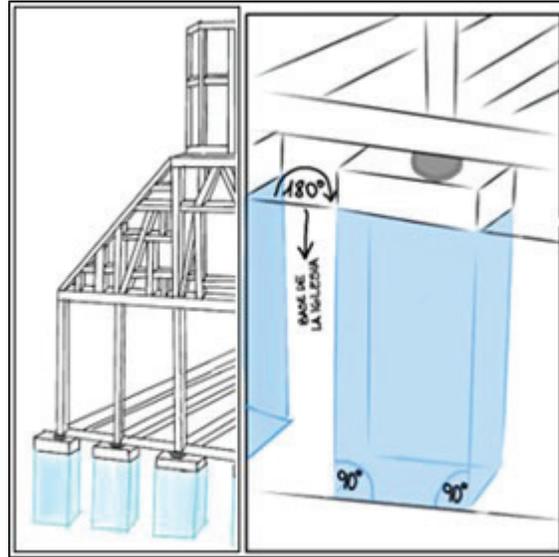


Figura 3. Ángulos en las fundaciones (elaboración de los autores con base en el relato de los participantes).

En el cuarto momento, re-estructuración, podemos encontrar una de las dos nociones matemáticas propias de la práctica de restauración de iglesias. Esta corresponde a amarrar madera, cuando se unen piezas estructurales de madera sin la necesidad de utilizar ningún tipo de fijación metálica. De este modo se conserva la técnica ancestral de construcción, como lo son los empalmes y ensambles, los cuales ya estaban presentes al momento de realizar el desarme de la iglesia, como se explica en el siguiente extracto:

P3: Porque este cumple la función de amarrar cada pieza, de amarrar una viga con otra, para que no se suelte, para que no tener que usar clavos ni nada de ese tipo, se usaba solamente esto con tarugos, cada pieza llevaba un tarugo y por debajo, por la base llevaba una caja donde entraba el pilar, la espiga del pilar que sostenía esta pieza, la solera superior.

Lo anterior también se evidencia en la Figura 4.



Figura 4. Empalme de llave con traba (fotografía del proceso de restauración tomada por uno de los participantes).

En el quinto momento de la práctica, terminaciones, podemos encontrar las nociones ángulo recto y ángulos. La primera noción se puede evidenciar cuando P3 se refiere a que el encamisado o forro de la iglesia, ayuda a mantener la iglesia en un ángulo recto, como se observa en el siguiente extracto:

P3: sí, por ejemplo, esta mira, esta tabla encamisada, esto se llama encamisado en diagonal,

I: ¿Por qué va en diagonal?

P3: Porque ayuda a mantener el edificio, sirve como diagonales

I: ¿Antes porque no llevaban cadenetas?

P3. (indica con la mano, las diagonales que fueron incluidas en el edificio del Museo de los amigos de las iglesias de Chiloé). Porque la gente antigua le colocaba de por fuera este forro que iba en diagonal, y servía para eso, para mantener la Iglesia en 90 grados.

La segunda noción se visualiza en la manera en que se instala este encamisado, ya que las tablas van formando diagonales sucesivas con una inclinación de 45° .

Líneas rectas

En el cuarto momento de la práctica “re-estructuración”, se observó la noción matemática de segmento, empleada cuando los carpinteros marcan o bosquejan cortes rectos, como se evidencia en el siguiente extracto:

P4: Con una escuadra, sacábamos estos lados y después dábamos vuelta los palos, y hay le poníamos una escuadra y la rallábamos para que esa ralla dirija el corte, y después a instalarlas.

Lo anterior también se evidencia en la Figura 5, que da cuenta de la transformación que sufre el tronco.

