

Marroquin-Franco & Echeverry-Gómez (2027) Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*(19) 138- 161  
DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.26191.119>

Artículo recibido el 03 de Agosto 2025; Aceptado el 15 de Mayo de 2026

## Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo.

### Etnogeometry in the Iconographies of Mushrooms in Rock Art around the World.

Río Marroquín-Franco<sup>1</sup>  
Brahyan Echeverry Gómez<sup>2</sup>

#### Resumen

El presente estudio explora la intersección entre la etnomicología y la etnomatemática mediante el análisis etnogeométrico de representaciones de hongos en el arte rupestre (AR) a escala global. A partir de una revisión sistemática de la literatura y un enfoque de estudio de caso múltiple, se analizaron trece sitios arqueológicos en diferentes continentes. Se construyó una matriz binaria de presencia/ausencia de tipos geométricos (euclidiana, fractal, proyectiva, de simetría y topológica), interpretados como cuantificadores analíticos universales. Mediante un Análisis de Coordenadas Principales (PCoA) basado en distancias de Jaccard, se identificaron patrones de similitud y agrupamientos etnogeométricos entre sitios. Los resultados evidencian la existencia de estructuras geométricas recurrentes y convergencias simbólicas transcontinentales, posiblemente vinculadas a procesos cognitivos universales y a experiencias visionarias inducidas por enteógenos. Se concluye que la geometría constituye un lenguaje estructural en la codificación visual del arte rupestre fúngico, e integra dimensiones cognitivas, culturales y simbólicas.

**Palabras clave:** *etnomicología, etnomatemáticas, funga, Psilocybe, Amanita, chamanismo.*

#### Abstract

This study explores the intersection between ethnomycology and ethnomathematics through an ethnogeometric analysis of fungal representations in rock art worldwide. A systematic review and multiple case study approach were conducted across thirteen archaeological sites. A binary matrix of geometric types (Euclidean, fractal, projective, symmetry, and topological) was constructed as universal analytical quantifiers. Principal Coordinates Analysis (PCoA) based on Jaccard distances revealed patterns of similarity and clustering among sites. Results indicate recurrent geometric structures and transcontinental symbolic convergence, potentially linked to universal cognitive processes and entheogenic experiences. Geometry is interpreted as a structural language underlying the symbolic encoding of fungal rock art.

**keywords:** *ethnomycology, ethnomathematics, funga, Psilocybe, Amanita, shamanism.*

<sup>1</sup> Maestría en Ciencias en Biosistemática y Manejo de Recursos Naturales y Agrícolas, Universidad de Guadalajara, México; Biólogo Universidad de Antioquia (UdeA); Investigador en el Semillero de Investigación y Creación La Funga Colectiva, Medellín, Colombia. E-mail: [rio.marroquin5522@alumnos.udg.mx](mailto:rio.marroquin5522@alumnos.udg.mx)

<sup>2</sup> Magíster en Educación Universidad Católica del Oriente (UCO); Licenciado en Matemáticas e Informática Universidad Cooperativa de Colombia (UCC), Medellín, Colombia. E-mail: [deroterdame@gmail.com](mailto:deroterdame@gmail.com)

## 1. INTRODUCCIÓN

El Arte Rupestre (AR) constituye una de las manifestaciones más tempranas y complejas del pensamiento simbólico humano, en el que convergen sistemas de representaciones visuales con dimensiones simbólicas estructuradas que codifican cosmovisiones, prácticas culturales, paleoecologías y sistemas de conocimiento (Whitley, 2005; Clottes y Lewis-Williams, 1998), en este sentido, el AR puede entenderse como un lenguaje visual en el que la organización espacial, la repetición de formas y la geometría constituyen elementos fundamentales en la transmisión de significados.

El AR tiene una amplia presencia global, y muestra una variabilidad significativa en términos de cronologías, técnicas, temáticas y contextos biogeoculturales. El término ‘AR’ proviene del latín *ars rupes*, que significa literalmente “arte sobre roca”, y ha servido como ventana al pensamiento simbólico de las sociedades antiguas (McDonald y Veth, 2013), este término designa un extenso repertorio de imágenes elaboradas sobre superficies pétreas, tanto en contextos protegidos (cuevas y abrigos rocosos) como en espacios abiertos (paredones, tepuyes y afloramientos rocosos) (Viana et al., 2017), que constituye un archivo visual único de comunicación no verbal, especial y significativo, de sus entornos, biodiversidad, cultura y prácticas sociales, así como de sus mundos simbólicos; fueron utilizados por múltiples generaciones para intercambiar información y ofrecen una plataforma permanente para compartir mensajes y experiencia más allá del alcance inmediato de la comunicación oral (Domingo y Gallinaro, 2021). Tradicionalmente, este tipo de manifestaciones se ha vinculado con producciones realizadas por sociedades precoloniales; sin embargo, la noción de AR comprende expresiones gráficas de cronología más reciente (Taçon et al., 2010; Berrojalbiz, 2015, Castaño-Urbe, 2019).

Dentro de este marco, las representaciones de hongos en el AR han adquirido una relevancia significativa en la investigación etnomicológica, debido a las múltiples evidencias que asocian especies del orden Agaricales con propiedades psicodélicas en contextos rituales y ceremoniales en diversas culturas alrededor del mundo (Samorini, 2001; Akers et al., 2011; Guzmán, 2008); estudios modernos afirman que especies del género *Psilocybe* facilitan estados

Marroquin-Franco & Echeverry-Gómez (2027) Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*(19) 138- 161  
DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.26191.119>

alterados de conciencia que influyen en la percepción, la cognición y la producción simbólica (Froese et al., 2016; Carod-Artal, 2015).

En este contexto, se ha planteado que las experiencias visionarias, provocadas por sustancias psicoactivas, podrían haber influido significativamente en la conceptualización no lineal del espacio y en la emergencia de un lenguaje visual complejo vinculado con hongos, danzas y prácticas chamánicas (Marroquin-Franco 2024). Estas experiencias generan patrones visuales recurrentes conocidos como fenómenos entópticos, los cuales incluyen formas geométricas como líneas, puntos, espirales, zig-zags y retículas, ampliamente documentadas en el arte rupestre de distintas regiones (Lewis-Williams y Dowson, 1988; Lewis-Williams, 2002; Winkelman, 2010). Dichos patrones reflejan tanto procesos neurocognitivos universales como reinterpretaciones culturales específicas que dan lugar a sistemas simbólicos complejos (Hodgson, 2006).

Entre sus motivos, las representaciones de hongos revelan el importante rol que asume la funga en las sociedades antiguas principalmente cazadores recolectores, tanto en el conocimiento de la microbiota nativa, sus usos y valores bioculturales (Marroquin-Franco, 2024) que aún persisten en algunos grupos contemporáneos (Sargunam et al., 2012). Además, esta clasificación puede extenderse a contextos rituales donde la geometría cumple una función simbólica en diversos pueblos sin escritura, cuya estructura está arraigada en las formas actuales de comunicación visual, el AR, como representaciones de formas reconocibles, forman parte de una clase propia; la mayoría de ellos siempre han sido pictogramas, psicogramas e ideogramas desde su origen, con un significado constante (Samorini, 1995).

Diversos estudios han denominado las morfologías fungiformes en el AR como ancoriformes y en contextos ceremoniales, como “Fungi-Danzantes” (FD) (Montes, 1995; Marroquin-Franco, 2024), dichas configuraciones visuales se han interpretado como posibles resultados de la ingestión de hongos alucinógenos, dado que presentan codificaciones que podrían derivar de experiencias visionarias inducidas que se reflejan directamente en la creación de motivos figurativos y geométricos (Froese et al., 2016). Esta propuesta constituye una de las hipótesis más influyentes en este campo y ha sido formulada y desarrollada por David Lewis-Williams

junto a diversos colaboradores (Clottes y Lewis-Williams, 1998; Lewis-Williams, 2002; Lewis-Williams y Dowson, 1988).

