



**Universidad Nacional de
Villarrica del Espíritu Santo**

Revista Científica

**VOL 10
Nº 1**

**ENERO - JUNIO 2026
ISSN 2618 - 0405**

Modelado etnomatemático Mbya Guaraní y preservación digital mediante el uso ético de la inteligencia artificial en la comunidad Ykua Poty

*Ethnomathematical Modeling of the Mbya Guaraní and Digital Preservation through the
Ethical Use of Artificial Intelligence in the Ykua Poty Community*

Francisco Javier Ruiz Díaz Miranda

Facultad de Ciencias, Sede Yuty, Universidad Nacional de Villarrica del Espíritu Santo
(UNVES), Yuty, Paraguay
<https://orcid.org/0009-0004-2705-9480>

Gustavo Ramón Torres González (Autor de correspondencia)

Facultad de Ciencias, Sede Yuty, Universidad Nacional de Villarrica del Espíritu Santo
(UNVES), Yuty, Paraguay
<https://orcid.org/0009-0003-8048-4147>
gustavor.torres@unves.edu.py

Fecha de recepción: 1 de abril de 2026

Fecha de aprobación: 29 de junio de 2026

Resumen

La presente investigación analiza la relación entre la etnomatemática Mbya guaraní y el uso potencial de la inteligencia artificial (IA) en la comunidad Ykua Poty, Yuty (Paraguay). El objetivo fue identificar patrones geométricos y sistemas de medición ancestrales del pueblo Mbya guaraní, a fin de proponer un modelo de salvaguarda digital respetuoso de la propiedad intelectual colectiva. Se adoptó un enfoque cualitativo con diseño etnográfico, mediante entrevistas en profundidad y observación participante.



Los resultados evidencian el uso de unidades antropométricas, como el kuã (dedo), en la elaboración de la cestería (ajaka y yrupẽ), así como la presencia de principios geométricos en la arquitectura del opy (centro espiritual y comunitario). Asimismo, se identifican regularidades en los patrones de diseño susceptibles de ser documentadas mediante herramientas digitales y se registra el empleo del ysyopo hũ y el takuarembó como elementos de tensión estructural en la cultura material de la comunidad.

Se concluye que la articulación entre los saberes ancestrales del pueblo Mbya guaraní y las tecnologías emergentes, desde un enfoque ético e intercultural, puede contribuir a la justicia cognitiva, la preservación del patrimonio cultural y el fortalecimiento de la educación intercultural. En este marco, la investigación no desarrolló un sistema computacional operativo ni implementó modelos de inteligencia artificial, sino que propone un marco conceptual para futuros desarrollos de visión artificial ética orientados a la preservación digital del patrimonio cultural Mbya guaraní. Dicho marco contempla la eventual documentación y representación digital de patrones estéticos (pinta), siempre bajo principios de participación comunitaria, respeto a la lógica cultural, propiedad intelectual colectiva y soberanía tecnológica.

Palabras clave: Etnomatemática, Inteligencia Artificial, Pueblo Mbya Guaraní, Preservación Digital, Soberanía Tecnológica.

Abstract

This study examines the relationship between Mbya guaraní ethnomathematics and the potential use of artificial intelligence (AI) in the Ykua Poty community, Yuty, Paraguay. The objective was to identify traditional geometric patterns and measurement systems of the Mbya guaraní people in order to propose a conceptual framework for digital preservation that respects collective intellectual property and the community's sovereignty over its ancestral knowledge. A qualitative ethnographic approach was adopted, based on in-depth interviews and participant observation.

The findings reveal the use of anthropometric units, such as the kuã (finger), in the production of traditional basketry (ajaka and yrupẽ), as well as the presence of geometric principles in the architecture of the opy (spiritual and community center). In addition, recurring design patterns suitable for digital documentation were identified, and the use of ysyopo hũ and takuarembó as structural binding materials was documented.



The study concludes that integrating Mbya guaraní ancestral knowledge with emerging technologies, within an ethical and intercultural framework, can contribute to cognitive justice, the preservation of cultural heritage, and the strengthening of intercultural education. In this context, the research did not develop an operational computational system or implement artificial intelligence models. Instead, it proposes a conceptual framework for future developments in ethical computer vision aimed at the digital preservation of Mbya Guaraní cultural heritage. This framework envisages the digital documentation and representation of traditional aesthetic patterns (pinta) while respecting the community's cultural logic, collective intellectual property, participatory governance, and technological sovereignty.

Keywords: Ethnomathematics, Artificial Intelligence, Mbya Guaraní People, Digital Preservation, Technological Sovereignty.

1. Introducción

En las últimas décadas, el reconocimiento de la diversidad epistémica ha impulsado el desarrollo de enfoques educativos orientados a la integración de los conocimientos tradicionales en los sistemas formales de enseñanza. En este contexto, la etnomatemática, propuesta por D'Ambrosio (2006), concibe a las matemáticas no como un lenguaje universal abstracto, sino como un producto cultural dinámico que emerge de la necesidad de los grupos humanos de comprender, interpretar y organizar su entorno (ethno-mathema-tics). Desde esta perspectiva, el conocimiento matemático se configura como una respuesta situada a desafíos ambientales, sociales y espirituales específicos.