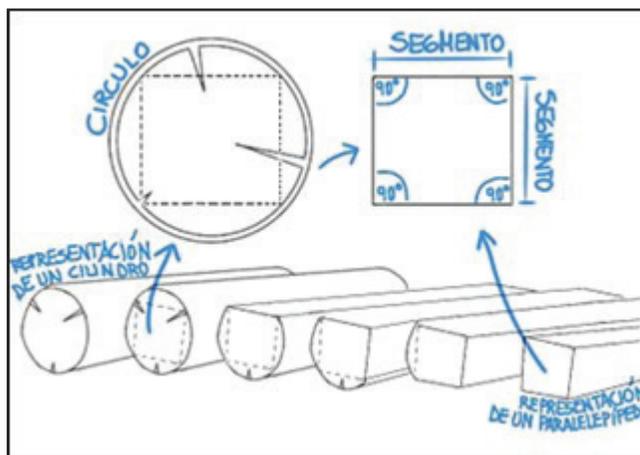


Figura 5. Transformación de un tronco a una representación del paralelepípedo (elaboración de los autores con base en el relato de los participantes).

La noción segmento fue evidenciada cuando los carpinteros relatan que con el uso de la escuadra marcan y dirigen cortes en maderas (en este caso tronco) por lo que en sus diferentes caras realizan líneas rectas, desde el inicio hasta el fin de la pieza; esto con el objetivo de darle forma a la pieza.

La noción matemática diagonal emerge cuando los carpinteros deben agregar cadenetas (vigas en forma diagonal) dentro de la estructura de las iglesias, con el propósito de fortalecer su esqueleto. Esta noción también se evidencia en el quinto momento de la práctica, terminaciones, cuando los carpinteros instalan el encamisado (ver Figura 6), para darle solidez a la estructura.

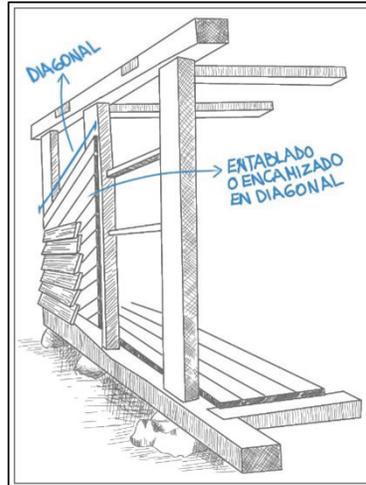


Figura 6. Estructura antigua de las iglesias patrimoniales (elaboración de los autores con base en el relato de los participantes).

Las estructuras evidenciadas en la iglesia y su restauración podrían ser útiles para que el profesor de matemáticas las use en el aula de clases para conectar figuras bidimensionales con tridimensionales, así como enseñar la construcción teniendo en cuenta caras, aristas, ángulos, etc.

4. Conclusiones

En esta investigación se exploraron nociones matemáticas inmersas en la restauración de iglesias donde se identificaron ocho temáticas, a saber: sistema de medición, figuras geométricas y sus propiedades, sistemas de referencia, números, funciones y sus aplicaciones, fabricar, ángulos y líneas rectas, desarrolladas en cinco momentos: instalación de faenas, etapa de desarme, fundaciones, reestructuración y terminaciones. Además, es importante destacar que estas temáticas involucran actividades de conteos, mediciones, explicaciones, estimaciones, localizaciones, entre otras (Rodríguez-Nieto et al., 2019b).

Estos resultados son importantes porque presentan un insumo para el abordaje de la aritmética, geometría, diseño gráfico, escalas, entre otras temáticas en el aula de clases. Asimismo, los estudiantes podrían hacer maquetas arquitectónicas promoviendo presupuestos, medidas

de las formas de los materiales (de madera o cemento), cantidad de pintura, mediciones de ángulos para formar perpendiculares, áreas y perímetros de polígonos como el octágono, volúmenes de piezas, etc. Algunos estudios que se han dedicado a valorar las matemáticas en la elaboración de casas, por ejemplo, De la Hoz et al. (2017) analizó la arquitectura en la vivienda tradicional arhuaca con base en medidas no convencionales, sus dimensiones dependen de la altura del jefe de la familia y su superficie debe ser cuadrada dado que es una figura perfecta (su manera de ver el mundo). Por su parte, Rey y Aroca (2011) investigaron las matemáticas en los procesos de estimación y medición de albañiles que construyen casas de ladrillos con cemento y techo de láminas de Eternit. A diferencia de estos estudios, en la presente investigación se rescatan procesos de restauración de las iglesias conservando su forma original, pero en su base se le construyen vigas de cemento para mayor durabilidad de acuerdo con el diseño arquitectónico proporcional al peso de la iglesia.

