

# Etnomatemáticas y el entorno universitario

*Víctor Edgardo Rocha Fernández*  
*Rufino Alejos Ipanaque*  
*Flor de Maria Garivay Torres*  
*Jenny Maria Ruiz Salazar*  
*Hugo Eladio Chumpitaz Caycho*  
*Ericka Nelly Espinoza Gamboa*

ISBN: 978-612-49219-7-1



9 786124 921971

Depósito Legal N°: 202302028

Etnomatemáticas y el entorno universitario

Víctor Edgardo Rocha Fernández, Rufino Alejos Ipanaque, Flor de Maria Garivay Torres, Jenny Maria Ruiz Salazar, Hugo Eladio Chumpitaz Caycho, Ericka Nelly Espinoza Gamboa

Adaptado por: Ruben Dario Mendoza Arenas

Compilador: Ruben Dario Mendoza Arenas

© Víctor Edgardo Rocha Fernández, Rufino Alejos Ipanaque, Flor de Maria Garivay Torres, Jenny Maria Ruiz Salazar, Hugo Eladio Chumpitaz Caycho, Ericka Nelly Espinoza Gamboa, 2023

Jefe de arte: Yelitza Sánchez

Diseño de cubierta: Josefrank Pernaletе Lugo

Ilustraciones: Ruben Dario Mendoza Arenas

Editado por: Editorial Mar Caribe de Josefrank Pernaletе Lugo

Jr. Leoncio Prado, 1355 – Magdalena del Mar, Lima-Perú

RUC: 15605646601

Libro electrónico disponible en [http://editorialmarcaribe.es/?page\\_id=1063](http://editorialmarcaribe.es/?page_id=1063)

Primera edición – marzo 2023

Formato: electrónico

ISBN: 978-612-49219-7-1

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°: 2023-02028

## Índice

Introducción .....	5
Capítulo 1 .....	8
Raíces de la etnomatemáticas .....	8
1.1 La etimología de etnomatemática .....	9
1.2 Desarrollo de etnomatemáticas .....	10
1.3 Investigaciones en etnomatemáticas .....	22
1.4 Clasificaciones propuestas para los trabajos de investigación en etnomatemáticas .....	26
1.4.1 Estudios de interpretación de objetos .....	26
1.4.2 Estudios interpretativos con comunidades .....	27
1.4.3 Aprendizajes Liberadores y Transformadores con Comunidades .....	28
1.5 Tensiones en la educación de la etnomatemáticas.....	30
1.5.1 Las etnomatemáticas rurales.....	32
1.5.2 Las etnomatemáticas urbanas .....	35
1.5.3 Diferencias y similitudes entre etnomatemáticas rurales y urbanas en el contexto colombiano .....	35
Capítulo 2.....	37
Experiencia en formación .....	37
2.1 Entomatemáticas en la formación de profesores indígenas .....	37
2.2 Licenciatura intercultural indígena .....	38
2.2.1 Hipótesis.....	39
2.2.2 Marco teórico de la experiencia .....	41
2.2.3 Metodología empleada en la experiencia .....	44
2.3 Sociedad Kaingang.....	46
2.4 Las pruebas lógicas .....	47
2.4.1 Axiomas en el cálculo de parentescos .....	47
2.5 El lenguaje formal en la lógica de los predicados.....	50
2.6 Sistema de parentesco Kaingang en Python.....	55
2.7 Utilidad de la investigación etnomatemática en la formación de docentes indígenas ...	57
2.8 Conclusiones de la experiencia .....	62
Capítulo 3.....	66
Perspectivas en etnomatemáticas .....	66
3.1 Dimensiones de las etnomatemáticas.....	68
3.1.1 La dimensión cognitiva .....	68
3.1.2 La dimensión conceptual.....	69
3.1.3 La dimensión educativa.....	69
3.1.4 La dimensión epistemológica.....	70
3.1.5 La dimensión histórica .....	70
3.1.6 La dimensión política .....	71
3.2 Enfoques pedagógicos etnomatemáticos.....	72

3.2.1 Implicaciones educativas de las etnomatemáticas.....	73
3.3 Enfoques innovadores en etnomatemáticas .....	74
3.3.1 Justicia Social .....	75
3.3.2 Etnocomputación.....	75
3.3.3 Etnomodelación.....	76
3.3.4 Trivium Curriculum.....	77
3.3.5 La Literacia.....	77
3.3.6 La Materacia.....	77
3.3.7 La Tecnoracia .....	78
3.4 Etnomatemática y formación docente a distancia.....	78
3.5 Etnomatemática y formación de profesores indígenas.....	79
3.6 La interacción polisémica en etnomatemática y pedagogía del rol cultural .....	80
3.7 Comentarios finales.....	82
Capítulo 4.....	85
Etnomatemáticas: una visión latinoamericana.....	85
4.1. Problemáticas actuales .....	87
4.1.1 Prácticas culturales .....	89
4.1.2 Desde la perspectiva de la identificación .....	91
4.2 Posibles resultados .....	92
4.2.1 Problematización del conocimiento .....	93
4.2.2 Ampliación de los espacios reflexivos .....	93
4.2.3 Descolonizar desde la diversidad del diálogo .....	94
4.2.4 Los espacios educativos como espacios de lucha.....	94
Capítulo 5.....	96
Evaluaciones en etnomatemática .....	96
Capítulo 6.....	107
Educación etnomatemática desde la interculturalidad.....	107
6.1 La educación intercultural bilingüe.....	109
6.2 Pedagogía intercultural: enfoque etnomatemático .....	111
6.3 La interculturalidad y la educación crítica .....	113
6.4 La etnomatemática en la formación de docentes .....	116
6.5 La etnomatemática y la escuela.....	118
6.5.1 La etnomatemática y los saberes previos .....	118
6.5.2 Conocimientos previos .....	119
6.6 Maestros: saberes etnomatemáticos .....	121
6.6.1 Saberes más visibles .....	121
6.6.2 Cálculos propios: saberes no visibles.....	123
Bibliografía .....	126

## Introducción

Los pueblos desarrollan conocimientos relacionados con su forma de ser, conocer e insertarse en el mundo del cual forman parte y de las necesidades que surgen de la forma de vida que se ha dado. Igual ocurre actualmente con diversos grupos socioculturales que coexisten en nuestras sociedades. Los estudios de esos conocimientos producidos en entornos sociales y naturales particulares hacen parte del interés de la Etnomatemática, asumiendo que puede haber tantas formas de conocer como formas de situarse en el mundo.

Muchas corrientes de la educación intercultural están en constante tensión, porque abordan relaciones pasadas y presentes entre diferentes grupos que aún están muy presentes en los imaginarios sociales de las sociedades latinoamericanas, como los movimientos afrodescendientes que interpretan su historia a través de una lectura alternativa de los procesos históricos sobre los orígenes africanos, la participación de los pueblos existentes en las guerras y la formación de los estados nacionales.

La enseñanza de contenidos matemáticos ha sido tradicionalmente el resultado de un conjunto de tareas dispuestas en orden cronológico lineal, sin relación con la vida cotidiana de los alumnos. Lo anterior es un punto de partida para ampliar las posibilidades de discusión que debe utilizar la comunidad científica para considerar la perspectiva de las etnomatemáticas, respetando la diversidad social de los miembros de los diferentes grupos culturales y garantizando la comprensión de las distintas formas de desarrollo de las matemáticas basadas en el diálogo y el respeto mutuo.

La simple identificación de pueblos originarios practicantes de las matemáticas en diversos archivos académicos o publicaciones, tanto nacionales como internacionales, no cambia la perspectiva eurocéntrica desde la que se abordaban las matemáticas. Para comprender el desarrollo de las etnomatemáticas como programa, es necesario considerar sus perspectivas actuales y futuras y analizar sus metas, objetivos y supuestos sobre la promoción de la ética, el respeto, la solidaridad y la cooperación intercultural.

Sin embargo, también es importante considerar los diferentes conceptos presentados en matemáticas, entendiendo las matemáticas como una forma de pensar que se desarrolló en Grecia hace aproximadamente 2500 años. De manera similar, otros sistemas culturales también buscaron desarrollar sus propias artes, técnicas o métodos de explicación y comprensión que afectaron a diversos entornos: natural, social, económico, político, profético y misticismo orientado a objetivos de supervivencia y trascendencia.

En particular, muchas de estas técnicas dependen de procesos como contar, medir, clasificar, organizar, inferir y modelar que preservan el conocimiento ancestral. Los currículos deben reflejar el aprendizaje interno, social y cultural de los estudiantes, y se debe apoyar a los maestros para prepararlos para lidiar con tales diferencias a fin de promover un cambio significativo en la educación matemática; donde su objetivo principal es promover la igualdad entre los estudiantes dándoles la oportunidad de explorar las matemáticas desde diferentes perspectivas.

Por otro lado, se deben incrementar los esfuerzos relacionados con la investigación étnica y su papel en la educación para promover un currículo basado en el respeto, la tolerancia y la igualdad. También se debe alentar a cambiar la comprensión actual de la relación entre la cultura y las matemáticas para enfatizar el trabajo etnomatemático.

Desde la anterior perspectiva, se promueve una mejor comprensión de los aspectos matemáticos de la cultura y se fomenta la actividad pedagógica, mostrando cómo las ideas, procedimientos y prácticas matemáticas juegan un papel central en el desarrollo de la humanidad.

Falta más investigaciones que profundicen en la comprensión de las etnomatemáticas, y en este sentido se necesita algún tipo de clasificación de investigación para beneficiarse de los aportes de proyectos realizados en diversas partes del mundo para satisfacer la conceptualización de las etnomatemáticas y que contribuyan al aún limitado conocimiento de estos conceptos.

La presente obra tiene como objeto de estudio el análisis etnomatemático de los saberes de ciertas culturas originarias y su aplicación en la formación didáctica-matemática de profesores. Se contextualiza en el ámbito universitario con la preocupación fundamental de visibilizar el conocimiento matemático propio de algunas culturas y concienciar sobre su existencia y contenido a los profesores y profesionales universitarios. Uno de los problemas investigados es el reconocimiento de las necesidades que existe en la formación relacionada con matemáticas de los profesores que desarrollarán su docencia en zonas geográficas de población mayoritariamente indígena.

## Capítulo 1

### Raíces de la etnomatemáticas

Vivimos en una época que se asemeja al florecimiento cultural de la Edad Media. Así que hablar de un nuevo Renacimiento está justificado. Las etnomatemáticas son una manifestación de este nuevo Renacimiento. Ubiratan D'Ambrosio proporciona un ejemplo muy interesante de cómo iniciaron las etnomatemáticas. Él dice:

"En el momento en que este Australopithecus seleccionó un trozo de piedra y lo aplastó para quitarle el hueso, su mente matemática fue revelada. Sí, y las dimensiones deben evaluarse y compararse para tallar lo suficiente para lograr ese propósito".

Evaluar y comparar dimensiones es una de las expresiones más básicas del pensamiento matemático. Así, los primeros ejemplos de etnomatemáticas fueron desarrollados por Australopithecus. Desde el comienzo de la humanidad, cada cultura ha desarrollado diferentes ideas y prácticas matemáticas.

En algunos casos, estas ideas y prácticas se han transmitido y propagado de una cultura a otra. Algunas de ellas se remontan a la antigüedad y se desarrollaron en Egipto y Mesopotamia y pronto se extendieron a la antigua Grecia. Muchas de estas ideas y prácticas se escribieron en griego y pronto se tradujeron al árabe. Al mismo tiempo, se tradujeron al árabe algunas ideas y prácticas matemáticas que se originaron y desarrollaron en la India.

Más tarde, estas ideas y prácticas también se tradujeron al latín y se conocieron como matemáticas de Europa occidental. Pero otras partes conocidas y desconocidas del mundo también estaban desarrollando



importantes ideas y prácticas matemáticas en este momento. Las ideas y prácticas matemáticas que se desarrollaron en regiones como China, el sur de la India, Mesoamérica, algunas partes de África y América del Sur beneficiaron enormemente a los miembros de los diversos grupos culturales que vivían en esas regiones.

Sin embargo, debido a la globalización colonial, el conocimiento matemático producido y acumulado por estas culturas no influyó en el conocimiento matemático académico y científico contemporáneo. Por esta razón, las matemáticas académicas y científicas ahora se denominan matemáticas occidentales. Desde esta perspectiva, la falta de reconocimiento de la importancia de las matemáticas practicadas por las culturas no occidentales puede atribuirse a grupos de matemáticos que ignoran la contribución de estas prácticas al desarrollo de las matemáticas académicas. Este grupo de académicos también se opuso a legitimar estas prácticas. En su opinión, estas prácticas indican que “la civilización europea tiene raíces y orígenes afroasiáticos”.

La etnomatemática es un campo de estudio que puede describirse como el estudio de la historia de las ideas y prácticas matemáticas que se encuentran en contextos culturales diversos y específicos. Este programa fue creado para desafiar el tabú de que las matemáticas son un campo de estudio universal sin tradición ni raíces culturales. Históricamente, sin embargo, el desarrollo de este conflicto con los métodos de investigación sistemáticos se ha hecho evidente recientemente.

## **1.1 La etimología de etnomatemática**

D'Ambrosio (1993) utilizó la etimología para nombrar este programa. Usó las tres raíces griegas etno, matemáticas y tics para explicar el significado de las etnomatemáticas. Desde la perspectiva de D'Ambrosio (1985), la etnomatemática es practicada por diversos grupos culturales que se identifican como sociedades indígenas, grupos obreros, clases trabajadoras, grupos de niños de cierta edad, etc. Definidas como matemáticas, desde una perspectiva dambrosiana, las etnomatemáticas son

el estudio de las ideas y prácticas matemáticas desarrolladas a lo largo de la historia por culturas particulares (étno versus étnias) y adaptadas a funciones contextuales específicas dentro de su entorno (tics = técnica). Medir, calcular, razonar, comparar y clasificar.

Por lo tanto, estas culturas particulares han desarrollado la capacidad de modelar sus entornos naturales y sociales de acuerdo con sus propias necesidades para explicar y comprender los fenómenos específicos (las matemáticas) que ocurren en estos entornos. D'Ambrosio (1990) especifica que este programa de estudio proporciona una metodología que ayuda a descubrir y analizar los procesos de transmisión, difusión e institucionalización del conocimiento matemático (ideas y prácticas) que se han dado en diferentes grupos culturales a lo largo de la historia.

El programa de Etnomatemáticas y su relación con la historia, la filosofía y la pedagogía es un reconocimiento de esto. En este contexto, las matemáticas están arraigadas cultural y profundamente identificadas con la historia y el desarrollo de ciertas civilizaciones. Por eso es importante recalcar que las matemáticas no se identifican exclusivamente con la historia, la filosofía y la pedagogía del pensamiento, las ideas y las prácticas matemáticas de las antiguas civilizaciones del Mediterráneo, que se impusieron en todo el planeta tras los grandes viajes del siglo XV, en el proceso de colonización y globalización.

## **1.2 Desarrollo de etnomatemáticas**

Es imposible determinar en el tiempo y el espacio la primera vez que se expresa interés y preocupaciones por el "hacer" matemático de otras culturas. Sin embargo, este interés se manifiesta desde tiempos lejanos a través de situaciones individuales y poco sistematizadas. Estas situaciones comenzaron a observarse y denunciarse desde que las personas comenzaron a viajar a diferentes lugares y regiones. Durante estos viajes, estas personas desarrollaron la necesidad de conectarse con la cultura local.

En este proceso de comunicación cultural, estos individuos observaron las costumbres y la cultura de estos pueblos y registraron sus observaciones. En estos documentos descubrieron que había diferentes prácticas culturales y comenzaron a escribir sobre las prácticas matemáticas de otras naciones. A menudo, la falta de registros impide una comprensión y apreciación completas de los eventos que llevaron a los científicos, filósofos y matemáticos a aplicar ciertos conceptos matemáticos que son asociados con la cultura matemática y todavía en uso constante en la actualidad. Por lo tanto, algunos logros matemáticos importantes podrían transmitirse a las generaciones futuras solo con el advenimiento de la escritura, que permitió a los historiadores difundir el conocimiento acumulado sobre las civilizaciones.

El historiador griego Heródoto de Halicarnaso (484-425 a. C.) fue uno de los primeros estudiosos en realizar observaciones antropológicas durante sus viajes. En el año 440 a.C., escribió un libro de historia, en el que discutía los conceptos de igualdad, apreciando y valorando las diferentes culturas y describiendo los usos y costumbres de la gente de la época con mente abierta.

Heródoto también registró ciertos conceptos geométricos que aprendió de los egipcios. En esos estudios, se dio cuenta de que la geometría egipcia estaba relacionada con un sistema de evaluación de áreas de tierra productiva. Este aspecto del conocimiento matemático egipcio estaba relacionado con un sistema de producción ligado a las estructuras socioeconómicas de esa cultura. En este proceso, la cultura egipcia interactuó con el medio ambiente a través del desarrollo de técnicas aritméticas y geométricas para medir la tierra a lo largo del Nilo.

Al mismo tiempo que las civilizaciones mediterráneas desarrollaron un sistema de información matemático sistematizador, según D'Ambrosio (2001), los propios pueblos indígenas de la Amazonía también desarrollaron formas específicas de sentir, comprender, entender y tratar el medio ambiente. Al mismo tiempo, otras civilizaciones en China, los Andes y el África subsahariana desarrollaron formas diferentes y únicas de sentir y comprender el entorno en el que se encontraban.

Algunos filósofos, matemáticos e historiadores tradicionales, definen como Edad Oscura en Europa al período de inactividad matemática, científica y tecnológica. En su opinión, durante este período Europa perdió la capacidad de continuar desarrollando el conocimiento artístico, matemático, filosófico y científico producido, desarrollado y acumulado por las antiguas civilizaciones europeas. En contraste, Teresi (2002) argumenta que "nuestros números modernos 0-9 se desarrollaron en la India... durante la llamada Edad Oscura".

Durante la Edad Media, entre los siglos V y XV, los eruditos bíblicos dominaron el pensamiento europeo con preguntas sobre los orígenes humanos. Los filósofos y pensadores europeos también cuestionaron el nacimiento, desarrollo y desaparición de las civilizaciones. Estos temas fueron tratados como temas de base religiosa y promovieron ideales de que la existencia humana y la diversidad eran exclusivamente historias divinas. En el siglo VIII, los árabes invadieron Europa y trajeron consigo sus tradiciones culturales, así como los conocimientos matemáticos previamente adquiridos por los hindúes. Así influyeron en la Europa medieval, intercambiando costumbres, cultura, comida, ciencia y nuevas formas de tecnología.

Cuando los europeos conquistaron y colonizaron pueblos de todo el mundo, introdujeron este sistema de conocimiento en el Nuevo Mundo. El sistema de numeración utilizado por los romanos y griegos en ese momento era muy laborioso e inconveniente, porque no era práctico y no respondía a las demandas y necesidades de las nuevas sociedades que surgían en el continente europeo. El sistema decimal desarrollado y utilizado por los hindúes y traído a Europa por los árabes se introdujo para satisfacer las nuevas demandas creadas por el espíritu capitalista que se desarrollaba en los reinos mediterráneos. Este hecho influyó en el suave desarrollo de las ciencias.

Por otro lado, los hindúes también se beneficiaron de este intercambio cultural. Aprendieron conceptos importantes de las matemáticas griegas y adoptaron modales y costumbres de la cultura árabe. A pesar de esta "orientación" de la transmisión y difusión del conocimiento matemático, los mayas utilizaron uno de los primeros usos del cero en un sistema de

valor posicional, muchos siglos antes de que los hindúes comenzaran a utilizar el símbolo del cero.

Los logros de los pueblos precolombinos del Nuevo Mundo han sido ignorados durante mucho tiempo por los pensadores tradicionalistas. Los mayas inventaron el cero casi al mismo tiempo que los hindúes. Se dedicaron a las matemáticas y la astronomía a un nivel más alto que en la Europa medieval. Los indios americanos construyeron las pirámides del medio oeste americano y otras estructuras mucho más grandes que cualquier cosa construida en Europa.

En el siglo XI, la internacionalización del conocimiento matemático no solo estuvo influenciada por las culturas occidentales, sino que los agentes de creación de conocimiento también se ubicaron en otras partes del mundo en lugares conocidos y desconocidos para los europeos. Así, el desarrollo y la difusión del conocimiento matemático condujo a la aceleración del desarrollo técnico en diferentes partes del mundo. Por ejemplo, el concepto de cero y valor posicional, que se originó alrededor del siglo VIII y se asoció erróneamente con los hindúes, se transmitió al pueblo árabe a través de guerras, conquistas e intercambios comerciales.

En el siglo XIV, el historiador árabe Ibn Khaldun (1332-1406) estudió los factores sociales, psicológicos, económicos y ambientales que contribuyeron al desarrollo, ascenso y caída de varias civilizaciones. En sus estudios, Khaldun analizó varias políticas económicas y mostró sus consecuencias para las comunidades locales. Estos hechos jugaron un papel decisivo en la protección de las comunidades contra la injusticia y la opresión de la clase dominante.

Desde finales del siglo XV hasta principios del XVI, los exploradores europeos que buscaban fortuna en nuevas tierras proporcionaron relatos increíbles de las culturas exóticas que encontraron en sus viajes por Asia, África y las Américas. Dado que estos conquistadores no tenían respeto por las culturas que encontraban, ni siquiera conocían los idiomas que hablaban, informaron solo folclore y observaciones no sistematizadas para describir a estos grupos culturales.

En el Nuevo Mundo, los primeros cronistas de América reportaron sus observaciones y registraron la información que recogieron sobre los grupos culturales que se encontraban en las nuevas tierras. En un proceso que puede considerarse de naturaleza etnomatemática, el monje franciscano mexicano Juan Diez Freyle publicó en la ciudad de México en 1556 el primer libro de aritmética del Nuevo Mundo, titulado “Sumario compendioso de las cuentas de plata y oro que en los reinos del Perú son necesarias a los mercaderes y todo género de tratantes: Con algunas reglas tocantes al aritmética”. En ese libro, Freyle discute e investiga la aritmética indígena. Es importante señalar que, en este libro, Freyle también habla sobre el proceso de asimilación del conocimiento indígena por parte de los conquistadores, quienes cambiaron el sistema de conocimiento indígena a través de imposiciones culturales.

Cuando los europeos invadieron y conquistaron las Américas a principios del siglo XVI, comenzaron a utilizar la aritmética comercial en las transacciones comerciales entre ciudadanos norteamericanos y jefes tribales y reyes locales. Los europeos hicieron poco esfuerzo por preservar la cultura de los esclavos y los pueblos indígenas que fueron colonizados en el contexto de expansión territorial.

D'Ambrosio afirma que la “História do Brasil”, escrita por Fray Vicente do Salvador en 1627 y publicada por Capistrano de Abreu en 1888, es de suma importancia. En esta obra, el hermano Vicente habla de varios aspectos de la historia brasileña, desde el “descubrimiento” hasta la expulsión de los holandeses de suelo brasileño. En sus relatos, el hermano Vicente también señala que los indígenas de Brasil no tenían un sistema numérico para contar números mayores de cinco, y usaban los dedos y las manos para hacer las sumas más grandes. También se refirió a las matemáticas indígenas cuando describió un sistema de intercambio en el que los indios intercambiaban un producto por otro, en correspondencia de dos partes, sin utilizar un sistema estándar de pesos y medidas.

Con el ascenso del imperialismo en Portugal, España, Francia, los Países Bajos, Inglaterra y Bélgica en los siglos XVIII y XIX, así como el control político y económico de los territorios conquistados en Asia, América, África y ciertas partes del Pacífico, los europeos entraron cada

vez más en contacto con las culturas que conquistaron. El infame desarrollo del comercio mundial, la economía capitalista y la industrialización europea a finales del siglo XVIII provocó un cambio sociocultural global en las sociedades de la época.

Los países industrializados y las élites europeas consideraban a los nuevos países como una fuente de suministro de mano de obra barata y materias primas producidas a bajo precio. Por otro lado, miles de europeos de las clases más débiles se trasladaron a nuevos países en busca de un mejor nivel de vida. Como resultado, los europeos recopilaban información sobre los diversos grupos culturales que se encontraban en las colonias conquistadas.

Las naciones colonizadoras europeas también buscaron explicaciones científicas para justificar su dominio global. Así, la antropología moderna nació en el siglo XIX para obtener respuestas a esas preguntas y también para estudiar las diferentes culturas que experimentaron el proceso de asimilación durante la colonización. Durante ese período, el estudio de las costumbres y prácticas matemáticas de estos grupos culturales también fue objeto de investigación por parte de muchas sociedades antropológicas europeas.

En las primeras décadas del siglo XX, el filósofo alemán Oswald Spengler (1880-1936) anunció en su libro "La decadencia de Occidente" escrito entre 1918-1922, que la historia de dos o más culturas se puede caracterizar a través del estudio de la historia de dos o más culturas, aunque ciertos aspectos culturales, como el arte, la política, las matemáticas y la ciencia, tienen principios que difieren de una cultura a otra. En este libro, Spengler también trata de comprender la naturaleza del pensamiento matemático, tratando de entender las matemáticas como una manifestación cultural viva y dinámica.

De manera similar, Cassius Jackson Keyser escribió varios libros sobre la relación entre las matemáticas y la filosofía. En estos libros, analizó las estructuras básicas de las matemáticas y la ciencia y trató de aplicarlas a la interacción humana. En 1922, publicó "Mathematical Philosophy: A Study of Fate and Freedom", en el que describió la filosofía

de las matemáticas como una ciencia del pensamiento riguroso con ciertas características como la precisión, la exactitud y la integridad de las definiciones. Desde esta perspectiva, según Keyser, las personas que se niegan deliberadamente a pensar matemáticamente violan la ley última de la precisión intelectual.

Keyser también consideró la naturaleza de las matemáticas y sus conexiones e interacciones con varias áreas de la vida humana. En este período, al que llamamos pre-etnomatemáticas, algunos matemáticos y filósofos intentaron, sin gran éxito, considerar las matemáticas como parte integrante de una determinada cultura. Desde esa perspectiva, el filósofo australiano Ludwig Wittgenstein escribió “Cultura y valor” en 1931, en el que exploró la comprensión de la relación entre el mundo y las matemáticas a través de la religión, el lenguaje, la cultura y la filosofía. Otto Raum publicó *Aritmética en África* en 1938, donde argumentaba que los problemas aritméticos deberían extraerse de las prácticas y experiencias matemáticas que tienen los estudiantes en sus contextos culturales. Este estudio puede considerarse como una de las primeras contribuciones del continente africano al desarrollo de la ideología del programa etnomatemático.

Los ideales filosóficos sobre la interacción de las matemáticas y la cultura se difundieron en la década de 1940. Este hecho fue consecuencia del crecimiento explosivo de la ciencia cognitiva durante la Segunda Guerra Mundial. En 1947, la antropóloga estadounidense Leslie White (1900-1975) publica el artículo “The Locus of Mathematical Reality: an Anthropological Footnote”, en el que explica que entender las matemáticas como un producto cultural significa entender la influencia humana en las matemáticas. Para él, tanto las fórmulas matemáticas como otros aspectos del currículo matemático dependen de la interacción de las matemáticas con los individuos, los grupos culturales, los pueblos y las naciones. Según la investigación de Orey, los algoritmos y otras formas de computación mental diferenciada practicadas por individuos pertenecientes a diferentes grupos sociales también tienen fuertes lazos culturales.