Desde esta perspectiva, la etnogeometría se inscribe dentro del campo de la etnomatemática, el cual surge formalmente en el siglo XX a partir de los trabajos pioneros de Ubiratan D'Ambrosio, quien propuso el estudio de las prácticas matemáticas como construcciones culturales diversas, desarrolladas por distintos grupos humanos en contextos no occidentales o no académicos (D'Ambrosio, 1985, 2001, 2016). Este enfoque marcó un giro epistemológico al reconocer la pluralidad de sistemas de conocimiento matemático y su estrecha relación con los contextos socioculturales (Bishop, 1988; Ascher, 1991; Barton, 1996). Posteriormente, esta perspectiva fue ampliada y aplicada de manera específica al análisis de formas, patrones y estructuras espaciales, lo que consolidó, en el uso del término etnogeometría en el estudio de manifestaciones geométricas en culturas africanas, donde se evidencian procesos de abstracción, simetría, iteración, transformación geométrica y la presencia de geometrías fractales en arquitecturas, diseños y organizaciones espaciales (Gerdes, 1999; Eglash, 1999; Eglash et al., 2006).

En este marco, la etnogeometría permite analizar cómo las sociedades construyen representaciones visuales a partir de relaciones proporcionales, simetrías, transformaciones y estructuras espaciales, incluso en ausencia de formalización matemática explícita, pero con una lógica interna rigurosa y coherente (D'Ambrosio, 2001; Gerdes, 1999; Bishop, 1988). Este enfoque se articula con estudios cognitivos que sugieren la existencia de capacidades universales para la percepción de patrones y estructuras espaciales, moduladas por contextos culturales específicos (Dehaene, 1997; Eglash, 1999).

Estudios recientes han ampliado este marco al identificar la presencia de geometrías euclidianas, fractales, proyectivas y topológicas en diversas expresiones culturales, incluyendo el AR, lo que sugiere que estas configuraciones responden tanto a principios cognitivos universales como a procesos históricos y culturales situados (Washburn y Crowe, 1988; Dos Santos et al., 2024). En este sentido, la etnogeometría se posiciona como una herramienta analítica clave para comprender la intersección entre cognición, cultura y representación visual,

Marroquin-Franco & Echeverry-Gómez (2027) Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*(19) 138- 161  
DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.26191.119>

permitiendo interpretar dichas expresiones no sólo como manifestaciones artísticas, sino como sistemas complejos de conocimiento geométrico y ecológico.

No obstante, a pesar de estos avances, persiste una brecha en la integración de enfoques cualitativos y cuantitativos que permitan analizar de manera sistemática los patrones geométricos en la iconografía fúngica a escala global. En particular, la aplicación de herramientas estadísticas multivariadas para evaluar similitudes y diferencias entre sitios arqueológicos es aún limitada, lo que restringe la comprensión de posibles convergencias simbólicas entre culturas.

En este contexto, el presente estudio se propone responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Existen patrones etnogeométricos recurrentes en las representaciones de hongos en el arte rupestre a escala global, y en qué medida estos patrones pueden estar asociados a procesos cognitivos universales o a experiencias visionarias inducidas por hongos enteógenos?

Para abordar esta pregunta, el objetivo general de este trabajo es analizar la estructura etnogeométrica de las iconografías fúngicas en el arte rupestre mediante un enfoque comparativo y multivariado, que integra perspectivas etnomicológicas, etnomatemáticas y neurocognitivas. De manera específica, se busca identificar y clasificar los tipos de geometría presentes en las representaciones de hongos en distintos sitios de AR; evaluar patrones de similitud y agrupamiento entre sitios mediante un análisis multivariado de Cordenadas Principales, e interpretar la relación entre los patrones etnogeométricos observados y las prácticas culturales asociadas al uso de hongos en contextos arqueológicos.

De este modo, el presente estudio plantea un enfoque interdisciplinario que articula etnomicología, etnomatemáticas y análisis estadístico, con el fin de comprender el arte rupestre fúngico como un sistema complejo de codificación visual donde convergen percepción, cognición, geometría y cultura.

## 2. METODOLOGÍA

El presente estudio se estructuró como una revisión sistemática complementada con un análisis comparativo descriptivo, bajo enfoques cualitativos y cuantitativos, orientado a evaluar la

presencia, recurrencia y organización de patrones etnogeométricos en iconografías fúngicas en el AR a una escala global. La revisión se desarrolló entre octubre de 2024 y julio de 2025, de acuerdo con criterios de búsqueda, selección e inclusión basados en literatura científica especializada en etnomicología, arte rupestre, etnogeometría y etnomatemática, con prioridad en estudios con descripciones explícitas de estructuras geométricas y contextos simbólicos (Samorini, 2001; Whitley, 2005; D'Ambrosio, 2016; Guzmán, 2016).

El diseño experimental incorporó un enfoque de casos múltiples, donde se consideró trece sitios arqueológicos, seleccionados por la presencia documentada de morfologías agaricoides y patrones geométricos asociados a contextos arqueológicos (Akers et al., 2011; Samorini, 2012). Cada sitio fue tratado como una unidad analítica independiente, lo que permitió la comparación transversal de configuraciones geométricas en distintos contextos bioculturales.

Para la estandarización espacial, se emplearon abreviaciones continentales AF (África), AS (Asia), EU (Europa), NA (Norteamérica), OC (Oceanía) y SA (Sudamérica), el código ISO 3166-1 para países (ISO, 2023), así como abreviaciones específicas para los sitios de estudio BOH (Bohuslän), BR (Bradshaw), CM (Cuevas de Magurata), EGIP (Egipto), HI (Hawái), KN (Kondoa), MB (Monte de Bégo), MTB (Montículo de Barsuchy), ORP (Orillas del río Pegtymel), PNNSCh (Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete), PNTnA (Parque Nacional Tassili n'Ajjer, Argelia), SPA (Selva Pascuala) y STH (Stonehenge) para la tipología de AR (PR: pintura rupestre; PG: petroglifo) en cuanto a tipos geométricos, se emplearon 5 categorías (tabla 2) GE (euclidiana), GF (fractal), GP (proyectiva), GS (simetría) y GT (topológica). El mapa se elaboró de manera manual en la plataforma GeoCAT (Herramienta de Análisis de Distribución Geográfica) de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), basado en datos disponibles de georreferenciación (IUCN, 2023).

Los instrumentos de recolección de datos se basaron en la construcción de una matriz binaria (presencia/ausencia), donde cada variable fue conceptualizada como un cuantificador analítico, entendido como una expresión simbólica capaz de representar tanto variabilidad cultural (variables libres) como estructuras cognitivas subyacentes (variables ligadas). Este enfoque se fundamenta en la etnomatemática como sistema de interpretación de patrones culturales a través de estructuras formales (D'Ambrosio, 2016; Dos Santos et al., 2024). La codificación se

Marroquin-Franco & Echeverry-Gómez (2027) Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*(19) 138- 161  
DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.26191.119>

realizó mediante análisis visual y descriptivo de las fuentes, el cual incluyó elementos como líneas, proporciones, simetrías, relaciones espaciales y configuraciones modulares, bajo el supuesto del AR como un sistema bidimensional de construcción simbólica que integra el punto del observador, la dirección visual y la estructura relacional de la escena (Costa, 1998).

