SUMA 35
noviembre 2000, pp. 19-27

Calados canarios y matemáticas

Luis Balbuena Castellano
Dolores de la Coba García
Emma García Mora

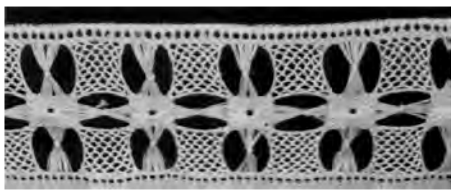
Las formas que mejor expresan la belleza son el orden, la simetría, la precisión.
Aristóteles (384-322 a.C.)

Se describe una experiencia de investigación en el aula, realizada en un Taller de Matemáticas, con el propósito de localizar aspectos matemáticos en general, y geométricos en particular, en los calados artesanales canarios.

EL TRABAJO que presentamos es un resumen de una experiencia pedagógica realizada por los firmantes y un grupo de ocho alumnas* del Taller para Re-crear Matemáticas del IES «Viera y Clavijo» (La Laguna, Tenerife, Canarias).

Los calados constituyen un importante capítulo de la artesanía canaria. Es una larga tradición que, como tal, se ha venido transmitiendo de generación en generación llegando hasta nosotros, afortunadamente, con una gran vitalidad. En efecto, por una parte existe un amplio conjunto de caladoras que mantienen viva la tradición y, de otra parte, en los últimos años ha aumentado considerablemente la sensibilidad de las autoridades e instituciones hacia todo lo que suponga nuestro acervo tradicional y, en particular, hacia los calados.

Este material artesanal (figura 1) es el que ha centrado el trabajo del presente artículo. Pero hemos de aclarar que nuestro objetivo no ha consistido en hacer un catálogo de los distintos modelos de calados existentes, ni una relación de las caladoras que se dedican a esta noble y admirable labor.



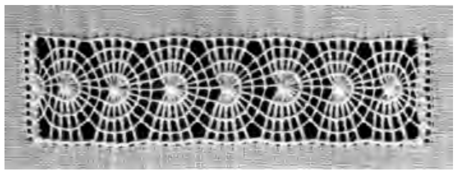


Figura 1. Dos modelos de calados canarios

* Patricia Cintas Lobato, Silvia Cintas Lobato, Dácil Díaz Amador, Diana García González, Eva García Llorente, Julia González González, Dalia Hernández de la Rosa, Elena Romero Sánchez

ARTÍCULOS

Figura 2. Tomando buena nota

Nuestro estudio y nuestras investigaciones se han orientado hacia la localización de cuanta matemática en general, y geometría en particular, pueda encontrarse tras esos bellos trabajos. Hecha esta aclaración, hemos de indicar que, no obstante, tuvimos que visitar a muchas caladoras (figura 2) y acudir a cuantas ferias de artesanía se realizaban en distintos lugares, siempre en busca de más y más modelos de módulos diferentes tratando de analizarlos todos y de clasificarlos según criterios geométricos. En este sentido y no contando aquellos modelos cuyas diferencias con otros son insignificantes, hemos localizado y estudiado 55 módulos diferentes.

El trabajo de campo para la recopilación de documentación fue largo e intenso y además tiene la particularidad de que no se puede dar por acabado ya que en cualquier lugar pueden aparecer modelos nuevos.

Al mismo tiempo que se realizaba el trabajo de campo, se explicaba a las alumnas los fundamentos de geometría que nos permitirían estudiar matemáticamente este material (isometrías, isomorfismos, rosetones, frisos). Se trata de conceptos geométricos muy intuitivos y de presencia habitual en la vida cotidiana, que no requieren una sólida formación matemática para poder ser entendidos.

Una vez localizados los modelos de calados, se procedió a su clasificación y se encargó a las caladoras que realizaran muestras incluyendo aquellos modelos que nos parecieron más significativos.

Nos propusimos conocer si en los calados que hacen nuestras artesanas, aparecen los siete frisos que es posible construir tal y como explican los distintos algoritmos que ayuda y orientan en la clasificación.