En 1948, el historiador y matemático holandés Dirk Jan Struik (1894–2000) publicó “A Concise History of Mathematics, Volumes I and II”, en el que buscaba comprender cómo las fuerzas sociales e institucionales



influyen en el estudio de las matemáticas. En su investigación, Struik también trató de mostrar cómo el contexto social interactúa con la producción de conocimiento matemático. En la misma década, otros matemáticos, filósofos e investigadores también comprendieron el contexto cultural de las matemáticas a través de estudios individuales.

Al mismo tiempo, los antropólogos y científicos que tenían algún conocimiento matemático también buscaban formas de comprender y adquirir conocimientos sobre la importancia de las matemáticas en la naturaleza humana. En la década de 1950, entre matemáticos, pedagogos y antropólogos, renació con mucha fuerza el interés de los investigadores por la relación entre las matemáticas y la cultura.

Así, la aplicación y uso de las matemáticas como estrategias de resolución de problemas se encuentran en otras áreas del conocimiento humano. El libro de 1953 de Morris Kline "Matemáticas en la cultura occidental" proporciona una evaluación importante de la influencia de las matemáticas en el desarrollo de la filosofía, las ciencias físicas, la religión y las artes. Según Kline (1953), sin embargo, "la afirmación de que las matemáticas son un elemento básico en la formación de la cultura moderna, así como un componente importante de esta cultura, parece demasiado increíble o, en el mejor de los casos, una cierta exageración.

Este escepticismo parece prevalecer entre muchos científicos, matemáticos e historiadores en la actualidad. Según Teresi (2002), en el clásico "Mathematics: A Cultural Approach de Kline", reconoce que los babilonios y los egipcios fueron los pioneros en el mundo de muchos descubrimientos matemáticos, ... sin embargo, considera a esos pueblos pragmáticos". La pasión de Kline por las matemáticas occidentales le impidió apreciar las contribuciones matemáticas de las culturas no occidentales al desarrollo del conocimiento matemático, por lo que creemos que este hecho eclipsó a Kline la importancia del trabajo para la educación matemática.

El gran topógrafo estadounidense Raymond Louis Wilder fue quizás el primer educador en organizar claramente las matemáticas con la cultura

en el Congreso Internacional de Matemáticos “The Cultural Basis of Mathematics” en 1950 en los Estados Unidos.

En 1981, Wilder publicó el libro “Las matemáticas como sistema cultural”, en el que describía la naturaleza de las matemáticas y su relación con la sociedad desde la perspectiva de la antropología cultural. Para Wilder, las matemáticas son vistas como una subcultura de la cultura general, donde el desarrollo y estado actual de este campo de investigación tiene consecuencias culturales. Se considera que Raymond L. Wilder fue el primer matemático en informar sobre la importancia de la relación entre las matemáticas y la cultura. Usó su conocimiento para describir los procesos de desarrollo matemático en Occidente.

En la investigación de Wilder, las matemáticas se forman entre dos influencias culturales. El primer tipo de influencia cultural está relacionado con las matemáticas, que resulta del entorno cultural en el que está inmerso un grupo en particular. En este caso, la influencia cultural del entorno es una respuesta a las necesidades percibidas por los elementos del grupo, que pretende facilitar la interacción social.

Otro tipo de influencia cultural está relacionado con el patrimonio cultural, que es transmitido por los miembros de un grupo a través de generaciones. La influencia del patrimonio cultural se utiliza como parámetro en la resolución de problemas matemáticos específicos de cada grupo cultural. En la década de 1960, el famoso algebrista japonés Yasuo Akizuki sugirió enfatizar el lado reflexivo de las matemáticas. Akizuki también recomienda que la historia de la ciencia y las matemáticas se enseñen en todos los niveles educativos. Sin embargo, la parte más interesante del argumento de Akizuki es el reconocimiento de que las matemáticas son un producto cultural y que los problemas matemáticos se pueden resolver de diferentes maneras.

Según Akizuki, las filosofías y religiones de las culturas orientales difieren de las filosofías y religiones practicadas en las culturas occidentales. Esta perspectiva llevó a Akizuki a creer que, si existen diferentes filosofías y diferentes religiones, también existen diferentes formas de “pensar” y “hacer” matemáticas (D'Ambrosio, 2003). Aunque

antropólogos, académicos e investigadores estaban interesados en diferentes formas de matematización, la propuesta de Akizuki no comenzó a ser considerada en los círculos matemáticos hasta principios de la década de 1970.

Un grupo de profesores e investigadores de matemáticas interesados en los aspectos socioculturales de las matemáticas. . Al mismo tiempo, seis aspectos importantes fueron fundamentales para el desarrollo del programa de etnomatemáticas:

1. Zaslavsky publicó en 1973 el libro “Africa Counts: Number and Patterns in African Culture”, en este escribe sobre la historia y la práctica de las matemáticas de los pueblos saharianos de África. Así demostró que la matemática fue importante en el diario quehacer de los africanos, además ayudó al desarrollo de los conceptos matemáticos de la actualidad. En él la obra de Zaslavsky se identifica un trabajo pionero para organizar de forma coherente el conocimiento del pueblo africano desde una perspectiva didáctico-pedagógica.
2. Durante el año 1976, D'Ambrosio, matemático y filósofo brasileño, durante el Tercer Congreso Internacional de Educación en Matemáticas realizado en Alemania (ICM 3), organizó presidió la charla ¿Por qué enseñar Matemáticas? Aquí D'Ambrosio colocó en pauta una discusión sobre las raíces culturales de matemática en un contexto de educación matemática.
3. En 1977, D'Ambrosio utilizó por primera vez el término etnomatemáticas en una conferencia impartida en la reunión anual de la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia en Denver, EE. UU.
4. La consolidación del término etnomatemáticas culminó con la conferencia de D'Ambrosio "Fundamentos socioculturales de la educación matemática" en la inauguración de ICME 5 en Australia en 1984 que estableció formalmente el programa de etnomatemáticas como un campo de investigación.

5. En 1985, D'Ambrosio escribió su obra maestra "Etnomatemáticas y su lugar en la historia y la pedagogía de las matemáticas". Este artículo es muy importante porque representa la primera disertación completa y teórica en inglés sobre el programa de etnomatemáticas. Estas ideas estimularon el desarrollo de este campo de investigación. Este artículo fue seleccionado para su publicación por el NCTM (National Council of Teachers of Mathematics), Clásicos en Investigación en Educación Matemática, debido al impacto positivo, profundo e internacional que tuvo este artículo en la investigación y la investigación en educación matemática.
6. En 1985 también se creó el Grupo Internacional de Investigación en Etnomatemáticas (ISGEm), que lanzó internacionalmente el programa de etnomatemáticas.

Es muy importante destacar la importancia de Ubirata D'Ambrosio en el desarrollo del programa etnomatemático, pues es el teórico y filósofo más importante en este campo. También es un líder internacional y divulgador global de ideas sobre etnomatemáticas y sus aplicaciones en la educación matemática. La visión amplia de las etnomatemáticas de D'Ambrosio provocó cambios dialécticos dentro y entre las sociedades.

La epistemología de D'Ambrosio establece que el conocimiento matemático es dinámico y producto de la actividad humana. Esta información no es estática ni está organizada. Este contexto permitió que los estudios sociopolíticos de D'Ambrosio establecieran un fuerte vínculo entre las matemáticas, la antropología y la sociedad. D'Ambrosio, se constituye como el "padre intelectual del programa etnomatemático", y también ha sido elegido como uno de los matemáticos más importantes del siglo XX en los aspectos sociopolíticos de las etnomatemáticas.

En años posteriores, el término etnomatemáticas se usó en una serie de reuniones, conferencias y convenciones que iban desde:

1. Eventos locales:

- 1.1. Making Math Meaningful en Sacramento, California,

## 2. Regionales:

- 2.1. First Northern California Conference on Ethnomathematics en San Francisco, California;
- 2.2. Asilomar Conference on Mathematics - CMC, Asilomar y Pacific Grove, California,

## 3. Nacionales:

- 3.1. Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas, USA,
- 3.2. Primer Congreso de Etnomatemáticas de Bolivia,
- 3.3. Primer y Segundo Congreso de Etnomatemáticas de Brasil

## 4. Internacionales:

- 4.1. Congreso Internacional de Historia de la Ciencia
- 4.2. Congreso de Educación Matemática.
- 4.3. En septiembre de 1998, el Grupo de Investigación Internacional en Etnomatemáticas, en colaboración con la Expansión Internacional del Programa de Etnomatemáticas, organizó el primer Congreso Internacional de Etnomatemáticas en Granada, España.
- 4.4. El Segundo Congreso Internacional de Etnomatemáticas tuvo lugar en Ouro Preto, Brasil en agosto de 2002.
- 4.5. El Tercer Congreso Internacional de Etnomatemáticas se llevó a cabo en febrero de 2006 en Auckland, Nueva Zelanda.

Estos eventos han trabajado y seguirán trabajando juntos para avanzar en la investigación, la exploración y el desarrollo de la investigación etnomatemática. El incremento en el número de libros y artículos publicados en revistas y periódicos en varios idiomas y la variedad de tesis

y disertaciones presentadas en universidades nacionales e internacionales son indicadores de la vitalidad de este nuevo campo de investigación.

A principios del siglo XXI, se hizo mayor la sensibilidad a la comprensión y apreciación de las ideas y prácticas matemáticas desarrolladas por diferentes grupos culturales. Esto se debe principalmente al aumento en el número de estudios en los campos de la etnología, la cultura, la historia, la antropología, la lingüística y las etnomatemáticas. Las observaciones realizadas en muchos estudios de investigación teórica e investigaciones muestran que la internacionalización de las prácticas matemáticas en diferentes contextos culturales es posible.

### **1.3 Investigaciones en etnomatemáticas**

En el contexto internacional, las formas de caracterizar y clasificar los estudios resultantes de las Etnomatemáticas fueron presentadas, entre otros, por Miarka y Viggiani (2012), quienes, en conexión con su tesis, discuten el concepto de matemática y sus consecuencias en términos. En este trabajo, los autores presentan un análisis de las entrevistas de cinco investigadores en este campo, Bill Barton (Universidad de Auckland, Nueva Zelanda), Eduardo Sebastiani Ferreira (Universidad Estatal de Campinas, Brasil) y Gelsa. Knijnik (Universidad do Vale do Rio Campanas, Brasil), Paulus Gerdes (Universidade Eduardo Mondlane, Mozambique) y Ubiratan D'Ambrosio (Universidad de São Paulo, Brasil), los autores abordan este análisis desde una perspectiva fenomenológica, transcribiendo y analizando hermenéuticamente lo que cada autor comentó que los autores posteriores utilizan la reducción fenomenológica para restaurar las conexiones de las matemáticas en las etnomatemáticas.

Para presentar esta conexión (entre matemáticas y etnomatemáticas), los autores presentan tres categorías de cómo se relacionan entre sí:

- **Matemáticas en Etnomatemáticas:** En este sentido, se argumenta que las matemáticas occidentales o matemáticas académicas son internas a las etnomatemáticas, definiéndola como un campo más amplio que

las matemáticas occidentales. El documento incluye estudios en esta categoría de autores como D'Ambrosio y Barton.

- **Matemáticas o etnomatemáticas:** Esta categoría se caracteriza porque la etnomatemática se presenta como una asignatura diferente a las matemáticas, los autores registran los trabajos del profesor Knijnik en esta categoría porque utiliza prácticas de diversos grupos culturales, como juegos de lenguaje que pueden ser relacionado Por semejanzas de familia, careciendo del núcleo básico de su estructura que pueda constituir la diferencia entre etnomatemáticas y matemáticas. Esta propuesta también puede incluir la definición de etnomatemática propuesta por el profesor Marcelo Borba, quien la plantea como un campo de conocimiento relacionado internamente con los grupos culturales, expresado en un lenguaje relacionado con la cultura del grupo, que suele ser diferente.
- **Matemáticas y Etnomatemáticas:** En la tercera categoría, los autores registran los trabajos de los profesores Gerdes y Sebastián Ferreira, pues en ellos la matemática es algo aceptado por la etnomatemática, además, la matemática es el núcleo que orienta la práctica investigativa del departamento en el campo.

Según la comprensión de los autores de la relación entre las matemáticas y las etnomatemáticas y la clasificación presentada, se pueden distinguir diferentes posiciones filosóficas sobre las matemáticas, incluido el platonismo y el constructivismo. La cuestión de la relación entre estos dos campos del conocimiento es un elemento que debe ser considerado al caracterizar diferentes tipos de metodologías de investigación etnomatemáticas.

El profesor Paulus Gerdes (1996), por su parte, hace un aporte significativo al estudio histórico de las tendencias de investigación en etnomatemática, pues el autor presenta investigaciones etnomatemáticas iniciadas en la década de 1950, como los trabajos de Wilder y Raum, que se relacionaron para enunciar la aritmética de "culturas primitivas", el autor muestra al profesor D'Ambrosio como la persona que introdujo el programa de investigación etnomatemática en los años 80 y que fue responsable de la

aparición de conceptos tales como: matemática indígena, matemática social e informal, matemática espontánea, matemática oral, implícita u oculta.

Del mismo modo, el autor presenta al profesor D'Ambrosio como el conceptualizador sobre los paradigmas de las etnomatemáticas y la influencia de las ideas de Freire en los investigadores del campo de la educación matemática. Además, el profesor Gerdes ayuda a caracterizar las tendencias de investigación en etnomatemáticas en diferentes continentes a partir de la colección de literatura en este campo, finalmente discute algunos supuestos básicos relacionados con el uso de las etnomatemáticas en la educación, algunas tendencias complementarias y algunos elementos desde la perspectiva de las etnomatemáticas.

El autor no propone una clasificación de las investigaciones etnomatemáticas, sino que hace un recorrido histórico por diversas propuestas de investigación, presentando elementos que pueden ser presentados en perspectiva histórica como una propuesta de clasificación de las investigaciones etnomatemáticas. En el contexto colombiano, autores como Blanco-Álvarez (2006, 2011) presentan una reconstrucción histórica de las etnomatemáticas colombianas. El autor caracteriza diferentes formas de abordar estos estudios en el país, también presenta los estudios etnomatemáticos y las universidades, grupos de investigación, grupos de estudio y redes que realizaron los estudios. Para este trabajo se aplican las siguientes categorías:

- Estudios específicos sobre conocimientos y técnicas matemáticas de estratos sociales y comunidades “analfabetos”: relacionados con el estudio de jóvenes o adultos que no conocen analfabetos y que han creado técnicas matemáticas para la presentación de algunos oficios.
- Análisis del pensamiento matemático en comunidades indígenas y afrodescendientes: Esta categoría incluye estudios que tienen como objetivo revelar el pensamiento matemático en objetos como telares, canastas, dorados y patrones geométricos.
- Uso de instrumentos originales de comunidades indígenas o negras como herramientas pedagógicas en la enseñanza de las matemáticas



occidentales: esta categoría incluye trabajos que utilizaron herramientas o instrumentos de comunidades indígenas o negras para enseñar matemáticas.

- Formas de pensamiento matemático y científico social, histórico, antropológico, etc. en civilizaciones y comunidades: estos trabajos presentan una sistematización de los conocimientos básicos de las comunidades, que suelen transmitirlos oralmente.
- Estudios históricos, epistemológicos, filosóficos y educativos sobre la formación de las culturas matemática y científica en Colombia: la última categoría incluye estudios que difundieron y adoptaron teorías en diversos contextos culturales.

El trabajo presenta cómo la etnomatemática fue emergiendo paulatinamente como campo de investigación y llama a la socialización y difusión de este tipo de material como mecanismo para fortalecer grupos y redes de investigación. Otra clasificación de las etnomatemáticas es la presenta Aroca (2013), quien presenta dos campos de investigación en etnomatemáticas: rural y urbano. A partir de este enfoque, el autor analiza cómo cada uno de estos escenarios afecta o crea tensiones en la educación matemática y, además de esta clasificación, presenta dos alternativas metodológicas en el campo de la educación donde la investigación etnomatemática puede tener impacto.

La primera opción se refiere a la reflexión teórica como posibilidad de convertir estos descubrimientos en situaciones didácticas y la segunda pretende hacer un trabajo de campo en un contexto rural o urbano, asimismo el autor reseña estudios de las etnomatemáticas hechos en Colombia por nacionales entre 1980-2010. Para el autor es importante estudiar situaciones o prácticas sociales específicas, especialmente en zonas pobres y rurales, para que las matemáticas escolares se relacionen con la vida cotidiana, la realidad y el entorno sociocultural de los estudiantes.

Tanto Blanco-Álvarez (2006, 2011) como Aroca (2013) presentan algunas implicaciones pedagógicas y metodológicas en el estudio de la relación entre matemáticas y etnomatemáticas, algunas de las cuales son la

identificación de ideas alternativas al pensamiento occidental, la presencia de ideas transculturales en operaciones matemáticas y la inclusión de conocimientos extraescolares en el aula. Estos elementos contribuyen significativamente al estudio de las metodologías utilizadas por las etnomatemáticas, pero también es necesario considerar más elementos que ayuden a caracterizar y clasificar las metodologías aplicadas en este campo de investigación.

## **1.4 Clasificaciones propuestas para los trabajos de investigación en etnomatemáticas**

Las definiciones o concepciones en etnomatemáticas generan un modelo metodológico que puede ser asociado a un paradigma del conocimiento. Teniendo en cuenta esto, se han propuesto la siguiente clasificación:

### **1.4.1 Estudios de interpretación de objetos**

La primera serie introduce estudios etnomatemáticos caracterizados por la identificación de conceptos matemáticos en objetos físicos como petroglifos, textiles o cerámica, algunos ejemplos de estos estudios son Albis (1986, 1995), Albis y Valencia (1990), Trejos (2002), Urbano (2010).

En este enfoque, el investigador identifica, caracteriza e interpreta elementos como la simetría, los grupos simétricos, las dilataciones y la configuración geométrica, pero no reciben explicación ni confirmación por parte de las comunidades que crearon estos objetos y patrones porque están extintos o perdidos, como la geometría de la forma del sitio arqueológico de San Agustín, cerámicas o petroglifos de comunidades indígenas desconocidas.

El propósito de estos estudios es mostrar las etnomatemáticas como un campo de investigación que utilizan los "occidentales" para comprender y legitimar sus matemáticas a partir de objetos y representaciones de otras culturas. Dichos estudios han sido criticados, entre otras cosas, por la falta de validación de las intenciones, significados e información con que fueron elaborados los objetos de las comunidades.

### **1.4.2 Estudios interpretativos con comunidades**

En estos estudios, el investigador aplica enfoques metodológicos, como el estudio de casos o la etnografía, con el objetivo de identificar, caracterizar e interpretar los elementos matemáticos presentes en las prácticas culturales de los grupos sociales a partir de la explicación y validación. Por ejemplo, indígenas, artesanos, cuidadores, comerciantes, inmigrantes, niños de la calle, obreros, carpinteros, quilombos, campesinos, pescadores, población con necesidad de educación especial (ciegos, sordos).

Esta categoría incluye trabajos como Aroca (2007), quien propone enseñar geometría transformativa a la comunidad indígena Arhuaca a partir de mochilas tradicionales, y Vargas y Ortiz (2009), quienes investigan la etnografía de este concepto a través de la forma geométrica con la misma comunidad indígena.

Autores como Bishop (1999, 2005), Gerdes (1999, 2007) y Oliveras (1996) mencionan que la fase inicial de la investigación etnomatemática requiere realizar una investigación etnográfica en la que se recolectan datos, y finalmente se analizan las matemáticas utilizadas por estas comunidades.

Además, Blanco Álvarez (2008) menciona que el profesor D'Ambrosio propone elementos metodológicos para el trabajo de las etnomatemáticas, entre ellos observar las prácticas de grupos naturales diferenciados, identificar actividades, desarrollar relatos

sobre las prácticas y luego desarrollar un análisis del discurso. Desde este enfoque de investigación, las etnomatemáticas se presentan como un campo preocupado por descubrir los saberes ancestrales de las comunidades marginadas, pero estos estudios han sido criticados por retratar a las comunidades como entes pasivos de los cuales se puede abstraer saber sin beneficiarse de sus necesidades y problemas.

### **1.4.3 Aprendizajes Liberadores y Transformadores con Comunidades.**

Este grupo incluye trabajos relacionados con la integración de prácticas sociales de diferentes comunidades en el aula, la transformación de la realidad social y la búsqueda de saberes ancestrales a través de los saberes indígenas de las comunidades, algunos ejemplos de este tipo de investigación son: Oliveras (1996), Knijnik (2007 y 2012), Gerdes (1999), Fonseca (2010), Lüypekki (2010), Parra y Caicedo (2009).

Autores como Flores, Montoya y Suárez (2009), Ortiz y Borjas (2008) presentan una metodología de acción como alternativa para la producción de conocimiento propositivo y transformador a través de la discusión, la reflexión y la construcción colectiva del conocimiento, para lograr el cambio social en el contexto. Este elemento no significa que sea la única metodología válida para este tipo de investigación, pues esta categoría también incluye la investigación colaborativa.

Respecto a este grupo y su enfoque metodológico, autores como Bonilla y Rodríguez (1997) recomiendan una estructura cíclica para diseñar este tipo de investigación cualitativa en las ciencias sociales. Comienza con la definición de la situación problemática, sugieren los autores aquí dos momentos, investigando la situación y diseñando los instrumentos, luego se inicia el trabajo de campo, esta fase se caracteriza por recopilar información y organizar la información,

finalmente se propone la fase de identificación de modelos culturales, momento en que se analiza e interpreta inductivamente la práctica estudiada, conceptualizando, para reexaminar la situación e iniciar un nuevo ciclo, elemento que fue tenido en cuenta en los planes metodológicos de las etnomatemáticas.

El propósito de la estructura metodológica de la investigación acción es desmitificar la metodología de investigación basada en el sujeto y objeto de la investigación, porque la pone en manos de la gente, para que pueda ser utilizada como medio para obtener poder.

Otro factor por considerar en el diseño metodológico de la propuesta es la discusión con la comunidad. Las fases iniciales de la investigación acción deben centrarse en el análisis que se realiza sobre los datos recopilados. En cuanto a las técnicas y herramientas de recolección de datos de la investigación-acción, autores como Park (1989) comentan lo siguiente:

Se ha encontrado que las observaciones de campo, la investigación de archivo, la investigación histórica y los cuestionarios y entrevistas son muy útiles, especialmente encuestas y entrevistas son las más utilizadas, aunque deben entenderse como herramientas de diálogo.

El diálogo es un elemento muy importante en esta propuesta metodológica, porque a través de él las personas pueden participar en las partes centrales de la investigación-acción, el diálogo significa hablar de igual a igual no solo en el intercambio de información, sino también en el intercambio de sentimientos y valores, el diálogo es una manera de averiguar cómo se divide el problema y cómo se interconectan vidas y bases comunes para la acción.

Además de participar en encuentros dialógicos que son de naturaleza participativa, la investigación-acción involucra a todos en actividades tradicionalmente reservadas para personas altamente capacitadas en investigación tradicional, incluido el diseño de cuestionarios, guías de entrevista y recopilación de datos, utilizando esas herramientas se analiza

el material para encontrar las dimensiones del problema investigado, se busca una acción colectiva, donde todos los participantes del proyecto conocen el propósito y la lógica de las preguntas y por lo tanto quiénes pueden compartir este conocimiento con otros.

Este último enfoque de investigación introduce varios atributos recomendados por los etnomatemáticos, entre ellos la educación emancipadora, las relaciones de poder, la validación del conocimiento y el conocimiento ancestral. De acuerdo con la clasificación de enfoques epistemológicos presentada, la línea de investigación de las etnomatemáticas, que utiliza metodologías como la investigación-acción, está asociada a un paradigma empirista-idealista que niega la neutralidad y objetividad del conocimiento.

Con base en algunos de los puntos mencionados anteriormente, las etnomatemáticas pueden verse no solo como un campo de estudio basado en la descripción e interpretación del conocimiento matemático que aparece en objetos culturales o prácticas sociales, sino que también puede ser un campo de estudio que es dedicado al cambio de la realidad educativa y social a partir de la legitimación y democratización del saber en las comunidades.

Las tres categorías presentadas tienen como objetivo caracterizar tres enfoques metodológicos identificados en la investigación etnomatemática (estudios interpretativos de objetos, estudios interpretativos de comunidades y estudios emancipatorios-transformativos de comunidades), que a su vez remiten a paradigmas de conocimiento (positivo, hermenéutico o interpretativo y crítico). El propósito de esta propuesta es dar a conocer sus características, posibilidades y límites en cada una de estas categorías, de igual forma se pretende que la comunidad académica sistematice las investigaciones que se realizan en este campo de estudio en estas categorías en cada país, porque puede mostrar la historia y el desarrollo de este campo de estudio en cualquier contexto que ilumine sus predicciones y futuro.

## **1.5 Tensiones en la educación de la etnomatemáticas**

Según el Programa de Investigación en Etnomatemática<sup>1</sup>, el campo de las etnomatemáticas se divide en dos grandes escenarios de investigación: áreas urbanas y áreas rurales. Para dar una valoración inicial de los escenarios de investigación propuestos en este programa, es necesario precisar que dependen de las condiciones sociales y políticas de cada país. Para este caso, emplearemos como ejemplo el contexto colombiano.

Según Albuja y Ceballos (2010), el 93 por ciento de los refugiados colombianos lo hizo hacia las áreas urbanas. Durante la última década, el país ha experimentado una fuerte migración desde las zonas rurales. Esta marginación forzada elimina o cambia radicalmente las etnomatemáticas rurales: formas rurales de pensar (comprender, razonar, conducir, hacer); hacer (artes, técnicas, hábitos, estilos y herramientas) y comunicar (explicaciones, ya sean verbales, visuales, sonoras, gestuales o utilizando sabores u olores tangibles, sentimentales -buenos, neutros o malos-). Estas tres categorías –pensar, hacer, comunicar– constituyen las tres realidades de la investigación etnomatemática en el programa de investigación etnomatemática.

Esta idea de realidad etnomatemática -que es la misma tanto en la etnomatemática rural como en la urbana- no fue asumida en ninguna conceptualización del objeto matemático, razón suficiente para concluir que el objeto de las matemáticas se comporta de manera opuesta al de las etnomatemáticas, y en ese sentido se hizo necesaria la creación de este término.

El concepto de *realidad etnomatemática*<sup>2</sup> es sustentado por White (1994), quien afirma que, desde un punto de vista antropológico, el lugar de la realidad matemática no es independiente de la mente humana. Cada persona nace en un mundo de realidad construida; entonces esa mente lo encuentra y lo aprende. Pero la misma mente también puede cambiarlo o recrearlo. Una persona adquiere su cultura aprendiendo las costumbres, creencias, lenguajes y técnicas de su grupo, así como la cultura matemática.