Para el análisis cuantitativo, la matriz binaria fue sometida a un Análisis de Coordenadas Principales (PCoA), se aplicó el índice de disimilitud de Jaccard, el cual es apropiado para datos de presencia/ausencia; la relación entre las variables geométricas y el espacio de ordenamiento se evaluó mediante la función envfit, la cual emplea 999 permutaciones para determinar la significancia estadística, y un Análisis de varianza permutacional (PERMANOVA) con el fin de comprobar si existen diferencias significativas en la composición, estructura o diversidad de los grupos objeto de comparación (Legendre y Legendre, 2012). Este análisis permitió proyectar las relaciones de similitud entre los sitios en un espacio multidimensional reducido y facilitó la identificación de agrupamientos etnogeométricos. El PCoA se fundamenta en la descomposición de matrices de distancia en ejes ortogonales que maximizan la varianza explicada (Gower, 1966), y fue implementado en el entorno estadístico Rstudio (Oksanen et al., 2022; Paradis y Schliep, 2019).

Como instrumentos analíticos, se incorporaron principios derivados de la geometría clásica, proyectiva y topológica, mediante marcos conceptuales que parten de teoremas fundamentales como los de Thales, Pascal, Desargues y Pappus, así como formulaciones asociadas a la geometría no euclidiana (Legendre–Saccheri), los cuales permiten interpretar relaciones de colinealidad, concurrencia, paralelismo y proporcionalidad en composiciones visuales complejas (Ayres, 1971; Martelli, 2016). Estos principios fueron empleados como herramientas interpretativas para analizar la organización estructural de las iconografías fúngicas (tabla 1).

Adicionalmente, se integró una dimensión neurocognitiva basada en las visiones entópticas, las cuales han sido ampliamente documentadas en contextos de trance y asociadas a la producción de arte rupestre (Lewis-Williams y Dowson, 1988; Lewis-Williams, 2002). Estas se clasificaron en tres categorías: (1) formas geométricas simples (líneas, puntos, zig-zags), (2)

configuraciones simbólicas complejas (figuras antropomorfas o híbridas), y (3) experiencias inmersivas en arquitecturas visuales o mundos alternos, lo que permitió establecer un vínculo entre percepción alterada, cognición y representación geométrica (Froese et al., 2016).

**Tabla 1.**

*El estudio que ocupa este análisis, nombrado lógica simbólica, es un lenguaje de letras que representan los términos universales de un silogismo sentencial geométrico, y que amplía una estructura sistemática de las leyes del pensamiento como instrumentos de medición dependientes de la naturaleza (contexto).*

| Regla geométrica<br>(instrumento de<br>medición y orden)        | Construcción<br>simbólica.                                                                              | Descripción analítica.                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teorema (de los tres<br>mosqueteros,<br>Legendre -<br>Saccheri) | $\angle(\triangle ABC) < \pi$                                                                           | Si para algún triángulo $\triangle ABC$ se satisface lo anterior, lo mismo sucede para todo triángulo del plano observable.                                                                                                                    |
| 2 Teorema de<br>Thales de Mileto                                | $\angle ABC = \alpha + \beta = \pi \text{Rad}/2 = 90^\circ$                                             | Sea B un punto de la circunferencia de diámetro AC y centro "O", distinto de A y de C. Entonces, el triángulo ABC es un triángulo rectángulo donde $\angle ABC = 90^\circ$                                                                     |
| Teorema de Pascal                                               |                                                                                                         | Los puntos de intersección de los pares de lados opuestos de un hexágono inscrito en una cónica están forzosamente alineados.                                                                                                                  |
| Teorema<br>Desargues                                            | AP, BQ, SR son<br>concurrentes en<br>O,<br>entonces AB<br>PQ=X<br>BC QR=Y<br>CA RP=Z son<br>colineales. | Dos triángulos están en perspectiva desde un punto (sus vértices correspondientes se unen en líneas concurrentes) si y sólo si están en perspectiva desde una recta (los puntos de intersección de sus lados correspondientes son colineales). |
| Teorema de<br>Pappus                                            |                                                                                                         | Sean r y r' dos rectas distintas que se cortan y supongamos que A, B, C son puntos de r, A', B', C' son puntos de r' y que ninguno de estos puntos está                                                                                        |

Marroquin-Franco & Echeverry-Gómez (2027) Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*(19) 138- 161  
DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.26191.119>

|  |  |                                                                                                                                  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | en la intersección de $r$ y $r'$ . Si $CB'$ es paralela a $BC'$ y $CA'$ es paralela a $AC'$ entonces $AB'$ es paralela a $BA'$ . |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

*Nota: Elaboración propia con base en Coxeter (1969),*

**Tabla 2**

*Tipos de geometrías utilizadas en el presente estudio, sus características y referencias*

| Tipo de Geometría          | Aplicación en Arte Rupestres                                                              | Referencia                |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Geometría Euclidiana (GE)  | Mide formas básicas (círculos, líneas) y proporciones en símbolos.                        | Johnson, (2013)           |
| Geometría Fractal (GF)     | Analiza patrones repetitivos y autosimilares (ej: espirales, escaleras).                  | Goldberger et al., (1990) |
| Geometría Proyectiva (GP)  | Explora perspectivas combinadas (ej: figuras con vistas frontales y laterales).           | Ayres, (1971)             |
| Geometría de Simetría (GS) | Estudia simetrías (reflexión, rotación) en figuras humanas/animales o diseños abstractos. | Whitley, (2005)           |
| Geometría Topológica (GT)  | Examina relaciones espaciales (agrupaciones, conexiones) y "mapas cognitivos".            | Martelli, (2016)          |

### 3. RESULTADOS

El análisis integrativo de los trece sitios de AR con iconografía fungiforme (Figura 1) evidenció una alta recurrencia de estructuras geométricas fundamentales, con predominio de GE y GS, en la mayoría de los contextos evaluados, seguidas por GP, GT y, en menor medida, GF. dichas configuraciones geométrica presentan patrones consistentes de coocurrencia con morfología Agaricoide píleo-estipitada, con píleos que van desde semiesférico a plano, convexo a cónico-sub umbonado o umbonado y un estípite de recto a sinuoso, con o sin anillo (Samorini 2012, Akers et al. 2011) (Tabla 2).

**Tabla 3**

*Sitios arqueológicos relevantes donde se han documentado iconografías de hongos, junto con geometrías identificadas en manifestaciones de AR alrededor del mundo; se detallan la localización geográfica, el tipo de arte (pintura rupestre o petroglifo), los motivos geométricos presentes. **TAR:** tipo de Arte Rupestre, **PR:** pintura Rupestre, **PG:** petroglifo; **TDG:** tipo de geometría; **ap:** antes del presente, **ac:** antes de cristo.*

| Nombre | Figura | Continente /País | TAR | TDG                 | Geometrías Identificadas                                                                                         | Datación     | Referencia                                     |
|--------|--------|------------------|-----|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------------------|
| BOH    | 3.d    | EU/SWE           | PR  | GP, GT, GS          | Círculos, líneas paralelas, espirales, reticulados                                                               | 1100 ac      | Samorini, (2012)                               |
| BR     | 7.a    | OC/AUS           | PR  | GE, GS              | Líneas, óvalos, líneas paralelas                                                                                 | 3000 ap      | Pettiggrewe, (2011)                            |
| CM     | 6.c-d  | EU/BGR           | PR  | GE,GP               | Triángulos, líneas zig-zags, círculos, líneas onduladas                                                          | 5000 ap      | Uzunov y Stoyneva-Gärtner, (2015)              |
| EGIP   | 7.e-g  | AF/EGP           | PG  | GE, GF, GP, GS, GT. | Líneas, óvalos, líneas paralelas                                                                                 | 3000ap       | Kurth, (2004); Ryan, (2023)                    |
| HI     | 3.e-f  | OC/USA           | PG  | GE, GS              | Triángulos, rectángulos, trapezoides, segmentos rectos puntos y círculos                                         | Precolonial  | Hofmann, (2002)                                |
| KN     | 7.a    | AF/TZA           | PR  | GE, GS, GP          | Círculos, puntos, figuras reticuladas                                                                            | 2000 ap      | Pettiggrewe, (2011); Sadasivuni et al., (2022) |
| MB     | 7.c-d  | EU/FRA           | PG  | GE, GP              | Círculos, retículas, espirales, triángulos.                                                                      | 3000-2000 ap | Samorini (1998, 2001,2002, 2012)               |
| MTB    | 3.c-d  | AS/MNG           | PG  | GE, GP              | Triángulos isósceles alargados, espirales, motivos reticulados, Círculos u óvalos Líneas curvas y semicirculares | 3000 ap      | Kovaleva, (2006)                               |