No obstante, pueblos indígenas como el Mbya guaraní en Paraguay enfrentan una doble problemática: por un lado, la progresiva erosión de sus saberes ancestrales debido a las presiones de la globalización; por otro, la limitada disponibilidad de materiales pedagógicos que incorporen y respeten su cosmovisión.

En la comunidad Ykua Poty, ubicada en la compañía Santa Potrero, distrito de Yuty (Caazapá), prácticas como la cestería con ysypo hũ y la arquitectura circular evidencian una significativa complejidad lógica y geométrica. Estos sistemas de conocimiento se encuentran en riesgo de desaparición si no son documentados mediante metodologías que reconozcan tanto su carácter inmaterial como su rigor técnico intrínseco.



Considerando la dinámica sociocultural y el carácter seminómada de la comunidad, se plantea la necesidad de estrategias de salvaguarda que superen los repositorios estáticos tradicionales. En este sentido, la Inteligencia Artificial (IA) se perfila como una herramienta potencial no solo para la identificación de patrones, sino también para el procesamiento de la lógica subyacente en prácticas como la cestería y la arquitectura, bajo un enfoque de IA ética y soberanía de datos. Este enfoque busca evitar el extractivismo informativo y contribuir a la transformación del patrimonio inmaterial en un activo digital protegido, fortaleciendo así la identidad cultural indígena.

En consecuencia, el presente estudio tiene como objetivo analizar las manifestaciones etnomatemáticas de la comunidad Ykua Poty, con el fin de proponer un modelo de preservación digital que articule la tradición oral con herramientas tecnológicas contemporáneas. Se aspira, en última instancia, a contribuir al desarrollo de una educación intercultural orientada a la justicia cognitiva y a la resiliencia cultural de los pueblos indígenas en el contexto de la era digital.

2. Marco teórico y antecedentes de la investigación

2.1 Fundamentos de la etnomatemática

La etnomatemática se consolida como un campo interdisciplinario que trasciende la aritmética formal para analizar las formas de pensamiento lógico en contextos socioculturales diversos. D'Ambrosio (2006) la define como el estudio de las técnicas y mitos (matema) que emergen en grupos identificables (etnos) para explicar, comprender y modelar su realidad. Desde esta perspectiva, las matemáticas dejan de concebirse como un sistema universal y neutro, y pasan a entenderse como una construcción cultural situada (Rosa & Orey, 2016), en la que el conocimiento es inseparable de las necesidades sociales y simbólicas de cada grupo.

De manera complementaria, Bishop (1988) identifica seis actividades universales — contar, localizar, medir, diseñar, jugar y explicar— que constituyen la base de estos sistemas cognitivos. No obstante, para los fines de esta investigación, resulta fundamental destacar que dichas actividades no operan de forma aislada, sino que se encuentran imbricadas en una ontología relacional. Esto implica que el saber matemático no solo posee un carácter utilitario, sino que también desafía el eurocentrismo educativo al proponer una racionalidad propia y contextualizada (Powell & Frankenstein, 1997), esencial para la construcción de la identidad de los pueblos originarios.



2.2 Etnomatemática en América Latina y el contexto guaraní

En el contexto latinoamericano, la investigación en etnomatemática ha evidenciado que la praxis productiva y la arquitectura indígena contienen una lógica espacial y geométrica de alta complejidad (Gerdes, 1999; Knijnik, 2012). Estudios recientes demuestran que estas comunidades emplean sistemas matemáticos sofisticados en la planificación de su hábitat, lo que revela una racionalidad territorial propia (Rivera, 2020). En el ámbito guaraní, autores como Cadogan (1959) y Melià (1988) han destacado la simbiosis entre el orden natural y el social, donde el pensamiento matemático se encuentra imbuido de significado espiritual y de relaciones de reciprocidad.

En estas culturas, la matemática se expresa a través de la antropometría —el uso del cuerpo como patrón de medida— y la biomímesis, en la que los patrones geométricos presentes en la artesanía y la construcción representan un modelado analógico de la biodiversidad circundante. Sin embargo, la literatura advierte que estos saberes, de carácter predominantemente oral y práctico, enfrentan una situación de vulnerabilidad crítica ante los procesos de globalización y la presión de los sistemas educativos formales (Gómez, 2020). Esta realidad plantea la necesidad urgente de desarrollar mecanismos de salvaguarda que respeten la autonomía y la cosmovisión de los pueblos indígenas.

2.3 Aprendizaje situado e inteligencia artificial ética

El proceso de transmisión del conocimiento en las comunidades Mbya guaraní se fundamenta en el aprendizaje situado (Lave & Wenger, 1991), un modelo en el que el saber se adquiere mediante la participación activa en la práctica cotidiana y la observación intergeneracional. Este tipo de aprendizaje, profundamente vinculado al entorno biológico y cultural, requiere estrategias de preservación que no alteren su esencia comunitaria.