---

1 El Programa de Investigación en Etnomatemáticas fue desarrollado por Ubiratan d'Ambrosio.

2 Conceptualización creada por Aroca Araujo.

Esta matemática cultural o etnomatemática tiene realidad, pero en un contexto determinado, porque ahí es donde adquiere sentido. Mientras que el objeto matemático tiende a ser independiente del contexto, las etnomatemáticas no lo hacen; existe de la realidad misma. En matemáticas, el objeto tiende a permanecer en una dimensión separada, pero no separada del mundo sensual, como la percepción platónica, formándose así una diferencia importante entre el objeto matemático y el objeto etnomatemático, pues el primero logra un proceso de formalización simbólico y desconocido, mientras que el otro no. Y he aquí un escenario para la educación matemática con un vasto campo de investigación, porque la adquisición de la propiedad básica de un objeto matemático, o tematización, conduce a su separación del mundo racional, durante la etnomatemática, a lo largo del tiempo, hace lo contrario de las tres realidades descritas: pensar, hacer y comunicar. Estas tres realidades se aplican tanto a la etnomatemática rural como a la urbana.

### **1.5.1 Las etnomatemáticas rurales**

Las etnomatemáticas rurales contribuyen a la preservación de la identidad cultural de un país incluso más que las etnomatemáticas urbanas, que están muy expuestas a los desarrollos tecnológicos y científicos nacionales y mundiales. En otras palabras, la técnica de simplificación de operaciones tiende a eliminar los procesos de acumulación histórica de ideas matemáticas, y quizás se deba a que las operaciones en los libros de texto de matemáticas escolares, que pretenden tener una relación con la realidad de los estudiantes, se centran en la "realidad" que presenta operaciones ordinarias, producto de la globalización, como un pastel de cumpleaños dividido en siete partes, la suma de manzanas, una máquina que sale de la plataforma cuando muchos de estos elementos no forman parte de su realidad.

Muchas etnologías rurales y urbanas son parte integral del acervo cultural del país, porque son únicas, porque son históricas, porque las zonas se han desarrollado, qué valores conservan, porque son únicos sistemas



culturales que les dan significado debido a un modo tradicional de transmisión que involucra uno o todos los sentidos. Para ampliar la idea, consideremos el caso de las etnomatemáticas marinas, donde el único sentido que los pescadores no utilizan para la orientación espacial es el gusto.

Por otro lado, la etnomatemática de los carpinteros tiene un toque privilegiado, que proviene de sus medios de comunicación -sea oral, gestual o vocal-, sus fórmulas verbales, las herramientas que producen y su lenguaje. implican las formas de razonamiento que se les aplican. No siempre tiene que hablar o escuchar y escribir para comunicar el pensamiento matemático. Entonces, ¿quién puede promover la conservación de estas reservas matemáticas nacionales? Docentes que, al sistematizar sus experiencias e investigaciones, puedan formar parte de las nuevas ediciones de los libros de texto escolares de matemáticas y así evitar inundar sus bibliotecas con información que es el resultado de la distribución masiva por parte de las editoriales a través de ediciones internacionales.

Para concretar aún más esta idea, se tiene que la etnomatemática rural está desarrollada en algunas zonas del planeta fuera de las ciudades y estas son las que se han encontrado directamente con violencia y, sobre todo, migración forzada en el caso de Colombia.

Cuando nos referimos a estas etnomatemáticas, también nos referimos al entorno en el que se produce y desarrolla la actividad, relacionado con la forma de pensar, las prácticas basadas en el contexto y las formas de comunicación adecuadas a las circunstancias. Puede que no sea la región donde viven sus creadores, aunque no es la única. Buenaventura, por ejemplo, es un municipio de la costa pacífica de Colombia, donde una proporción importante de sus hombres son pescadores artesanales. Aplican técnicas, herramientas y formas principalmente en el mar. Sin embargo, algunas de sus herramientas están hechas en su casa.

Estas son las implicaciones de la realidad propuesta por Berger (1993) construida por agentes sociales. Estas etnomatemáticas mayoritariamente rurales pueden ser explicadas al investigador por sus hacedores, pero de tal forma que éstos puedan construir un significado más relevante, y conviene

acudir a un entorno donde se desarrollen prácticas de referencia. Para que un profesor de matemáticas que trabaja en zonas costeras haga que sus lecciones sean más significativas, no necesariamente necesita ir al mar con los alumnos.

Un profesor de matemáticas puede generar comprensión en las entrevistas, pero aprende mejor experimentando la actividad tal como es, sin intermediarios. Sin embargo, hay casos en los que este enfoque se desvía; Por ejemplo, en el municipio de Buenaventura, hay un pueblo costero llamado Punta Soldado, cuya única escuela tiene la mayor cantidad de estudiantes de los últimos años de secundaria dedicados a la pesca. El profesor de matemáticas promedio entiende esto y coordina otras actividades para ello ¿Cómo da clases este profesor, que también tiene formación contable? En la práctica, sus clases de matemáticas ayudan a modernizar las principales actividades económicas del corregimiento<sup>3</sup>, pero también les brindan capacitación matemática de acuerdo con los lineamientos y estándares nacionales.

Este es un ejemplo de un tipo diferente de etnología rural, como es la etnología de los carpinteros, cuya profesión se formaliza como resultado del desarrollo comercial y tecnológico del sector urbano. En las zonas rurales la carpintería no existe en esas dimensiones porque sus principios básicos son el conocimiento comunitario; la carpintería existe como apropiación colectiva, aunque algunos de sus participantes optimizan sus procesos porque cuentan con mejores herramientas.

Otra situación es la presentada por algunos pescadores de Buenaventura que buscan trabajo en otras ocupaciones, principalmente en las ciudades, durante el período de la veda en la pesca, y se ven obligados a utilizar la etnografía desarrollada por otros actores. En otras palabras, durante el período de veda, la mayoría de los pescadores son usuarios pasivos de la etnografía urbana, que aceptan para generar ingresos y sostener económicamente a sus familias.

---

3 Territorio que depende de un municipio.

### **1.5.2 Las etnomatemáticas urbanas**

La etnomatemática urbana es la que se desarrolla y cobra sentido dentro de una ciudad o municipio. Se han utilizado dos palabras para caracterizar la etnomatemática rural y la etnomatemática urbana: desarrollo y significado. Su aplicabilidad responde a otras preguntas.

El primer entorno de aplicación es donde se desarrollan, pero la aplicabilidad se extiende más allá de la región de origen; Por ejemplo, un agricultor necesita construir una casa en su terreno y decide contratar a personas que viven en áreas urbanas. La etnomatemática utilizada en la finca es urbana, pero apta para el medio rural. La etnomatemática rural y la etnomatemática urbana fueron enfatizadas sólo para que su significado quede claro cuando el profesor de matemáticas decide conectar su clase con la realidad de sus alumnos.

### **1.5.3 Diferencias y similitudes entre etnomatemáticas rurales y urbanas en el contexto colombiano**

Algunas de las características, semejanzas o diferencias entre la etnomatemática rural y la etnomatemática urbana, son: la etnomatemática rural tiene más sentido en relación al mar, la selva, la montaña y la tierra; su cambio, aparición o desaparición es menos variable que el de las ciudades, aunque el desarrollo tecnológico también las modifica. Su gran riqueza es la diversidad de los pueblos indígenas que los median, algunos de los cuales son desconocidos y muy poco estudiados.

Ambos tipos de etnomatemáticas tienen en común que se repiten o aprenden a través de la tradición oral, expresiones gestuales, representaciones gráficas o vivenciales, principalmente la observación. La única diferencia en algunos casos es el uso de la escritura; ambos suelen estar asociados a procesos de negocio.

Las etnomatemáticas urbanas parecen ser más dinámicas debido al impacto directo de los desarrollos tecnológicos, científicos, sociales o políticos sobre las actividades en las ciudades o capitales urbanas; La lógica proposicional rige su forma de comunicación, en algunas ciudades o municipios suele haber una sola lengua, pero en otras, y sobre todo en las ciudades, la mezcla de lenguas o hablas añade complejidad. Por ejemplo, en el municipio de Maicao, departamento de La Guajira, Colombia, interactúan o se desarrollan varias lenguas o lenguas: el español es la lengua dominante, pero también se utiliza el wayúu y el turco.

La comunidad académica debe entender las etnomatemáticas como un campo que puede propiciar cambios en las prácticas pedagógicas al brindar herramientas que construyan temas analíticos y críticos a partir de sus realidades. Para ello, es necesario continuar investigando en las tres categorías mencionadas, así mismo se debe llamar la atención sobre el hecho de que cada cultura en su cosmovisión construye un elemento de conocimiento autónomo, tan válido como los demás, que puede permitir la liberación de ciertas relaciones de poder a través de ciertas ideas reales, información correcta y útil. Finalmente, incentivar a los docentes a presentar el conocimiento matemático en el aula como una construcción contextual producida por diferentes grupos sociales, para generar un espacio de construcción y diálogo mediado por la negociación de la subjetividad y el enriquecimiento mutuo.

## **Capítulo 2**

### **Experiencia en formación**

#### **2.1 Entomatemáticas en la formación de profesores indígenas**

En este capítulo, se expone las experiencias pedagógicas guiadas por el paradigma de las etnomatemáticas como parte de un programa de formación de profesores indígenas del pueblo Kaingang en la parte occidental del estado de Santa Catarina, Brasil. También incluye una propuesta de hipótesis etnométrica específica sobre la cultura Kaingang, especialmente su sistema de parentesco.

Uno de los obstáculos a afrontar cuando se aplica una perspectiva etnomatemática al currículo de los pueblos indígenas es la falta de una investigación etnomatemática significativa sobre las culturas autóctonas que puedan usarse en las aulas. En esta experiencia se considera importante profundizar la investigación para obtener material relevante. Al respecto, surgió una hipótesis, que se expone y presenta, por lo tanto, este capítulo tiene dos propósitos: confirmar la hipótesis etnomatemática y mostrar cómo se utilizó en el proceso pedagógico de formación de profesores en Kaingang en matemáticas y ciencias.

La experiencia aquí presentada se basa en un trabajo de los docentes e investigadores del Programa de Posgrado Unochapecó de la Universidad Comunitaria de la Región Chapecó y en la Licenciatura Intercultural Indígena que expide la citada universidad en Chimbangue, en la región occidental de Santa Catarina, Brasil. Se trabajó sistemáticamente una perspectiva etnomatemática con los estudiantes de Kaingang y se les animó a realizar Trabajos de Conclusión de Cursos (TCC) en esta área.

Las hipótesis expuestas abordan un tema antropológico clásico: los sistemas de parentesco, pero desde otra perspectiva: desde el marco teórico y la metodología de las etnomatemáticas inspiradas en las ciencias formales, especialmente la lógica matemática. Argumentándose que el matrimonio tradicional Kaingang y el orden de parentesco pueden representarse como un sistema lógico formal de cálculo. Por lo tanto, la prueba de esta tesis contiene una prueba lógica.

## **2.2 Licenciatura intercultural indígena**

La Licenciatura en Interculturalidad Indígena, donde se llevó a cabo esta experiencia, es un programa de formación de profesores indígenas de la región occidental de Santa Catarina, ofrecido por Unochapecó desde 2009. Ofrece una Licenciatura en Estudios Interculturales Indígenas en las siguientes áreas:

- Educación, Matemáticas y Ciencias Naturales.
- Humanidades y Ciencias Sociales,
- Lenguas,
- Arte y
- Literatura.

El objetivo del curso es formar profesores calificados para implementar la educación intercultural, bilingüe, especial y diferencial de acuerdo con las normas nacionales y estatales que rigen la educación de los pueblos indígenas en Brasil. Una de sus características originales es que el curso para optar al título es dictando en tierras indígenas para hacer frente a la alta tasa de deserción entre los estudiantes de educación superior.

La universidad va a la región en lugar de que los estudiantes se , evitando los habitantes originarios abandonen su territorio para asistir a

una universidad, generando como efecto secundario positivo, una alfabetización intercultural entre los docentes universitarios.

Enseñar en una región aborígen es muy diferente de un aula universitaria. El contacto con la cultura indígena y la forma de ser y estar en el mundo es mucho más cercano. Crea un ambiente propicio para la investigación etnográfica porque ofrece experiencias, contactos interculturales y relaciones cotidianas que no se dan en un aula universitaria regular. En este contexto y gracias a esta alfabetización intercultural, surge una hipótesis especial sobre el sistema de parentesco.

Con un grupo de estudiantes formados en matemáticas y ciencias, utilizamos el paradigma etnomatemático para cumplir objetivos normativos para la educación intercultural. Lo principal es que el saber escolar se relacione con la cultura, sabiduría y experiencia de vida de los pueblos indígenas. Pero en las aulas la situación es un tanto controvertida, porque enseñan etnomatemáticas sin tener en cuenta la cultura de los alumnos.

A falta de investigaciones significativas en esta área, el material se refería a otros pueblos e investigaciones de contextos tan diversos como África o Australia. Se pensó que sería apropiado abordar esta situación investigando y creando hipótesis sobre la presencia de las etnomatemáticas en la cultura Kaingang. Entre las hipótesis más interesantes formuladas se encuentra la que es objeto de esta experiencia y se presenta a continuación.

### **2.2.1 Hipótesis**

La hipótesis propuesta establece que el sistema de parentesco Kaingang es una forma de cálculo lógico que puede expresarse en el lenguaje formal de la lógica predicada. Esto también permite representarlo como una serie de algoritmos<sup>4</sup>. En otras palabras, se

---

4 La noción de algoritmo utilizada en esta experiencia no está limitada a los algoritmos que se ejecutan en software de computadoras. Más bien comprender a cualquier grupo finito de operaciones organizadas de manera lógica y no ambigua

puede expresar como un conjunto de actividades lógicamente organizadas que permite llegar a la solución del problema en un paso limitado y sin ambigüedades.

Esta hipótesis parece abstracta y teórica, pero tiene su origen en razonamientos concretos en situaciones cotidianas. Surgió de la conversación con un matrimonio indígena Kaingang (kófa) de edad avanzada que visitó la Escuela Indígena Toldo Chimbangué, donde se imparte una carrera intercultural, para conversar sobre los usos y costumbres tradicionales de su pueblo. Cabe señalar que los adultos mayores nunca recibieron una educación formal y aunque su lengua materna es el kaingang, también hablan portugués.

La colonización del área es relativamente reciente, por lo que muchos padres crecieron en sociedades indígenas que conservaron una cantidad significativa de sus prácticas tradicionales. Una de estas prácticas es la división de los miembros del grupo en dos clanes: Kamẽ y Kanhru. Entre otras cosas, existe un sistema de parentesco organizado entre ellos. Sólo pueden contraer matrimonio entre personas pertenecientes a diferentes clanes cónyuges.

La pertenencia al grupo se hereda del padre, en otras palabras, los hijos e hijas heredan la marca del padre. Se expondrá en detalle el sistema de medio clan más adelante, pero basta con decirlo para comprender el motivo de la investigación. Los padres acompañan a sus nietos, situación muy común, pues la kófa juega un papel protagónico en la educación de los niños de la familia Kaingang.

Durante una reunión donde se explicaba el sistema matrimonial y cómo cada cónyuge pertenece a diferentes grupos, uno de los investigadores preguntó a un abuelo a qué grupo pertenecía la nieta, y el anciano respondió: ella es Kanhru, porque yo soy Kamẽ y ella es hija de mi hija (Tỹ fi tóg Kanhru nĩ mỹr isỹ tỹ Kamẽ nĩ nỹ kỹ fi tóg tỹ inh kósinh fi kósin fi nĩ).

---

que permite la solución para un problema, estén o no expresadas en un programa ejecutable por un ordenador.



Para un devoto de la lógica, la respuesta fue sorprendente porque formuló un razonamiento completamente lógico. Solo que en lugar de las tradicionales  $p$  y  $q$  usó Kamẽa y Kanhru. De la regla que prohíbe el matrimonio entre miembros del mismo grupo y de la regla que indica que la marca se hereda del padre, se sigue lógicamente que, si el anciano es Kamẽ, su hija también es Kamẽ, pero la hija es Kanhru. (porque su hija debe casarse con Kanhru, cuyos hijos también son Kanhru).

Ese razonamiento dio lugar a una investigación cuyo objeto era demostrar, mediante las técnicas de la lógica formal, que se trata de un razonamiento lógicamente correcto y que, por lo tanto, el sistema de parentesco puede expresarse como un sistema de cálculo lógico coherente. Esto permite expresarlo como un algoritmo y, por lo tanto, en un lenguaje de programación que se puede implementar en una computadora. La utilidad pedagógica de la hipótesis estriba en conectar estrechamente contenido matemático abstracto, como la axiomatización y la lógica de predicados, con el conocimiento comunitario tradicional y la informática. También permite combinar el concepto de algoritmo con el sistema organizativo tradicional del grupo.

### **2.2.2 Marco teórico de la experiencia**

El trabajo se enmarca en el marco teórico y metodológico de la etnomatemática, basado en las ideas de Ubirata D'Ambrosio, que afirma que esta disciplina consiste en "el estudio de técnicas matemáticas utilizadas por grupos culturales definidos para comprender, explicar y manejar sus problemas y actividades". Las etnomatemáticas yuxtaponen e interactúan con tres disciplinas:

- la antropología cultural,
- las matemáticas y

- la educación matemática.

Este contraste es claramente visible en esta experiencia, puesto que incluye investigaciones en campos antropológicos y matemáticos y su aplicación en una situación pedagógica. Se señala que en la educación matemática transcultural es muy importante conectar las matemáticas escolares con aquellas que son la base de las prácticas cotidianas de cada grupo socialmente diferenciado, a fin de crear un puente entre ellas.

Los trabajos de Gerdes son también un precedente importante e inspirador para la hipótesis formulada, pues trabaja con la idea de algoritmos relacionados con las culturas tradicionales. En particular, trabaja con los algoritmos geométricos utilizados por el pueblo Tchokwe del noreste de Angola para reproducir sus “sona” en cantidades limitadas: patrones geométricos de formas abstractas, generalmente representando animales y otros objetos culturales importantes.

Sin embargo, esta noción ha sido cuestionada de varias maneras. Pais (2013) reúne una serie de críticas presentadas por Knijnik (2012) y Dowling (1998), a las que añade su propia perspectiva. Está más allá del alcance de esta obra abordar estas críticas, pero discutiremos brevemente dos de ellas en relación con el trabajo.

El primero enfatiza que existe un sesgo etnocéntrico en el concepto de etnomatemática, porque tiende a expresar diferentes prácticas culturales en el contexto de las matemáticas escolares o académicas. La expresión de la cultura hegemónica mostraría el valor de esas prácticas culturales, que también son matemáticas.

El segundo se relaciona con las ventajas pedagógicas. Sostiene que las prácticas concretas y cotidianas que la etnomatemática entiende y estudia como matemáticas o protomatemáticas no contribuyen a la comprensión de las matemáticas escolares porque son muy diferentes. No justificándose la suposición de que los

conocimientos adquiridos en la escuela se trasladan a las actividades cotidianas y viceversa.

Se cree que la primera crítica se puede hacer sobre el conjunto de la educación intercultural, no sólo sobre las etnomatemáticas. Una objeción similar se ha planteado en el campo de la filosofía. La posición de los investigadores de la experiencia expuesta es que esta posición se refiere al punto medio entre el pensamiento colonial, que cree que los conceptos de una cultura (europea) pueden expresar la totalidad de la experiencia humana, y el extremo opuesto, que cree que esto no es posible, por la falta de comunicación entre diferentes culturas, por lo que están condenados al solipsismo o incomunicación.

En definitiva, los autores de la experiencia proponen un camino para el diálogo intercultural en condiciones de relativa igualdad: la cultura más poderosa debe dar espacio a otras para que se expresen. Se necesita un esfuerzo constante para actuar y educar decolonialmente y para resolver algunos acertijos teóricos y prácticos en la práctica. No debe ser un problema traducir ciertas prácticas tradicionales a términos matemáticos a menos que tal traducción las explique o incluya completamente. Es sólo una traducción, una posible interpretación, no una completa apropiación o interpretación de lo observado; se ve desde un punto de vista (etnomatemático) sin reducirlo completamente a ella.

En cuanto a su utilidad pedagógica en la enseñanza de las matemáticas escolares, se asume una perspectiva freireana. Freire (1970) afirma que la educación debe partir de la experiencia cotidiana del alumno para que sea significativa. Los saberes escolares deben poder conectarse con los saberes previos y el contexto existencial y vivencial del alumno.

A través de su método de post-alfabetización, el autor brasileño demostró que combinar el conocimiento cotidiano con el conocimiento escolar formal es útil pedagógicamente, que es el objetivo de la práctica etnomatemática en las aulas. Respondiendo a las objeciones

de Pais (2013), se puede afirmar que en el contexto transcultural en el que se realizó la experiencia, las etnomatemáticas se presentan como un instrumento útil y un marco teórico epistémico y pedagógico adecuado. Al explorar con los estudiantes los posibles contactos entre las matemáticas escolares y académicas por un lado y las prácticas y conocimientos de su comunidad por el otro, se promueven la asimilación del conocimiento matemático.

### **2.2.3 Metodología empleada en la experiencia**

Esta sección se refiere a la metodología utilizada para formular y probar la hipótesis específica que está estrechamente relacionada con la práctica docente. Esto es parte de una práctica etnomatemática típica, expuesta por D'Ambrosio que consiste en lo siguiente:

Mirando las prácticas de diferentes pueblos, no necesariamente indígenas, tengo un estudiante que hizo una tesis etnomatemática sobre cirugía a corazón abierto y observó. cómo los médicos utilizan elementos matemáticos en su práctica quirúrgica y allí encontró importantes puentes matemáticos hacia cuestiones que afectan a la naturaleza como: decidir cómo coser [...]. Entonces el método de trabajo de las etnomatemáticas es la observación práctica de grupos diferenciados de la naturaleza y el intento de ver qué hacen, que construyen un relato de sus prácticas, luego un análisis del discurso. Ese sería el método de trabajo más común.

La metodología del trabajo consistió en seguir las prácticas tradicionales del pueblo Kaingang. Pero debido a una relación diaria con los estudiantes indígenas<sup>5</sup> existe una retroalimentación

---

5 Los estudiantes de las Licenciaturas Interculturales Indígenas son formados para ser profesores en sus comunidades (pueblo Kaingang), y viven en las Tierras Indígenas demarcadas o en proceso de demarcación del Oeste de Santa Catarina. Algunos trabajan como profesores en las escuelas de sus comunidades puesto que

constante sobre estas ideas. También se realizaron entrevistas cualitativas formales para recoger opiniones sobre el trabajo del grupo.

Otro aspecto metodológico importante es que el equipo y los autores de esta experiencia incluyen un miembro de la comunidad, doctorado en lingüística, experto en kaingang y hablante nativo. Ofreciendo la oportunidad de obtener una opinión calificada sobre la validez o no de las hipótesis, y acceder directamente a la opinión de los mayores, algunos de los cuales pertenecen a la familia del investigador.

Probar la hipótesis desde las perspectivas de los miembros de la comunidad, estudiantes, docentes-investigadores y padres de familia es una de las prácticas metodológicas que se consideran importantes. Se encontraron pocos trabajos significativos sobre la existencia de supuestos relacionados con sistemas de parentesco específicos, etnomatemáticas y lógica formal.

Hasta hace poco tiempo, los sistemas de parentesco eran el principal interés de la antropología. Su tratamiento a menudo utiliza ecuaciones de género que formalizan sistemas rudimentarios de organización más antiguos. Sin embargo, esa formalización no utiliza la lógica formal, sino que es simplemente una forma de expresar más fácilmente sistemas complejos de relaciones. Es cierto que la ambición de la antropología estructuralista era usar las ciencias formales para abordar su objeto de investigación, pero los intentos de hacerlo han encontrado enormes críticas.

Un precedente importante para este estudio es el trabajo crítico de Reynoso (1991), que presenta fuertes razones lógicas para desconfiar de Lévi-Straus. En esencia, su argumento es para mostrar cómo los conceptos de las ciencias formales aplicados

---

pueden hacerlo cuando no hay un profesor indígena ya formado en el área que ocupe el cargo.

por Lévi-Strauss y sus discípulos son mal utilizados y su significado difiere claramente del de las ciencias formales y carece de precisión lógica y estricta. Reynoso incluso refuta el intento de axiomatizar el sistema de parentesco de Career con este argumento.

En este trabajo, se encontró otro precedente en Lea (2004) en la aplicación del sistema de parentesco lógico formal en estudios etnomatemáticos. Donde se analizan las relaciones de parentesco triádicas del pueblo Mëbengôkre utilizando una ecuación lógico-matemática. Sin embargo, a diferencia de esta experiencia, aquella se apoya más en los análisis estructuralistas criticados por Reynoso. Resulta lógico pensar que apoyarse en las etnomatemáticas y mantener el rigor del análisis lógico permite superar las objeciones de Reynoso y le da cierta singularidad al trabajo expuesto.

### **2.3 Sociedad Kaingang**

Los Kaingang forman la sociedad Jê más grande del sur de Brasil, también llamada Jê meridionales. Algunos estudiosos las consideran sociedades dialécticas, caracterizadas por el desarrollo de arreglos sociales basados en una división básica entre dos grupos, nosotros y otros. Esta división en dos es mantenida por una cosmovisión que asume que todo el universo está dividido en dos categorías.

La sociedad Kaingang está organizada en torno al par de opuestos Kamẽ/Kanhru, que regulan el parentesco, prescriben la exogamia y prohíben la endogamia. Kamẽ está asociado con el sol, la resistencia, la constancia, la dureza, los lugares bajos y los objetos largos. Kaĩru está asociado con la luna, el rocío, la humedad, el movimiento, la agilidad, los lugares altos y los objetos bajos y redondos.

La unidad es la suma de estos principios. Un par binario está representado por signos o pinturas corporales que son gráficamente

similares a cero y uno. También expresan intuiciones geométrico-matemáticas, porque el símbolo de la línea vertical representa a Kamě, está agrandado y de color negro: I (rá téj o rá joj); y un punto redondo suele representar a Kanhru en rojo: • (rá ror o rá kutu). Tener dos partes de clan significa que solo hay dos variables (un caso es Kamě o Kanhru) y cada variable tiene dos valores posibles, masculino o femenino. Esta simplicidad facilita la aproximación a un sistema de parentesco con lógica de predicados.

## 2.4 Las pruebas lógicas

### 2.4.1 Axiomas en el cálculo de parentescos

La estrategia para proponer una prueba formal fue la siguiente:

- Formular los axiomas, es decir, las normas básicas que rigen el parentesco. Entonces, de los principios presentados, se deriva el razonamiento del anciano.
- Expresar axiomas y razonamientos en español, kaingang y el lenguaje formal de la lógica de predicados. Esto último nos permite hacer una prueba formal de la validez del razonamiento.