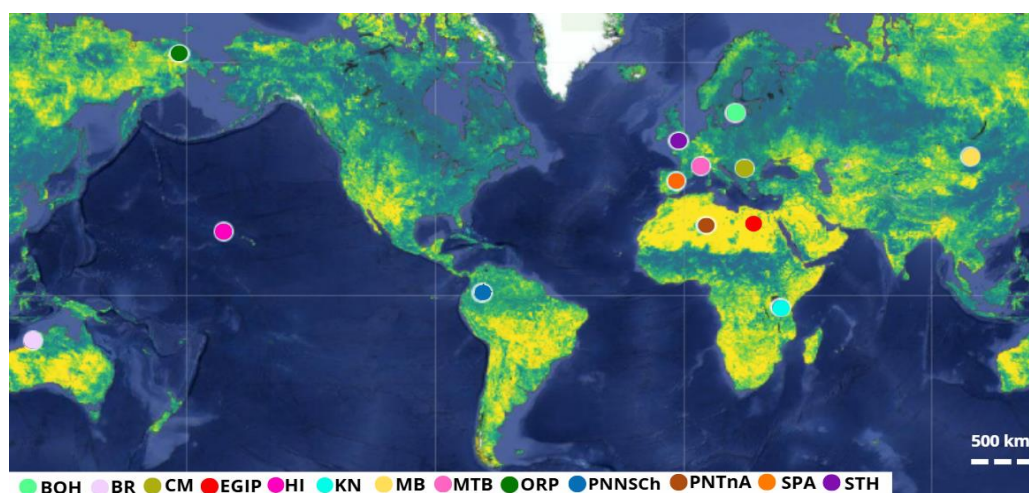
Marroquin-Franco & Echeverry-Gómez (2027) Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*(19) 138- 161

DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.26191.119>

|        |       |        |    |                                |                                                                                  |                 |                                                                  |
|--------|-------|--------|----|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------|
| ORP    | 3.a-b | AS/RUS | PG | GE,<br>GS                      | Círculos,<br>semicírculos,<br>triángulos, trapecios,<br>óvalos                   | 3500 ap         | Dikov,<br>(1971);<br>Samorini,<br>(2012)                         |
| PNNSch | 4 a-d | SA/COL | PR | GE,<br>GT,<br>GS,<br>GP        | Líneas rectas o<br>curvas, semicírculos                                          | 19000 ap        | Castañó-<br>Uribe,<br>(2019);<br>Marroquin-<br>Franco,<br>(2024) |
| PNTn'A | 5.a-g | AF/DZA | PR | GE,<br>GT,<br>GF,<br>GP,<br>GS | Círculos<br>concéntricos, puntos,<br>líneas radiales                             | 9000–7000<br>ap | Samorini,<br>(1999, 2001;<br>2009, 2020)                         |
| SP     | 6.a-b | EU/ESP | PR | GP,<br>GT                      | Figuras humanas con<br>cuerpos<br>campanulados ,<br>líneas onduladas y<br>puntos | 3000 ap         | Akers et al.,<br>(2011)                                          |
| STH    | 7.b   | EU/GBR | PG | GE,<br>GS                      | Círculos<br>concéntricos,<br>rectángulos,<br>segmentos radiales                  | 4000-5000<br>ap | Samorini<br>(1999, 2001;<br>2009)                                |

**Figura 1.**

*Mapa de localización de sitios de AR con iconografía de hongos en un gradiente ecológico en verde zonas con mayor densidad de vegetación y en amarillo áreas áridas o desérticas, en colores la datación según la literatura (Tabla 3) en años antes del presente, ND: no data.*



*Nota. Fuente elaboración propia.*

A nivel descriptivo, las representaciones fúngicas muestran una notable uniformidad morfológica tipo agaricoide píleo-estipitada, con proporciones cercanas a relaciones armónicas, donde se incluyen configuraciones compatibles con proporciones áureas, lo que refuerza la hipótesis de una estructuración geométrica intencional en la codificación visual. En términos etnogeométricos, estas representaciones se organizan mediante líneas, puntos, simetrías bilaterales y radiales, repeticiones modulares y relaciones espaciales, interpretables como cuantificadores analíticos universales que estructuran la narrativa visual del AR.

El Análisis de Coordenadas Principales (PCoA) basado en distancias de Jaccard, reveló una estructura multivariada definida, en la cual los sitios se agrupan según la similitud en la composición geométrica de sus iconografías (Figura 2). Las GE y GT mostraron las mayores contribuciones a la estructura del ordenamiento ( $r^2 > 0.5$ ,  $p < 0.05$ ), indicando su fuerte asociación con los gradientes representados en los dos primeros ejes del PCoA (Tabla 3) En particular, se identificaron agrupamientos consistentes entre sitios africanos y amazónicos (PNTnA y PNNSch), caracterizados por la coexistencia de múltiples tipos geométricos (GE, GS, GP, GT y GF), lo que indica una alta complejidad estructural y una posible convergencia simbólica en contextos rituales.

### Tabla 3

*Contribución de las variables geométricas al ordenamiento PCoA basado en distancias de Jaccard. Los valores representan los coeficientes de correlación entre cada variable y los*

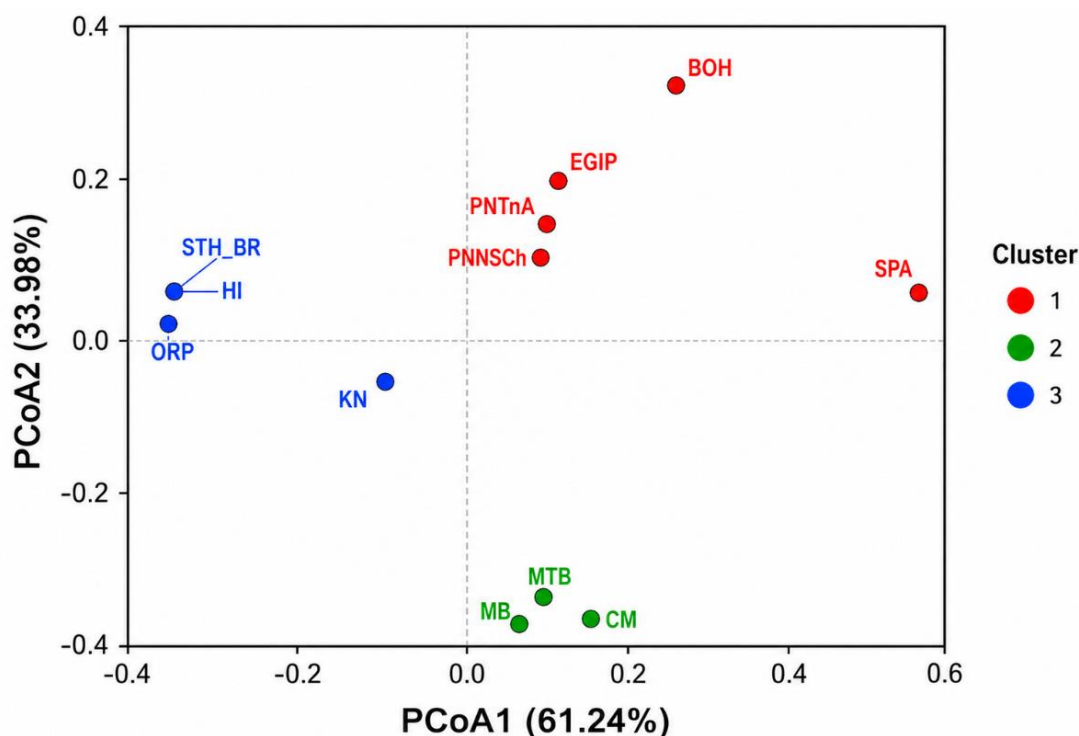
Marroquin-Franco & Echeverry-Gómez (2027) Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*(19) 138- 161  
DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.26191.119>