En este contexto, las tecnologías de inteligencia artificial (IA) emergen como herramientas con potencial para la salvaguarda del conocimiento, superando las limitaciones de los repositorios digitales estáticos (Holmes et al., 2021). Según Luckin et al. (2016), la IA permite desarrollar sistemas capaces de modelar y adaptarse a lógicas complejas, lo que resulta particularmente pertinente para captar la naturaleza dinámica del saber etnomatemático. No obstante, su implementación en contextos indígenas exige la adopción de un marco riguroso basado en la ética de la IA y la soberanía de los datos.



Esto implica que la tecnología no debe actuar como un mecanismo de extracción o sustitución del Arandu (sabio), sino como un soporte para la resiliencia cultural. En consecuencia, el objetivo es fortalecer la transmisión de la ontología matemática oral hacia las nuevas generaciones, garantizando que el diseño algorítmico sea participativo y respete los protocolos culturales propios de la comunidad.

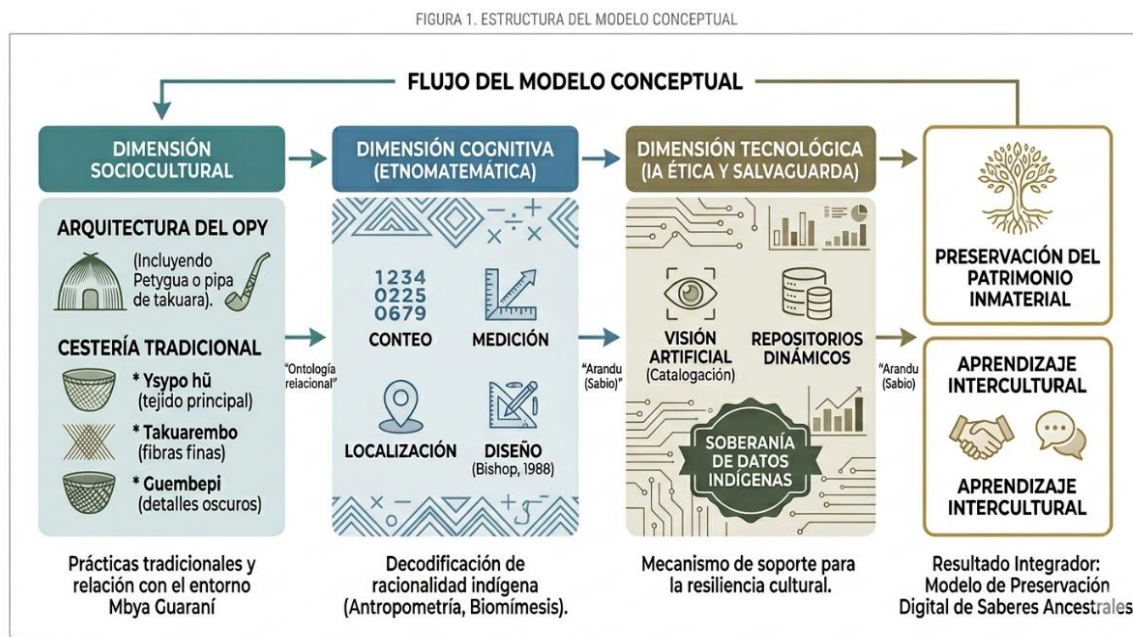
3. Modelo conceptual del estudio

El presente estudio se estructura a partir de un modelo conceptual de carácter sistémico que integra tres dimensiones interrelacionadas: la dimensión sociocultural, la dimensión cognitiva (etnomatemática) y la dimensión tecnológica (inteligencia artificial ética). Esta articulación permite comprender cómo los saberes ancestrales del pueblo Mbya guaraní pueden ser documentados y proyectados hacia estrategias de preservación digital sin desvincularlos de su contexto cultural, garantizando el respeto a su cosmovisión, a su propiedad intelectual colectiva y a su soberanía sobre el conocimiento.

La dimensión sociocultural constituye el punto de partida del modelo, pues reconoce que el conocimiento etnomatemático surge de prácticas comunitarias vinculadas con el territorio, la producción artesanal y la transmisión intergeneracional de saberes. Sobre esta base se desarrolla la dimensión cognitiva, orientada a identificar y sistematizar los principios de medición, diseño y organización espacial presentes en dichas prácticas. Finalmente, la dimensión tecnológica representa una proyección metodológica derivada de los hallazgos etnográficos, concebida como un marco conceptual para futuras aplicaciones de inteligencia artificial ética.

En consecuencia, la presente investigación no implementó un sistema computacional funcional ni desarrolló modelos de aprendizaje profundo, sino que identifica los requerimientos conceptuales, metodológicos y éticos que deberían orientar futuros desarrollos de visión artificial destinados a la preservación digital del patrimonio cultural Mbya guaraní. Desde esta perspectiva, la inteligencia artificial se concibe como una herramienta de apoyo para la documentación y salvaguarda del conocimiento tradicional, siempre bajo principios de participación comunitaria, transparencia algorítmica y control local sobre los datos culturales.