Es importante aclarar que esta es tradicionalmente una cultura ágrafa, por lo que la recitación de las reglas de parentesco no se hace por escrito. Algunos tienen una expresión clara y otros están implícitos porque se consideran obvios. Por ejemplo, está claro que el matrimonio es entre personas de clanes opuestos. Pero se entiende que es entre un hombre y una mujer, y los padres y los hijos no pueden casarse.

La fuente principal de estas reglas fueron los padres que visitaron la escuela. Sin embargo, estos son principios conocidos por

toda la comunidad, incluidos los estudiantes de la experiencia, quienes también fueron una fuente de información importante. Antes de la axiomatización, se deben hacer algunas aclaraciones en las categorías Kamẽ y Kanhru. Como señalamos antes, tienen usos versátiles y propiedades polisémicas.

Sin embargo, el sistema de parentesco y las reglas de pertenencia a la hora de establecer las relaciones funcionan como un cálculo abstracto. En otras palabras, los rasgos polisémicos son abstractos porque son rasgos innecesarios para determinar la afinidad entre individuos. Para explicar por qué su nieto es Kanhru, el anciano no habló de su relación con la humedad, la agilidad o la luna, sino que se refirió de manera abstracta (es decir, ignorando o abstrayendo otros significados) a las reglas del matrimonio y la herencia.

Estas reglas no son inequívocas, pero a diferencia de otros significados posibles (ágil, humedad, relación con el sol o la luna, etc.), están bien definidas. Es muy común el uso de palabras en algunos casos con un significado bien definido y en otros con un significado ambiguo. Por ejemplo, en la oración -esa niña es igual a mi hermana- el significado de la palabra igual es impreciso y ambiguo, no significa identidad completa, sino sólo similitud física o de carácter, que suele convertirse en reconocimiento subjetivo.

Por otro lado, cuando en una clase de matemáticas se dice que dos más dos son cuatro, la palabra igual tiene un significado preciso y bien definido: dos conjuntos de dos elementos tienen el mismo número de elementos que cuatro. La misma palabra tiene el significado correcto en algunos contextos y el opuesto en otros. Lo mismo se puede ver en las categorías Kaingang declaradas. Comencemos con la declaración, entonces:

### **Axiomas:**



a) Todas las persona en el grupo pertenecen de forma exclusiva a una de las mitades Kamē o Kanhru. a') Kanhgág kar kãki ù tóg tỹ Kamē ketũnikỹ tỹ Kanhru nỹtĩ.

b) En las mitades hay tanto personas masculinas como femeninas. b') Rá régre tag kãki ù tỹ gré nỹtĩ ke mũn kã ù tỹ tětá nỹtĩ gé

c) Solamente se pueden casar individuos masculinos y femeninos pertenecientes a mitades opuestas: Kamē masculino con Kanhru femenino o Kanhru masculino con Kamē femenino. c') Ûn gré mré ùn tětá tỹvĩn tỹ jagnē mré jãgjãg mũ, jagnē kato rá tỹ'ũ: ùn gré tỹ Kamē tỹ ùn tětá tỹ Kanhru fi mré jëg mũ ketũnikỹ ùn gré tỹ Kanhru tỹ ùn tětá tỹ Kamē fi mré jëg mũ.

d) Los hijos unicamente pertenecen a la misma marca del padre: si el padre es Kamē sus hijos serán Kamē; si el padre es Kanhru sus hijos serán Kanhru. d') Gĩr tỹ ti panh rá hẽ rĩj mũ: ti panh tóg tỹ Kamē nĩn kỹ ti krẽ tóg tỹ Kamē nỹtĩj mũ; ti panh tóg tỹ Kanhru nĩn kỹ ti krẽ tóg tỹ Kanhru nỹtĩj mũ.

e) No pueden existir casamientos entre padres e hijos. e') Vẽnhnỹ pi ti krẽ mré jëgjëg mũ

**Problema:** ¿A cuál mitad pertenece la nieta del kófa?

**Premisas:**

1. El kófa es Kamē.
2. La nieta es hija de su hija (es de suponer que su hija está casada).

**Razonamiento:**

3. Por los axiomas d) y la premisa 1) es deducible que si el kófa es Kamẽ su hija también es Kamẽ.

4. Por el axioma c) la hija del kófa solamente se casa con Kanhru masculino (por ser Kamẽ femenino).

5. Por la premisa 4) y el axioma d) la nieta del kófa es Kanhru (por ser hija de padre Kanhru).

Se observa que, tanto el sistema como los razonamientos son simples, coherentes y bien fundamentados. La simple del sistema es funcional para la cultura Kaingang que, tradicionalmente, no ha desarrollado escritura y la transmisión de sus reglas es oral, exceptuando el único registro gráfico existente: las marcas que identifican las mitades.

## 2.5 El lenguaje formal en la lógica de los predicados

Para formalizar los axiomas y demostrar formalmente la validez del sistema y su razonamiento, se empleó el lenguaje de la lógica de predicados, porque tiene mayor poder expresivo que la lógica proposicional. Esto permite trabajar con cuantificadores y por tanto con clases individuales, que es lo que interesa en esta investigación. Como se dijo, la ventaja del sistema de parentesco Kaingang es que tiene solo dos clases (Kamẽ, Kanhru), que a su vez tienen dos clases más (masculino, femenino).

Se formalizaron como predicados de individuos. Las dos primeras clases con predicados  $A = \text{Kamẽ}$  y  $B = \text{Kanhru}$ . Las restantes dos son  $M = \text{Masculino}$  y  $F = \text{Femenino}$ . Para una sola variable, se utilizan  $x$  y  $z$ . En las constantes individuales, a excepción de las variables, se utilizan letras minúsculas:  $a$  significa Kaingang el mayor,  $b$  significa la hija del mayor,  $c$  significa la nieta del mayor y  $d$  significa el yerno del mayor.

Además, hay cuatro predicados relacionados, a saber, se refieren a relaciones entre individuos: C = casados; P = padre; H = niño; P' = padres en un sentido más amplio<sup>6</sup>. Si bien se da una interpretación a los signos, el cálculo es puramente sintáctico, es decir, el sistema puede utilizarse independientemente del significado de sus elementos.

### **Axiomas:**

a)  $\forall x (A(x) \text{ w } B(x))$ : significa que todo individuo se da que es o Kamẽ o Kanhru.

b)  $\forall x (M(x) \text{ w } F(x))$ : todo individuo se da que es masculino o femenino.

c)  $\forall x \forall y \{ [AM(x) \cdot (x \text{ C } y)] \leftrightarrow [BF(y) \cdot (y \text{ C } x)] \} \cdot \{ [BM(x) \cdot (x \text{ C } y)] \leftrightarrow [AF(y) \cdot (y \text{ C } x)] \}$ : la persona es Kamẽ masculino y es casado si y solo si su esposa es Kanhru femenina y se encuentra casada con él. Es igual para Kanhru masculino.

d)  $\forall x \forall y \{ [AM(x) \cdot (x \text{ P } y)] \leftrightarrow [A(y) \cdot (y \text{ H } x)] \} \cdot \{ [BM(x) \cdot (x \text{ P } y)] \leftrightarrow [B(y) \cdot (y \text{ H } x)] \}$ : que la persona sea Kamẽ masculino y padre es condición necesaria y suficiente para confirmar que su hijo/a es Kamẽ. Es igual para Kanhru.

e)  $\forall x \forall y \forall z [ (x \text{ C } y) \cdot (x \text{ P } z) \rightarrow (y \text{ P } z) ] \cdot [ (x \text{ P } z) \rightarrow \sim (x \text{ C } z) ]$ : los padres son progenitores de sus hijos y los progenitores (condición estricta) no se pueden casar con sus hijos.

Los axiomas se pueden expresar, sin cuantificadores a fin de facilitar el cálculo:

a)  $(A(x) \text{ w } B(x))$

---

6 P' se puede referir a los padres-progenitores, a tíos, es decir, padres-mediatos y también a los padres viejos o abuelos.

b)  $(M(x) \wedge F(x))$

c)  $\{[AM(x) \cdot (x \text{ C } y)] \leftrightarrow [BF(y) \cdot (y \text{ C } x)]\} \cdot \{[BM(x) \cdot (x \text{ C } y)] \leftrightarrow [AF(y) \cdot (y \text{ C } x)]\}$

d)  $\{[AM(x) \cdot (x \text{ P } y)] \leftrightarrow [A(y) \cdot (y \text{ H } x)]\} \cdot \{[BM(x) \cdot (x \text{ P } y)] \leftrightarrow [B(y) \cdot (y \text{ H } x)]\}$  e)  $[(x \text{ C } y) \cdot (x \text{ P } z) \rightarrow (y \text{ P } z)] \cdot [(x \text{ P } z) \rightarrow \sim(x \text{ C } z)]$

**Premisas:**

1)  $AM(a) \cdot (a \text{ P } b)$ : el abuelo es Kamẽ, masculino y padre de su hija.

2)  $F(b) \cdot (b \text{ P } c) \cdot (b \text{ C } d)$ : la hija es mujer, madre de su nieta y está casada.

**Razonamiento:**

3)  $[AM(x) \cdot (x \text{ P } y)] \leftrightarrow [A(y) \cdot (y \text{ H } x)]$ : según simplificación de axioma d)

4)  $[AM(a) \cdot (a \text{ P } b)] \leftrightarrow [A(b) \cdot (b \text{ H } a)]$ : según ejemplificación universal de 3)

5)  $A(b) \cdot (b \text{ H } a)$ : equivalencia de 1), 4)

6)  $A(b)$ : simplificación de 5)

La hija es Kamẽ

7)  $(b \text{ C } d)$ : simplificación de 2)

La hija está casada

8)  $F(b)$ : simplificación de 2)

La hija es mujer

9)  $[BM(x) \cdot (x \text{ C } y)] \leftrightarrow [AF(y) \cdot (y \text{ C } x)]$ : simplificación de axioma d)

10)  $[BM(d) \cdot (d \text{ C } b)] \leftrightarrow [AF(b) \cdot (b \text{ C } d)]$ : ejemplificación universal de 9.

Se aplica la regla de casamiento a la hija y al yerno del anciano

11)  $AF(b) \cdot (b \text{ C } d)$ : conjunción de 6, 7,8

12)  $BM(d) \cdot (d \text{ C } b)$ : equivalencia de 10,11

El yerno del anciano resulta ser Kanhru

13)  $[(x \text{ C } y) \cdot (x \text{ P } z)] \rightarrow (y \text{ P } z)$ : por simplificación del axioma e

Regla, ambos cónyuges son progenitores

14)  $[(b \text{ C } d) \cdot (b \text{ P } c)] \rightarrow (d \text{ P } c)$ : ejemplificación universal de 13.

15)  $(b \text{ C } d) \cdot (b \text{ P } c)$ : simplificación de 2

16)  $(d \text{ P } c)$  Por Modus Ponens 14, 15

El yerno es padre de la nieta

17)  $BM(d)$ : simplificación de 12)

18)  $BM(d) \cdot (d \text{ P } c)$ : conjunción de 16),17)

El yerno resulta ser Kanhru masculino y padre de la nieta

19)  $[BM(x) \cdot (x \text{ P } y)] \leftrightarrow [B(y) \cdot (y \text{ H } x)]$ : simplif. axioma d)

Por regla de herencia del padre si el padre es Kanhru los/las hijos/as serán Kanhru

20)  $[BM(d) \cdot (d P c)] \leftrightarrow [B(c) \cdot (c H p)]$ : ejemplificación universal de 19

Por aplicación de la regla al caso del yerno y la nieta

21)  $B(c) \cdot (c H p)$ : por equivalencia de 18, 20

La nieta resulta ser Kanhru e hija del yerno

22)  $B(c)$ : por simplificación de 21

La nieta resulta ser Kanhru

Es evidente que la línea 22, significa que la nieta del anciano (c) es Kanhru (B). El razonamiento resulta válido formalmente en la medida que cada paso se justifica por una forma de razonamiento válida. Es decir, cada nueva fórmula se logra por aplicación de formas válidas de razonamientos a axiomas o a fórmulas obtenidas de forma justificada. Contrastando con las demostraciones realizadas en lenguaje natural, esta es puramente sintáctica, en otras palabras, estrictamente formal. Por tanto, requiere más pasos, no se puede saltar ninguno en función de la semántica de los términos (por ejemplo, en la idea de hija se encuentra implícita la información de que es mujer o pertenece a la clase femenina, cosa que no puede deducirse sintácticamente de la relación H).

Se muestra que, dada una pregunta y un conjunto predeterminado de datos de entrada (supuestos o entradas), se logra una solución de una secuencia acotada de pasos expresada en un lenguaje formal y lógicamente válida. Este procedimiento corresponde a la definición hecha al principio de este capítulo. Se puede probar esta conclusión más fácilmente y sin necesidad de utilizar un lenguaje formal. Y asimismo demostrar que un sistema de parentesco puede expresarse mediante un algoritmo de lenguaje de programación de modo que cuando se ingresa alguna entrada se obtiene la salida o respuesta esperada. Esto fue lo hecho con Python.

Es interesante notar que, aunque no se realizaron pruebas de consistencia porque están más allá del alcance de este trabajo, el conjunto de axiomas parece ser consistente. A primera vista, no parece posible crear

afirmaciones contradictorias, por ejemplo: eres Kamē y puedes casarte con Kamē. También es interesante que, en este caso, evitar el conflicto significa evitar las relaciones prohibidas (especialmente el incesto, o matrimonios entre personas consideradas emparentadas).

Esto hace una analogía interesante. El interés de los sistemas axiomáticos formales por evitar las contradicciones para que no se vuelvan triviales (en el sentido de que cualquier fórmula, incluso una proposición y su contrario, pueden probarse) es análogo al interés de los sistemas de parentesco por evitar relaciones prohibidas. Una redacción incorrecta de las reglas de parentesco permitiría, por ejemplo, que se celebraran matrimonios entre personas pertenecientes al mismo grupo del clan. Esto haría que la fila fuera completamente trivial, ya que todas las relaciones estarían permitidas de esta manera.

## **2.6 Sistema de parentesco Kaingang en Python**

Hay varias formas de crear sentencias ejecutables en el lenguaje de programación Python que simulan el sistema de parentesco Kaingang, todas ellas normalmente muy sencillas. Se eligió uno que ilustra de forma sencilla el razonamiento trabajado. El programa comenzará y le pedirá que elija entre Kamē o Kanhru. Luego, pide elegir entre un hombre y una mujer, y partiendo de ahí da su primer resultado: en base a los datos introducidos, dice con quién se puede casar.

Posteriormente se pide que alternen entre hijos, padres o nietos. Según el valor ingresado en el programa, muestra a qué clan pertenecen los integrantes del grupo familiar. El programa es muy sencillo y se incluye su código como un simple archivo de texto. Básicamente, se emplean funciones booleanas “if...then y else” es decir, exclusivamente operadores lógicos.

Es obvio que el ordenador no entiende la semántica de las variables con las que se formalizan la relación, sino que realiza un cálculo puramente formal, mecánico o sintáctico. Da una respuesta al problema de terminar una secuencia acotada de pasos. En otras palabras, utiliza un algoritmo. En

relación a su finalidad pedagógica en el aula, esta herramienta cumplió dos propósitos, los cuales fueron alcanzados satisfactoriamente. El primero muestra que el cálculo lógico presentado en el sistema de parentesco tuvo que ser traducido a un lenguaje informático, de manera que el propio razonamiento de los estudiantes sobre las partes del clan pudiera ser monitoreado/reproducido en la computadora. Todos probaron el programa y por lo tanto pudieron seguirlo fácilmente.

El segundo implicó comprender el concepto de algoritmo, no necesariamente como algo relacionado con la computación, sino como cualquier proceso limitado e inequívoco para resolver un problema. Los algoritmos existían en la cultura Kaingang antes de que se conocieran las computadoras.



**Figura 1.** *Kaingang en Phyton*

```
Archivo  Editar  Ver  Buscar  Terminal  Ayuda
jorge@jorge-Kant:~/Documentos/Py$ python tribal.py
Elija entre: Kame o Kairu
Kame

1)Elija entre masculino o femenino: m/f
m
Resultado: Su esposa solo puede ser Kairu

2)Elija altemativamente entre: hijos/padres/nietos
hijos
Resultado: Sus hijos/as son todos Kame

nietos
Resultado:
Sus nietos/as de hijos varones son Kame
Sus nietos/as de hijas mujeres son Kairu
```

Fuente: Santos et al., (2020).

## **2.7 Utilidad de la investigación etnomatemática en la formación de docentes indígenas**

En esta sección, son presentados los resultados de este experiencia en la formación de docentes indígenas kaingang en matemáticas y ciencias. A lo largo del curso, además de las materias comunes, se ofrecen clases de etnomatemáticas a todos los docentes de la región, donde se intenta encontrar las prácticas etnomatemáticas tradicionales Kaingang y reflexionar sobre ellas. Se trabajaron con diferentes aspectos de la cultura (ocupaciones, ocio, creencias) aportándoles elementos matemáticos.

En relación con la hipótesis relacionada con el sistema de parentesco, se hicieron cuatro sesiones donde se presentaron ideas, supuestos, reflexiones junto con los estudiantes, registradas y sistematizadas en diversos productos. Cada nueva categoría, reflexión y estudio obligo a profundizar en la hipótesis.

Entre los primeros trabajos de investigación sobre las matemáticas implícitas se encuentra la cestería tradicional. Esta actividad expresa más claramente las intuiciones geométrico-matemáticas y supone habilidades matemáticas implícitas. En ese trabajo, también se habló sobre las mitades del clan, expresadas en grafismos que adornan las cestas tradicionales. Sin embargo, después de la visita y entrevista con kófa, el interés y se comenzó a analizar el lado del clan desde un punto de vista lógico.

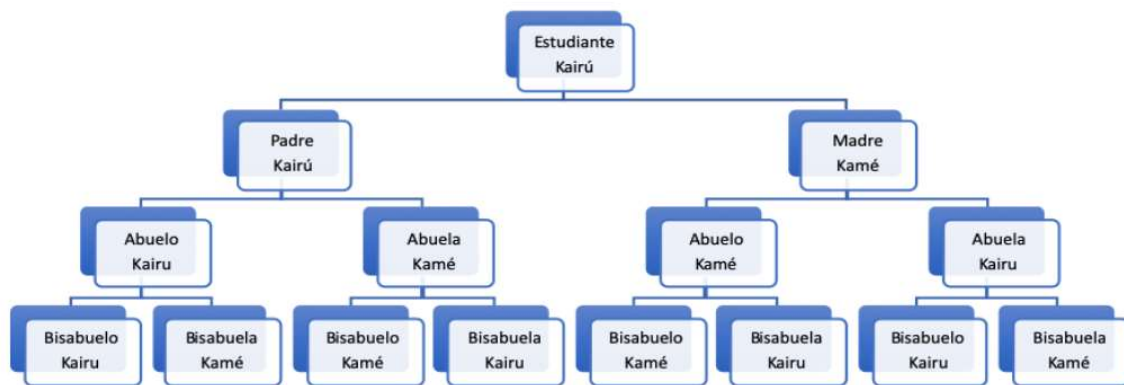
En lecciones sucesivas, se presentaron la relación del sistema de cálculo de parentesco Kaingang con los principios de tercero excluido, identidad y contradicción. Se analizaron la relación de Jambré (afinidad de medio clan por matrimonio o unión) desde la perspectiva del álgebra booleana y las cadenas lógicas. En la clases se produjo un interesante intercambio y discusión con los alumnos sobre estos puntos. A partir de algunos de ellos se realizó un árbol genealógico por iniciativa de los alumnos, revelando una ramificación de antepasados binarios entre pares de clanes (figura 2).

También se discutieron algunas variaciones actuales del sistema en diferentes comunidades para adaptarlas a nuevos contextos. Por ejemplo, los que tendían a incluir en la comunidad a individuos ajenos a los Kaingang, desde exigir un elemento neutral o indeterminado hasta formular nuevas subcategorías dentro de los dos clanes.

La bifurcación binaria fue un precedente importante para la iniciativa de formalizar el sistema de parentesco y expresarlo en un programa de computadora. La versión final de la investigación en se presentó en diciembre de 2018, cuando faltaban pocas semanas para la finalización del curso. Se dictaron dos clases, una para los estudiantes del área de matemáticas y ciencias naturales, la otra, un poco más sencilla y menos técnica, para los estudiantes de las otras áreas. Posterior a la

presentación se dispuso de un espacio para la devolución de la comunidad de estudiantes Kaingang, con el propósito de socializar opiniones, debatir, evaluar e intercambiar ideas.

**Figura 2.** *Ramificación binaria*



Fuente: Santos et al., (2020).

Los resultados logrados fueron satisfactorios en comparación con el grupo capacitado en matemáticas porque tenían el conocimiento técnico para comprender el sistema formal. Para los estudiantes de otros campos, la comprensión fue más difícil. Sin embargo, el tema era nuevo e interesante para ellos, y la exposición y especialmente el uso del programa fue sencillo e instructivo.

La experiencia se evaluó con una metodología cualitativa, porque resultó la más adecuada al contexto de la educación intercultural, puesto que permite responder algunas preguntas difíciles de cuantificar. Comprender el impacto de las prácticas educativas en etnomatemáticas es difícil de medir de inmediato o en el corto plazo. Según Lakatos (1970), la racionalidad retrospectiva se expresa en esta experiencia, pues como

todo proceso educativo complejo, los resultados también se ven a largo plazo.

Se hicieron varias evaluaciones para verificar los resultados. Por un lado, se hizo una encuesta formal de estudiantes de matemáticas y ciencias pidiendo su opinión sobre las etnomatemáticas y la investigación que se presenta. Por otro lado, una serie de discusiones informales con estudiantes, algunas de las cuales incluyen directores de escuelas para evaluar informalmente el resultado del trabajo realizado.

A continuación, se citan algunas de las opiniones de los estudiantes consideradas las más importantes. Se preguntó sobre la importancia o utilidad de la investigación etnomatemática realizada como estudiantes y/o docentes:

“Considero muy importante la investigación porque sugiere una propuesta para el desarrollo de un trabajo didáctico [Se refiere a una propuesta para relacionar los contenidos de las lecciones con los pueblos indígenas]. En el campo de las matemáticas, es difícil conectar el contenido didáctico con la vida cotidiana de los indígenas de Kaingang. También proporciona un método comparativo entre los dos [contenido didáctico y cotidiano], por lo que considero bastante importante la investigación porque proporciona una guía sobre cómo hacer bien el trabajo”.

“La propuesta de investigación es bastante importante, yo mismo ya he utilizado estos métodos de investigación porque trabajo con marcas tribales [...] Mi investigación de TCC está relacionada con la etnomatemática, entonces [la investigación] nos da las premisas para pensar y repensar estas cosas”.

Con respecto a la afirmación y reconocimiento del conocimiento original, otro estudiante comentó:

“En el concepto de Paulo Freire, ese conocimiento no es mayor o menor, hay diferentes tipos de conocimiento, creo que es necesario comprender que en el conocimiento cotidiano Kaingang está la

etnomatemática, [si nos reconocemos] históricamente el conocimiento como grupo portador, el conocimiento etnomatemático es muy útil en la vida cotidiana de la comunidad, porque está relacionado con las técnicas y prácticas específicas del grupo comunitario”.

“Todo conocimiento matemático es sumamente importante, pero no solo las matemáticas actuales, sino lo que los Kaingangs usaron en el pasado”.

Finalmente, con respecto a las divisiones del clan, un estudiante dijo:

“[Me siento] importante en el sentido de que nos mostró una lógica matemáticamente razonable, porque cuando comparamos la tradición cultural Kaingang de las divisiones del clan Kamē y Kanhru, la lógica funciona matemáticamente de forma correcta. Ayudando en una comprensión más didáctica de la dinámica de los matrimonios Kaingang”.

[...] “Es una excelente herramienta para enseñar y comprender las etnomatemáticas y, con base en la lógica, qué mitad del clan sería según el diagrama”.

Las respuestas ilustran una valoración positiva de la investigación presentada y de los elementos etnomatemáticos de su cultura. Así también otros datos revelan una evaluación positiva. Como fue, el hecho de ser invitados, los investigadores por dos alumnos que trabajan en la escuela indígena Paiol de Barro de la tierra indígena de Xapecó. En este sitio, los investigadores hicieron la presentación del programa que simula el parentesco en sus clases de matemáticas de secundaria y habla sobre el conocimiento étnico de la cultura Kaingang. Fue interesante escuchar las voces de una nueva generación comentando el paradigma de su cultura y el saber científico, que valora el saber de su comunidad.

Otro factor importante que habla de la evaluación positiva y la adopción del paradigma etnomatemático es que la mitad de los estudiantes graduados decidieron realizar estudios etnomatemáticos de la cultura Kaingang para su proyecto final (TCC). Finalmente, otro resultado

considerado cualitativamente importante es el relato del director de la escuela indígena de Condá, donde trabaja como docente uno de los alumnos que elaboró su modelo binario dicotómico. El director señaló en repetidas ocasiones el cambio positivo de este alumno en sus clases de matemáticas, su trabajo y su compromiso con una escuela indígena que presta atención a la cultura de su comunidad. De esta manera, se interpreta lo que Freire (1970) postuló: el saber escolar cobra importancia, fusionándose con la experiencia vivencial del alumno, deja de ser algo ajeno y opresivo para convertirse en algo personal y liberador.

## **2.8 Conclusiones de la experiencia**

En este capítulo se presentó una experiencia pedagógica que incluyó una investigación etnomatemática referida a la cultura de los estudiantes del pueblo Kaingang, y se formuló una hipótesis sobre el sistema de parentesco que se utilizó en las clases de la Licenciatura Interculturales de la “Universidade Comunitária da Região de Chapecó (Unochapecó)”.

En particular, de acuerdo con la hipótesis, se mostró cómo el sistema de parentesco ayuda a resolver varios problemas. El sistema crea reglas que permiten distinguir entre matrimonios permitidos y prohibidos, por un lado, y las que determinan si los nuevos individuos pertenecen a los grupos en que se divide la población original. En esta secuencia se construye la organización socio-familiar entre los Kaingang. Es importante aclarar que el hecho de poder expresar esto como un algoritmo no significa que el sistema de parentesco sea simplemente un algoritmo. No se afirma que la distinción Kamẽ/Kanhru sea completamente reducible a un algoritmo.

Como se ha visto, la función de las divisiones de clan en la regulación del parentesco es sólo una de las funciones de las categorías presentes en la cultura tradicional de todo el grupo. Apenas se encontró un aspecto que afectaba el tema de trabajo propuesto, los investigadores indagaron más la sabiduría del kaingang. De este aspecto, se puede sacar conclusiones interesantes no solo sobre el pensamiento de Kaingang, sino también sobre los propios planes para el pensamiento lógico.