dos primeros ejes del PCoA. El coeficiente de determinación ( $r^2$ ) indica la fuerza de la asociación, y los valores de  $p$  se obtuvieron mediante el análisis envfit.

| Variable | PCoA1 | PCoA2 | $r^2$ | p-value |
|----------|-------|-------|-------|---------|
| GE       | 0.85  | 0.3   | 0.72  | 0.001   |
| GT       | 0.6   | -0.5  | 0.55  | 0.01    |
| GS       | 0.4   | 0.7   | 0.48  | 0.02    |
| GF       | -0.3  | 0.8   | 0.35  | 0.05    |
| GP       | -0.6  | -0.2  | 0.2   | 0.12    |

**Figura 2.**

Grafica de PCO para los 13 sitios estudiados y las 5 variables geométricas.



*Nota. Fuente elaboración propia.*

Por otro lado, sitios como MTB y CM mostraron una posición más aislada en el espacio multivariado (Figura 2), asociada a una menor diversidad geométrica, dominada

principalmente por GE y GP. Esta diferenciación sugiere variabilidad cultural en los sistemas de representación, posiblemente relacionada con contextos ecológicos, tradiciones locales o distintos niveles de abstracción simbólica.

Asimismo, se identificó un grupo intermedio compuesto por sitios eurasiáticos y europeos ORP, STH, BOH, BR, los cuales comparten configuraciones geométricas similares basadas en simetría y estructuras euclidianas, lo que indica patrones de organización visual comparables (Figura 2). Este agrupamiento refuerza la hipótesis de que ciertas formas geométricas actúan como estructuras cognitivas recurrentes, independientemente del contexto geográfico.

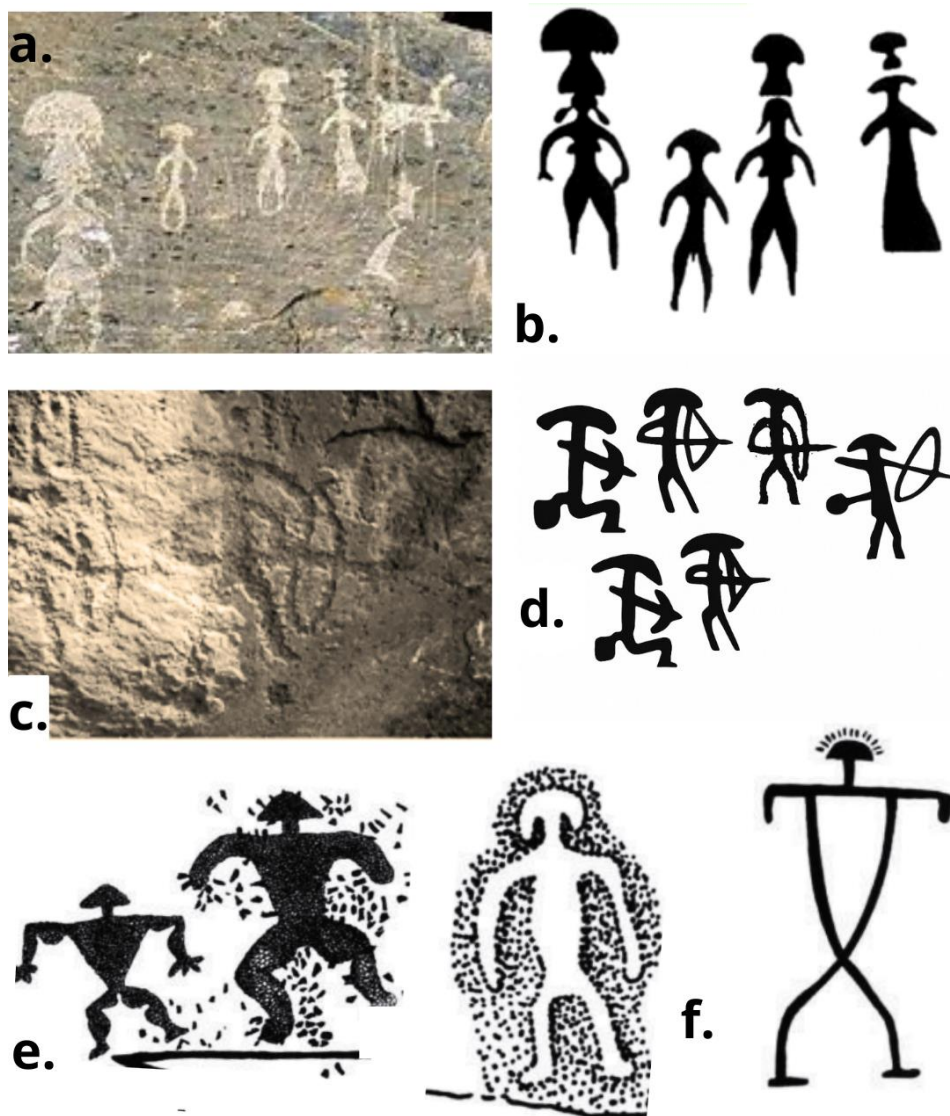
Desde la perspectiva neurocognitiva, las configuraciones observadas se alinean con las tres categorías de visiones entópticas: (1) formas geométricas simples ampliamente distribuidas, (2) estructuras simbólicas complejas como figuras antropomorfas fúngicas, y (3) composiciones espaciales inmersivas, particularmente evidentes en sitios como PNTnA y PNNSch, (Figura 3-7) donde la organización visual sugiere arquitecturas simbólicas complejas.

En conjunto, los resultados evidencian que la iconografía fúngica en el AR constituye un sistema visual altamente estructurado, donde la geometría no solo describe formas, sino que organiza relaciones simbólicas, espaciales y cognitivas a escala global.

**Figura 3.**

Marroquin-Franco & Echeverry-Gómez (2027) Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*(19) 138- 161  
DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.26191.119>

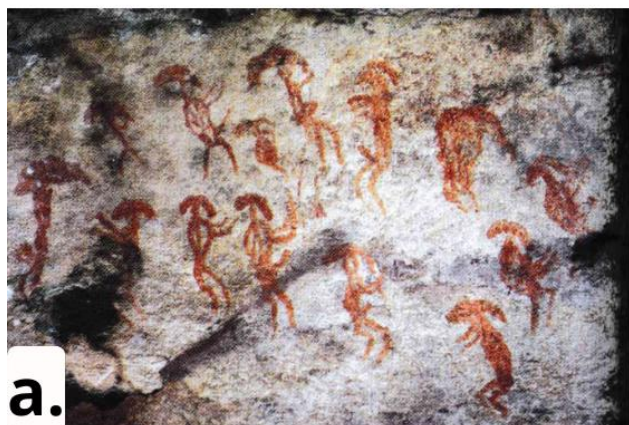
AR con iconografía de Hongos, **a-b.** PG Orilla del río Pegtymel, Siberia , **c-d.** PG. Montículo de Barsuchy, Mongolia, **e-f.** PG. Hawaii, USA



*Nota.* Tomado o ilustrado de Samorini (2012) y Hoffman (2002).

