SUMA 50
Noviembre 2005, pp. 47-52

Jumlah

El rigor, precisión, regularidad y simetría en la ornamentación arquitectónica de los pueblos Batak y Minangkabau, en Sumatra, y del pueblo Toraja, en Sulawesi, son difíciles de explicar sin matemáticas. Confirmar esa intuición pasa por contemplar el producto acabado, observar su proceso de elaboración y, sobre todo desde una perspectiva que ve las matemáticas como algo vivo, por interpelar a sus autores. Sólo así podrá decirse que se han encontrado matemáticas, las llamadas Etnomatemáticas por su origen vernáculo y extra académico.

The rigour, precision, regularity and symmetry in architectural ornamentation of the Batak and Minangkabau in Sumatra and of the Toraja in Sulawesi are hard to explain without mathematics. But such an intuition cannot be claimed without looking at the finished work, observing the work in progress and, from a perspective that considers mathematics as something in the making, inquiring work's authors. Only then it can be claimed that mathematics have been found, the so called Ethnomathematics given its local and non academic origin.

Cuando llegué no vi a nadie. Llamé, pero nadie abrió la puerta. Rodeé la casa y no encontré señales de que estuviese habitada. Me encontraba ante un ejemplo extraordinario de arquitectura vernácula, una casa tradicional batak en la costa este de la isla de Samosir, en el lago de Toba, en la isla de Sumatra. Pero estaba vacía.

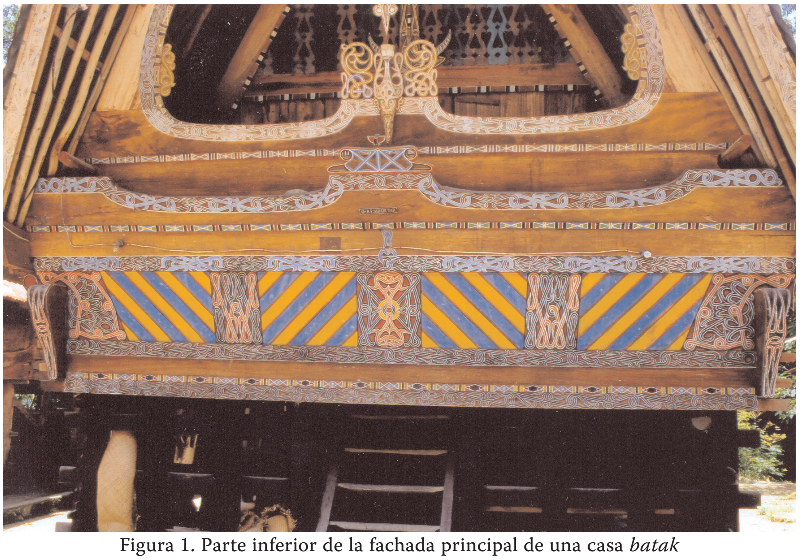


Figura 1. Parte inferior de la fachada principal de una casa *batak*

Hoy en día, pocas son ya las familias batak que viven en casas tradicionales. Hechas de madera y sin clavos, son construcciones robustas levantadas sobre gruesos pilares cuyas fachadas se decoran con tallas. Los motivos de su ornamentación son formas foliares que se desarrollan en volutas de líneas múltiples y continuas, a menudo entrelazadas formando nudos, pero disponiéndose siempre según la simetría determinada por la mediatriz vertical de la fachada. Junto a esos diseños de líneas también se realizan otros basados en figuras geométricas más simples. La simetría proporciona a la construcción gran parte del carácter que posee.

Las franjas decorativas de la Figura 1 pueden clasificarse según su grupo de simetría. Pero más interesante aún es preguntarse cómo organizó su autor el espacio en el que se desarrollan. Cada franja se forma por la repetición sistemática de un motivo. ¿Cómo se las ingenió el artesano para asegurarse de que las tres franjas basadas en el trazado de las diagonales del rectángulo, y cuyo grupo de simetría[1] es *pmm2*, constaran de 25=12+1+12 unidades? Es decir, ¿cómo se dividieron esos tra-

Miquel Albertí Palmer
IES Vallès. Sabadell. Barcelona

vesaños en 25 partes iguales? ¿Cómo se dividieron otros en un número distinto? Entre las franjas de curvas encontramos, superposiciones de líneas aparte, grupos de simetría del tipo *p111*, *p112* y *pmm2*, pero ¿por qué en cada extremo esas franjas acaban con una figura ligeramente distinta?