Primero, la importancia de la continuidad del sistema de parentesco estudiado es bastante obvia. La incompatibilidad significaría, por ejemplo, permitir que un Kamē se case con otro Kamē o que un Kanhru se case con otro Kanhru. En otras palabras, permitiría cualquier tipo de relación, por lo que el orden pasaría a ser completamente trivial, o lo que es lo mismo, no habría orden. Así como un sistema lógico-matemático inconsistente permite la derivación de cualquier fórmula a partir de sus axiomas y, por lo tanto, pierde todo interés como sistema, un sistema de parentesco cuyas reglas permiten la derivación de cualquier relación no tiene sentido.

Una pregunta que ha surgido ante esta analogía es cómo no se notó antes esta similitud. De hecho, se pudo comprobar que esta analogía entre parentesco y pensamiento matemático se observaba desde distintas matrices epistemológicas, un ejemplo sobre esto se encuentra en el libro *Introducción a la filosofía matemática* (1956), Bertrand Russell presenta las ideas técnicas y complejas presentadas en obras como los famosos “*Principia Mathematica*”, dirigidas exclusivamente a especialistas en la materia. Este trabajo tiene muchos ejemplos y explicaciones sobre las relaciones familiares o de parentesco para explicar de forma didáctica relaciones y conceptos lógico-matemáticos.

Por ejemplo, cuando explica qué es una relación “uno a uno o biunívoca” entre dos conjuntos, dice:

En realidad, es más fácil determinar si dos conjuntos tienen el mismo número de elementos, que determinar cuál puede ser este número. Un ejemplo aclara el punto. Si no hubiera poligamia o poliandria en el mundo, es claro que el número de hombres vivos sería exactamente el mismo que el número de mujeres. No necesitamos un censo para estar seguros, ni necesitamos saber el número actual de hombres o mujeres. Sabemos que este número debería ser el mismo en ambos conjuntos porque cada hombre tendría una esposa y cada mujer tendría un marido. La relación entre un hombre y una mujer sería lo que suele llamarse “de uno a uno” (Russell, 1956).

Aún más clara es la siguiente afirmación:

“El concepto de función no debe limitarse a los números o usos a los que nos tienen acostumbrados los matemáticos; puede extenderse a todos los casos de relaciones de uno a muchos, y el "padre de x" es una función cuyo argumento es x, así como "el logaritmo de x" (Russell, 1956).

Del mismo modo, llama "hereditarias" a las propiedades inductivas de los números naturales. Es cierto que no es una obra técnica, pero tiene un carácter introductorio y una finalidad pedagógica. En el prefacio afirma que su propósito es: "publicar ciertos resultados hasta ahora accesibles solo a aquellos que conocen el simbolismo lógico, de una manera que ofrezca la menor dificultad al principiante" (Russell, 1956). Cabe señalar que este uso pedagógico de ideas culturalmente conocidas para introducir conceptos de comprensión más abstractos y complejos es análogo al método etnomatemático utilizado en su dimensión pedagógica.

Sin embargo, el uso de grupos masculinos y femeninos en países monógamos no disminuye la verdad evidente de que se trata de grupos cuyos elementos tienen una relación dicotómica o biunívoca. Es claro que algunas relaciones de parentesco bien definidas (padre, esposo, esposa, cónyuges, hijos, herencia) siguen estrictamente las definiciones y requisitos de importantes relaciones lógico-matemáticas. También es cierto que el interés de Russell no tenía nada que ver con la investigación etnológica o antropológica. Esto es matemática sin interés en la etnicidad.

La matriz epistemológica de las etnomatemáticas permite abordar estas analogías desde una perspectiva diferente, nueva e interesante. Esto permite tender puentes entre las ciencias formales y campos de conocimiento que en un principio les parecían ajenos, con excepción del uso metafórico o pedagógico.

Se puede sacar las siguientes conclusiones sobre el uso de la experiencia e hipótesis pedagógicas en las aulas de estudiantes de matemáticas y ciencias: en el contexto transcultural en él se realizó el trabajo, el paradigma de las etnomatemáticas ha sido útil para construir puentes transculturales para que el conocimiento escolar no quede aislado del contexto cultural y social en el que se relaciona. Como se muestra, este paradigma pedagógico permitió



a los estudiantes integrar su cultura tradicional con las matemáticas formales o escolares. Se considera muy importante esta relación porque permite mostrar que el conocimiento matemático no es del todo ajeno a la cultura de los estudiantes, sino que las conexiones existen y que se pueden trabajar y explorar formas de construir esos puentes.

El marco teórico de las etnomatemáticas permite estimular esa posibilidad. Como lo demostraron las respuestas de los estudiantes Kaingang, la experiencia resultó importante y significativa, refuerza su autoestima como profesores indígenas y el orgullo de pertenecer a su cultura y comunidad. El hecho significativo de las invitaciones a las escuelas indígenas de nivel medio en donde algunos estudiantes ya ejercen como profesores y conversar con las generaciones más jóvenes sobre estas temáticas, posiblemente genere nuevas investigaciones y publicaciones. Demostrando cómo el paradigma epistémico y pedagógico de la etnomatemática abre un amplio abanico de posibilidades.

## Capítulo 3

### Perspectivas en etnomatemáticas

La enseñanza de contenidos matemáticos ha sido tradicionalmente el resultado de un conjunto de tareas ordenadas en una secuencia cronológica lineal, sin relación con la vida cotidiana de los estudiantes. Lo anterior es un punto de partida para ampliar las posibilidades de discusión que la comunidad científica debe utilizar para considerar la perspectiva de las etnomatemáticas, respetando la diversidad social de los miembros de los diferentes grupos culturales y garantizando la comprensión de las distintas formas de desarrollo de matemáticas basadas en el diálogo y el respeto mutuo.

La simple identificación de pueblos indígenas practicantes de las matemáticas en diversos archivos académicos o publicaciones, tanto nacionales como internacionales, no cambia la perspectiva eurocéntrica desde la que se abordaban las matemáticas. Para comprender el desarrollo de las etnomatemáticas como programa, es necesario considerar sus perspectivas actuales y futuras y analizar sus metas, objetivos y supuestos sobre la promoción de la ética, el respeto, la solidaridad y la cooperación intercultural. Sin embargo, también es importante considerar los diferentes conceptos presentados en matemáticas. Rosa y Orey (2005) entendieron las matemáticas como una forma de pensar que se desarrolló en Grecia hace aproximadamente 2500 años y se convirtió en sus formas actuales en Europa durante la Edad Media y el Renacimiento.

De manera similar, otros sistemas culturales también buscaron desarrollar sus propias artes, técnicas o métodos de explicación y comprensión que afectaron a diversos entornos: natural, social, económico, político, profético y misticismo orientado a objetivos de supervivencia y trascendencia. En particular, muchas de estas técnicas dependen de procesos como contar, medir, clasificar, organizar, inferir y modelar que preservan el conocimiento ancestral.

Por lo tanto, a lo largo de la historia, la investigación ha sido y sigue siendo la principal motivación de los miembros de diferentes grupos culturales para crear cuerpos de conocimiento que han sido llamados religión, arte, filosofía y ciencia. Estos grupos distintivos están formados por miembros que comparten rasgos comunes y distintivos: como la jerga, las reglas de conducta, las esperanzas, los miedos, el idioma y la cultura en su sentido más amplio, todos los cuales son características importantes de las etnomatemáticas. Por otra parte, es innegable el carácter profético del caso griego en la antigüedad, y los procesos de comprensión de los poderes divinos se llevaron a cabo mediante técnicas aprendidas en Egipto, Babilonia y otras partes del mundo; como las reglas de contar, jerarquizar, medir y razonar que competían con las prácticas oraculares.

Estas artes o técnicas tenían varios nombres, como geometría, aritmética y ars magna, donde las palabras matemáticas y etnomatemáticas no se usaban en el contexto dado para describir tales prácticas. También está claro que los miembros de diferentes grupos culturales entran en contacto entre sí y provocan cambios culturales inevitables; porque estas dinámicas culturales conducen a variaciones intensas y repetidas en el arte, las técnicas y las manifestaciones del comportamiento intelectual, incluyendo, por supuesto, los procedimientos etnomatemáticos.

Como resultado de lo anterior, la aplicación de conceptos etnomatemáticos ofrece una oportunidad para estudiar los sistemas de conocimiento locales y proporciona una visión general de las formas de las matemáticas utilizadas en diferentes contextos y grupos culturales particulares. Este enfoque pedagógico, que une la diversidad de las matemáticas, está mejor representado por el proceso de traducción y procesamiento de problemas y preguntas tomados de los fenómenos cotidianos. Para comprender la evolución de las etnomatemáticas como programa del pasado al futuro, es necesario discutir su presente y futuro y analizar sus metas, objetivos y supuestos sobre ética, respeto a la solidaridad y promoción de la cooperación. entre culturas.

Es importante mostrar que las etnomatemáticas incluyen las ideas, perspectivas y prácticas matemáticas de individuos en diferentes culturas y que estas ideas se manifiestan y comunican de diferentes maneras. Por lo

tanto, el desarrollo de las etnomatemáticas debe documentarse como parte del estudio del desarrollo científico de las ideas y prácticas matemáticas por parte de representantes de diferentes grupos culturales. Por lo tanto, es importante comprender cuestiones relacionadas con las etnomatemáticas y sus seis dimensiones; así como diferentes enfoques pedagógicos que tratan temas de pedagogía culturalmente significativa, enfoques innovadores y el papel de ese programa en la educación matemática.

### **3.1 Dimensiones de las etnomatemáticas**

En las últimas tres décadas, han proliferado una gran cantidad de investigaciones en etnomatemáticas desarrolladas por un gran número de investigadores en Latinoamérica. Las etnomatemáticas son la representación de una metodología de investigación y también para el análisis de los procesos que transmiten, difunden e institucionalizan los conocimientos matemáticos (ideas, procesos y prácticas) originados a partir de grupos culturales diferenciados, así como de contextos diversos a lo largo de la historia.

Este contexto permitió el desarrollo de seis importantes dimensiones del Programa de Etnomatemáticas: cognitivo, conceptual, educativo, epistemológico, histórico y político como fue propuesto originalmente por D'Ambrosio (2006). Estas dimensiones están relacionadas entre sí y sus objetivos permiten analizar las raíces socioculturales del conocimiento matemático.

#### **3.1.1 La dimensión cognitiva**

Referida a la adquisición, acumulación y distribución del conocimiento matemático a través de las generaciones. En esta dimensión se entienden los procedimientos matemáticos: comparar, clasificar, cuantificar, medir, explicar, generalizar, modelizar y

evaluar, como fenómenos sociales, culturales o antropológicos que se desencadenan en el desarrollo de sistemas de conocimiento más complejos, creados por los miembros de grupos culturales diferenciados. Por lo tanto, no es posible evaluar el desarrollo de las capacidades cognitivas aislando los contextos sociales, culturales, económicos, ambientales y políticos.

### **3.1.2 La dimensión conceptual**

El diario devenir brinda a los miembros de grupos culturales diferenciados diversas oportunidades para responder a preguntas existenciales por medio de la creación de procedimientos, prácticas, métodos y teorías basadas en representaciones de la realidad. Estas acciones conforman el fundamento para el desarrollo del conocimiento esencial y procesos de toma de decisiones. La sobrevivencia depende de la conducta inmediata, respondiendo a rutinas inherentes al desarrollo de los miembros de estos grupos y el conocimiento matemático se origina como una respuesta inmediata a las necesidades de sobrevivencia y trascendencia.

### **3.1.3 La dimensión educativa**

Esta dimensión no rechaza los conocimientos o comportamientos adquiridos académicamente, sino que abraza valores humanos como el respeto, la tolerancia, la aceptación, el cuidado, la dignidad, la honestidad y la paz tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de las matemáticas para humanizarlas y darles vida.

La etnomatemática contribuye al fortalecimiento del conocimiento académico en las universidades cuando los estudiantes comprenden las ideas, procedimientos y prácticas matemáticas que se dan en su vida cotidiana; y del mismo modo, la representación de

procedimientos y prácticas matemáticas asociadas a la historia crítica puede equipararse a la colaboración y utilizarse con fines humanitarios y dignos. Estas son las ideas principales del no matar en matemáticas, tal como las sugiere D'Ambrosio (2009) en su búsqueda de la paz y la trascendencia.

### **3.1.4 La dimensión epistemológica**

Esta dimensión se refiere a los sistemas de conocimiento, basados en las observaciones empíricas desarrolladas que permiten comprender, entender, explicar y tratar la realidad. Desde esta perspectiva, surgen tres interrogantes respecto al desarrollo de diferentes formas de generación, organización y difusión del conocimiento matemático:

- a) ¿Cómo pasar de prácticas y observaciones *ad hoc* a experimentos y métodos?
- b) ¿Cómo pasar de la experimentación y los métodos a la reflexión y la abstracción?
- c) ¿Cómo avanzar y orientarse hacia innovaciones y teorías?

Estas preguntas guían las reflexiones sobre este desarrollo, de la interacción específica y única entre los humanos y su realidad.

### **3.1.5 La dimensión histórica**

Es necesario estudiar las conexiones entre la historia de las matemáticas y la realidad de los estudiantes en la universidad. Esta dimensión alienta a los estudiantes a explorar la naturaleza de las

matemáticas para comprender cómo se mapea el conocimiento matemático en sus experiencias individuales y colectivas.

El conocimiento consiste por tanto en las diversas interpretaciones con las que la humanidad ha analizado y explicado los fenómenos matemáticos a lo largo de la historia. Por lo tanto, es necesario y coherente enseñar matemáticas en un contexto histórico para que los estudiantes comprendan el desarrollo de las diversas contribuciones de otras culturas en el desarrollo continuo del conocimiento matemático.

### **3.1.6 La dimensión política**

Esta dimensión tiene como objetivo reconocer y respetar la historia, las tradiciones y el pensamiento matemático desarrollado por miembros de diferentes grupos culturales, donde reconocer y respetar sus raíces socioculturales no significa rechazar los conocimientos ancestrales, sino fortalecerlos. a través del diálogo y la dinámica cultural.

La dimensión también busca desarrollar acciones políticas que orienten a los estudiantes en los procesos de transición de sometimiento a la autonomía para orientarlos hacia un ordenamiento más amplio de sus derechos ciudadanos.

Es importante conocer sobre el desarrollo de las seis dimensiones del programa de etnomatemáticas porque tienen un significado pedagógico, que a su vez se sustenta en la historia y filosofía de las matemáticas. Estos esfuerzos contribuyen a profundizar los aspectos cognitivos, políticos y educativos, en tanto provocan reflexiones sobre formas de enfrentamiento y superación, que pueden ser ofrecidas a los docentes de matemáticas en ejercicio en todas las escuelas.

### **3.2 Enfoques pedagógicos etnomatemáticos**

La etnomatemática enriquece nuevas materias para los estudiantes y muestra cómo las aplicaciones matemáticas se encuentran no solo en muchos campos de la ciencia, los negocios y la vida cotidiana; pero también para mostrar que vemos las matemáticas en la práctica cultural en todo el mundo. Desde esta perspectiva, son muchos los investigadores etnomatemáticos que comenzaron su experiencia como profesores de matemáticas interesados en encontrar ejemplos de su entorno para utilizarlos en sus clases; porque estos ejemplos informados etnomatemáticamente ilustran nuevas formas de ver las matemáticas y contribuyen a una mejor comprensión de los conceptos, procedimientos y usos del contenido del currículo.

La etnomatemática representa un programa de investigación con importantes implicaciones pedagógicas (D'Ambrosio, 1985), y aunque esta aparente conexión entre etnomatemática y pedagogía matemática parece innecesaria, generó un debate entre el panel de investigadores del XIII Congreso Matemático. En julio de 2016, se organizó una capacitación en la Universidad de Hamburgo, Alemania (ICME13) llamada TSG35: El papel de las etnomatemáticas en la educación matemática. De acuerdo con las condiciones sociales, culturales, políticas, económicas y educativas de este momento histórico, el Grupo Internacional de Estudios de Etnomatemáticas (ISGEM) ha definido cuatro campos principales de interés:

- Las matemáticas son un campo de conocimiento y estudio relacional en la cultura.
- Investigación matemática trabajar en situaciones interculturales.
- Aplicaciones de las etnomatemáticas en el aula.
- Estudios teóricos, sociológicos y políticos de las etnomatemáticas.

Muchas veces los resultados de la investigación etnomatemática se trasladan directamente al aula, lo que enriquece el material para el trabajo



de los alumnos en las instituciones de educación superior; a veces, sin embargo, no se puede aplicar directamente, porque dependen de la información obtenida por el investigador durante el trabajo de campo; por lo tanto, todo profesor de matemáticas dedicado debe aprender de la cultura de sus alumnos y adaptar las matemáticas a los intereses locales. En la medida en que cada vez más las políticas educativas exigen la inclusión del trabajo etnomatemático en el currículo para enriquecer la diversidad, el aprendizaje matemático se convierte en una actividad educativa subversiva pero responsable o de sumisión creativa.

### **3.2.1 Implicaciones educativas de las etnomatemáticas**

Al examinar las implicaciones educativas de las etnomatemáticas, es útil recordar la investigación sobre el aprendizaje en situaciones extraescolares y cómo esto puede ayudar en la pedagogía de la educación matemática. Los ejemplos pueden incluir tradiciones familiares, pasatiempos, religión y profesiones; actividades relacionadas con la geográfica; celebración de aniversarios y eventos de la vida; intereses personales como deportes, música, arte, danza o manualidades; actividades e incluso cosas relacionadas con la infancia, juegos y cumpleaños.

La etnomatemática ofrece una visión más amplia de las matemáticas que incluye ideas, conceptos, procedimientos, procesos, métodos y prácticas culturales arraigadas en diferentes entornos, fomentando la mejora de los procesos cognitivos, el aprendizaje de habilidades y actitudes en el aula y la reflexión sobre las dimensiones sociales y políticas de la sociedad en las etnomatemáticas, porque se prefiere la oportunidad de desarrollar enfoques innovadores para una sociedad dinámica y “glocalizada”. La glocalización<sup>7</sup> se entiende como la relación entre el conocimiento local y el global y se refiere al enfoque dialógico del conocimiento; donde dicha relación puede considerarse la aceleración e intensificación de la interacción e

---

7 Terminó que se origina de los vocablos global + local.

integración entre miembros de grupos culturales diferenciados (Orey y Rosa, 2015a).

Por lo tanto, es necesario discutir enfoques innovadores para los trabajos de las etnomatemáticas y sus relaciones: justicia social, derechos civiles, educación indígena, contextos profesionales, juegos y juegos, el campo de los contextos urbanos, rurales y ambientales, etno-transdisciplinariedad, etnopedagogía, etnometodología, etnomodelado, etnocomputación, educación pública, educación vocacional, uso cotidiano de las matemáticas, matemáticas comerciales y matemáticas para ingenieros y científicos.

### **3.3 Enfoques innovadores en etnomatemáticas**

Las Etnomatemáticas ofrecen una visión más amplia de las matemáticas que incluye ideas, conceptos, procedimientos, procesos, métodos y prácticas arraigadas en diferentes entornos culturales; dando como resultado más evidencia de los procesos cognitivos dentro de las aulas de clases, las habilidades de aprendizaje, las actitudes y los procesos de aprendizaje directo. Además, considerar las dimensiones sociales, culturales y políticas de las etnomatemáticas conlleva a abordar otro aspecto importante de este programa, que es la posibilidad de desarrollar métodos educativos innovadores dentro de las universidades.

Sin embargo, estos enfoques innovadores y sus interrelaciones necesitan ser discutidos y debatidos para un programa etnomatemático, y su relación con la justicia social, los derechos civiles, la educación indígena, los contextos profesionales, la práctica del juego, los contextos urbano y rural, la etnotransdisciplinariedad, la etnopedagogía, la etnometodología, la etnomodelación y el etnocenso. El plan de estudios de matemáticas (*Trivium Curriculum*) propuesto por D'Ambrosio (1999) es un enfoque importante que requiere más investigación para abordar los objetivos pedagógicos; y la formación básica y continua de profesores de

matemáticas en educación a distancia, así como en la formación inicial de profesores a nivel universitario.

### **3.3.1 Justicia Social**

Se considera que es cada vez más importante educar a los estudiantes, enseñarles sobre problemas del mundo real e inculcarles el deseo de buscar y trabajar por esa meta. Por eso, es importante darles la oportunidad de tomar posición sobre temas reales e inculcarles el deseo de esforzarse y trabajar por sus metas. Los estudiantes que no creen aprecian o reconocen sus raíces culturales pueden adoptar fácilmente la cultura dominante sin considerar críticamente los valores de esa cultura.

Por lo tanto, es sumamente necesario contextualizar las matemáticas; para hacer esto, los maestros necesitan saber más sobre las matemáticas y el conocimiento de su comunidad para que los estudiantes puedan examinar crítica y reflexivamente su propio y único conocimiento matemático.

### **3.3.2 Etnocomputación**

Examina las interacciones entre las computadoras y el conocimiento cultural que surge de los miembros de grupos culturales particulares. Es un campo de estudio que examina las aplicaciones del procesamiento de datos en diferentes entornos culturales y proporciona un medio para desarrollar un enfoque multicultural en la enseñanza de procesamientos de datos.

Además, promueve una herramienta informática expresiva que ofrece nuevas posibilidades para explorar la relación entre identidad y cultura juvenil, la construcción cultural de las matemáticas y la

informática, y la formación de hibridaciones culturales y tecnológicas.

### **3.3.3 Etnomodelación**

Prácticas matemáticas que se refieren a las relaciones numéricas que se encuentran en la medición, clasificación, conteo, medición, juegos, azar, navegación, astronomía, modelado y muchos otros métodos matemáticos utilizados en la producción de objetos culturales, según Eglash et al. (2006), hace posible desarrollar una definición de etnomodelado como una traducción de ideas matemáticas locales, que vincula el "etno" con ciertos métodos y prácticas relacionados con el conocimiento matemático desarrollados por representantes de diferentes grupos culturales.

Por lo tanto, es necesario comenzar por estudiar el contexto social, la realidad y los intereses de los estudiantes y obligarlos a aplicarles valores externos. En este sentido, el aspecto principal del enfoque propuesto por el etnomodelado no es solo resolver problemas o crear una comprensión simple de sistemas matemáticos alternativos, sino que también lleva a los estudiantes a una comprensión más profunda del significado y el papel de las matemáticas en su sociedad y contexto.

Además, la etnomodelación es un enfoque que permite evaluar el uso de las etnomatemáticas y aplicar las herramientas y técnicas de la modelación matemática, lo que permite percibir la realidad a través de diferentes ópticas, conduciendo a una comprensión integral de las matemáticas mediante un enfoque pedagógico adecuado, ya que contextualiza el conocimiento matemático desarrollado localmente e investiga fenómenos matemáticos en diferentes contextos culturales. Un contexto holístico creado por un análisis general de la realidad permite a los estudiantes participar en el proceso de modelado para explorar y comprender aspectos y componentes de los sistemas de la realidad y sus interacciones.

### **3.3.4 Trivium Curriculum**

D'Ambrosio (1999) propuso un currículo de matemáticas trivium que considera a las etnomatemáticas como un importante enfoque innovador que justifica una mayor investigación con fines pedagógicos. El Trivium implica el estudio de varias conexiones: entre el número (aritmética) y el estudio del tiempo; espacio (geometría); de número en el tiempo (música) y de número; y espacio y tiempo (astronomía). El currículo del trivium de matemáticas consta de lectoescritura, matemáticas y tecnología y tiene en cuenta el desarrollo de actividades escolares basadas en etnomatemáticas y modelado.

### **3.3.5 La Literacia**

Es la capacidad de los estudiantes para procesar y utilizar la información que se encuentra en la vida cotidiana, aplicando técnicas y estrategias de lectura, escritura, cálculo y diversos medios de comunicación e Internet.

### **3.3.6 La Materacia**

Es la habilidad de los estudiantes para interpretar y analizar signos, señales y códigos para proponer modelos que permitan encontrar soluciones a los problemas que enfrentan todos los días. Proporciona herramientas simbólicas y analíticas para ayudar a los estudiantes a desarrollar la creatividad y comprender y resolver nuevos problemas y situaciones.

### **3.3.7 La Tecnoracia**

Capacidad de los estudiantes para utilizar y combinar diversas herramientas tecnológicas que ayuden a resolver problemas encontrados en las actividades diarias para evaluar la racionalidad y contextualización de los resultados. Desde una perspectiva etnomatemática la tecnoracia es una característica importante del conocimiento científico, así como su transformación en artefactos técnicos: lo que puede manifestarse en medios técnicos, transformados para lidiar con los entornos naturales, sociales, culturales, políticos y económicos.

### **3.4 Etnomatemática y formación docente a distancia**

En el actual panorama de las universidades en Latinoamérica es recomendable la elaboración de una propuesta etnomatemática para la formación básica y continua de docentes de matemática, que se ajuste a las exigencias globales. Estos profesores pueden desarrollar habilidades específicas para explorar ideas y prácticas matemáticas fuera de los contextos universitarios, a través de una actividad pedagógicamente contextualizada asumida desde una perspectiva etnomatemática.

Sin embargo, la mayoría de los docentes no tienen esta visión porque generalmente no cuentan con la preparación suficiente para implementar esta tendencia en el currículo escolar. Por eso es importante que el trabajo pedagógico desarrollado desde una perspectiva etnomatemática en un ambiente de etnoaprendizaje se relacione adecuadamente con la realidad a través de situaciones contextuales relacionadas con el bagaje cultural de los profesionales en formación. De esta forma, se hace necesario incluir en los cursos de formación de profesores de matemáticas el estudio de las prácticas matemáticas locales desde una perspectiva etnomatemática.

Uno de los objetivos de este enfoque es ofrecer sugerencias para implementar esta visión en las prácticas pedagógicas de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en la educación; y presentar un enfoque

metodológico basado en una perspectiva etnomatemática que pueda incorporarse en la formación de profesionales.

### **3.5 Etnomatemática y formación de profesores indígenas**

En el trabajo de Gavarrete (2015) se expone el desarrollo y resultados de investigaciones con docentes indígenas que trabajan en escenarios indígenas en Costa Rica; con un doble objeto de investigación: la etnomatemática de tres etnias y la formación de profesores de etnomatemática en un modelo transcultural.

La base teórica de esta investigación es la etnomatemática, la aculturación matemática y el aprendizaje por proyectos; y también tiene unos fundamentos empíricos que consta de cuatro subestudios que consisten en un diagnóstico etnológico realizado sobre tres grupos étnicos en Costa Rica. A partir de ello, se elaboró una original formación docente basada en etnomatemáticas indígenas para quienes trabajan en esos entornos, en la que se evaluaron las experiencias de implementación del mencionado modelo con un enfoque etnográfico participativo, que brindó evidencias de la formación docente.

El modelo desarrollado de formación docente basado en las etnomatemáticas indígenas proporciona elementos para una discusión sobre el sentido de la cultura y la formación docente y la relación entre el saber cultural y el saber matemático escolar, que es también el segundo objetivo de este artículo, porque lleva una visión etnomatemática en las prácticas pedagógicas desarrolladas para la formación de docentes que desarrollan el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en grupos diferenciados.