Poco a poco, fuimos penetrando en el peculiar mundo de las caladoras, en la metodología de su trabajo, en cómo organizan sus casas o sus talleres para poder colocar los utensilios que les permiten elaborar sus calados, en cuáles son las dificultades y competencias –generalmente desleales– con las que tienen que luchar. Conocimos que existe un apoyo institucional que les ayuda a organizarse y sacar mayor rendimiento a su trabajo. Toda esa información y todo el trasfondo humano que hay detrás de cada calado lo pudimos compaginar con nuestro estudio, aparentemente frío y distante, sobre la matemática que subyace en cada calado.

Nos propusimos conocer si en los calados que hacen nuestras artesanas, aparecen los siete frisos que es posible construir tal y como explican los distintos algoritmos que ayudan y orientan en la clasificación. Ello nos obligó a rastrear los distintos modelos, incluso algunos que ya no se suelen hacer y que algunas caladoras guardan celosamente como herencia de su madre o de su abuela.

Desde el punto de vista didáctico, presentamos también un conjunto de actividades complementarias al trabajo explicado. Entendemos que se trata de una investigación adaptada perfectamente al nivel académico de las alumnas participantes. Pero sobre todo, destacamos lo formativo que puede representar el haber realizado un trabajo de estas características por lo que supone de transferencia para otros similares.

Entre los elementos complementarios se encuentra una colección de 14 murales explicativos y sintetizadores de todo el trabajo, elaborados con una finalidad estrictamente didáctica. A ellos se añaden 30 calados diferentes enmarcados en otros tantos cuadros, así como un juego de dominó (figura 3) cuyos motivos son módulos de calados y un juego memory de 20 parejas.

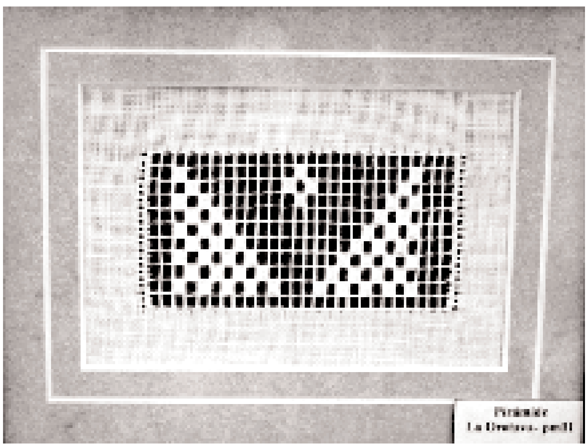
Fueron preparados y pensados para ser expuestos en centros educativos y culturales de forma que la persona que los mire con atención e interés pueda, por un lado, conocer la enorme riqueza esté-

Figura 3.
Dominó de calados

tica de los calados y, por otro, aprender la gran carga matemática que hay detrás de los distintos modelos. El primer objetivo entendemos que se logra con los cuadros, pues contienen modelos significativos de calados elaborados por las artesanas especialmente para este trabajo. El segundo objetivo se consigue con los murales que recogen una síntesis de los conceptos y los algoritmos así como una explicación pormenorizada de las distintas ideas geométricas de cada modelo.

En definitiva, los conceptos e ideas matemáticas que se exponen en este trabajo, tienen modelos en el mundo cotidiano (figura 4). Lo único que hemos hecho, desde el punto de vista matemático, es organizar los conceptos, darles coherencia, rigor y nombres. Las ideas las tiene cualquier persona que conozca o esté familiarizada con los calados u otros materiales parecidos. Ésta ha sido una de las grandes lecciones: las caladoras que posiblemente oían hablar por primera vez de estos conceptos matemáticos, los entendían perfectamente.

Figura 4.
Cuadro
con calado



Fundamentación matemática

Exponemos a continuación, de manera sucinta, las ideas matemáticas que explicamos para realizar el estudio.

— La *simetría* forma parte de nuestra cultura. La frase de Aristóteles que preside este trabajo, deja bien claro que se trata de algo íntimamente relacionado con la belleza. La simetría, en sentido amplio, incluye también nociones de equilibrio, semejanza y repetición. Se trata de un elemento estético profusamente utilizado en las obras humanas (anagramas, fachadas de edificios, distribución de objetos en un escaparate, diseños de las alcantarillas o de las carrocerías de los coches, etc.). Sin embargo, la simetría, «en estado puro» no es abundante en la naturaleza, y esto es interesante hacerlo ver, pues el hombre ha hecho una abstracción de algo que raramente ve en su entorno natural. A veces hacemos alusión a la simetría de hojas de árboles o de las alas de las mariposas pero, si las observamos con atención, comprobaremos que siempre hay «un algo» que elimina la simetría perfecta. En tal sentido, se podría tal vez establecer un índice de simetría que midiera de 0 a 1 hasta qué punto presenta simetría un determinado elemento.