Para los batak esas líneas continuas talladas en la casa garantizan buena y continua fortuna y protección a quienes la ocupan (Waterson, 1990). Por tanto, hay un estrecha relación entre su cultura, la simetría y la cuidada elaboración de los diseños ornamentales. Y puesto que estos son aspectos fundamentales de la geometría, en ellos se pone de manifiesto la relación entre cultura y matemáticas. Ahora bien, conocer qué matemáticas hay en esos diseños significa averiguar cómo se hicieron las cosas, qué referencias se tomaron, cómo se organizó el espacio que iban a ocupar, cómo se realizaron copias idénticas de una figura en diferentes puntos de ese espacio, etc. Intuía que su perfección era resultado de la aplicación de procesos matemáticos, pero cualquier consideración que yo hiciera sólo podría ser calificada de 'proyección matemática de mi conocimiento, no una identificación' (Albertí, 2005). De todos modos, no me hallaba en el camino equivocado para encontrar matemáticas porque diseñar es uno de los seis universales de actividad matemática descritos por Bishop (1999), pero durante el tiempo que pasé en Samosir no pude ver artesanos en acción.

La cultura minangkabau del oeste de Sumatra también decora las fachadas de sus casas tradicionales, en especial las de más alto rango social. Los motivos de sus diseños reproducen con mayor realismo las flores y hojas que representan. Hoy en día nadie vive ya en esas casas, la mayoría han sido restauradas y convertidas en museos.

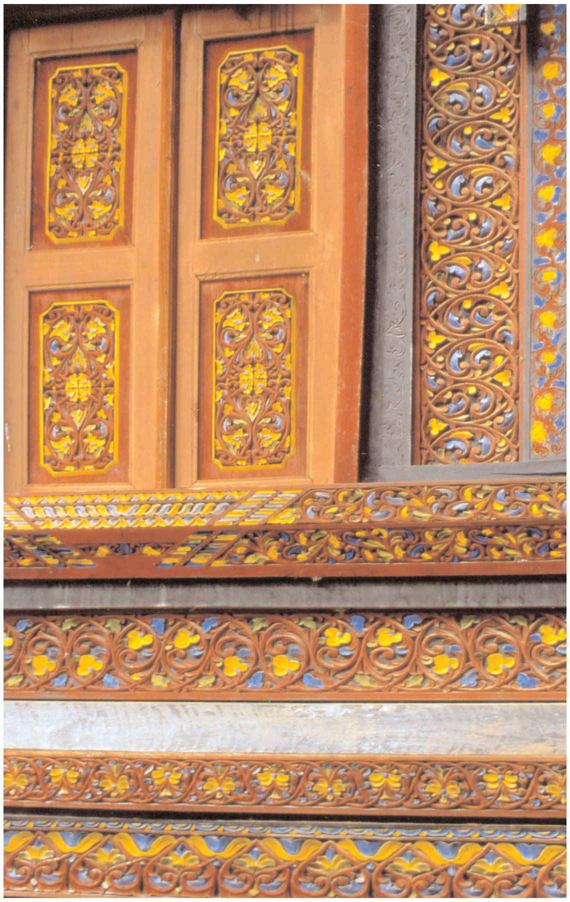


Figura 2. Detalle de la fachada de una casa *minangkabau*

En la Figura 2 vemos diseños 1D de tipo *p1a1*, *pm11* y *p112*. Como en el caso de los batak, algunos de estos diseños presentan elaboración tridimensional por superposición de líneas. En la ventana, los ejes de simetría de cada diseño son las mediatrices de los lados del rectángulo en el que se inscriben.

Cerca de Bukittinggi, centro cultural minangkabau, encontré un taller en el que estaban trabajando varios artesanos, cada uno sentado a su mesa labrando una tabla. Guiaba su labor un esbozo del diseño hecho sobre la madera. Pensé que hacían falta regla y compás para realizar figuras tan perfectas. Sin embargo, encima de las mesas sólo había mazas y gubias.

Pregunté a uno de los artesanos cómo hacían las figuras. Con un gesto me señaló un rincón del taller donde colgaban de la pared un montón de plantillas de papel con los diseños recortados. *Tomamos una plantilla, la sujetamos encima de la tabla y la perfilamos para luego tallarla*, me dijo.

Aunque no tuviese derecho a ello, mi decepción fue grande. Si había matemáticas, tenía que buscarlas en el proceso de construcción de las plantillas, pero su autor no estaba allí. Dar con él, en caso de que esto fuera posible, consumiría más tiempo del que disponía. Mis esperanzas de hallar lo que D'Ambrosio (1985) llamó *Etnomatemáticas* se desvanecían.