FIGURA 1. ESTRUCTURA DEL MODELO CONCEPTUAL



A continuación, se describen los componentes que conforman el flujo del modelo (ver Figura 1):

A continuación, se describen los componentes que conforman el flujo del modelo:

I. Dimensión sociocultural (contexto situado). Constituye el eje central de la investigación y se fundamenta en la praxis cotidiana de la comunidad Ykua Poty. En este contexto, las actividades de subsistencia —particularmente la agricultura—, la arquitectura ritual del Opy (incluyendo elementos simbólicos como el petygua o pipa de takuara) y la compleja cultura material de la cestería —basada en el uso de fibras naturales como ysypo hũ, takuarembó y guembepi— configuran formas específicas de relación con el espacio, el tiempo y la materia. Estas prácticas no solo responden a necesidades funcionales, sino que también expresan una cosmovisión integral.

II. Dimensión cognitiva (abstracción etnomatemática). Funciona como el núcleo analítico del modelo. A partir de la observación sistemática de las prácticas socioculturales, se identifican procesos de abstracción que Bishop (1988) conceptualiza como actividades universales, tales



como la medición, el diseño y la localización. En esta dimensión, el conocimiento es interpretado desde una racionalidad indígena, en la que la antropometría y la biomímesis operan como mecanismos que permiten traducir los patrones de la naturaleza en estructuras matemáticas culturalmente situadas.

III. Dimensión tecnológica (inteligencia artificial ética y salvaguarda). Representa el componente innovador del estudio. El modelo propone el uso de la inteligencia artificial (IA) no como un fin en sí mismo, sino como una herramienta de soporte orientada a la resiliencia cultural. En particular, se plantea la aplicación de técnicas de visión artificial para la identificación y catalogación de patrones geométricos presentes en la cestería y en la arquitectura. Este proceso se enmarca en un enfoque de soberanía de datos, que garantiza que el conocimiento generado permanezca bajo control de la comunidad y se gestione de acuerdo con sus principios culturales.

4. Metodología

La presente investigación se inscribe en el paradigma constructivista, con un enfoque cualitativo de alcance descriptivo-explicativo. Se adopta un diseño de estudio de caso con orientación etnográfica, el cual permite una inmersión profunda en la realidad sociocultural de la comunidad Mbya guaraní de Ykua Poty, con el propósito de interpretar la lógica matemática desde su cosmovisión y praxis cotidiana.

4.1. Contexto y sujetos de estudio

La comunidad Ykua Poty presenta una dinámica poblacional de carácter seminómada, con un promedio de 52 integrantes, cuyos ciclos de movilidad evidencian la necesidad de implementar estrategias de preservación digital que permitan registrar el conocimiento situado.

La muestra, de carácter no probabilístico e intencional, estuvo conformada por siete informantes clave: un Arandu (sabio), una lideresa, una artesana, dos miembros activos de la comunidad y dos docentes del ámbito escolar indígena. La inclusión de los docentes responde a su rol como mediadores interculturales, ya que facilitan la traducción de la praxis etnomatemática — por ejemplo, el uso de recursos del entorno como el *ysypo hũ* y el *takuarembó*— hacia el lenguaje pedagógico formal. Esta articulación contribuye a lo que Barton (2008) denomina el “lenguaje de las historias matemáticas” en un contexto de transmisión intergeneracional.



4.2. Protocolo ético y soberanía de datos

El protocolo de investigación se alineó con los principios internacionales de soberanía de datos indígenas, sustentándose en el consentimiento informado debidamente documentado. Asimismo, se garantizó que el uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) respetara la propiedad intelectual colectiva y la ontología cultural y espiritual de la comunidad, evitando prácticas extractivas o de apropiación indebida del conocimiento.

4.3. Procedimiento y fases de la investigación

El proceso investigativo se desarrolló en tres fases secuenciales, con el fin de asegurar la consistencia y validez de los datos:

Fase 1. Etnografía de campo y recolección de datos. Se realizaron observaciones participantes y entrevistas semiestructuradas centradas en los sistemas de medición antropométrica, la geometría aplicada y las lógicas de conteo presentes en la vida cotidiana.

Fase 2. Modelado y categorización. Los saberes recopilados fueron organizados en una ontología de saberes tradicionales, estructurando un repositorio digital que respeta la jerarquía cognitiva de la comunidad (medición, diseño y clasificación botánica).

Fase 3. Procesamiento tecnológico y validación. A partir de las categorías etnomatemáticas identificadas durante el trabajo de campo se elaboró una propuesta conceptual de aplicación de técnicas de visión artificial orientadas al reconocimiento de patrones geométricos presentes en la cestería y otros objetos culturales. No se desarrolló ni entrenó un modelo computacional durante esta investigación. La validación consistió en la revisión participativa del modelo conceptual por parte de los líderes y artesanos de la comunidad, quienes evaluaron la correspondencia entre las categorías analíticas y la interpretación cultural de los diseños ('pinta'), conforme a un enfoque de inteligencia artificial explicable o de 'caja transparente'.