Finalmente, este estudio es innovador en relación a los trabajos de etnomatemática en el campo de la investigación en Educación Matemática. De hecho, este trabajo reporta el conocimiento etnomatemático necesario para la creación e implementación de actividades o secuencias didácticas que realicen una conexión entre las

temáticas descritas y el currículo chileno, en los diferentes ejes matemáticos de la enseñanza de la matemática, con el fin de contextualizar esta enseñanza, y conservar las tradiciones y la cultura chilota. Para futuras investigaciones se sugiere considerar este insumo de objetos geométricos (e.g., paralelepípedo) y modelarlo en el aula de clases a través de lápiz y papel o el software GeoGebra con el fin de ejecutar procesos de etnomodelación, valorando el carácter étnico (de la práctica de restauración de iglesias) y el ético referido a la matemática institucional.

Referencias

- Albanese, V., Oliveras, M. L., & Perales, F. J. (2014). Etnomatemáticas en Artesanías de Trenzado: aplicación de un modelo metodológico elaborado. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 28(48), 1-20. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v28n48a01>
- Aroca, A. (2015). Diseños Prehispánicos, Movimientos y Transformaciones en el Círculo y Formación Inicial de Profesores. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 29(52), 528-548. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v29n52a06>
- Aroca, A. (2016). La definición etimológica de etnomatemática e implicaciones en educación matemática. *Educación Matemática*, 28(2), 175-195. <https://doi.org/10.24844/em2802.07>
- Aroca, A. (2022). Un enfoque didáctico del programa de Etnomatemáticas. *Tecné, Episteme y Didaxis*, (52). <https://doi.org/10.17227/ted.num52-13743>
- Blanco-Álvarez, H. (2008). Entrevista al profesor Ubiratan D'Ambrosio. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 1(1), 21-25.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Utilizando el análisis temático en psicología. *Investigación Cualitativa en Psicología*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Castro, Á., Rodríguez-Nieto, C., Aravena, L., Loncomilla, A., & Pizarro, D. (2020). Nociones matemáticas evidenciadas en la práctica cotidiana de un carpintero del sur de Chile. *Revista Científica*, 39 (3), 278-295. <https://doi.org/10.14483/23448350.16270>
- D'Ambrosio, U. (2014). Las bases conceptuales del Programa Etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 100-107.
- De la Hoz, E., Trujillo, O., & Tun, M. (2017). La geometría en la arquitectura de la vivienda tradicional arhuaca. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(1), 37-49.
- Font, J. (2013). *Arquitectura popular de castilla, España*. En G. Viñuales (Ed.), *Arquitectura vernácula iberoamericana*, 144-157. Red AVI.
- Gerdes, P. (2013). *Geometría y Cestería de la Bora en la Amazonía Peruana*. Ministerio de Educación.
- González, L. (2015). *Iglesias de Chiloé: hacia una teoría de intervención sostenible de la arquitectura vernácula patrimonial construida en madera de Chile Austral* (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla, España.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.
- Huencho, A. (2015). Estudio de las Orientaciones curriculares del Programa Intercultural Bilingüe: un análisis emergente en función de la matemática y la cultura mapuche. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8 (2), 214-236.
- Lira, R., & Iglesias, M. (2013). Casas de Bahareque: Una visión etnomatemática a partir de su construcción. En A. González, J. Sanoja de Ramírez, R. García y Z. Paredes (Eds.), *Memorias de VII Jornada de Investigación del Departamento de Matemática y VI Jornada de Investigación en Educación Matemática*, 151 - 162. Maracay: Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Mansilla, L. E., Castro, A. N., & Rodríguez-Nieto, C. A. (2022). Explorando el conocimiento matemático de los pescadores de la Bahía de Puerto Montt, Chile. *Praxis & Saber*, 13 (32), e12894. <https://doi.org/10.19053/22160159.v13.n32.2022.12894>
- Mansilla, L. E., Castro, A. N., & Rodríguez-Nieto, C. A. (2023). Conexiones etnomatemáticas en el aula: implementación de una secuencia etnomatemática basada en la pesca del sur de Chile. *Información Tecnológica*, 34 (2), 53-64. <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07642023000200053>
- Martínez-Manso, H., & Delgado-Fernández, T. (2022). Arquitectura básica de diseño de gemelos digitales para la construcción. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 12(2), 327-336. <https://doi.org/10.19053/20278306.v12.n2.2022.15275>
- Miranda, S., Pereira, E., & Dall'Asta, M. (2016). Etnomatemática no contexto dos pescadores artesanais. *XII Encontro nacional de educacao matematica. Sociedade Brasileira de Educao Matematica*, Sao Paulo, Brasil.