— Las *isometrías* en el plano (movimientos que mantienen las distancias en la figura a la que se aplican), son sencillas de inducir. Se tienen cuando la figura:

a) Se traslada de un lugar a otro.

b) Se gira respecto de un determinado centro de giro.

c) Es sometida a una simetría a lo largo de un eje.

d) Es sometida a una simetría y después se traslada.

Estas son las cuatro únicas posibilidades de movimiento en un plano siempre que, como se ha indicado, se quiera conseguir que la forma y el tamaño de la figura permanezcan rígidos.

La isometría d) es la más difícil de inducir y, sin embargo, existen imágenes que permiten asimilarla con gran facilidad. Por ejemplo, las huellas que nuestros pies dejan en la arena de una playa cuando caminamos en línea recta (figura 5).

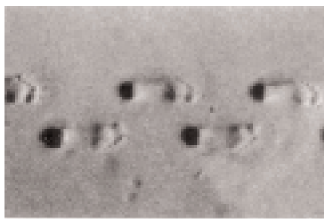


Figura 5. Isometría de verano

— Los *isomorfismos*, también en el plano (movimiento que conserva la forma del objeto), son específicos de cada figura y tampoco resulta complicado inducirlos en los alumnos.

Tanto la identidad como el giro de 360° en torno al centro tienen la propiedad de que todos los puntos de la figura quedan en el mismo lugar. Sin embargo, hay isomorfismos que cambian de lugar los puntos del módulo manteniendo éste su forma al final del movimiento. En la figura 6 se muestran los isomorfismos de un módulo. Se trata de:

- Un giro de 180• con centro en el punto O, (centro del módulo).
- Una simetría de eje r_1.
- Una simetría de eje r_2.

A partir de los elementos anteriores, y dependiendo de factores tales como el nivel de los alumnos, el tiempo disponible, etc., se tiene la oportunidad de entrar en un mundo matemático que atrae y «atrapa» a algunos alumnos con especial inclinación hacia las matemáticas. Se trata de empezar formalizando cada movimiento estudiado, pasar a la composición de movimientos, construir la tabla de todas las composiciones posibles, entrar en la estructura

$$I = \begin{pmatrix} A & B & C & D \\ A & B & C & D \end{pmatrix} \qquad G = \begin{pmatrix} A & B & C & D \\ C & D & A & B \end{pmatrix}$$

$$S_1 = \begin{pmatrix} A & B & C & D \\ D & C & B & A \end{pmatrix} \qquad S_2 = \begin{pmatrix} A & B & C & D \\ B & A & D & C \end{pmatrix}$$

o	**I**	**G**	**S_1**	**S_2**
I	I	G	S_1	S_2
G	G	I	S_2	S_1
S_1	S_1	S_2	I	G
S_2	S_2	S_1	G	I

Figura 7. Grupo de isomorfismos del módulo de la figura 6

de grupo,... el vuelo puede llegar tan alto como se quiera.

Con lo estudiado se está ya en disposición de construir los siete grupos de frisos que presentamos en el cuadro algoritmo de la página siguiente con la notación correspondiente.