4.4. Sistema de codificación cualitativa

Para el análisis de la información empírica se empleó una matriz de codificación cualitativa, la cual permitió la triangulación entre los datos observados, la interpretación etnomatemática y las variables consideradas en el modelo de IA. Como se detalla en la Tabla 1, esta matriz articula la evidencia empírica con su interpretación científica.

Tabla 1. Matriz de codificación cualitativa de hallazgos en Ykua Poty

Código	Categoría	Subcategoría	Evidencia empírica	Interpretación Científica
ETN01	Aprendizaje matemático comunitario	Observación	Los niños aprenden observando las actividades de los adultos	Aprendizaje situado: participación periférica legítima
ETN02	Medición tradicional	Antropometría	Uso de dedos (kuã), cuartas, brazos y palma (popyte) para medir artesanías	Estandarización no métrica: el cuerpo como patrón de medida
ETN03	Geometría cultural	Biomímesis	Diseños zoomorfos en cestería y tallado de kurupika'y.	Modelado analógico: Abstracción de estructuras biológicas.
ETN04	Organización espacial	Arquitectura vernácula	Viviendas circulares (Opy) y uso del petygua.	Geometría Sagrada: Aplicación del diámetro y circunferencia ($C = \pi d$).
ETN05	Tecnología de Materiales	Sujeción estructural	Uso del ysyipo hũ (alambre de atar natural) y hoja de palma.	Ingeniería de materiales: Resiliencia y tracción aplicada.
ETN06	Lógica Temporal	Ciclos Naturales	Movilidad según ciclos estacionales y siembra.	Etnomatemática del tiempo: Calendarios dinámicos no lineales.
ETN07	Taxonomía Botánica	Clasificación técnica	Diferenciación de fibras: takuarembo, guembepi y takuarilla.	Sistemas de Clasificación: Lógica de conjuntos por propiedad física.

5. Resultados

Los hallazgos evidencian la existencia de una estructura de pensamiento matemático profundamente integrada en la ontología Mbya guaraní de la comunidad Ykua Poty. En este contexto, las prácticas de medición, diseño y conteo no se configuran como procesos abstractos, sino como mecanismos relacionales que articulan la interacción con el entorno natural y espiritual.



5.1 Etnometría y antropometría: el kuã como calibrador técnico

La estandarización de las medidas en la comunidad no se fundamenta en un sistema métrico decimal externo, sino en una etnometría basada en el cuerpo humano. Las unidades de medida derivan principalmente de las extremidades superiores, destacándose el rol del kuã (dedo) como instrumento de precisión:

Kuã (dedo). De acuerdo con los testimonios de la artesana principal, corroborados por el docente con mayor antigüedad en la institución, el kuã trasciende la medición lineal para funcionar como un calibrador de paso y densidad. En el tejido del yrupë (zarandeador o tamiz), el uso del dedo permite mantener una apertura de malla uniforme, lo que optimiza el proceso de tamizado de granos. En la elaboración del ajaka (canasto), el kuã regula la densidad del trenzado entre fibras de takuarembo y guembepi, contribuyendo a la resistencia estructural de la pieza.

Popyte (cuarta o palmo). Se emplea como unidad de escala intermedia. Se observó que las dimensiones de los canastos mantienen una relación proporcional constante con el popyte del artesano, lo cual garantiza la simetría y el equilibrio funcional de la carga.

Brazada. Utilizada como unidad de escala mayor, especialmente en la delimitación del perímetro del Opy y en la determinación de la longitud de los horcones de madera. Esta medida establece una correspondencia directa entre la envergadura del constructor y la habitabilidad del espacio.

5.2 Ingeniería vernácula y geometría del Opy

La construcción del Opy (vivienda ritual) constituye un claro ejemplo de articulación entre geometría funcional y significado simbólico. Los datos de campo permiten identificar soluciones de ingeniería vernácula de alta complejidad:

Sujeción estructural y materiales. Se documentó el uso del ysypo hũ como un elemento de sujeción natural con propiedades elásticas y alta resistencia a la tracción. Su función es análoga al alambre de amarre en la construcción convencional, ya que permite absorber tensiones dinámicas —como las generadas por el viento— sin comprometer la integridad de la estructura de madera o takuarilla. Asimismo, contribuye a la estabilidad del entramado del techo de hojas de palma y de las paredes de estaqueo con barro.



Modelado radial. Para el trazado de la base circular del Opy, se utiliza una cuerda equivalente a la medida de una brazada como radio, lo que permite una aproximación empírica a la relación entre circunferencia y radio ($C = 2\pi r$). Esta configuración radial no solo responde a criterios técnicos, sino que también posee un fundamento ontológico, en tanto reproduce el orden circular del universo, asociado simbólicamente a la luna, según los testimonios de los líderes comunitarios.

5.3 Biomímesis y patrones algorítmicos en la artesanía

El análisis de los patrones presentes en la cestería y en las figuras zoomorfas revela procesos de modelado basados en la abstracción de la naturaleza:

Regularidad y repetición estructural. El uso sistemático del kuã como unidad de referencia genera secuencias de fibras con densidad homogénea, lo que, en términos computacionales, puede interpretarse como un patrón de repetición con paso constante.