- Pathuddin, H., Kamariah, & Mariani, A. (2023). Ethnomathematics of Pananrang: A guidance of traditional farming system of the Buginese community. *Journal on Mathematics Education*, 14 (2), 205-224. <http://doi.org/10.22342/jme.v14i2.pp205-224>
- Peña-Rincón, P., & Hueitra, Y. (2016). Conocimientos (matemáticos) mapuche desde la perspectiva de los educadores tradicionales de la comuna de El Bosque. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 9(1), 8-25.
- Restrepo, E. (2016). *Etnografía: alcances, técnicas y éticas*. Bogotá: Envión editores.
- Rey, M., & Aroca, A. (2011). Medición y estimación de los albañiles, un aporte a la educación matemática. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 14(1), 137-147.
- Rivero, Y. (2012). *La planificación de estrategias didácticas y el desarrollo del pensamiento lógico-matemático en educación primaria* (Tesis de maestría). Universidad del Zulia, Venezuela.
- Rodríguez-Nieto, C. A. (2021). Conexiones etnomatemáticas entre conceptos geométricos en la elaboración de las tortillas de Chilpancingo, México. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11 (2), 273-296. <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n2.2021.12756>
- Rodríguez-Nieto, C., Mosquera, G., & Aroca, A. (2019a). Dos sistemas de medidas no convencionales en la pesca artesanal con cometas en bocas de cenizas y su potencial para la Educación Matemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 12 (1), 6-24.
- Rodríguez-Nieto, C., Aroca, A., & Rodríguez-Vásquez, F. (2019b). Procesos de medición en una práctica artesanal del Caribe colombiano. Un estudio desde la etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 12(4), 61-88. <https://doi.org/10.22267/relatem.19124.36>
- Rodríguez-Nieto, C. A., Escobar-Ramírez, Y. C., Font, V., & Aroca, A. (2023). Conexiones etnomatemáticas y matemáticas activadas por un profesor en la creación y resolución de problemas matemáticos. *Acta Scientiae (Canoas)*, 25 (1), 86-121. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.7356>
- Rodríguez-Nieto, C. A., Nuñez-Gutierrez, K., & Morales-García, L. (2022). Conectando medidas y patrones en siembras de palma de coco en México. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 12(1), 67-86. <https://doi.org/10.19053/20278306.v12.n1.2022.14209>
- Rosa, M., & Orey, D. (2005). Las raíces históricas del programa etnomatemáticas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 8(3), 363-377.
- Rosa, M., & Orey, D. (2021). An ethnomathematical perspective of STEM education in a glocalized world. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 35, 840-876. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a14>
- Salas, S., Godino, J., & Oliveras, M. (2015). Números mapuches en el currículo de la lengua mapuzugun en la educación básica chilena. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8 (2), 194-213.
- Salas, S. S., Godino, J. D., & Quintriqueo, S. (2016). Análisis exploratorio de las prácticas matemáticas de dos estudiantes mapuches en colegios con y sin Educación Intercultural Bilingüe. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 30 (55), 481-501. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v30n55a09>
- Suárez, C. A., & Faúndez, C. A. (2016). *El retablo chilote, bien cultural de alto valor sin reconocimiento local: problemas y condiciones de la gestión cultural del patrimonio religioso chileno* (Tesis de maestría). Universidad de Chile, Chile.