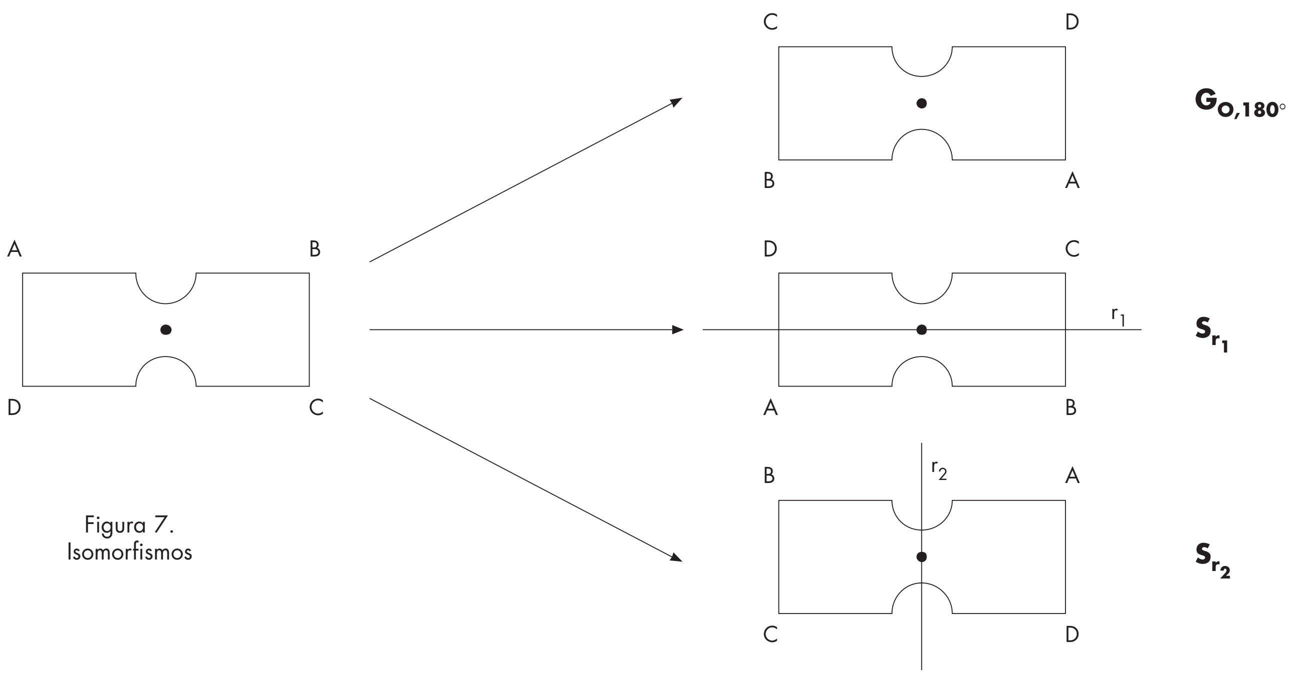
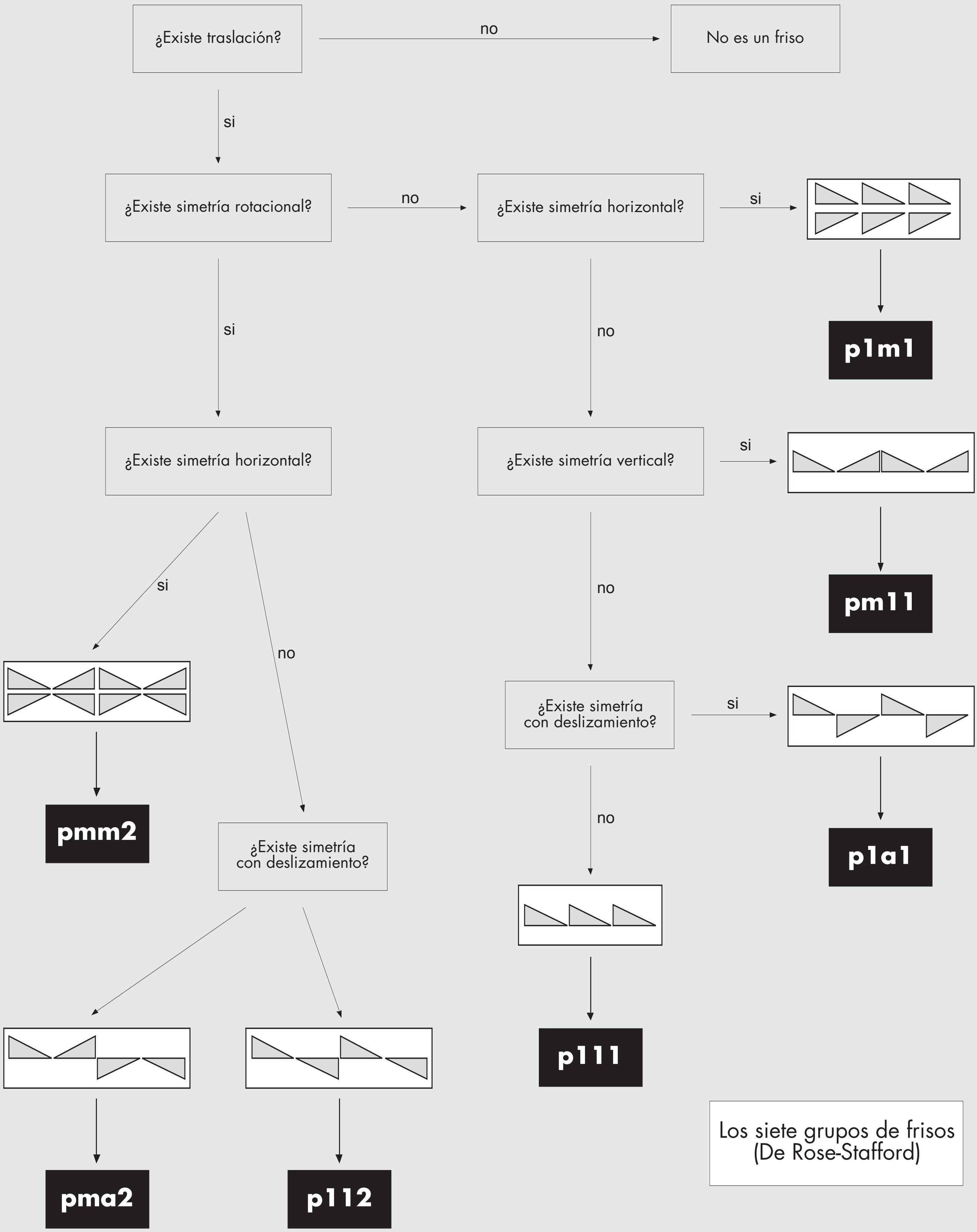