Simetría bilateral. En el tallado en madera de kurupika'y, los artesanos reproducen la simetría de los seres vivos mediante un proceso de “espejado” visual intuitivo. Este procedimiento evidencia un conocimiento implícito de la proporcionalidad entre las partes del objeto (por ejemplo, relación cabeza-cuerpo), así como un dominio práctico de la escala.

5.4 Alcance de la propuesta tecnológica

La investigación no implementó algoritmos de aprendizaje profundo sobre imágenes digitales de la comunidad. Los resultados permitieron identificar patrones geométricos, antropométricos y biomiméticos susceptibles de ser utilizados como base para futuros desarrollos de visión artificial ética. En consecuencia, el principal resultado tecnológico consiste en la definición de un modelo conceptual que establece las categorías culturales, los criterios éticos y las condiciones de gobernanza necesarias para un eventual sistema de reconocimiento automatizado de patrones tradicionales bajo control comunitario.

6. Discusión

La convergencia entre los hallazgos obtenidos en la comunidad Ykua Poty y las tendencias teóricas de la etnomatemática contemporánea evidencia una consistencia epistemológica que trasciende la mera descripción técnica, situando el conocimiento matemático como una construcción cultural dinámica e interdependiente.



6.1 Geometría situada y rigor material

Los testimonios recogidos permiten afirmar que el saber ancestral constituye un sistema vivo de resolución de problemas. El uso de materiales como el ysypo hũ y el takuarembó para garantizar la estabilidad estructural respalda la tesis de Gerdes (1999) sobre la geometría inherente a la naturaleza. En este contexto, el artesano no se limita a reproducir formas, sino que ejecuta procesos sistemáticos —asimilables a algoritmos manuales— basados en principios de tensión, equilibrio y simetría.

Asimismo, la medición mediante brazadas para configurar la circunferencia funcional del Opy, sustentada en la observación empírica y el conocimiento acumulado, evidencia una geometría analógica que prescinde del formalismo euclidiano, sin comprometer la eficiencia estructural ni la habitabilidad del espacio.

6.2 La pinta como métrica de precisión cultural

La presencia de patrones zoomorfos —como representaciones de serpientes o pelajes de animales— en la producción artesanal se alinea con lo planteado por Rosa y Orey (2016), quienes conciben la etnomatemática como una respuesta cultural a las demandas del entorno. En este sentido, la noción de pinta, lejos de constituir un elemento meramente estético, opera como una métrica de precisión cultural.

Los relatos de la artesana evidencian que el tallado y el tejido implican un modelado geométrico funcional, donde la cantidad de figuras y el uso del kuã (dedo) como unidad de calibración aseguran la proporcionalidad escalar de los objetos. De este modo, la estética se integra al cálculo como una forma de conocimiento situado.

6.3 Lo sagrado como resguardo de complejidad

Un hallazgo relevante es la elaboración del petygua (pipa) a partir de ña'ũ (barro) y takuara (especie de bambú), cuya producción trasciende lo utilitario para inscribirse en el ámbito ritual. En concordancia con León-Portilla (2006) y D'Ambrosio (2006), la manufactura de objetos sagrados puede interpretarse como la materialización de una geometría simbólica.

Los encargos especiales mencionados por la artesana funcionan como dispositivos de resguardo del conocimiento complejo, al situarse dentro de una esfera espiritual que limita su



difusión indiscriminada. Este mecanismo contribuye a la preservación de saberes frente a procesos de apropiación o erosión cultural.

6.4 Economía de reciprocidad y conteo situado

El sistema de conteo, basado en elementos naturales, así como la lógica de intercambio comunitario (minga o trueque) descrita por la lideresa, se corresponden con las prácticas de matema planteadas por D'Ambrosio (2006). En este marco, el valor de intercambio —por ejemplo, tres gallinas por un lechón— no responde únicamente a una operación aritmética, sino a una lógica de equilibrio social.

En consecuencia, la matemática en Ykua Poty no se orienta hacia la acumulación abstracta, sino hacia la sostenibilidad de las relaciones comunitarias, lo que refuerza su carácter de sistema cultural situado y funcional.

6.5 Inteligencia artificial como herramienta de soberanía digital

La dimensión tecnológica propuesta en este estudio no constituye un resultado experimental, sino una proyección metodológica derivada de los hallazgos etnográficos. En consecuencia, las aplicaciones de inteligencia artificial discutidas a continuación deben entenderse como una agenda de investigación orientada a la preservación digital del patrimonio cultural Mbya guaraní y no como herramientas implementadas durante el trabajo de campo.

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) ética se inscribe en los debates contemporáneos planteados por Holmes et al. (2021) y Luckin et al. (2016), reinterpretados desde una perspectiva decolonial. A partir del análisis etnográfico de prácticas como la cestería y las técnicas tradicionales de caza (ñuhã), los hallazgos permiten proyectar la IA como una herramienta potencial para la documentación y protección del conocimiento indígena, siempre subordinada a los principios de soberanía cultural y participación comunitaria.