### **3.6 La interacción polisémica en etnomatemática y pedagogía del rol cultural**

Es necesario ofrecer una discusión sobre la importancia de la cultura en los programas de formación de docentes en las universidades para ayudar a los futuros profesionales a reconocer la conexión entre el conocimiento cultural y el currículo. Tal enfoque promueve una actitud reflexiva hacia la universalidad y contextualización del conocimiento matemático, porque el trabajo pedagógico de las etnomatemáticas promueve la creatividad del docente en la elaboración del currículo para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, que se relaciona con el entorno sociocultural de los estudiantes.

El propósito general de esta fundamentación teórica es capacitar a los estudiantes a través de actividades de aprendizaje que les ayuden a desarrollar habilidades de literacia, matemática y habilidades técnicas, sociales y políticas que les permitan ser participantes activos en una sociedad democrática. La investigación culturalmente relevante en la pedagogía examina la compatibilidad entre los marcos de referencia de estudiantes, comunidades e instituciones de educación básica, media y superior que a su vez coinciden con los marcos de referencia centrales.

Los principios del Programa de Etnomatemáticas (D'Ambrosio, 1985) sugieren que los profesores contextualicen la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas conectando el contenido matemático con las experiencias socioculturales de sus alumnos. Por lo tanto, es fundamental que se incorporen pedagogías culturalmente relevantes y diversas perspectivas etnomatemáticas en los programas de formación docente existentes. Porque la inclusión de aspectos culturales en el programa de matemáticas tiene beneficios a largo plazo para el rendimiento matemático de los estudiantes, porque todos estos aspectos amplían la comprensión de que las matemáticas son parte de la vida diaria y permiten profundizar la comprensión de su naturaleza, mejorando los logros matemáticos de los estudiantes. la capacidad de hacer conexiones significativas.



Como resultado de lo anterior, es necesario proponer una discusión sobre el significado cultural de los programas de formación docente para ayudar a los futuros profesores a reconocer el vínculo entre el conocimiento cultural y el currículo matemático. Tal enfoque promueve una actitud reflexiva sobre la universalidad y la contextualización del conocimiento matemático, porque el trabajo pedagógico etnomatemático promueve la creatividad docente en la elaboración de un currículo matemático coherente y pertinente al entorno sociocultural de los estudiantes.

La aplicación de una pedagogía culturalmente pertinente con perspectivas étnicas en las aulas permite confirmar el trasfondo cultural de la herencia étnica de los estudiantes e involucrar a los docentes en las prácticas docentes cotidianas. Con base en este enfoque, se prioriza el empoderamiento de los estudiantes en los ámbitos intelectual, social, afectivo y político que inciden en su realidad y su contexto social, cultural e histórico, porque posibilita la transferencia de conocimientos y habilidades académicas y favorece el cambio de actitud de los estudiantes hacia la enseñanza académica de las matemáticas.

Toda investigación culturalmente significativa en pedagogía investiga la compatibilidad entre los marcos de referencia de estudiantes, comunidades y escuelas, lo que a su vez se alinea con los principios básicos del programa de etnomatemáticas, sugiriendo la contextualización de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas (por parte de los profesores) y la correlación del contenido de las matemáticas con los antecedentes y las experiencias socioculturales de sus alumnos.

Para este propósito, se ha vuelto necesario integrar pedagogías culturalmente relevantes y diferentes perspectivas etnomatemáticas en los programas de formación docente existentes. La aplicación de pedagogías culturalmente relevantes y perspectivas etnocéntricas relacionadas en las aulas permite la validación e inclusión de los antecedentes culturales de la herencia étnica de los estudiantes y los intereses actuales en las prácticas docentes diarias de los docentes.

Es importante promover un enfoque sociocultural en el currículo de matemáticas para luchar contra la descontextualización del currículo

derivada de un punto de vista monocultural, que indubitablemente favorece el empoderamiento de los estudiantes y afecta su realidad. Por lo tanto, el desafío de este enfoque es superar el etnocentrismo y enriquecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas mediante la incorporación de etnomatemáticas y pedagogías culturalmente relevantes en los programas de formación docente.

### **3.7 Comentarios finales**

La etnomatemática utiliza las experiencias y prácticas socioculturales de los estudiantes, sus comunidades y la sociedad en general, y las utiliza no solo como herramientas para hacer que el aprendizaje de las matemáticas sea más significativo y útil, sino también para dar a los estudiantes un sentido de conocimiento matemático útil incorporado en diferentes ambientes. Los currículos deben reflejar el aprendizaje interno, social y cultural de los estudiantes, y los maestros deben recibir apoyo mientras se preparan para lidiar con tales diferencias para promover cambios importantes en la educación matemática, donde su objetivo principal es promover la igualdad entre los estudiantes dándoles la oportunidad de explorar las matemáticas desde diferentes perspectivas.

Por otro lado, se deben incrementar los esfuerzos relacionados con la investigación étnica y su papel en la educación para promover un currículo basado en el respeto, la tolerancia y la igualdad. También se debe alentar a cambiar la comprensión actual de la relación entre la cultura y las matemáticas para enfatizar el trabajo etnomatemático. Desde esta perspectiva, se promueve una mejor comprensión de los aspectos matemáticos de la cultura y se fomenta la actividad pedagógica, mostrando cómo las ideas, los procedimientos y las prácticas matemáticas juegan un papel central en el desarrollo personal.

Queda mucha investigación para profundizar en la comprensión de las etnomatemáticas, y en este sentido se necesita algún tipo de clasificación de la investigación para beneficiarse de las contribuciones de los proyectos realizados en diversas partes del mundo, que satisfacen la

conceptualización de las etnomatemáticas y que contribuyen al aún limitado conocimiento de estos conceptos.

Las categorías que nos permiten sintetizar investigaciones etnomatemáticas relevantes están relacionadas con:

- Ambientes culturalmente diversos.
- Desarrollo curricular.
- Aplicaciones fuera de la materia.
- Fundamentos conceptuales, teóricos y filosóficos.

Es importante resaltar que esta concepción se encuentra relacionado con el programa de investigación de la historia de las matemáticas, que a su vez está relacionado con la conceptualización de las etnomatemáticas, pues considera las dinámicas culturales que sin duda subyacen en el desarrollo de los procesos, y sitúa la historia de las matemáticas en un marco teórico más amplio y una perspectiva histórica general.

En matemáticas, esto significa estudiar y reconocer prácticas precoloniales a través de monumentos, artefactos, documentos y prácticas preservadas en comunidades con fuertes raíces culturales. Es necesario ampliar el debate sobre las posibilidades de incluir perspectivas etnomatemáticas que respeten y den voz a la diversidad social y cultural de los miembros de diferentes grupos culturales y así desarrollar la comprensión de sus diferencias a través del diálogo, el debate y el respeto buscando la paz.

Cabe recalcar que el plan actual del programa de Etnomatemáticas es continuar su trayectoria progresiva para promover el logro de la justicia social, la paz y la dignidad humana para todos. En este capítulo, se expusieron algunas ideas básicas que pueden dar una comprensión más clara de las etnomatemáticas como un campo de investigación en la actividad pedagogía cultural; así como su agenda actual, discutiendo enfoques

innovadores, contribuciones a la formación docente y su papel en la educación matemática.

## Capítulo 4

### **Etnomatemáticas: una visión latinoamericana**

Cada nación ha desarrollado un conocimiento a partir de su propia forma de ser, que conoce y se relaciona tanto con el mundo al que pertenece como con las necesidades derivadas de la forma de vida dada. Lo mismo se aplica a grupos socioculturales paralelos en nuestras sociedades. El estudio de estos saberes, especialmente en ambientes sociales y naturales, es parte de los intereses de las etnomatemáticas. Supone que puede haber tantas formas de conocer como formas de encontrarse en el mundo.

De esta manera, la Etnomatemática pretende explorar diferentes formas de conocer el mundo. Se trata de problemas socioculturales que no se limitan a las matemáticas disciplinarias, pues en la práctica se moviliza el saber disciplinario, es decir, las etnomatemáticas no se ocupan exclusivamente de los problemas relacionados con la enseñanza de las matemáticas. Por lo tanto, las etnomatemáticas como campo de investigación pueden contribuir a:

1. evaluar y fortalecer el patrimonio sociocultural de las naciones, comunidades y grupos socioculturales mediante el estudio de su práctica;
2. brinda un desarrollo alternativo a la historia y filosofía de las matemáticas que visibiliza las diversas estructuras de sus objetos y prácticas, enfatizando su naturaleza social, política y económica. Marca un cambio del nivel ontológico al epistemológico en el estudio de los conceptos matemáticos;
3. desarrollar una educación matemática (cuando se habla educación matemática se quiere hacer referencia a la educación en general y no exclusivamente a la educación escolar) basada en la igualdad y el respeto a las diferencias y la diversidad sociocultural y sensible a los factores sociales, culturales y políticos o dentro de los sistemas

educativos nacionales, proyectos de educación intercultural o proyectos de autoaprendizaje.

Así lo ejemplifican los numerosos estudios realizados en África por Paulus Gerdes sobre la relación entre diferentes saberes matemáticos y las prácticas de los pueblos o comunidades africanas, este investigador buscó conexiones entre la enseñanza de las matemáticas. y la diversidad cultural. Ubiratan D'Ambrosio propone la etnomatemática como un programa de investigación que tiene como objetivo la comprensión de los conocimientos/acciones matemáticos a lo largo de la historia humana, contextualizados a diferentes grupos de interés, comunidades, pueblos y naciones.

La etnomatemática estudia la producción de conocimiento en las prácticas de comunidades y grupos que responden a diversas formas de vida que evolucionan por la necesidad de sobrevivir y trascender tanto en el tiempo como en el espacio. Por lo tanto, es posible investigar dentro de grupos de niños de la calle, comunidades afrodescendientes, comunidades científicas (matemáticos, médicos, etc.), pueblos indígenas, carpinteros, albañiles, agricultores o cualquier otro grupo sociocultural. Para dar un breve ejemplo de varios estudios realizados en diferentes ambientes e intereses, podemos referirnos a algunos estudios: Higueta (2014) estudió el proceso en la práctica de construcción de la casa tradicional Purradén de la comunidad Embera Chamí, respetando el concepto tradicional del pueblo indígena.

Así también estos trabajos describen cómo los pescadores del Pacífico colombiano consideran aspectos como la profundidad, la altura y la distancia para medir y orientar su ubicación en el mar. Sin embargo, Silva (2008) analizó las formas en que los profesores de matemáticas interactúan con la herencia cultural negra de los estudiantes en las aulas de matemáticas. Desde otra perspectiva, Suárez (2007) examina las prácticas de localización espacial en un grupo de estudiantes ciegos. Chaparro (2009) examina las prácticas matemáticas de los niños en situaciones de reubicación forzada. Meira y Fantinato (2015) realizaron un estudio de diálogos posibles entre el conocimiento construido de jóvenes y adultos en contextos penitenciarios y clases de matemáticas.

Al examinar los grupos de trabajo, dos estudios pueden ilustrar la gama de experiencias involucradas: el estudio de Shockey sobre la práctica de los cirujanos cardiovasculares (2002) y un análisis de las estrategias geométricas utilizadas por un grupo de artesanos colombianos del municipio de Guacamayas Boyacá, Colombia, desarrollado por Fuentes (2012).

#### **4.1. Problemáticas actuales**

Algunas de las tensiones y desafíos que surgen en el estudio de las etnomatemáticas, pueden ser distinguidos de la siguiente manera:

Monocentrismo vs. interculturalidad: cómo diferentes estilos de vida dan lugar a múltiples perspectivas epistemológicas sobre el conocimiento matemático.

Se puede partir de la hipótesis de que las matemáticas disciplinadas son una práctica sociocultural construida sobre una herencia mediterránea traída a las Américas a través de la conquista, la colonización y una forma de ser y pensar en un mundo único después. Esta forma matemática recoge parte del conocimiento producido por los pueblos de Asia, África y Europa: chinos, árabes, egipcios, indios, etc. y luego se convirtió en matemática académica en todo el mundo y especialmente en los países latinoamericanos.

El conocimiento disciplinario antes mencionado no incluye el conocimiento desarrollado en América, debido a que el colonialismo europeo destruyó en gran medida el conocimiento de los pueblos que aquí habitaron, no reconociendo lo que en la tradición occidental se puede denominar diferentes “modos de pensar”, pero que desde una perspectiva holística serían modos de ser, conocer y relacionarse al mundo. El problema estriba en que esta compulsión epistemológica no terminó en la época de la conquista, sino que se perpetuó en los sistemas educativos a través de la concepción eurocéntrica de la matemática monocultural, que no sólo niega

lo indígena y lo africano. -conocimientos matemáticos originarios, sino los diversos coexistentes en nuestras sociedades.

Se sabe que las sociedades nacionales actuales dan mucha importancia a la educación matemática, entendiéndola muchas veces desde una perspectiva monocultural eurocéntrica que impone una forma de ser/hacer y no reconocer a los demás. Se considera particularmente necesario participar en la descolonización de la escuela y la educación reconociendo y promoviendo la diversidad epistemológica.

Sin duda, es necesario reestructurar los currículos, tomando en cuenta las realidades e intereses de los estudiantes, pero esto no significa sólo la inclusión de saberes excluidos, prohibidos e invisibles, sino también la consideración de diferentes métodos de producción y como se entiende dicha información. A este respecto un sabio y líder indígena de Dule<sup>8</sup> aconseja:

“Ir a otro y volver del otro no es un problema intelectual, sino del corazón, claro que se puede explorar al otro, que es lo mejor, es un deber hacerlo, pero comprenderlo es otra cosa, conocer la vida de los hombres, hacer preguntas que conduzcan al conocimiento necesario, no proviene del conocimiento de los científicos, sino del corazón de un hermano o de una hermana. Sólo así las personas pueden salir de su propio mundo y entrar en otros mundos”.

Esta relación nos permite referirnos a la identificación de diferentes formas de vida, lo que abre la posibilidad de repensar diferentes comprensiones de lo que entendemos por conocimiento matemático. Desde nuestro punto de vista, se trata de formas de saber/hacer, en las que las regularidades observadas en el mundo se expresan en acciones que significan cuantificación, orientación en el espacio y el tiempo, explicación, predicción, clasificación, etc. en un contexto específico de desarrollo sociocultural.

---

8 La etnia Dule ocupa el territorio ancestral bi-nacional, entre el Golfo de Urabá, localizado al noroccidente de la República de Colombia y en las islas de San Blas en Panamá.



Sin embargo, se debe ser conscientes del riesgo inherente a la práctica investigativa en el campo, donde puede ocurrir que en más de una comunidad donde los investigadores académicos identifiquen conocimientos matemáticos, los miembros de esa comunidad vean las propias prácticas. Por ejemplo, Tamayo (2012):

... en diálogo con la comunidad Dule, se logró cuestionar lo que ahora llamamos -desde occidente- saber matemático. Para la comunidad Dule, el conocimiento matemático no existe en la interpretación occidental. En la cultura Dule, el conocimiento existe en relación con las prácticas.

#### **4.1.1 Prácticas culturales**

Uno de los problemas planteados con mayor frecuencia es que, si bien el campo busca proteger la diversidad del conocimiento, puede "legitimar" un cuerpo de matemáticas disciplinarias al tomarlo como punto de referencia con que, las prácticas culturales deben ser evaluadas, y estas últimas deben ser tratadas solo como un puente o punto de partida para un tratamiento más efectivo de los contenidos tradicionales del aprendizaje matemático académico.

Es probable que esta situación se presente en varias investigaciones etnomatemáticas, estando lejos de ser la característica distintiva del campo, puesto que no todas las investigaciones pretenden una mejoría en los desempeños académico de los estudiantes provenientes de grupos culturales en la asignatura específica de Matemática. Incluso desde las etnomatemáticas el mismo formato escolar y currículo disciplinar (desde un punto de vista colonialista o neocolonialista) ha sido criticado en todo el mundo, sin enfatizar cómo el conocimiento es formado, validado y legitimado por prácticas sociales en diferentes socio-grupos culturales diferentes al mundo eurocéntrico.

Aún existen resistencias al reconocimiento de las relaciones interculturales. Todavía es necesario ubicar a los niños en clases según la edad, ofrecer el mismo plan de estudios a la misma clase, lo que lleva al absurdo de evaluar grupos individuales con pruebas estandarizadas (D'Ambrosio, 2011). El campo también se caracteriza por la búsqueda de nuevas ideas sobre la propia escuela y lo que se entiende por currículo, saberes y matemáticas.

La producción y el uso de materiales de alfabetización matemática en lengua nativa es una forma de refuerzo de la identidad étnica y parte de la búsqueda de una identidad étnica para satisfacer las necesidades de construcción de identidad, lenguaje propio y currículos de acuerdo a realidades específicas. Nombrar prácticas culturales históricamente invisibles o infravaloradas como matemáticas puede ser una resistencia política cultural deliberada y consciente de ciertas comunidades.

La etnomatemática como campo académico en los últimos años se ha posicionado como una alternativa entre muchas otras para resignificar las escuelas y los currículos escolares desde la perspectiva sociocultural de la educación matemática, donde la conexión intercultural se implementa como una obligación política y posible. Un diálogo intercultural, no es significativamente solamente un contacto intercultural, sino un intercambio realizado en condiciones de igualdad. La interculturalidad, que podría entenderse como un proceso continuo, aún no existe. Es algo sobre lo que construir. Es un proceso de expresión, relación, comunicación y aprendizaje entre diferentes personas, grupos, saberes, valores y tradiciones. Un proceso que tiene como objetivo crear, construir y promover el respeto mutuo y el reconocimiento de las diferencias culturales y sociales entre las culturas.

Así, confirmar la herencia social y cultural de cada pueblo que vive en la tierra se convierte en una de las principales tareas de las etnomatemáticas. América Latina necesita una educación centrada en la cultura, que asegure la supervivencia de pueblos y grupos con formas de vida diferentes, para superar las idiosincrasias de

explicación a través de la investigación conjunta, y abrir otros caminos para la construcción del conocimiento a partir de prácticas socioculturales.

A la luz de estas luchas y tensiones se plantea la etnomatemática como un campo que permite consolidar la apuesta por una perspectiva no científica de la educación, la enseñanza, el currículo y la evaluación para promover procesos educativos equitativos y culturalmente diversos, porque, como afirma Ferri (2002), “una definición de contenido válida y/o significativa en cualquier contexto escolar depende de entender que los conocimientos deben ser atribuidos como productos culturales y cómo estas experiencias continúan creando nuevos conocimientos”.

#### **4.1.2 Desde la perspectiva de la identificación**

Otra crítica persistente ha sido la llamada Paradoja de Millroy (1990), que es esencialmente una cuestión de si las prácticas culturales no diseñadas o desarrolladas originalmente de acuerdo con la clasificación de la disciplina deben considerarse matemáticas. Entonces hablamos de monoglosia, incompatibilidad o "lectura" del otro como propio, como si el personaje mismo fuera algo negativo o prueba de una contradicción.

Este aparente problema teórico es probablemente una manifestación del problema de la “reflexividad<sup>2</sup>, ampliamente estudiado en la antropología cultural y elaborado en conceptos como "emic" y "ética". "Reflexividad" básicamente significa la reflexión del investigador desde su propia perspectiva sobre cómo el acto mismo de investigar requiere la adquisición de un marco conceptual para prácticas que pueden no ser parte de la práctica pero que en última instancia la constituyen.

La reflexividad presupone entonces la conciencia del investigador de la existencia de un punto de vista particular, que en

última instancia constituye la práctica investigada misma. Esta tensión está relacionada con la influencia que históricamente ha tenido la metodología etnográfica en el campo de la investigación. Si la investigación asume otros enfoques metodológicos que reduzcan el sesgo colonial y fortalezcan la perspectiva de los miembros de los grupos socioculturales, dicha tensión puede luego disolverse (más que resolverse).

## **4.2 Posibles resultados**

En este capítulo se han caracterizado varios movimientos en la etnomatemática como campo de investigación, y con ello visualizar importantes desafíos en la descolonización del conocimiento y sus formas de legitimación, difusión y cambio. Se observa que los intentos de colaboración e institucionalización son el mayor obstáculo que amenaza con socavar la misión de las etnomatemáticas.

La colaboración funciona de varias maneras diferentes, una de las cuales es el éxito relativo de los postulados del sujeto y su conexión con las estructuras académicas y políticas: se observan cada vez más disertaciones y congresos que tienen lugar en el marco de las etnomatemáticas. Los gobiernos latinoamericanos también están abiertos a la posibilidad de incluir elementos culturales en sus leyes educativas y propuestas curriculares, pero esta popularización puede poner de moda los conceptos del campo y finalmente banalizarlos o convertirlos en palabras vacías.

Así, el acto de ruptura y movimiento que inició las etnomatemáticas podría quedar sumido en una monótona cacofonía de definiciones y jerarquías académicas que impiden el movimiento de entrada y salida de múltiples direcciones, otras cosmogonías y cosmovisiones. El peligro de burocratización o estancamiento de las etnomatemáticas obliga a considerar tres dimensiones de actividad.

### **4.2.1 Problematización del conocimiento**

Es nuestra opinión que hoy en día no es suficiente identificar las diferencias en el conocimiento resultantes de factores culturales. La existencia de estas diferencias debe ser problematizada políticamente. Tratar de definir si un determinado conocimiento es o no matemático es una discusión estéril, ya que las denominaciones dependen de los estilos de vida de quienes lo consideran.

Por lo tanto, es preciso cambiar el enfoque de la cuestión ontológica de "qué es" el conocimiento matemático a la cuestión de su estructura y función en contextos prácticos específicos. En otras palabras, transformar la pregunta de "qué es" en una pregunta de "cómo" y "para qué". Conviene recordar el llamado de Gelsa Knijnik (1999) a un "doble movimiento": por un lado, la circulación de la información sobre las culturas minoritarias en la cultura hegemónica y por otro lado sobre la circulación de saberes hegemónicos en las prácticas de las culturas minoritarias.

### **4.2.2 Ampliación de los espacios reflexivos**

Conviene seguir investigando dónde legitimamos las ideas que se mueven en este campo de investigación, ¿si sólo en la Academia o también en otros espacios?, ¿cuál academia?, ¿cuál escuela? ¿qué organizaciones? Si bien discutir el conocimiento y la ciencia en espacios académicos tradicionalmente conservadores fue un primer paso importante, pronto será insuficiente. Las discusiones sobre estos conceptos deben tener lugar no solo en los espacios habilitados por la Academia, sino también en otros tiempos y espacios, especialmente en aquellos donde se investiga: encuentros, caminos, calles, mingas, rituales, otros espacios ancestrales de comunicación y reflexión y las que puedan crearse con el mismo fin.

### **4.2.3 Descolonizar desde la diversidad del diálogo**

Esta dimensión se refiere a cómo se estudia e investiga: ¿desde la perspectiva de quién?, ¿investigadores?, ¿miembros de las comunidades?, ¿perspectivas compartidas, pero no necesariamente compatibles? Ofrece una oportunidad para desarrollar investigaciones conjuntas, donde cada miembro del grupo toma un punto de vista, a partir del cual se encuentran y resaltan intereses comunes y diferentes.

De esta manera, es posible abandonar el intento fallido de dejar de lado las subjetividades y eliminar las categorías conceptuales que nos siguen, que buscan una dimensión ilusoria desde el punto de vista del otro. En definitiva, no es posible "quitar los ojos". El objetivo está en ser conscientes de cuáles son esos filtros en sí mismos, y a través del diálogo entre sujetos pertenecientes a diferentes formas de vida -investigadores, expertos, líderes sociales y políticos, científicos, investigadores- es posible acercarse unos a otros, entender que el resultado de la investigación es fruto de diferentes subjetividades que se relacionan entre sí. Por lo tanto, en un arreglo de toma y dame, pueden surgir oportunidades para producir propuestas específicas que aborden temas que a menudo parecen demasiado complejos para ser abordados individualmente o desde una sola perspectiva.

### **4.2.4 Los espacios educativos como espacios de lucha**

Finalmente, no basta con afrontar los desafíos anteriores salvo el sentido de dar un nuevo sentido a las instituciones educativas, que en muchos aspectos se relaciona con la lógica de la dominación ideológica. En lugar de mediar diferentes formas de ser/saber, estructura y disciplina, cuerpos, tiempos y espacios. Las escuelas y

universidades son las grandes instituciones asociadas al aspecto colonial de una potencia civilizadora; es decir, en la transformación de las personas de salvajes a civilizadas.

Si la escuela se asume como un lugar donde los individuos se convierten en sujetos, se convierte en el lugar por excelencia de la lucha ideológica y de la resistencia cultural. Es precisamente en el ámbito escolar donde los grupos minoritarios pueden evidenciar la necesidad de la coexistencia de diferentes formas de vida a partir de múltiples presentaciones culturales.

Finalmente, y de acuerdo con varias ideas ya mencionadas, es necesario evitar la transformación de las etnomatemáticas en una metodología rígida de enseñanza, una teoría de la didáctica o incluso una política educativa. Esperamos que a partir de la experiencia latinoamericana se haya comenzado a comprender algunas de las tensiones y desafíos importantes en las etnomatemáticas, aunque sin duda hay muchas más. Este capítulo es una reflexión colectiva en la que se ha tratado de aportar una perspectiva de consenso sobre las ideas que más importantes sobre los orígenes, desarrollo y sentido de las etnomatemáticas tanto en la investigación como en la práctica docente.

## Capítulo 5

### Evaluaciones en etnomatemática

Investigadores como J.Jorba y Lladó, expresan que “las matemáticas como expresión de ciertas actividades, y por lo tanto como un fenómeno cultural evolutivo, y desde el punto de vista sociocultural del conocimiento y del aprendizaje... permiten que la enseñanza de las matemáticas involucre de un proceso de enculturación”. Esta visión hacia una ciencia que conforma un paradigma de las ciencias formales facilita su concepción como cualquier otra actividad humana.

Si el proceso de enseñanza de la matemática conlleva en si un proceso de enculturación con el propósito de facilitar que los estudiantes se identifiquen con una parte específica de su cultura ¿cómo se evaluarán dichas prácticas?, ¿con qué parámetros se evaluarán los trabajos sobre prácticas invariantes en culturas precolombinas, por ejemplo? ¿es posible explorar situaciones cercanas a nuestras vidas (como las vividas por abuelos o familiares cercanos, procedentes de otros países) relacionadas a las prácticas matemáticas invariantes, y utilizarlas para evaluar? ¿está abierta una nueva posibilidad y entidad del conocimiento matemático, desde éste tipo de evaluaciones?

Si bien la etnomatemática, tal como fue planteada por su creador D'Ambrosio, involucra grupos culturales identificables, se puede decir, que se habla de múltiples matemáticas. Sobre éstas interrogantes se intentará dar respuestas, aclarando previamente que se entiende por matemática, etnomatemática y evaluación.