Figura 7.
Isomorfismos



Los siete grupos de frisos (De Rose-Stafford)

— En los calados es normal encontrar *rosetones*. Se suelen utilizar, sobre todo, para resolver las esquinas en piezas tales como pañuelos, manteles, colchas, etc. (figura 8).

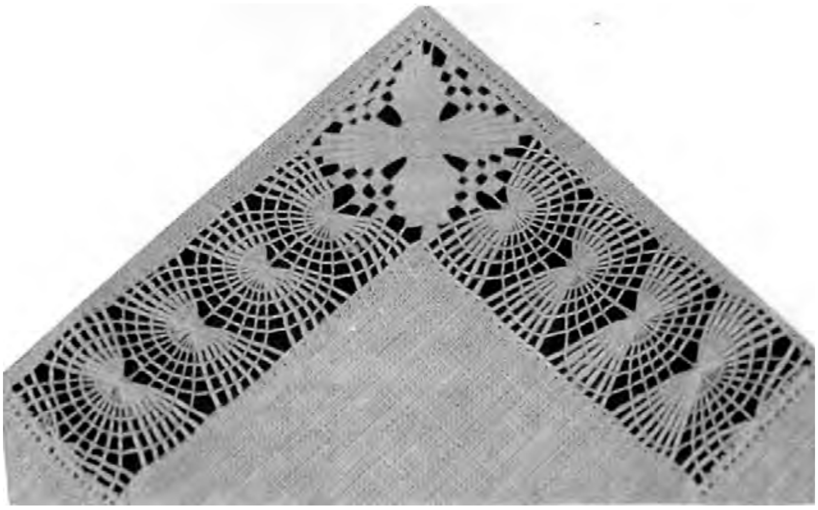


Figura 8. El rosetón resuelve la esquina

Su estructuración es mucho más sencilla. Cuando en un círculo se introduce un elemento cualquiera se pasa de una figura que tiene infinitos isomorfismos a otra con un número finito de ellos. En el caso particular de que ese elemento tenga «pétalos» que hacen posible girarlo n veces con el mismo ángulo, se tienen los rosetones diédricos, si los pétalos son simétricos, y cíclicos, si no lo son. De esta forma, se llega a los rosetones d_n y c_n en los que n representa el número de giros de $360/n$ grados que se pueden realizar.