En este sentido, los hallazgos etnográficos obtenidos permiten proyectar futuras aplicaciones de modelos de aprendizaje profundo y técnicas de visión artificial para el reconocimiento de patrones de simetría y estructuración geométrica presentes en la cestería y otros objetos culturales. La investigación no desarrolló ni evaluó dichos modelos computacionales, sino que identifica los criterios conceptuales, culturales y éticos necesarios para orientar futuros desarrollos tecnológicos. Bajo este enfoque, la eventual traducción de estos patrones a registros



digitales podría contribuir a la protección de la propiedad intelectual colectiva y facilitar mecanismos de identificación de usos indebidos del patrimonio cultural en entornos digitales.

De esta manera, la inteligencia artificial ética se plantea como una herramienta con potencial para fortalecer la soberanía cultural, siempre que su desarrollo se realice bajo procesos participativos que garanticen el control comunitario sobre los datos y el respeto a la propiedad intelectual colectiva. Desde esta perspectiva, la tecnología deja de concebirse como un mecanismo extractivo y pasa a entenderse como un posible instrumento de documentación, preservación y autonomía cultural.

6.6 Implicaciones teóricas y prácticas

Las implicaciones de este estudio trascienden el ámbito local de Ykua Poty. En el plano teórico, se propone una aproximación a la “etnomatemática digital”, en la cual la inteligencia artificial opera como un puente entre las lógicas ancestrales y los sistemas computacionales, cuestionando la concepción de la tecnología como un agente exclusivamente externo o colonial.

En el plano práctico, los resultados permiten identificar posibilidades para el futuro desarrollo de modelos de aprendizaje automático y visión artificial orientados al reconocimiento de constantes antropométricas —como la denominada “constante kuã”— y de patrones geométricos presentes en la cultura material Mbya guaraní. Estas aplicaciones deberán construirse a partir de procesos participativos que respeten los principios de soberanía tecnológica y gobernanza indígena sobre los datos culturales.

Finalmente, en el ámbito educativo, los resultados plantean la necesidad de reconfigurar la educación bilingüe e intercultural en Paraguay, promoviendo el reconocimiento del saber del artesano y del Arandu como formas legítimas de conocimiento científico, en igualdad de condiciones con los enfoques curriculares convencionales.

7. Conclusiones

La investigación desarrollada en la comunidad Mbya guaraní de Ykua Poty permite concluir que su sistema etnomatemático constituye una estructura de conocimiento robusta, dinámica y culturalmente situada, cuya lógica interna cuestiona la concepción de las matemáticas como un saber exclusivamente universal y descontextualizado.



Las prácticas de medición, diseño, construcción y organización espacial documentadas evidencian que el conocimiento matemático emerge de la interacción entre el territorio, la experiencia cotidiana y la cosmovisión indígena. En este sentido, su preservación resulta fundamental no solo como parte del patrimonio cultural paraguayo, sino también como un aporte significativo al diálogo intercultural y a la ampliación de las perspectivas contemporáneas sobre la producción del conocimiento científico.

Los resultados muestran que el empleo de materiales como el ysyro hũ y el takuarembó, articulado con sistemas de medición antropométricos como el kuã y el popyte, responde a principios de geometría aplicada y organización espacial contruidos a partir de la experiencia comunitaria. Lejos de constituir prácticas rudimentarias, estos saberes expresan formas complejas de razonamiento técnico y cultural que integran funcionalidad, simbolismo y adaptación al entorno. Esta evidencia sustenta la necesidad de fortalecer la educación intercultural mediante propuestas curriculares que reconozcan la etnomatemática indígena como una forma legítima de producción de conocimiento y contribuyan al fortalecimiento de la autonomía cognitiva de las comunidades.

Asimismo, la investigación permitió identificar las bases conceptuales para futuras aplicaciones de inteligencia artificial ética orientadas a la preservación digital del patrimonio cultural Mbya guaraní. El estudio no implementó modelos de aprendizaje profundo ni desarrolló sistemas de visión artificial, sino que propone un marco metodológico que orienta el diseño de futuras herramientas tecnológicas respetuosas de la gobernanza indígena, la propiedad intelectual colectiva y la soberanía sobre los datos culturales. Desde esta perspectiva, la eventual documentación digital de patrones tradicionales —como la pinta presente en la cestería— constituye una posibilidad para fortalecer la protección y transmisión del conocimiento ancestral sin descontextualizar su significado cultural.

Finalmente, se concluye que la incorporación de la inteligencia artificial en el estudio de los saberes ancestrales solo resulta pertinente cuando se concibe como una herramienta complementaria al conocimiento comunitario y no como un mecanismo de sustitución de los procesos tradicionales de transmisión cultural. Situar el conocimiento del Arandu como referencia para la validación de futuras aplicaciones tecnológicas permite articular innovación y tradición desde una perspectiva de justicia cognitiva. En este marco, la preservación digital se proyecta como una estrategia para fortalecer la diversidad epistémica, promover la continuidad del



patrimonio cultural Mbya guaraní y ampliar las posibilidades de diálogo entre los conocimientos indígenas y la investigación científica contemporánea.