**Figura 4.**

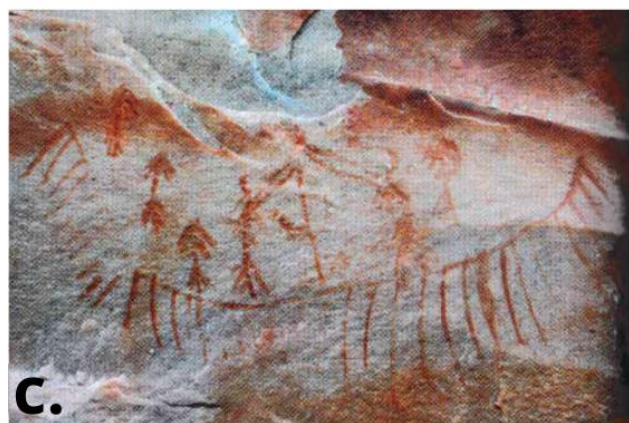
*a-d, PR Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, Amazonas, Colombia e, PR Bohuslan, Suecia*



**a.**



**b.**



**c.**



**d.**



**e.**

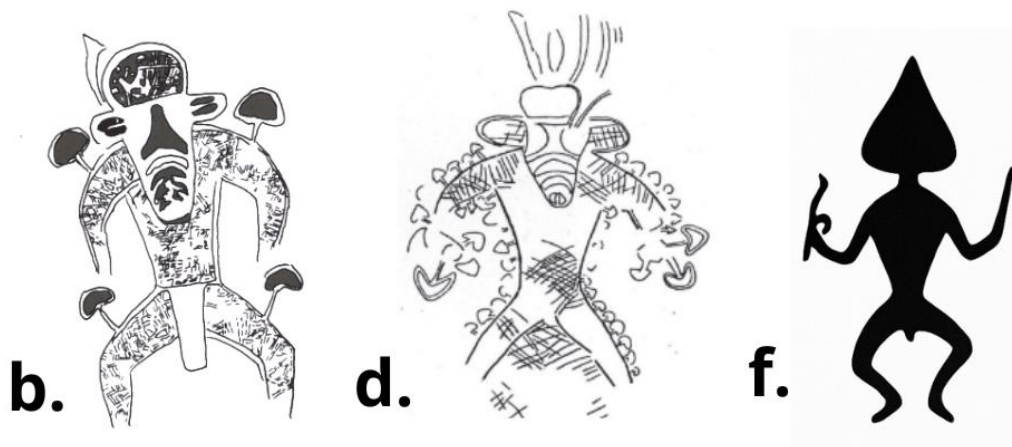
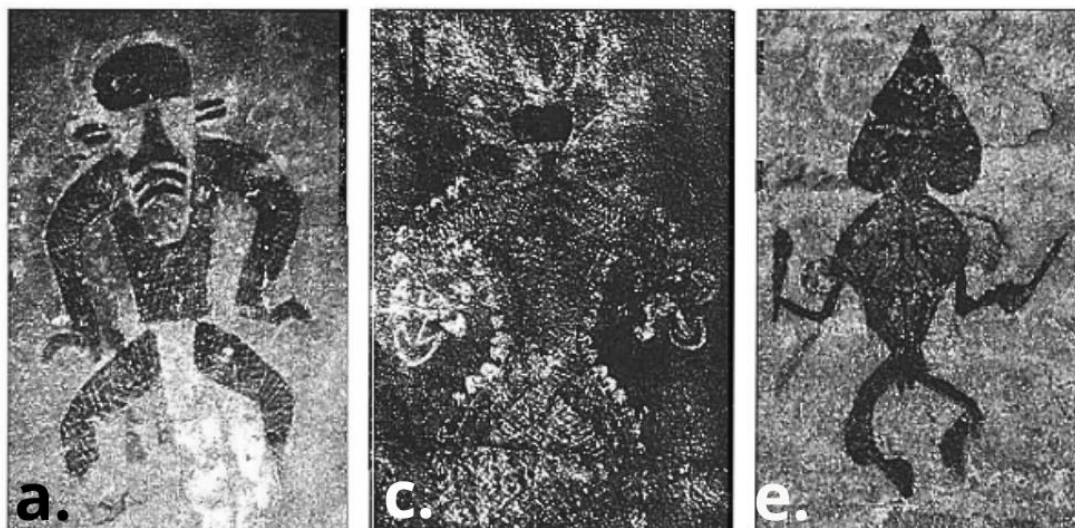


*Nota.* Tomado o ilustrado de Castaño-Urbe (2019), Marroquin-Franco (2024) y Samorini (2012).

**Figura 5.**

Marroquin-Franco & Echeverry-Gómez (2027) Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*(19) 138- 161  
DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.26191.119>

*PR Nacional Tassili n'Ajjer, Argelia. a-f, representación de chamanes. g, danza ceremonial.*



*Nota.* Tomado o ilustrado de Samorini (1999; 2001; 2020) y Guzmán (2012; 2016).

**Figura 6.**

**a.** *a-b. The Selva Pascuala c-d. Cuevas de Magurata.*



**b.**



**d.**

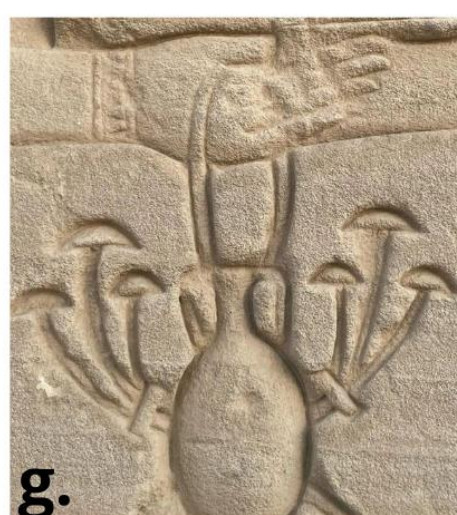
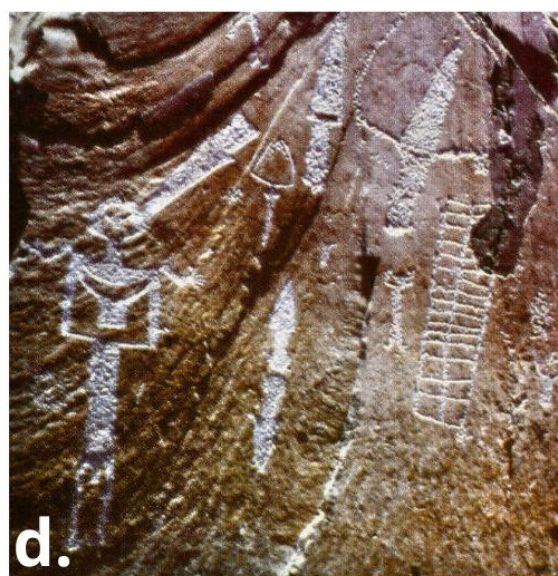


*Nota.* Tomado o ilustrado de Akers et al. (2011); Chakravarty y Bednarik, (1997); Uzunov y Stoyneva-Gärtner, (2015).