Figura 3. Estudiantes de una escuela elemental interesándose por mí

Dejé Sumatra y fui a Sulawesi. En las tierras altas de esta isla vive el pueblo Toraja. Su arquitectura también se caracteriza por las tallas que decoran sus construcciones, sobre todo las casas tradicionales (*Tongkonan*) y los graneros para el arroz (*Alang-alang*). Sus motivos representan también formas vegetales, pero son menos fieles a la realidad. Son más geométricos, más abstractos. A diferencia de los batak y los minangkabau, los toraja no tienen escritura. Ésta es probablemente la causa de que la talla, llamada *Pa' sura'* en la lengua local y cuyo significado es *como escribir*, sea una representación simbólica en la que los toraja expresan aspectos sociales, religiosos y cosmogónicos de su cultura (Lumowah, 1985; Nooy-Palm, 1988, Sandarupa, 1986).

Cada diseño recibe un nombre específico que lo distingue de todos los demás y se realiza en la fachada siguiendo una distribución simétrica con relación a su eje vertical central. La fachada norte, la principal, se divide en tres regiones horizontales y los espacios determinados por la simetría vertical de todas ellas se relaciona con aspectos vitales como la vida, la muerte y el sexo (Sandarupa, 1986). Volvemos a encontrar la simetría y su desarrollo ligados a la expresión cultural. Si para realizar los grabados se usan matemáticas, éstas no sólo se relacionarán con la cultura toraja, sino que serán fundamentales en una de sus manifestaciones.

La primera aproximación a los diseños la realicé en base a las simetrías que presentaban. Identifiqué grabados correspondientes a los 7 grupos de simetría 1D. En cambio, de los 17 grupos de simetría bidimensional no hallé ninguno relacionado con giros de 60º o 120º y su inexistencia, confirmada por el constructor Martheen Madoi y los artesanos Rombe' y Salle, obedece a causas culturales (Albertí, 2005). Sólo hay simetrías de rotación de 90º y 180º.

La ilustración 4 muestra la fachada norte de una casa tradicional toraja en la que se encuentran los 7 grupos de simetría en franja. De grupos de simetría del plano se identifican los siguientes: *pg*, *p2*, *p4*, *p4m*, *cm*. También aparece un círculo dividido en 8, 16 y 24 partes iguales.

Pero como antes, no era la existencia exhaustiva de grupos de simetría en la ornamentación toraja lo que me interesaba realmente, sino las matemáticas involucradas en su proceso de elaboración. En el taller toraja que visité no había plantillas. El artesano realizaba su tarea en las paredes verticales de la casa ya montada. Su punto de partida era el espacio rectangular determinado por el ensamblaje de las piezas y que ya había sido pintado de negro. Además de mazas y gubias, también se usaban navajas, lápices, listones de bambú y compases de bambú.

Figura 4. Fachada norte de un *tongkonan toraja*

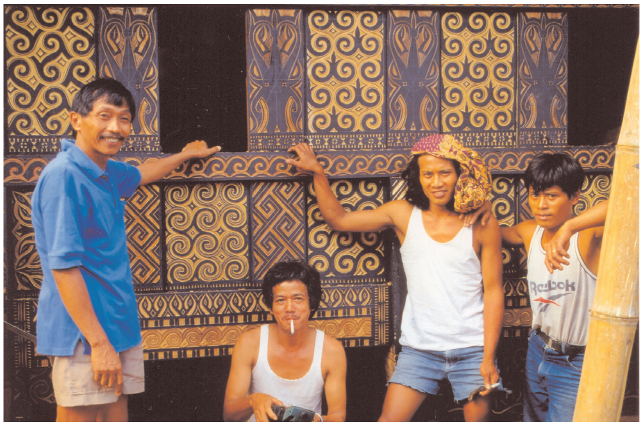
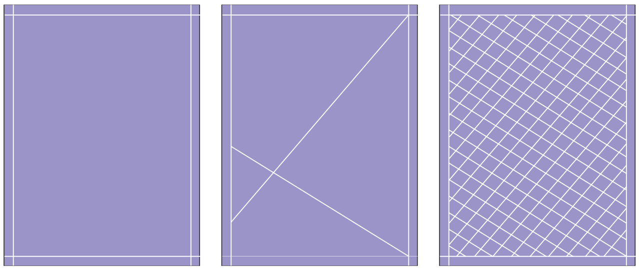