8. Limitaciones y prospectiva de investigación

A pesar del rigor metodológico adoptado, el estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas al interpretar sus resultados. En primer lugar, el alcance geográfico y poblacional se circunscribe a un estudio de caso etnográfico desarrollado en la comunidad Mbya guaraní Ykua Poty. En consecuencia, la extrapolación de los hallazgos al conjunto del pueblo Mbya guaraní debe realizarse con cautela, considerando las variaciones territoriales, históricas y culturales que pueden existir en prácticas como la cestería, la arquitectura y los sistemas de medición tradicionales.

En segundo lugar, la investigación se centró principalmente en las manifestaciones etnomatemáticas relacionadas con la cestería —especialmente el uso del *ysypo hũ* y el *takuarembó*—, la arquitectura vernácula y las dinámicas locales de intercambio. En consecuencia, otros ámbitos igualmente relevantes de la cultura Mbya guaraní, como la astronomía indígena, los sistemas de parentesco, la organización ritual o los calendarios ecológicos, quedaron fuera del alcance del presente estudio y constituyen líneas pertinentes para futuras investigaciones.

En tercer lugar, la dimensión tecnológica se desarrolló exclusivamente en el plano conceptual y metodológico. Si bien la investigación identifica patrones etnomatemáticos susceptibles de ser documentados mediante herramientas digitales, no se implementó un sistema computacional funcional, ni se entrenaron modelos de aprendizaje profundo o de visión artificial. Asimismo, la traducción de conceptos ontológicos complejos, como el *Ayvu* (palabra-alma), al lenguaje técnico de la inteligencia artificial plantea desafíos epistemológicos e interpretativos, debido al riesgo de simplificar dimensiones culturales y espirituales que difícilmente pueden representarse mediante modelos algorítmicos.

No obstante, estas limitaciones delinean una agenda de investigación con importantes proyecciones interdisciplinarias. En el ámbito tecnológico, los resultados proporcionan una base conceptual para el desarrollo futuro de herramientas de visión artificial e inteligencia artificial ética orientadas al reconocimiento de patrones geométricos presentes en la cultura material Mbya guaraní. Dichos desarrollos deberán construirse mediante procesos participativos de validación comunitaria, garantizando la soberanía sobre los datos culturales, la transparencia de los modelos y el respeto a la propiedad intelectual colectiva.



Asimismo, futuras investigaciones podrán desarrollar prototipos computacionales basados en los patrones etnomatemáticos aquí documentados y evaluar su desempeño técnico en contextos controlados, siempre en articulación con los criterios culturales definidos por la propia comunidad. También resultará pertinente profundizar en el análisis comparativo de patrones geométricos presentes en fibras naturales y otros objetos culturales, explorando su potencial aplicación en mecanismos de documentación y certificación digital del patrimonio indígena.

Finalmente, se recomienda avanzar en investigaciones sobre transposición didáctica intercultural que evalúen el impacto de la incorporación de la etnomatemática como eje articulador del currículo en el rendimiento académico, la revitalización de los saberes tradicionales y la construcción identitaria de estudiantes indígenas, particularmente en las comunidades Mbya guaraní del departamento de Caazapá.

Referencias bibliográficas

Barton, B. (2008). *The language of mathematics: Telling mathematical stories*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-0-387-72859-9>

Bishop, A. J. (1988). *Enculturación matemática: Un estudio de la propiedad cultural de la educación matemática*. Paidós.

Cadogan, L. (1959). *Ayvu Rapyta: Textos míticos de los Mbyá-Guaraní del Guairá*. Universidad de São Paulo.

D'Ambrosio, U. (2006). *Etnomatemática: Eslabón entre las tradiciones y la modernidad* (2.^a ed.). Autêntica.

Gerdes, P. (1999). *Geometry from Africa: Mathematical practices in African societies*. Mathematical Association of America.

Gómez, A. M. (2020). *La enseñanza de las matemáticas en la escuela indígena Mbya Guarani* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Asunción].

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2021). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Knijnik, G. (2012). *Ethnomathematics and education*. Sense Publishers.
<https://doi.org/10.1007/978-94-6091-801-8>



Universidad Nacional de Villarrica del Espíritu Santo

Revista Científica

**VOL 10
Nº 1**

**ENERO - JUNIO 2026
ISSN 2618 - 0405**

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>

León-Portilla, M. (2006). *La filosofía náhuatl estudiada en sus fuentes*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.

Martínez, R. (2017). *Arte y matemáticas en el diseño indígena*. Editorial Universitaria.

Melià, B. (1988). *El guaraní: Experiencia religiosa y económica*. Biblioteca Paraguaya de Antropología.

Powell, A. B., & Frankenstein, M. (1997). *Ethnomathematics: Challenging Eurocentrism in mathematics education*. State University of New York Press.

Rivera, L. (2020). *Matemáticas andinas y agricultura tradicional*. Universidad Nacional de San Marcos.

Rosa, M., & Orey, D. C. (2016). State of the art in ethnomathematics. En M. Rosa (Ed.), *Current and future perspectives of ethnomathematics as a program* (pp. 11–38). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30138-9_2