Los calados

Un calado una labor artesanal muy popular en Canarias (especialmente en las islas de Gran Canaria y de Tenerife) que se realiza sobre una tela (generalmente de lino). No sabemos exactamente cuál ha sido su origen aunque se cree que proceden de Venecia y Portugal. Por los datos que hemos podido recabar, era una labor muy apreciada a finales del siglo XIX y desde siempre ha supuesto un complemento de las débiles economías familiares de la gente sencilla.

La base del trabajo se realiza contando y sacando hilos. En la Península existen bordados que utilizan técnicas de deshilados, parecidos a los que se realizan en Canarias, como son los segovianos (sacando hilos en una sola dirección) y lagarteranos (en dos direcciones al igual que los canarios). También son conocidos los calados sencillos de Huelva que se realizan también en otros lugares de Andalucía y adornan el traje popular de la mujer.

Para la realización de un calado no se necesitan herramientas sofisticadas (figura 9). Además de tela, hilo, tijeras y aguja es necesario contar con un bastidor en el que colocar la tela bien tensa formando una superficie plana no deformable. Las manos de la caladora, que apenas rozan la tela, se sitúan una por encima y la otra por debajo de la misma. El bastidor debe estar apoyado de forma estable con el fin de que la caladora no se vea obligada a sujetar en ningún momento la tela.

Para cada calado se deben realizar unos pasos determinados conocidos por las caladoras, pero que resultan muy difíciles de reproducir si no se conoce la técnica. Es un proceso metódico y laborioso. La caladora experta puede reproducir cada paso que hay que seguir estudiando un calado ya terminado, pero no es fácil saber cuál es el orden en el que se han realizado los diferentes nudos, si se es novato en esta técnica.

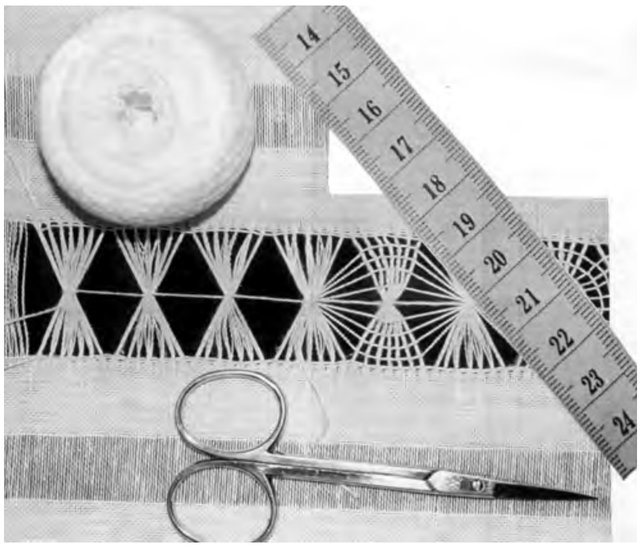


Figura 9.
Tela + ovillo de hilo + tijeras +cinta métrica + destreza = calado

Los calados y los frisos

Con los elementos geométricos expuestos, procedimos a clasificar todo el material recopilado, estudiando el grupo de friso al que pertenecía cada una de las labores. No obstante, y aún contando con un gran número de modelos distintos, no encontramos ninguno que respondiera a dos de los frisos, concretamente, al pma2 y al p1a1.

Esa eventualidad la resolvimos con éxito explicando a D.ª Juana Mesa, una de las caladoras con la que trabajamos, los siete grupos de frisos, comprobando los que faltaban y diseñando uno de cada modelo (figuras 10 y 11). Al poco tiempo, una vez entregados los trabajos, pudimos diseñar un marcalibros (figura 12), alusivo al 2000 como Año Mundial de las Matemáticas, que contiene todos los grupos de frisos de calados. También utilizamos calados para adornar un calendario de bolsillo del 2000 (figura 13).