Es reconocido que la matemática, es un instrumento indispensable para el desarrollo del pensamiento lógico, crítico, asimismo posee un inmenso valor informativo, formativo, instrumental y práctico. La matemática, es la ciencia que estudia las cantidades y las formas, y como se relacionan, así como su evolución en el tiempo. No obstante, a ser considerada la matemática, la reina de las ciencias, algunos matemáticos



no la consideran una ciencia natural. Primordialmente, los matemáticos realizan definiciones e investigan sobre estructuras y conceptos abstractos por razones puramente inherentes a la matemática, debido a que tales estructuras pueden proveer, por ejemplo, una generalización elegante, o una herramienta útil para los cálculos frecuentes. De manera informal, se puede decir que es el estudio de los "números y símbolos". En otras palabras, es la investigación de estructuras abstractas que son definidas partiendo de axiomas, empleando la lógica y la notación matemática.

Se considera también la ciencia de las relaciones espaciales y cuantitativas. Tratándose de relaciones exactas que existen entre cantidades y magnitudes, y de los métodos por los cuales, de acuerdo con estas relaciones, las cantidades encontradas son deducibles a partir de otras cantidades conocidas o presupuestas.

Sin embargo, también hay otras referencias a la matemática, como la de J.Jorba quien prefiere referirse a la "actividad matemática" más que a las "matemáticas", puesto que es una actividad que comparte las características de cualquier otra actividad humana. Esta posición la adopta de Bishop, cuando hace referencia a la matemática "...como un proceso de enculturación, que tiene el propósito de que los individuos se apropien de una parte específica de su cultura".

Pensar los planteamientos de J.Jorba conducen inevitablemente a pensar en la etnomatemática. Hacer una explicación sobre el significado de este término que aún no aparece en los diccionarios es una tarea difícil, a pesar de tener bases o argumentos, porque la etnomatemática es, como la visión reivindicadora que intenta, explicar el quehacer humano partiendo de su historia, su cultura, su vivencia y actividad cotidiana y la matematización que ella refleja.

En otros términos, hace referencia a las forma como están y se hacen las cosas en el mundo. Una de la dificultades radica en la forma de pensar, inferir, analizar y/o construir el conocimiento, puesto que se realiza desde la perspectiva de "la cultura occidental y cristiana, y que a veces no permite relativizar contextualmente una ciencia formal como es la matemática.

En esta visión occidentalista, el saber no se considera conocimiento si no tiene rigor científico, por lo tanto Occidente es el único que hace distinciones entre saber y conocer; sabiduría y ciencia, hacer y pensar, en otras culturas ésto no sucede. En el pensamiento occidental el criterio de demarcación del conocimiento es su pertenencia al campo de la ciencia. Esto es lo que se está desmitificando. La etnomatemática posee amplios horizontes, y múltiples nexos con otras ciencias.

El nuevo objeto de estudio de la etnomatemática comprende problemas sociales dentro y fuera del aula de matemáticas. La etnomatemática asumen que todas las culturas poseen conocimiento además de saberes. Desde las distintas investigaciones se sabe que la fronteras no existen o a lo sumo son difusas, del mismo modo que es difusa la conciencia del saber-hacer.

Partiendo de la línea de investigación del Prof. Oliveras Contreras sobre los aspectos estudiados dentro de Etnomatemáticas, se plantea que los temas tratados por los autores más relevantes y sus objetos de estudio son:

1. Los elementos teóricos definen y explican la terminología y el enfoque epistemológico de las "etnomatemáticas". Análisis descriptivo de los elementos culturales matemáticos que componen la antropología matemático-cultural.
2. Psicología cognitiva: cognición matemática y vida cotidiana. Aprendizaje dentro y fuera de la escuela. Cognición matemática contextualizada.
3. Condiciones socioculturales y políticas en relación con la producción y enculturación o enseñanza de las matemáticas. Operación y creación matemática. Currículo, su implementación y problemas de los docentes.

La etnomatemática trae consigo una conciencia de la diversidad epistemológica y una duda sobre quién valida el conocimiento. Ahora se conoce que la realidad se construye socialmente, que no existe la

objetividad. Que toda construcción científica proviene de una cultura con su propia idiosincrasia, incluidas las matemáticas.

Otro punto tocado de esta obra es la evaluación, que suele definirse como: el proceso de obtención de información sobre el aprendizaje, formación de juicios y decisiones. Pero desde un enfoque comunicativo, un enfoque sustentado en las ciencias sociales, la evaluación se ha convertido en otra cosa. Se diría, entonces, es un proceso de logro del aprendizaje, de los conocimientos y las actitudes, un medio de transmisión y cambio, por lo que no existe una distinción estricta entre actividades de aprendizaje y actividades de evaluación.

En el mundo de la educación, la evaluación de una forma u otra requiere evaluar el ser, el sentir o la acción de diversos sujetos. De acuerdo con el enfoque antropológico de la actividad humana, la actividad realizada por cada sujeto presenta siempre una meta que debe ser alcanzada ("objeto de valor"), que se mantiene por el deseo de hacer del sujeto, pero no basta con que, si se quiere, hay que poder hacerlo. Y al final del viaje, se necesita una palabra o frase que le dé sentido a la acción realizada. La tipología discursiva proporciona una adecuada valoración de los contextos de docencia, investigación y desarrollo de prácticas matemáticas invariantes.

Las investigaciones actuales muestran que nadie aprende fuera de la cultura, el contexto social y el idioma. Pero, por supuesto, se tiene que volver a examinar lo que se entiende por cultura. En esta obra se propone el concepto de cultura, asociada a los grupos sociales, pero se debe tomar en cuenta, que también tiene una historia y por tanto es histórica y polisémica. Estas constataciones del antropológicas son necesarias porque permiten comprender y ampliar los puntos de vista referidos al imperio militar prehispánico y/o la cultura, por ejemplo, de los montenegrinos en el Chaco central argentino.

Por otro lado, no menos importante y siguiendo el enfoque anterior, hacer ciencia, estar a la vanguardia del conocimiento es parte orgánica de la cultura moderna y la creatividad en la actualidad, contribuyendo a la formación de modelos comparativos de sociedades, ayuda a comprender las diferencias entre, por ejemplo, Perú, Argentina y Montenegro.

Es conocido que el método de trabajo de las etnomatemáticas es observar las prácticas de grupos naturales diferenciados, tratando de ver qué hacen cuando lo hacen, que crean un relato de sus prácticas, luego un análisis del discurso. Este sería el método de operación más común. Así lo demuestra la experiencia mostrada por Oliveras Contreras a través del grupo Algabar, que tuvo como objetivo estudiar en la acción. El estudio dirigido por los docentes les permitió crear una especie de relación muy estrecha y fuerte con la cultura en la que debían estudiar, los vínculos no eran los habituales docente-alumno, sino los vínculos formados por una actividad simétrica y activa, relacionada con los roles de docente, investigador y alumno que cambian y producen información en el entorno.

Para caracterizar y evaluar este conocimiento, el profesor encontró adecuado el nuevo lenguaje teorizado de matemáticas difusas. La teoría de los conjuntos borrosos aparece en 1965 con la publicación del artículo "Fuzzy Sets" del profesor L. A. Zadeh, cuyo objetivo es proporcionar soluciones matemáticas a los términos lingüísticos difusos y la necesidad de una representación matemática de los conjuntos "reales". Dicho esto, señalamos situaciones que permiten pensar los fenómenos de las matemáticas educativas, las cuales tienen especificidades según el entorno social, geográfico, las instituciones educativas, y además de generalizaciones sociológicas o psicológicas presentan escenarios que sólo pueden ser conocidos a través de la investigación.

Por lo tanto, para evaluar fundamentalmente el trabajo etnomatemático etnográfico, es preciso tomar precauciones que se extienden a la evaluación y eventualmente a la validación. Como condición necesaria pero no suficiente para tener el conocimiento, el compromiso, la objetividad, la potencialidad de la sorpresa. . El hecho de convivir en una sociedad no significa entender todo lo que sucede en ella, y estar tan involucrados hace que sea difícil hacer un seguimiento.

La convivencia, es una condición necesaria pero insuficiente para hacer investigación, saber lo que sucede porque se ve todos los días no garantiza una mirada desprendida de la propia implicación. Es necesario para el investigador, "estar allí", conocer la que sucede local, es necesario, pero sólo se puede conocer a partir de lograr la separación del objeto, de

poder mirarlo como objeto, rompiendo con las emociones que lleva implícito. La sociología también plantea la idea del distanciamiento, puesto que favorece la reflexión y como consecuencia, un accionar más adaptado a la situación, en contraste, un alto nivel de compromiso, de emoción, conlleva mayor dificultad para el discernimiento intelectual y reaccionar de manera práctica.

Este distanciamiento, lógicamente no se refiere a una distancia física, social o cultural como se pensaron tiempo atrás muchos antropólogos. Entonces, ¿es imposible investigar aquello que es familiar?, El sociólogo Norbert Elías considera que sí, y lo demuestra en muchos de sus trabajos, cuando realiza un proceso de extrañamiento sobre los aspectos cotidianos que investiga. Sin embargo, advierte que hace falta trabajar el sentido del control de las emociones puesto que de alguna manera nos encontramos inmersos en situaciones que de algún modo nos involucran. Así, concibe ambos términos, compromiso y distanciamiento en íntima relación, como dos aspectos que no pueden pensarse de manera independientes, pero que deben ser considerados fronteras que se limitan mutuamente.

Todos los esfuerzos dirigidos hacia la objetivación deben ser aplicados con el firme propósito de realizar efectivamente una ruptura con la influencia de las nociones comunes. La crítica revisión del lenguaje empleado debe ser uno de los primeros e indispensables esfuerzos, ya que el lenguaje común conlleva toda una manera cristalizada de ver lo social, preconstrucciones que parecen naturales formas de ser de los hechos sociales y que en ese proceso de naturalización apartan el hecho social ignorado.

La posibilidad de hacer descubrimientos implica la ruptura de la creencia de que se puede leer directamente lo real, para comenzar a preguntarse acerca de las relaciones entre elementos que no siempre son evidentes. Las etnomatemáticas también implica el tránsito de los problemas sociales y educativos al problema de la investigación, y pretende comenzar a pensar teóricamente en el significado de la construcción del objeto de investigación.

Considerando a qué se refiere cuando se habla de la construcción de un objeto, se debe señalar que el objeto de investigación es algo más que un referente empírico. Un objeto de estudio es producto de una estructura hecha para dar cuenta de algún aspecto de la realidad. El objeto de investigación es una construcción metodológica que trata de considerar las conexiones, procesos relacionados con el referente empírico a través de categorías conceptuales. En otras palabras, es una red de relaciones formada entre individuos, a partir de la cual ciertas actitudes individuales o grupales pueden entenderse como parte de una configuración compleja de relaciones, circunstancias y posiciones mutuas. En la investigación hay que dejarse sorprender, pasar más tiempo frente a la sorpresa, tratar de no caer en la tentación de legitimarla, porque la sorpresa ayuda a escapar del mundo predecible y a encontrar otras respuestas posibles.

Dos puntos de vista, dos caminos: ¿evaluamos o validamos en etnomatemáticas? Validación de la investigación etnomatemática: ¿un camino hacia la evaluación? La pregunta es: ¿se puede evaluar el conocimiento étnico? La evaluación del pensamiento matemático en las comunidades se da en la práctica por sí misma. Sin embargo, esta pregunta tiene otro principio ¿Quién valida el conocimiento en occidente y en las comunidades?”

Para intentar responder a la última pregunta: La investigación etnográfica, como toda investigación cualitativa, a menudo es acusada de no ser científica. Esta acusación se basa en que no se recogen los elementos que se consideran como condiciones básicas para la producción de conocimiento desde el modelo del método hipotético-deductivo. Se conoce que el enfoque etnográfico se basa en la creencia de que las tradiciones, los roles, valores y estándares del entorno humano se toman en cuenta gradualmente y crean regularidades que pueden explicar adecuadamente el comportamiento individual y grupal.

En otras palabras, los miembros de un grupo étnico, cultural o situacional comparten una estructura lógica o de razonamiento común que generalmente no es explícita, pero se manifiesta en varios aspectos de sus vidas. El problema de la competencia y la fiabilidad radica en la falta de conocimiento científico. Y esto tiene que ver con la crítica al subjetivismo

de estos enfoques. Porque son dispositivos que aseguran el apego a los cánones del conocimiento científico producido en la investigación, y su tarea es tratar de evitar que el investigador genere sesgos o distorsiones sistemáticas en la tarea de reconstruir la realidad.

Pero vale la pregunta qué es la validez, aquí se recurre al epistemólogo argentino Juan Samaja, quien afirma que:

“el término validez es un concepto general. Quiero decir que tiene un significado general que se puede adaptar a diferentes especies... término que se aplica generalmente a un hecho determinado, para mostrar que es consistente con las normas y objetivos del sistema al que dice pertenecer. Decir que este dato es válido, o que este concepto es válido, es mostrar que puede ser parte de un sistema de conceptos (teoría científica), o del sistema de acción”.

El etnógrafo quiere acercarse a la verdadera naturaleza de las realidades humanas, por lo que se concentra en la descripción y comprensión. Por tanto, sigue actuando como un antropólogo que quiere aprender sobre una cultura extranjera, es decir, ahonda lo más abiertamente posible en su investigación y posibilita impresiones y sus relaciones. A medida que se van formando las impresiones, las analiza y compara con diferentes entornos (contrasta fuentes de información con determinadas perspectivas teóricas, "triangulación", etc.), hasta que su interpretación le parece correcta y queda intelectualmente satisfecho con ella.

El propósito básico de toda investigación etnográfica es naturalista, es decir, pretende comprender la realidad actual, los seres sociales y las percepciones humanas tal como existen y se presentan, sin interferencias ni contaminaciones por procedimientos formales o problemas de prejuicios. Este enfoque tiene como objetivo presentar episodios, "trozos de vida" documentados en lenguaje natural, que representan lo más fielmente posible lo que las personas sienten, lo que saben, cómo lo saben, y cuáles son sus creencias, percepciones y formas de ver y de comprender.

La investigación está altamente validada, si al observar, medir o evaluar la realidad, se observa, mide o evalúa esta realidad y nada más.

Este hecho constituye la validez interna. Existe otro criterio de validez, la validez externa, que es el grado en que los resultados del estudio son aplicables a grupos similares. Se puede decir que la validez interna o confiabilidad se da cuando se refiere a la correspondencia entre las observaciones realizadas en campo y la realidad observada de los sujetos, la verificabilidad, entendida como una garantía de que los resultados de la investigación no están sesgados por diversos aspectos derivados de la subjetividad del investigador.

Cuando los etnógrafos afirman que su investigación tiene una alta validez, esto se debe a la forma de recolección de datos. Puesto que, utilizan técnicas analíticas porque estos procedimientos les permiten vivir entre los sujetos que participan en el estudio, recopilar datos durante mucho tiempo, revisarlos, compararlos y analizarlos constantemente, adaptar las entrevistas a categorías empíricas y no los conceptos más abstractos o extraños de los otros dos medios, utilizar la observación participativa en los medios y en los contextos reales de los eventos, y finalmente incluir en el proceso analítico una continua actividad de retroalimentación y reevaluación.

Todo esto proporciona un nivel de validez que pocos métodos pueden proporcionar. Sin embargo, la validez también puede ser perfeccionada en la medida que se consideren los problemas y dificultades que pueden presentarse en la investigación etnográfica. Los ejemplos incluyen las siguientes situaciones donde hay un cambio significativo en el ambiente originalmente estudiado; así regular o evaluar en qué medida la realidad percibida depende del estatus, posición y rol que el investigador ha asumido en el grupo.

También se debe considerar la confiabilidad de la información y recordar que las estructuras de significados encontrados por un grupo no se pueden comparar con otro grupo, porque son específicas y propias de este grupo, en esta situación y circunstancia. Sin embargo, debemos asegurar la validez y confiabilidad de la información, enfatizando aquí el proceso de la triangulación. Un método que combina enfoques teóricos, procedimientos y estrategias metodológicas, resultados obtenidos con diferentes



instrumentos o interpretaciones por diferentes observadores, o varios métodos utilizados simultáneamente.

Así, la triangulación permite reinterpretar la situación investigada a la luz de las evidencias de todas las fuentes utilizadas en la investigación. Es una técnica de validación que consiste en "bautizar" cualitativamente los datos recogidos. Esto es para asegurar la confiabilidad de los resultados. La triangulación puede tomar muchas formas, pero su esencia es la combinación de dos o más estrategias de investigación diferentes en el estudio de las mismas unidades empíricas.

El ejercicio de triangulación esencialmente compara datos para determinar si se confirman o no con base en una convergencia de evidencia y análisis de un mismo aspecto o situación. Los resultados triangulares se consideran consistentes si la evidencia coincide o complementa la orientación o caracterización de la situación analizada. De lo contrario, el investigador debe recopilar más información, hasta que confirme su interpretación precisa de varias fuentes.

El uso correcto de la técnica de triangulación minimiza los riesgos de no representatividad y exclusividad de una determinada emisión y la inconsistencia de los datos recogidos y/o de los resultados obtenidos. La triangulación se puede realizar de tres formas diferentes:

- Comparando la información obtenida y su interpretación, considerando las fuentes: el docente, los alumnos, el observador. Es el logro del consenso intersubjetivo que elimina el riesgo de que la subjetividad del investigador se exceda, lo que puede llevarlo a actuar solo, creando características o conclusiones demasiado dependientes de su propio marco teórico, que pueden no corresponder completamente a la realidad o perspectivas del investigador o de otros participantes.
- A través de la convergencia de conocimientos sobre un mismo fenómeno obtenidos por diferentes estrategias metodológicas: por ejemplo, observación, entrevistas, cuestionario.

- Información obtenida de la aplicación de métodos propios de metodologías cuantitativas (cualitativa, cuantitativa, fenomenológica) y estadísticas de contraste.

Debe tenerse en cuenta que durante el proceso de investigación se utilizan varios tipos de triangulación. Su uso depende de la evaluación que se hace de los factores que pueden causar sesgos, y en base a ello se establecen los procedimientos de control más oportunos.

## Capítulo 6

### **Educación etnomatemática desde la interculturalidad**

Cabe recordar que las políticas educativas que se practican en materia intercultural suelen apuntar a distinguir entre la educación intercultural bilingüe (EIB), y si esto no es posible, a la etnoeducación como forma de educación considerando una perspectiva indígena y afrodescendiente sobre la interculturalidad como un enfoque generalizado de la política educativa. Ambas son formas de proteger la diversidad cultural de los países Latinoamericanos en relación a la educación.

Si bien la interculturalidad suele utilizarse como marco de abordaje de las políticas públicas, existen matices en el aporte de la interculturalidad. Básicamente, se fundamenta en una visión que presenta la oportunidad de cuestionar a los Estados y sus políticas vigentes en el derecho de los pueblos a la educación, además de dismantelar los procesos históricos de marginación, que en ocasiones los transforman en víctimas. Las organizaciones expertas en derechos de los pueblos indígenas consideran a la educación un derecho humano y una herramienta necesaria para alcanzar otros derechos humanos y libertades fundamentales. Al mismo tiempo es un medio para salir de la pobreza de los pueblos marginados socioeconómicamente y alcanzar una plena participación en la sociedad. Sin embargo, el papel de los Estados como garantes de otros derechos es importante, cumpliendo con su responsabilidad de brindar educación de calidad a todas las personas indígenas y afrodescendientes.

Por otro lado, es necesario enfatizar dos caras de la moneda, que apunta a fortalecer la educación cultural propia que tanto los pueblos indígenas como la población afrodescendiente reclaman para sí. En otras palabras, la "autoeducación" incluye al menos dos corrientes: la educación intercultural bilingüe (EIB) y/o la etnoeducación, que insiste en educar a sus integrantes en su propia lengua y cultura a pesar de la diferente orientación.

Este argumento presupone que ambos pueblos tienen derecho a disponer de su país a través de una política educativa que asegure la calidad de la educación a través de la realización de estos derechos. Por lo tanto, es necesario evaluar esta formación en comparación con el desarrollo de la EIB en la región y los desafíos más importantes de los países latinoamericanos en la actualidad.

Se trata de las tendencias actuales de la educación intercultural bilingüe y la educación intercultural. Dentro de estos temas suelen encontrarse perspectivas hegemónicas de desarrollo y otras formas de entender la relación entre ecosistemas y cultura. Sin embargo, cabe señalar que en estas perspectivas cristalizan tendencias basadas en la política educativa y en la experiencia de los países latinoamericanos, a partir de las cuales se pueden distinguir diferencias político-ideológicas.

Estas corrientes tienen diferentes modelos sociales con contextos históricos específicos que sustentan las relaciones entre grupos socioculturales y lingüísticos. Cabe recordar que, en América Latina, el trasfondo de estas discusiones son las exigencias históricas, desarrollos y experiencias pedagógicas previas que traen el contexto del nacimiento de la EIB. Por ejemplo, un modelo hegemónico basado epistemológicamente en el conocimiento científico occidental tiende a construir una forma de conocer y partir de verdades que deslegitiman cualquier otra forma de producir conocimiento.

Por lo tanto, los debates educativos sobre la diversidad en América Latina se guían por estos diferentes modelos. Estas corrientes parten de la forma de inclusión/integración de la cultura nacional y de las estrategias de interculturalidad del sistema educativo en general, que consideran la necesidad de incluir “alternativas epistémicas” en el aula, donde no solamente se considere este saber como una alternativa al conocimiento occidental, sino desarrollar formas alternativas de producir conocimiento que apoyen las prácticas sociales, culturales y educativas de las comunidades. La importancia de este enfoque radica en que son los pueblos indígenas quienes deben promover sus derechos y oportunidades de participar en su sistema educativo.

Diversas investigaciones enfatizan que la inclusión de temas de cosmovisión mejora la calidad de la enseñanza y enriquece los currículos con prácticas más contextualizadas y sostenibles. Sin embargo, en la práctica esto se complica por la brecha entre los dos modelos occidentales de conocimiento y otras epistemologías indígenas que surgen en las relaciones de poder y las desigualdades históricas.

Vale la pena recordar el texto de la UNESCO (2015) Repensar la educación, ¿hacia un bien común global? Este texto describe la importancia de considerar la diversidad como un recurso y enfatiza la exploración de enfoques alternativos al concepto hegemónico de desarrollo. Estos modelos alternativos están representados por el Sumak kawsay o "buena vida" como un medio de integración del conocimiento, que tiene en cuenta diferentes formas de encuentro con la naturaleza y diferentes conexiones sociales y comunitarias.

## **6.1 La educación intercultural bilingüe**

La EIB es una alternativa a la educación regular cuando las especificidades contextuales lo requieren, pero no obliga ni fija todos los niveles educativos. En otras palabras, se presenta como una excepción y no representa a toda la población ni a toda la región, y la cobertura de todos los niveles es solo una posibilidad. Varios programas de EIB en Latinoamérica tienen una forma de educación, pero también otras formas alternativas en las que los sistemas educativos deben participar de manera correctiva y compensatoria a otras poblaciones en riesgo educativo, por ejemplo: se debe prestar atención a los estudiantes con discapacidad y/o los jóvenes y adultos que no se encuentran en el sistema educativo regular.

La EIB representa un modelo institucional según el cual los países de la región aseguran la educación en la lengua y cultura de los pueblos en cuestión, la EIB es la educación que demanda el pueblo. Si bien, los pueblos originarios reclaman su derecho a la educación en su propia lengua y amplían los límites del bilingüismo, la educación intercultural o la educación con enfoque intercultural no debe ser opacada por EIB. Por tanto,

cuando se busca una educación intercultural, el sistema educativo no puede sustraerse a la cuestión de qué acciones específicas se dirigen al componente blanco mestizo para valorar la cultura originaria (incluidos los afrodescendientes) y reconocerla en igualdad de condiciones”. como cultura dominante. La etnoeducación tiene este desafío en varios países de Latinoamérica.

La concepción de la interculturalidad nació en América Latina, especialmente en el campo de la educación. Los lingüistas y antropólogos venezolanos Esteban Mosonyi y Omar González acuñan el término a mediados de la década de 1970. Estos se enfocaron específicamente en las experiencias educativas que tuvieron con el pueblo indígena Arawak de Venezuela. La primera fase del movimiento educativo indígena incluye diversas experiencias educativas alternativas acogidas por líderes comunitarios asociados a los sectores progresistas de la universidad y la Iglesia Católica Romana.

Al mismo tiempo, se establecieron materiales didácticos alternativos. Por otro lado, la “integración” de estos pueblos indígenas tenía sentido, porque se reconocía como importante el derecho a promover la cultura de los pueblos. El bilingüismo, más que una herramienta de civilización fortalece a las etnias como un ejemplo que trasciende la interculturalidad y exige la inclusión no solo de diferentes lenguas sino también de culturas en el sistema educativo.

En los años 80, las luchas indígenas ganaron reconocimiento internacional. Por ello, varios países han exigido la inclusión de docentes indígenas en sus funciones administrativas. Su aporte a la educación intercultural fue la condena de las diversas formas de discriminación racial. Estas corrientes se basan en que las relaciones pasadas y presentes entre diferentes grupos son "cordiales" y aún están muy presentes en los imaginarios sociales y sociedades latinoamericanas.

Los movimientos de los afrodescendientes también hicieron una lectura alternativa de los procesos históricos en cuanto a su participación en las guerras y la formación de los estados-nación. Exigieron una reparación por los daños causados por los gobiernos esclavistas. En general,

se ha comenzado a generar información crítica para la planificación de contenidos y política educativa. Al mismo tiempo, los afrodescendientes comenzaron a reclamar propuestas políticas para evaluar la identidad cultural de los afrodescendientes e incluir su cosmovisión y componentes históricos en los currículos escolares y materiales pedagógicos.

Desde la década de 1970 estas experiencias fueron los espacios privilegiados de la educación informal, pero luego influyeron en los sistemas de educación formal, especialmente a fines de la década de 1980 y principios de la de 1990. En otras palabras, los conceptos de interculturalidad y cultura permiten comprender los problemas que genera la comprensión del concepto.

Es importante recordar que en América Latina los conceptos de interculturalidad y multiculturalidad suelen estar asociados a la educación intercultural bilingüe. Esta comprensión surge de la insistencia de los líderes indígenas y los intelectuales de las ciencias sociales en conectar el conocimiento escolar con el conocimiento cultural indígena. En este sentido, el concepto intercultural se define por el conocimiento que surge de las relaciones entre personas y grupos. Sin embargo, las instituciones estatales suelen estar dirigidas desde una perspectiva monocultural, donde la interculturalidad es solo para los pueblos indígenas. Esta forma de entendimiento intercultural nace de la idea del multiculturalismo, donde las políticas nacionales no integran a las comunidades indígenas al Estado, por lo que son sistemáticamente separadas.

## **6.2 Pedagogía intercultural: enfoque etnomatemático**

Se analizará el aporte de la pedagogía étnica en la contextualización y revitalización de la educación intercultural para considerar otras cosmovisiones. Recordemos que la experiencia del tiempo solo entre los pueblos primitivos no siempre corresponde a la experiencia del tiempo occidental moderno. Al mismo tiempo, algunos autores plantean la idea de que los pueblos indígenas de México y los pueblos indígenas mapuche son conducidos en un círculo. Esta es una construcción colonial, porque con los

mayas, por ejemplo, articulan la circularidad con la linealidad, es decir, proponen una construcción híbrida del tiempo.