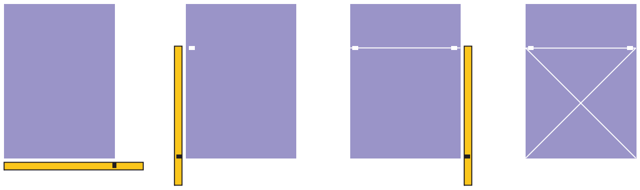
Figura 5. Salle (con tocado), Martheen (a la izquierda) y otros

En la Figura 5 vemos diseños en franja *p111*, *pm11* y *pmm2*. De grupos de simetría plana encontramos: *pgg* (arriba a la izquierda), *cm* (arriba centro y derecha), *p4* (bajo la mano de Martheen) y *pg* (los dos siguientes al anterior hacia la derecha).

Esta vez tuve la oportunidad de ver cómo se organizaba el espacio del diseño llamado *Pa' Sekong*. Salle, ayudándose de un listón de bambú, trazó primero los márgenes del espacio rectangular. Luego dibujó un segmento desde el vértice superior derecho hasta un punto, indeterminado para mí, del lado vertical izquierdo y otro segmento que lo cortaba en un ángulo que a mí me pareció recto. Finalmente, fue añadiendo paralelas a ambos segmentos equidistantes según la anchura del listón de bambú. Así completó la retícula que serviría de base al grabado:



Antes de que empezase a labrar las líneas del diseño, le pregunté si las rectas debían ser ortogonales. Como su respuesta fue afirmativa, coloqué un vértice de mi cuaderno de notas justo encima de una de las intersecciones de la retícula y le hice observar que no era este el caso[2]. *Es aproximadamente recto*, dijo, y, acto seguido, hizo lo siguiente. Ajustó el listón de bambú a la base del rectángulo y señaló en él la medida correspondiente a su anchura, después puso el listón sobre un lado vertical del rectángulo e hizo una señal homóloga. Repitió la misma operación en el otro lado vertical y unió ambos puntos con un segmento. Terminó trazando las diagonales de este cuadrado y afirmando que eran *siku-siku*, es decir, ortogonales:



Le pregunté por qué lo eran. *Pon el cuaderno encima*, me dijo. Lo hice y al ver que los vértices coincidían, sentenció: *lo son*. Su hermano mayor, Rois, artesano antes que Salle, corroboró esa afirmación. Los artesanos no justificaban sus resultados en demostraciones, sino en la efectividad práctica. Una prueba formal no les habría servido para mejorar el resultado. El caso era que, si Salle hubiese querido, la retícula habría sido cuadrícula y que si yo hubiese analizado su conocimiento sólo en base a mis observaciones habría cometido un grave error porque Salle sabía más de lo que mostraba su obra. Para conocer las matemáticas relacionadas con la realización de los grabados no era suficiente analizar el resultado ni observar el proceso, sino que resultaba imprescindible interpelar a sus autores. Un artesano podía saber más de lo que en realidad hacía. El análisis tenía que abarcar todas las etapas de la actividad, desde la observación visual de la *obra-acabada*, pasando por la observación de la *obra-en-curso* y hasta llegar a la interpelación de los autores, a la *obra-en-proyecto* (Albertí, 2005).

Figura 6. En medio de la actividad artesana

Le pregunté si esto lo había aprendido en la escuela. Me dijo que no, que apenas había ido a la escuela elemental, que todo lo relacionado con el oficio se lo había enseñado su abuelo. Su hermano Rois también me dijo lo mismo. Me pareció extraordinario. Había todo un conocimiento geométrico vivo al margen de la educación institucional, un conocimiento extra académico que pasaba de generación en generación y que parecía ser autóctono, eso que Ubiratán D'Ambrosio (1985) llamó *Etnomatemáticas*. La ornamentación arquitectónica constituía una expresión fundamental de la cultura toraja, una ornamentación que exigía rigor, precisión y geometría. Sin matemáticas los grabados toraja no serían como son. Las matemáticas se erigían en el pilar sobre el que se sostenía una manifestación cultural (Albertí, 2005).