**Figura 7.**

**a.** *PR, Bradshaw, Australia y Parque Natural Sandawe b. PG Stonehenge c-d. PG Mont Bégo, e-g. PG, templo de Edfu Egipto*

Marroquin-Franco & Echeverry-Gómez (2027) Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*(19) 138- 161  
DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.26191.119>



*Nota.* Tomado o ilustrado de Kurth (2004); Pettigrew (2011); Ryan (2023) y Samorini (1998,1999, 2001, 2002, 2012).

#### 4.DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos confirman que el AR con iconografía fúngica no puede interpretarse únicamente como una representación naturalista de organismos, sino como un sistema complejo de codificación simbólica estructurado bajo principios geométricos universales. La predominancia de la GE y de GS sugiere la existencia de un marco perceptual común en la cognición humana, en el cual las formas básicas como líneas, círculos y proporciones constituyen la base de la organización visual y simbólica (D'Ambrosio, 2016; Lewis-Williams, 2002).

La estructuración observada en el PCoA (Figura 2) refuerza la hipótesis de convergencias etnogeométricas transcontinentales y evidencia que diferentes culturas, separadas espacial y temporalmente, comparten patrones similares en la representación de la funga. Esta convergencia puede interpretarse desde dos perspectivas no excluyentes: (1) como resultado de limitaciones y predisposiciones neurocognitivas comunes a la especie humana, y (2) como consecuencia de experiencias visionarias inducidas por hongos enteógenos, las cuales generan patrones entópticos recurrentes que posteriormente son codificados en el arte rupestre (Lewis-Williams y Dowson, 1988; Froese et al., 2016).

En este sentido, la presencia de GF y configuraciones topológicas en ciertos sitios sugiere niveles avanzados de abstracción simbólica, donde la repetición, la autosimilitud y las relaciones espaciales complejas evocan estructuras propias tanto del pensamiento matemático como de experiencias perceptuales alteradas. Estos hallazgos respaldan la idea de que la etnogeometría no es únicamente una herramienta analítica contemporánea, sino un componente inherente a los sistemas de conocimiento ancestrales.

Por otro lado, la diferenciación de sitios como MTB y CM en el espacio multivariado (Figura 8) evidencia que, si bien existen patrones universales, también hay variabilidad cultural significativa, lo que sugiere que la geometría en el AR no es completamente homogénea, sino modulada por factores ecológicos, culturales y rituales. Esta dualidad entre universalidad y particularidad constituye un eje fundamental en la interpretación etnomicológica del arte rupestre.

Marroquin-Franco & Echeverry-Gómez (2027) Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*(19) 138- 161  
DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.26191.119>

Asimismo, la integración de teoremas geométricos (Thales, Desargues, Pascal, Pappus) como marcos interpretativos permite comprender estas representaciones no solo como imágenes, sino como estructuras formales que responden a principios matemáticos implícitos, lo que abre nuevas perspectivas para el estudio interdisciplinario entre matemáticas, arqueología y etnomicología.

En conjunto, estos resultados sugieren que el arte rupestre fúngico puede ser entendido como una interfaz entre percepción, cognición y cultura, donde la geometría actúa como lenguaje estructurante de experiencias simbólicas profundas.

## 5. CONCLUSIONES

El presente estudio demuestra que las representaciones de hongos en el arte rupestre constituyen un sistema etnogeométrico complejo, caracterizado por la recurrencia de patrones geométricos universales y su articulación en estructuras simbólicas culturalmente significativas. La integración de enfoques cualitativos y cuantitativos, particularmente mediante el uso del PCoA, permitió evidenciar tanto convergencias globales como diferenciaciones locales en la organización geométrica de estas iconografías.

Los resultados sugieren que la geometría desempeña un papel central en la construcción del pensamiento simbólico humano, este actúa como un lenguaje transversal que conecta percepción visual, experiencia ritual y representación cultural. En este contexto, los hongos emergen como elementos biológicos y como agentes catalizadores de procesos cognitivos y creativos, capaces de influir en la estructuración de sistemas visuales complejos.

Asimismo, la correspondencia entre patrones etnogeométricos y hongos alucinógenos refuerza la hipótesis de que las experiencias alteradas de conciencia pudieron haber contribuido significativamente al desarrollo de formas de abstracción geométrica en las sociedades antiguas.

Finalmente, este trabajo propone que el arte rupestre fúngico debe ser interpretado desde una perspectiva interdisciplinaria que integre etnomicología, etnomatemáticas, neurociencia y arqueología, en este marco, la etnogeometría se constituye como un eje fundamental para la comprensión de las cosmovisiones humanas a lo largo de la historia. Este enfoque no solo

amplía el campo de estudio del AR, sino que también habilita nuevas líneas de investigación orientadas a examinar la relación entre naturaleza, cultura y pensamiento simbólico.

## 5. AGRADECIMIENTOS

A las comunidades indígenas que nos precedieron, así como a los arqueobiólogos, micólogos, etnomicólogos, matemáticos y etnomatemáticos cuyos trabajos inspiraron esta investigación. Se agradece de manera especial a la Dra. Mara Ximena Haro-Luna por la revisión de la versión previa del manuscrito y por sus valiosas sugerencias, las cuales contribuyeron a la versión final; asimismo, se agradece a el físico MSc. Edgar Omar A. Ramos-Méndez y a los pares revisores por sus pertinentes comentarios y recomendaciones.

## 6. REFERENCIAS

- Akers, B. P., Ruiz, J. F., Piper, A., & Ruck, C. A. (2011). A prehistoric mural in Spain depicting neurotropic Psilocybe mushrooms?. *Economic botany*, 65, 121-128.
- Ascher, M. (1991). *Ethnomathematics: A multicultural view of mathematical ideas*. Chapman & Hall
- Ayres, F. (1971). *Geometría proyectiva*. McGraw-Hill.
- Barton, B. (1996). Making sense of ethnomathematics: Ethnomathematics is making sense. *Educational Studies in Mathematics*, 31(1-2), 201-233. <https://doi.org/10.1007/BF00143932>
- Berrojalbiz, F. (2015). *La vitalidad de las voces indígenas*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bishop, A. J. (1988). *Mathematical enculturation: A cultural perspective on mathematics education*. Kluwer Academic Publishers.
- Castaño-Urbe, C. (2019). *Chiribiquete: la maloka cósmica de los hombres jaguar*. Mesa Estándar.
- Carod-Artal, F. J. (2015). Hallucinogenic drugs in pre-Columbian Mesoamerican cultures. *Neurología (English Edition)*, 30(1), 42-49. <https://doi.org/10.1016/j.nrleng.2011.07.010>
- Chakravarty, K. K., & Bednarik, R. G. (1997). *Indian rock art and its global context*. Motilal Banarsidass Publ.
- Clottes, J & Lewis-Williams, D. (1998). *The shamans of prehistory: Trance and magic in the painted caves*. Harry N. Abrams.
- Costa, J. (1998). *La esquemática. Visualizar la información*. Barcelona: Editorial Paidós. Colección Paidós Estética, 26, 222.
- Coxeter, H. S. M. (1969). *Introduction to Geometry (2nd ed.)*. Wiley.