Esta propuesta puede entenderse como una especie de espiral que se desarrolla en ciclos al mismo tiempo pero que avanza poco a poco. En otras palabras, este proceso puede ser entendido por el "modelo de resorte". Por otro lado, se tiene el concepto judeocristiano del tiempo, que también se debate entre la linealidad y la circularidad: el regreso del Mesías y el fin de los tiempos con el Apocalipsis sugieren una combinación de tiempo lineal y circular.

Para entender la concepción del tiempo de los mapuches, es necesario adentrarse en el concepto de signos o señales temporales (día y estaciones), que se utilizan en la vida cotidiana, así como en las instituciones educativas formales. Las principales categorías son xipantu, descrita como el ciclo anual del tiempo, y antü, el ciclo del día. Estos dos conceptos son utilizados en la enseñanza por los kimches, quienes se apoyan en la memoria social mapuche de padres y abuelos involucrados en la educación familiar. Los kimche se consideran los portadores del saber cultural y social mapuche, es decir, los educadores que históricamente enseñaron a la juventud las categorías de tiempo y espacio. Cabe agregar que la descripción del tiempo y el espacio en la cultura mapuche tiene características diferentes a los conceptos occidentales.

En otras palabras, las nociones mapuche del tiempo en el discurso educativo, y especialmente en el kimche, están fijadas para las fases del día y del año: el día es antü y el año es xipantu. Así, utilizan sus características para reconocer el paso del tiempo en relación con la naturaleza, por ejemplo, cuando observan el sol, su rotación y movimiento por los cerros. Sin embargo, la diferencia en la percepción del tiempo entre las regiones de Kimche de Pewenche y Wijuche se debe a peculiaridades geográficas.

En otras palabras, depende de las características contextuales (regionales) asociadas al área geográfica, como la percepción de las montañas. Por otro lado, los Kimche coinciden en que ambas regiones tratan al sol como un elemento importante, haciendo una conexión entre la



observación de la naturaleza, el recorrido del sol y el desarrollo de la agricultura. Por tanto, se confirma que los elementos más importantes del discurso kimche están relacionados con el día y el año. Este conocimiento del discurso educativo del kimche está relacionado con el concepto de tiempo y debería incluirse en el currículo escolar, pero especialmente en el subsector de comprensión del entorno natural, social y cultural y el subsector de educación matemática, porque actualmente ambos subsectores trabajan solo en el concepto occidental, pero sin considerar la lógica mapuche.

Por lo tanto, es necesario que los planes de estudio de la educación básica de las universidades cuenten también con una pedagogía etnocéntrica transcultural, que incluya aquellas categorías de espacio y tiempo, y así poder incluir esta cosmovisión mapuche y su percepción a través de la educación transcultural, a través del cambio de la educación intercultural y del plan de estudios en escuelas que en su mayoría son de contexto indígena o mapuche.

En definitiva, es posible superar la distancia epistemológica entre el saber escolar y el saber mapuche o no mapuche a través de un diálogo amistoso que contenga elementos entre ambas racionalidades (mapuche y estudioso occidental). Finalmente, cabe agregar que, en Colombia, donde prevalecen cosmovisiones diferentes, la Universidad de Antioquia ha logrado avances ejemplares en estas materias. Dentro de sus carreras universitarias se utiliza un nuevo modelo pedagógico que se enfoca en buscar alternativas a la educación superior indígena, excluyendo las habilidades especiales en la educación regular, reconociendo la importancia y responsabilidad del trabajo en equipo, la construcción directa con y con las organizaciones indígenas son herramientas importantes para mejorar la vida de sus comunidades.

### **6.3 La interculturalidad y la educación crítica**

La educación matemática puede promover la conciencia cultural y la autoestima a través del desarrollo de habilidades matemáticas cuando se enmarca desde una perspectiva etnomatemática crítica. Según López (2001), la educación, con su organización curricular, influye directamente en la preservación de las características culturales del grupo:

“[...] a pesar de la ya tradicional y habitual referencia a la supuesta unidad lingüística y patrimonio de América Latina, en la historia ibérica o luso-española que nos une, es necesario destacar nuestra multietnicidad, pluricultural y multilingüe característica de la región. Durante mucho tiempo, esta diversidad fue primero ignorada y luego erradicada por el sistema educativo, convirtiéndola en un herramienta de homogeneización lingüística y cultural, especialmente cuando la diversidad se atribuía a la ascendencia indígena”.

Desde este punto de vista, es importante resaltar este hecho, para hacerlo visible a los ojos de los educadores, porque se debe promover la interculturalidad a través de la educación matemática crítica, que cuestione los presupuestos educativos y socioculturales, es decir, cambiar la realidad social y científica en busca de la creatividad mestiza. La interculturalidad presupone un conjunto de valores y creencias democráticas que apuntan a promover el pluralismo cultural en sociedades culturalmente diversas en un mundo interdependiente.

Desde un inicio, los docentes adquieren las herramientas para analizar y evaluar socialmente la información, desde el punto de vista del respeto a la diferencia cultural, es decir, a conocer y respetar la cultura de los demás, pase lo que pase, porque se pone en el lugar del otro y trata de ver el mundo tal como aparece desde los valores y presupuesto simbólico de la otra cultura, adoptando una actitud crítica que fortalece los principios democráticos propios y de sus estudiantes.

Un fenómeno que vale la pena mencionar visto desde un enfoque intercultural es el retraso en la educación entre los pueblos indígenas de Costa Rica. El censo de 2000 muestra que existe una gran brecha en la educación académica entre los pueblos indígenas y los no indígenas. Solano (2004) compara la población mayor de 15 años con al menos un año de

educación secundaria reconocida que pertenecen a comunidades indígenas con personas no indígenas del mismo grupo de edad. Obtiene: 46% personas no indígenas y 9% para los indígenas. El estudio reporta que la escolaridad promedio cursada por la población mayor de 15 años es de 3,4 años en territorios indígenas, mientras que en la población no indígena aumenta hasta 7,6 años. Poniendo de manifiesto la gran diferencia entre ambos grupos, donde el indígena es el desfavorecido en tiempo de educación.

Una de las causas es la formación básica de los docentes en la educación obligatoria, en toda la región apartando las especificidades de los pueblos indígenas. La mayoría de los docentes no cuentan con estudios de contexto para la enseñanza, muchos docentes pertenecen a diferentes grupos sociales, por lo que no hay constancia ni permanencia. Por tanto, los pueblos indígenas enfrentan dos dificultades para ingresar al sistema educativo:

- los planes de estudio que se imparten en las comunidades indígenas son los mismos que en el resto del país y no consideran sistemas de saberes o razonamientos característicos; y
- la falta de maestros preparados para servir a las comunidades.

Estas son las principales barreras para el acceso de los indígenas a la educación primaria, secundaria y posteriormente a la universidad. Si bien los educadores en estos lugares deben ser de origen indígena, conocer las tradiciones del lugar y hablar la lengua materna, esto no se considera, tal como lo demuestra el estudio de Solano, el porcentaje de indígenas que tienen acceso a la educación superior es muy bajo. En consecuencia, la mayoría de los profesores en las tierras indígenas, no son indígenas, y en muchos casos no están preparados para ser tolerantes con la diversidad cultural y programar sus intervenciones con base en modelos transculturales.

Lo anterior demuestra que el conocimiento cultural de las comunidades originarias no se debe descalificar al momento de implementar un programa de enseñanza. Sin embargo, esto requiere una preparación didáctico-matemática del docente, que en la mayoría de los países de la

región latinoamericana no ha sido aplicada. No obstante, a partir de la década de 1990, se han observado que las escuelas e instituciones de educación superior indígenas han promovido cursos de lengua y cultura destinados a preservar las tradiciones populares, pero el currículo de educación general no ha sido adaptado para hacerlo más accesible a la realidad de estos grupos étnicos.

La educación indígena en Latinoamérica presenta vagas políticas nacionales y falta de recursos financieros y humanos para desarrollar efectivamente un modelo de currículo indígena. Desde este panorama de marginación o invisibilización es preciso brindar un programa de formación para los docentes que van a trabajar a los territorios indígenas. Se trata de la multiculturalidad a partir de la etnomatemática y la interculturalidad.

#### **6.4 La etnomatemática en la formación de docentes**

Considerando que las culturas indígenas son olvidadas e invisibilizadas, no se encuentran elementos de etnomatemáticas y matemáticas vivas, donde se puede preservar el pensamiento de los estudiantes como fuente de desarrollo curricular y previamente como elemento de reflexión en la formación profesional de sus docentes. Las etnomatemáticas, representan varios tipos de investigación en cuestiones como:

- lo cognitivo, se refiere al sujeto de conocimiento en contexto;
- políticas relativas al rol de poder o de discriminación de las matemáticas;
- ética y estética, que examinan las implicaciones de las matemáticas para la verdad, la justicia, la relatividad o el absolutismo ideológico;
- antropológico social, consideran el proceso de construcción y deconstrucción de las matemáticas y sus conexiones con otros dominios de la cognición, como el lenguaje;

- educativas, consideran los orígenes y procesos de la “enculturación” matemática dentro y fuera del sistema escolar, se propone la promoción de métodos que favorezcan la participación crítica de los estudiantes y la participación de todos los actores del campo de la educación para analizar la situación educativa a través de la "investigación-acción" y técnicas etnográficas.

Las matemáticas y la educación son estrategias contextuales e interdependientes. La Etnomatemática es un programa de investigación y un movimiento educativo y de acción social que une a profesores e investigadores de educación, sociólogos, matemáticos, historiadores y epistemólogos que se preocupa por los hechos matemáticos de todos los tiempos. Las etnomatemáticas, incluye todas las matemáticas existentes, así como las "matemáticas occidentales y/o formalizadas".

En el campo de la educación se considera que la enculturación matemática es parte de la enculturación natural, es un proceso continuo desde el conocimiento del grupo cultural del alumno hasta el conocimiento normativo o escolar; y está mediada por el maestro y sus herramientas. En el aula se sugiere trabajar en microproyectos integrados etnomatemáticos colaborativos que combinen conocimientos sobre un “signo cultural”, y las posibilidades matemáticas previamente exploradas por el docente logran un efecto autodidacta al asumir el rol de investigador.

Las etnomatemáticas y la formación docente en entornos indígenas están relacionados con múltiples trabajos de investigación a nivel internacional. Así, se tiene como la antropología social y las etnomatemáticas ayudan a comprender los límites y posibilidades de la enseñanza indígena cuando se toma como metas y valores la interculturalidad y las etnomatemáticas. Los estudio presenta los valores de los docentes indígenas que han participado de la formación y sus formadores. Alentando a los profesores indígenas a preservar los conocimientos de los ancestros indígenas y las cosmovisiones de los pueblos originarios en la escuela, reconociendo que los pueblos indígenas tienen su propia educación que puede ser fundamental para la creación de nuevos conocimientos.

## **6.5 La etnomatemática y la escuela**

### **6.5.1 La etnomatemática y los saberes previos**

Hay poca investigación pedagógica en las escuelas indígenas, especialmente sobre la enseñanza de las matemáticas. Sin embargo, varios elementos se repiten en las discusiones de los diseñadores, educadores y maestros de ambientes indígenas. Una de ellas es que los conocimientos matemáticos que circulan en las comunidades indígenas (especialmente en los niños de primaria) son diferentes a las matemáticas contenidas en los currículos nacionales. Y esta idea mantiene su fuerza a pesar de reconocer también que -probablemente- este conocimiento ya no existe, en cuyo caso conviene considerar los problemas cotidianos que se presentan en la enseñanza y aprendizaje de contenidos matemáticos.

Otra idea compartida por docentes y educadores es que la matemática indígena es un sello de identidad y un recurso que promueve la autoestima de las personas, por lo que debe ser recuperada y preservada a través de la escuela. Como resultado de lo anterior, aparecen preguntas curriculares que generan una amplia discusión:

- ¿Debe incluirse esta información en el currículo escolar?
- Si es así, ¿cuál es esta información?
- ¿Cómo deben incluirse en el currículo?
- ¿Con qué propósito?
- ¿Qué hace actualmente el plan de estudios ?

Actualmente se ha llegado a un consenso ya nivel internacional la idea de una educación matemática transcultural ha alcanzado hegemonía. Pero la idea de que representa una didáctica alternativa o al menos la creación de un proceso de enseñanza y aprendizaje compatible con lo que significa ser intercultural (enseñanza de las matemáticas) no se ha desarrollado totalmente. Si bien han existido experiencias valiosas con los pueblos indígenas de América del Sur, en general, estas experiencias se centraron en el uso de utensilios como la yupana (ábacos).

Si se acepta que cada nación tiene su propia historia, su propio conocimiento y su propia existencia y futuro entonces no resulta automáticamente beneficioso transferir las experiencias adquiridas en un determinado grupo cultural a otros que difieren en cuanto a su conocimiento, aspiraciones presentes y futuras. El contraste, el diálogo y hasta el cuestionamiento son esenciales para que este beneficio de transferencia sea real.

### **6.5.2 Conocimientos previos**

Los conocimientos previos de los estudiantes como punto de partida de las estrategias didácticas han sido reconocidos oficialmente por muchas naciones. Una de las tareas de la escuela es brindar situaciones donde los niños utilicen conocimientos ya existentes para resolver ciertos problemas y comparen sus soluciones con base en soluciones originales para evolucionar hacia el procedimiento y formulación de las matemáticas. Encontrar la realización de este anhelo educativo no es fácil, y el problema pedagógico relacionado - basado en conocimientos previos- se fortalece en la educación indígena por varias razones:

- ¿Cuál es el conocimiento existente?

- ¿Es que este conocimiento describe la cultura local específica del grupo étnico, que es realmente diferente de la cultura de la mayoría de la población como se suele suponer?
- ¿Reconocen los profesores la información mencionada?
- ¿Cómo hacen eso?

En otras palabras, la demanda pedagógica de nuestro tiempo en el campo de las matemáticas y su enseñanza consiste en fundamentar las experiencias y conocimientos previos de los estudiantes para lograr aprendizajes importantes. Pero cuando este imperativo se ubica en el contexto de la educación indígena, adquiere un significado especial y más complejo: el conocimiento previo de los niños se combina con el conocimiento de la cultura a la que pertenecen, considerando muchas veces que el conocimiento ancestral es incluido, que la cultura está viva, que dichos saberes son los que circulan en la comunidad de referencia, por lo tanto, de acuerdo con el mencionado imperativo pedagógico, deben ser incluidos en la escuela como paso obligatorio.

Esta pregunta es controvertida porque casi no hay investigación sobre las matemáticas en las comunidades indígenas, y hoy en día cada vez más etnógrafos y antropólogos enfatizan el hecho de que las comunidades son dinámicas y no están aisladas de su contexto circundante (no indígena). Tal reconocimiento obliga a reconsiderar el concepto de conocimiento previo y conocimiento matemático local. Este conocimiento debe ser identificado y se debe preguntar a los estudiantes:

- ¿cuál es su conocimiento previo?
- ¿cuál es su origen?
- ¿con qué experiencias se relaciona?
- ¿no es original?



## **6.6 Maestros: saberes etnomatemáticos**

Los saberes que identifican los profesores están referidos en la mayoría de los casos a la medición, y entre ellos se encuentran:

- a) Los saberes matemáticos locales se relacionan con los instrumentos, unidades y formas de medición propias del lugar;
- b) Los profesores saben reconocer en los estudiantes la existencia de saberes previos que se relacionan a las actividades de medición;
- c) En forma general, no se logran identificar sistemas de conteo y cálculo propios de las comunidades y distintos de los utilizados en la cultura no indígena;
- d) En varias comunidades con poco aislamiento y con buena producción económica, se logran identificar actividades de compra-venta y manejo de dinero, así como aprendizajes previos derivados de dichas actividades;
- e) Generalmente los profesores en las mayorías de la comunidades no menciona formas locales de ubicación en el espacio, ni en la comunidad ni en sus alumnos.

### **6.6.1 Saberes más visibles**

Algunos maestros tienen amplio conocimiento de los sistemas de medición de la comunidad, comentan en detalle las formas en que se mide el territorio específico de su comunidad, y también muestra interés en incluir lo que llaman "contenido étnico", expresando: su

trabajo es despertar la necesidad de que los niños hagan matemáticas en su propio contexto, para el uso diario.

Las herramientas, unidades y formas de medición locales identificadas por los profesores Lucio tienen muchas similitudes de una comunidad a otra. Por ejemplo, en comunidades indígenas mexicanas, se mencionan:

- El paso, de garrocha (palo que suele medir cinco cuartas) y una cuerda (de alguna medida útil según las necesidades de la comunidad) en unidades de longitudes.
- Almud, lata, litro (unidades para medir granos) y jícora para medir volumen y/o peso.
- Tarea o salario para medir terrenos por tiempo.

En Chiapas también se reconocen: el "zote" - una capa rectangular de 400 mazorcas colocadas una al lado de la otra - para calcular la cosecha de maíz y el "geme" (como del ancho del dedo índice) para medir algunos alimentos como queso.

También existe una balanza, rudimentariamente construida con varilla o palo de 35 cm de largo, hilo; o cuerda, y creado por la sección transversal y fijado en el medio por una cuerda sostenida por el pesador del producto. Las calabazas se suelen cortar por lo que se pueden convertir fácilmente en kilos, medios kilos o cuartos de kilo, así se equilibra el peso con las piedras actuando como peso y ese puede ser  $1/3$  de kilo. o  $1/2$  kilogramo.

En cuanto a la medición y los conocimientos previos de los estudiantes, los docentes identifican que los niños conocen y/o utilizan las unidades de medida y los dispositivos utilizados en la comunidad. En general, los niños ven al padre ya la madre medir mientras trabajan o preparan la comida.

## 6.6.2 Cálculos propios: saberes no visibles

De forma generalizada, los profesores no mencionan saberes propios de las comunidades en relación con la numeración, el conteo y las maneras de calcular o agrupar. En México, sólo hay una referencia a esta cuestión que viene no de la entrevista a algún profesor, sino de la observación de la actividad artesanal y su venta en la comunidad: los agrupamientos en base 12 (docenas y gruesas) utilizados para el control de la producción y la venta de un producto artesanal en una comunidad de Michoacán ubicada en las cercanías del lago de Pátzcuaro.

En esta comunidad, la actividad económica principal es la alfarería, especialmente la elaboración de pequeñas ollas que se venden por docenas y gruesas atadas con cordeles. Prácticamente todas las personas de la comunidad participan en la producción, distribución y venta de las ollas, incluidos los niños, quienes desde aproximadamente los siete años colaboran en distintos momentos de la producción, distribución o venta de esta artesanía.

A pesar de organizar, controlar y vender la producción de docenas y gruesos, los niños usan estos términos como etiquetas y no como términos cardinales; es decir, no como elementos que expresan la multiplicidad de conjuntos. Cuando se pregunta cuántas ollas son un gruesa (12 docenas) no se sabe la respuesta hasta que hacen los cálculos.

Esto probablemente esté relacionado con el hecho de que ellos (los niños) no controlan la producción ni conectan las ollas; su participación tiene lugar en dos puntos del proceso:

- procesamiento de olla pequeña (artesanal) en base a un procedimiento manual predefinido;
- decoración, también individual y definida por un adulto.

Como ya he señalado, los docentes se refieren al cálculo como una forma típica de conocimiento matemático en las comunidades indígenas sólo excepcionalmente. Contar y otros conocimientos aritméticos locales -si los hay- no se identifican como conocimientos "vivos". En este ámbito, las menciones de se refieren a personas mayores -varios profesores comentan cosas como: "ellos son los que podrían leer de otro modo", aunque no se especifica cómo- y finalmente hay referencias a adultos que -según varios docentes- puede nombrar los números en las lenguas nativas de las etnias "aunque son los mismos números que los nuestros".

También se suele argumentar que los niños ya no conocen estos números, por lo que los propios maestros deben enseñarlos en la escuela, si es que los conocen. Si no los conocen, algunos maestros, en su mayoría hispanohablantes nativos con habilidades lingüísticas limitadas, ayudan a niños más experimentados a enseñar esos números en la lengua nativa al resto del grupo.

Algunas maestras o los estudiantes también informan de lo siguiente: cuando la maestra o los niños desconocen ciertos términos o métodos de medida o los nombres de los números u otras cosas necesarias que se enseña en las matemáticas, la estrategia pedagógica más común es que los niños las aprendan como deberes con sus padres o abuelos, así que al día siguiente se informa a todo el grupo -incluido el docente- sobre un término o conceptos que no todos sabía el día anterior.

Con todo, llama la atención que en general - y contrariamente a lo que parecen pensar algunos planificadores educativos indígenas - los docentes notan la ausencia (actualmente) de ciertas formas de numeración y cálculo en las comunidades a la que pertenecen sus alumnos. En este contexto, varios docentes, incluso en las comunidades más aisladas y en un nivel más alto de monolingüismo, mencionan que los números rara vez se usan en el "lenguaje", que las personas en la comunidad hablan de números en español, especialmente cuando se trata de números grandes. Esta situación probablemente se deba a que el uso de los números se relaciona

principalmente con el intercambio comercial, lo que significa principalmente contacto con personas fuera de la comunidad y, por lo tanto, el sistema monetario y las formas contables que se usan en el mundo no indígena.

## Bibliografía

- Anco, R. J. A., & de la Cruz, H. N. F. (2021). Aplicación de algoritmos etnomatemáticos en el aprendizaje significativo de estudiantes universitarios. *INNOVA Research Journal*, 6(1), 195-215.
- Aroca Araujo, A. (2016). La definición etimológica de Etnomatemática e implicaciones en Educación Matemática. *Educación Matemática*, 28(2), 175-195.
- Aroca Araújo, A. (2013). Los escenarios de exploración en el Programa de Investigación en Etnomatemáticas. *Educación Matemática*, 25(1), 111-131.
- Bishop, A., (2006). *Aproximación cultural a la educación matemática*. Universidad del Valle Instituto de Investigación y Pedagogía.
- Blanco, H (compilador). (2004) *Grupo de Educación Matemática. Documentos de Educación matemática y Etnomatemática*. Universidad del Valle. Colombia.
- Contreras O., M. (1995). *Etnomatemáticas en Trabajos de Artesanías Andaluza: Su Integración en un modelo para la Formación de Profesores y en la Innovación del Currículo Matemático Escolar* (Tesis Doctoral). Universidad de Granada - España
- D'Ambrosio, U. (1985). Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 5(1). 44 - 48.
- D'Ambrosio, U. (1993). Etnomatemática: um programa. *A Educação Matemática em Revista*, 1(1). Blumenau, SC, Brasil: SBEM. 5-11.
- D'Ambrosio, U. (2001). Etnomatemática: Elo entre as tradições e a

- modernidade. Belo Horizonte, MG, Brasil: Autêntica.
- D'Ambrosio, U. (2006). *Ethnomathematics: link between traditions and modernity*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Ferri, C. (2002). Currículo multicultural: ref letindo a educação escolar indígena. *En Revista Contrapontos*. 4, 82-99.
- Fuentes Leal, C. C., (2014). Algunos enfoques de investigación en Etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(1), 155-170.
- Fuentes, C., (2019). Etnomatemática para comprender la realidad: analizando la calidad de vida en algunos países de Latinoamérica. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 12(1), 25-43.
- Gavarrete, M. E. (2015). Etnomatemáticas indígenas y formación docente: una experiencia en Costa Rica a través del modelo MOCEMEI. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 136-176.
- Gerdes, P. (1989). The use of the ethnomathematics in the classroom, procededings of politics of mathematics education conference,. *NEE Mathematics Commission, University of westen cape*, 26-36.
- Knijnik, G., (2014). Etnomatemáticas en movimiento: Perspectiva etnomatemática, sus formulaciones teóricas y ejemplificaciones. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 119-131.
- López, L. (2001). La cuestión de la interculturalidad y la educación latinoamericana. En UNESCOOREALC (Eds.), *Análisis de prospectivas de la educación en América Latina y el Caribe*. UNESCO: Santiago de Chile.
- Milroy, W. (1990). *An Ethnographic Study of the Mathematical Ideas of a Group of Carpenters*. (Doctoral Dissertation, Cornell University).

- Peña-Rincón, P., Tamayo-Osorio, C., & Parra, A. (2015). Una visión latinoamericana de la etnomatemática: tensiones y desafíos. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME, 18(2)*, 137-150.
- Rosa, M., & Clark Orey, D. (2005). Las Raíces Históricas del Programa Etnomatemáticas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME, 8(3)*, 363-377.
- Russell, B. (1956). *Introducción a la filosofía matemática filosófica*. Traducción José Fuentes. Madrid: Aguilar.
- Santillán, A., & Zachman, P. (2008). Desventuras de la Evaluación en Etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática, 1(1)*, 26-36.
- Santos, J. A., Bernardi, L. D., & Nascimento, M. (2020). Algoritmos y sistemas de parentesco: aproximaciones etnomatemáticas en la formación de profesores indígenas. *Boletim de Educação Matemática, 34(67)*, 628-650.
- Suárez Higuera, I. M., Acevedo Caicedo, M. M., & Huertas Campos, C. (2009). Etnomatemática, Educación Matemática e Invidencia. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática, 2(2)*, 18-51.
- Tamayo-Osorio, C. (2012). *(Re)significación del currículo escolar indígena, relativo al conocimiento [matemático], desde y para las prácticas sociales: el caso de los maestros indígenas Dule de la comunidad de Alto Caimán* [Trabajo de maestría]. Universidad de Antioquia, Medellín
- Teresi, D. (2002). *Lost Discoveries: The ancient roots of modern science – from the Babylonians to the Maya*. New York, NY: Simon & Schuster.
- Valencia Salinas, P., & Diaz Villaneda, E. (2019). *Estrategia didáctica para fortalecer el Razonamiento Algebraico fundamentada en la*



*Etnomatemática*. Licenciatura en Matemáticas y Física.  
Universidad de Antioquia, Antioquia, Colombia.

Velásquez, J., Martínez M., Quintero, B., & Sarsaneda, J. (2011).  
*Pueblos indígenas en Panamá: una bibliografía*. Panamá: Acción  
Cultural Ngöbe (ACUN).

Yojcom Rocché, D., Castillo Guerra, E., Gavarrete, M. E., Tun, M.,  
Pou Alberú, S., Flores López, W. O., Morales Aldana, L., &  
Aroca, A. (2016). El programa etnomatemática en Centroamérica  
y Norteamérica. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*,  
9(2), 202-237.

**Depósito Legal N°: 2023-02028**  
**ISBN: 978-612-49219-7-1**



Editorial Mar Caribe

[www.editorialmarcaribe.es](http://www.editorialmarcaribe.es)

Jr. Leoncio Prado, 1355. Magdalena del Mar, Lima-Perú

RUC: 15605646601

Contacto: +51932557744 / +51932604538 /  
[contacto@editorialmarcaribe.es](mailto:contacto@editorialmarcaribe.es)