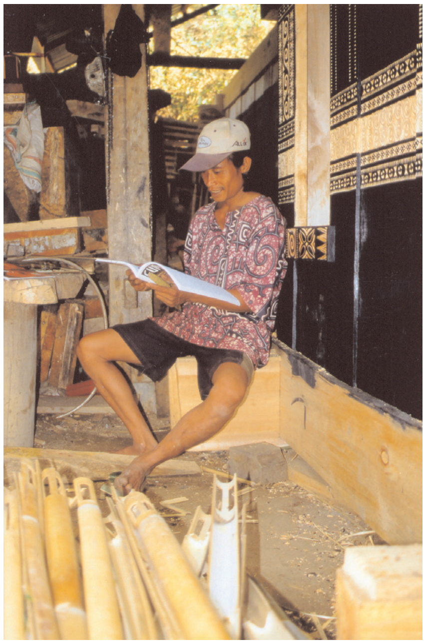


Figura 7. Rois interesado en mí

Mi viaje terminaba y yo no quería irme. Dejaría Sulawesi pensando en volver para conocer más la geometría relacionada con los grabados, para ver matemáticas *in the making*, que decía Pólya (1988), y comprobar que *la matemática tiene dos caras; es la ciencia rigurosa de Euclides, pero también es algo más... en proceso parece una ciencia experimental, inductiva. Ambos aspectos son tan viejos como la propia ciencia matemática* (Pólya, 1988, p. vii). Una ciencia cuyos orígenes los historiadores sitúan en los albores del lenguaje (Boyer, 1986; Collette, 1985; Rey-Pastor y Babini, 1985) y que, por tanto, no es exclusiva de la cultura occidental.

Al despedirnos, Salle quiso saber mi nombre. *Me llamo SUMA*^{49}*, que en bahasa es JUMLAH*^{49}, le dije. Por la noche me acosté pensando que la solución de Salle al problema del trazado de la retícula ortogonal proporcionaba, en efecto, una cuadrícula, pero de inclinación distinta a la del primer segmento trazado por él. ¿Cómo construir la cuadrícula en un rectángulo de modo que una de sus direcciones sea paralela a una dirección determinada? ¿Cómo la construiría Salle?

La mañana siguiente, antes de que los nenúfares volvieran a cerrarse, inicié el viaje de regreso. Los mismos aviones y autobuses que me habían traído a Indonesia me devolverían a Europa, pero gracias a las translaciones, giros y reflexiones axiales permanecería siempre en **SUMA**tra y en **SU**l**AW**esi. Cuando regrese allí seré, como mínimo, SUMA^{50}. ■

Figura 8. Junto a los nenúfares por la mañana

NOTAS

1 Notación de las tablas internacionales de cristalografía.

2 El lector puede hacer lo mismo con la retícula de la figura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTÍ, M. (2005): *Les matemàtiques com a pilar d'una manifestació cultural: l'ornamentació arquitectònica del poble toraja de Sulawesi.* Trabajo de investigación de doctorado no publicado dirigido por la Dra. Núria Gorgorió i Solà. UAB.

BISHOP, A. (1999): *Enculturación Matemática. La educación matemática desde una perspectiva cultural.* Versión castellana, del original en inglés de 1991, revisada por la Dra. Núria Gorgorió i Solá. Ediciones Paidós. Barcelona.

BOYER, C.B. (1986): *Historia de la Matemática*. Alianza ed. Madrid.

COLLETTE, J.-P. (1985): *Historia de las Matemáticas*. Siglo XXI de España editores. Madrid.

D'AMBROSIO, U. (1985): "Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics", en Powell,A.B. y Frankenstein, M.: *Ethnomathematics. Challenging Eurocentrism in Mathematics Edication*, State University of New York, 1997.

LUMOWAH, B. (1985): *Anjungan Sulawesi Selatan*. Tongkonan (Rumah Adat Toraja). Aksara Baru. Jakarta.

NOOY-PALM, H., KIS-JOVAK, J.I., SCHEFOLD, R. y SCHULZ-DORNBURG, U. (1988): *Banua Toraja*: *Changing Patterns in Architecture and Symbolism among the Sa'dan Toraja*. Sulawesi. Indonesia. Royal Tropical Institute. Amsterdam.

PÓLYA, G. (1988): *How to solve it.* A New Aspect of Mathematical Method. Princeton University Press. New Jersey. Reedición del original de 1945.

REY-PASTOR, J. y BABINI, J. (1985): *Historia de la matemática.* Editorial Gedisa. Barcelona.

SANDARUPA, S. (1986): *Life and Death in Toraja.* 21 Computer. Ujung Pandang.

WATERSON, R. (1990): *The Living House. An Anthropology of Architecture in South-East Asia.* Thames and Hudson. London.