Marroquin-Franco & Echeverry-Gómez (2027) Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*(19) 138- 161  
DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.26191.119>

- 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. (2001). Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica.
- D'Ambrosio, U. (2016). Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica.
- Dehaene, S. (1997). *The number sense: How the mind creates mathematics*. Oxford University Press.
- Dikov, N. N. (1971). Prehistoric rock pictures in Chukotka. *Anthropologie*, 9(1), 91-92.
- Domingo, I. & Gallinaro, M. (2021). Impacts of scientific approaches on rock art research: Global perspectives. *Quaternary International*, 572, 1-4.
- Dos Santos Sousa, L., Pinheiro, J. M. L. & Alves, G. (2024). As etnogeometrias presentes nas obras arquitetônicas: um olhar aos fractais. *Aracê*, 6(4), 14284-14310.
- Eglash, R. (1999). *African fractals: Modern computing and indigenous design*. Rutgers University Press.
- Eglash, R., Bennett, A., O'Donnell, C., Jennings, S., & Cintorino, M. (2006). Culturally situated design tools: Ethnocomputing from field site to classroom. *American Anthropologist*, 108(2), 347–362.
- Froese, T., Guzmán, G. & Guzmán-Dávalos, L. (2016). On the Origin of the Genus *Psilocybe* and Its Potential Ritual Use in Ancient Africa and Europe1 . *Econ Bot*, 70, 103–114  
<https://doi.org/10.1007/s12231-016-9342-2>
- Gerdes, P. (1999). *Geometry from Africa: Mathematical and educational explorations*. Mathematical Association of America.
- Gower, J. C. (1966). Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometrika*, 53(3–4), 325–338.  
<https://doi.org/10.1093/biomet/53.3-4.325>
- Guzmán, G. (2008). Hallucinogenic mushrooms in Mexico: An overview. *Economic Botany*, 62(3), 404-412.
- Guzmán, G. (2012). El uso tradicional de los hongos sagrados: pasado y presente. *Etnobiología*, 9(1), 1-21.
- Guzmán, G. (2016). Las relaciones de los hongos sagrados con el hombre a través del tiempo. *Anales de Antropología*, 50, 134-147.
- Goldberger, A. L., Rigney, D. R., & West, B. J. (1990). Chaos and fractals in human physiology. *Scientific American*, 262(2), 42–49.
- Hoffman, M. (2002). Mushroom myth and imagery in Hawai'i: evidence for an indigenous cult. *Entheogen Review*, 11, 41-47.



- Hodgson, D. (2006). Altered states of consciousness and palaeoart: An alternative neurovisual explanation. *Cambridge Archaeological Journal*, 16(1), 27-37.
- International Organization for Standardization. (2023). ISO 3166-1:2023. Codes for the representation of names of countries and their subdivisions Part 1: Country code. <https://www.iso.org/standard/82835.html>
- IUCN. (2023). \*GeoCAT: Geospatial Conservation Assessment Tool\*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. <https://geocat.iucn.org/>
- Johnson, R. A. (2013). *Advanced euclidean geometry*. Courier Corporation Dover Publications, Inc.
- Kovaleva, O. V. (2006). Petroglyphs of the Barsuchy Log mound. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*, 25, 110-116,
- Kurth, D. (2004). *The Temple Of Edfu: Aguide By An Ancient Egyptian Priest*. American Univ in Cairo Press.
- Legendre, P., & Legendre, L. (2012). *Numerical ecology* (3rd English ed.). Elsevier.
- Lewis-Williams, D. (2002). *The mind in the cave: Consciousness and the origins of art*. Thames and Hudson.
- Lewis-Williams & T. A. Dowson. (1988). The signs of all times: Entoptic phenomena in Upper Paleolithic art. *Current Anthropology*, 29, 201–245.
- Marroquin-Franco, R. (2024). Interpretaciones etnomicológicas en el arte rupestre del Parque Nacional Natural Chiribiquete, Colombia: Evidencias de la misteriosa danza relacionada con Hongos Enteógenos posiblemente más antigua de la historia. *Ethnoscintia-Brazilian Journal of Ethnobiology and Ethnoecology*, 9(1):1-11.
- Martelli, B. (2016). *An introduction to geometric topology*. arXiv preprint arXiv:1610.02592.
- McDonald, J. & Veth, P. (2013). Pleistocene rock art: a colonizing repertoire for Australia's earliest inhabitants. *Palethnologie. Archéologie et sciences humaines*, 5.
- Montes, J. F. J. (1995). ACÉFALOS, ANDRÓGINOS Y CHAMANES. Sugerencias antropológicas en el arte rupestre levantino (Sureste de la península Ibérica). *Anales de Prehistoria y Arqueología*.
- Oksanen, J., Simpson, G. L., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., & Wagner, H. (2022). vegan: Community Ecology Package (R package version 2.6-4). <https://cran.r-project.org/package=vegan>.
- Paradis, E., & Schliep, K. (2019). ape 5.0: An environment for modern phylogenetics and evolutionary analyses in R. *Bioinformatics*, 35(3), 526–528. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bty633>.
- Pettigrew, J. (2011). Iconography in Bradshawb rock art: breaking the circularity. *Clinical and Experimental Optometry*, 94(5), 403-417.



Marroquin-Franco & Echeverry-Gómez (2027) Etnogeometría en las iconografías de Hongos en el Arte Rupestre Alrededor del Mundo *Revista Latinoamericana de Etnomatemáticas*(19) 138- 161  
DOI: <https://doi.org/10.22267/relatem.26191.119>

- Ryan V. (2023) Fungal Taxonomy Part One – Ancient Origins. *The Queensland Mycological Society Inc*, 18, 1-2 Autumn/Winter
- Sadasivuni, K. R., Kasongi, N., & Temu, E. L. (2022). Early Human Habitation and Environmental Adaptation in Central Tanzania in East Africa: An Archaeological and Geospatial Investigation. In *Anthropogeomorphology: A Geospatial Technology Based Approach* (pp. 459-494). Cham: Springer International Publishing.
- Samorini, G. (1995). Sequenze lineari di punti nell'arte rupestre. Un approccio semiotico mediante psicogrammi e ideogrammi. *Bollettino Camuno Studi Preistorici*, 28, 97-100.
- Samorini, G. (1998). Further considerations on the mushroom effigy of Mount Bego. *The Entheogen Review*, 7(2), 35-36
- Samorini, G. (1999). Nuevas fronteras de la etnomicología. Los enteógenos y la ciencia, nuevas aportaciones científicas al estudio de las drogas. *Los Libros de la Liebre de Marzo. Colección Cogniciones*.
- Samorini, G. (2001). New data from the ethnomycology of psychoactive mushrooms. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 3(2-3).
- Samorini, G. (2002). Nuove frontiere dell'etnomicologia. *Eleusis: Journal of Psychoactive Plants and Compounds*, 6, 81–100.
- Samorini, G. (2012). Mushroom effigies in world archaeology: from rock art to mushroom-stones. The stone mushrooms of Thrace, EKATAIOS, Alexandroupoli, 16-44.
- Samorini, G. (2020). Mushroom effigies in archaeology: a methodological approach. *Fly Agaric. A Compendium of History, Pharmacology, Mythology, and Exploration*, 269-296.
- Sargunam, S. D., Johnsy, G., Samuel, A. S., & Kaviyarasan, V. (2012). Mushrooms in the food culture of the Kaani tribe of Kanyakumari district.
- Taçon, P. S., May, S. K., Fallon, S. J., Travers, M., Wesley, D., & Lamilami, R. (2010). A minimum age for early depictions of Southeast Asian praus in the rock art of Arnhem Land, Northern Territory. *Australian Archaeology*, 71(1), 1-10.
- Uzunov, B. A. y Stoyneva-Gärtner, M. P. (2015). Mushrooms and lichens in Bulgarian ethnomycology. *Journal of Mycology*, 2015(1), 361053.
- Viana, V., Buco, C., Santos, T. D., & Sousa, L. D. (2017). Arte rupestre. *Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural*, 2.
- Washburn, D. K., & Crowe, D. W. (1988). *Symmetries of culture: Theory and practice of plane pattern analysis*. University of Washington Press.
- Whitley, D. S. (2005). *Introduction to Rock Art Research* (2nd ed.). Left Coast Press.
- Winkelman, M. J. (2010). *Shamanism: A biopsychosocial paradigm of consciousness and healing* (2nd ed.). Praeger.