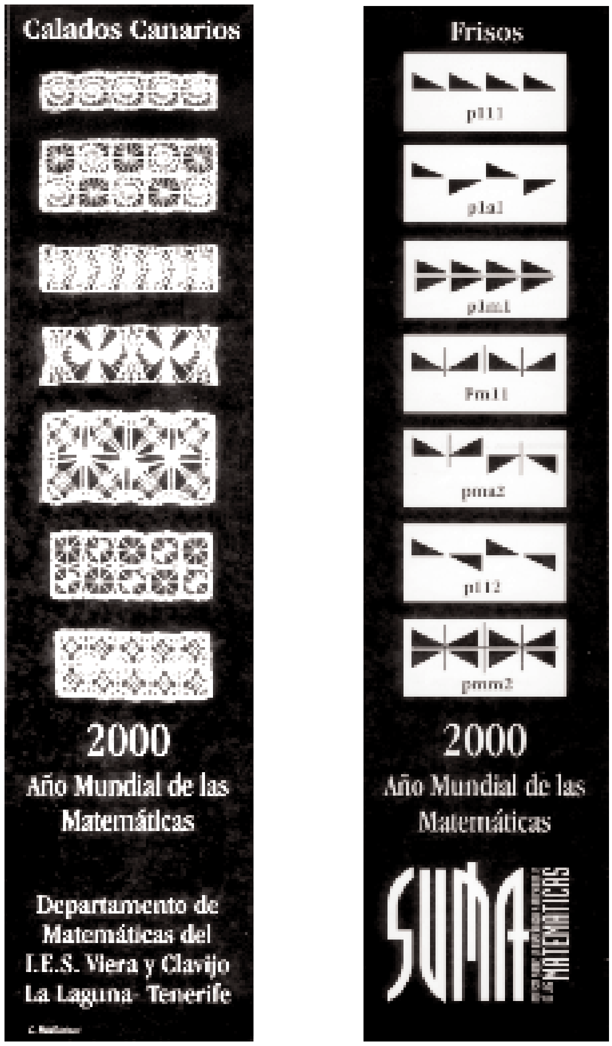


Figura 12. Dos caras de un marcalibros

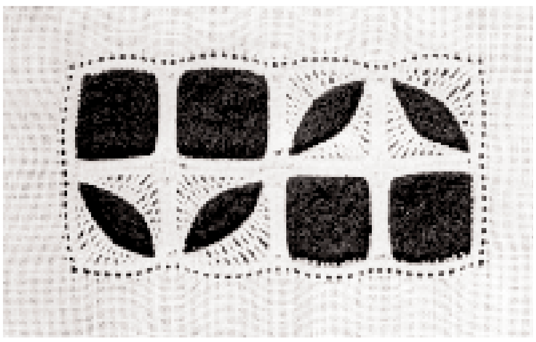


Figura 10. pma2

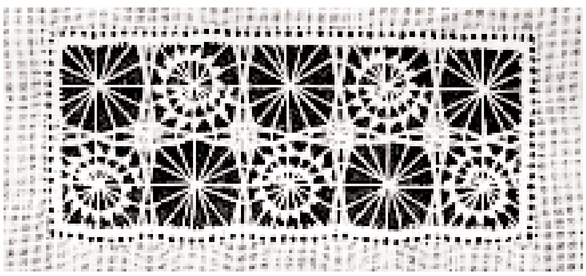


Figura 11. p1a1

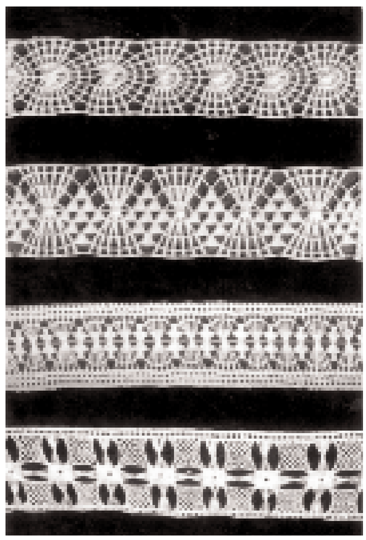


Figura 13. Calados en un almanaque de bolsillo

Calados y rosetones

Ya explicamos el papel que juegan los rosetones en esta labor. Encontramos muchos rosetones diédricos, algunos de los cuales presentaban ciertas dificultades más o menos formales para su clasificación exacta (figura 14) y un solo modelo para los rosetones cíclicos (figura 15), posiblemente por la dificultad técnica que supone hacer formas no simétricas con esta labor.

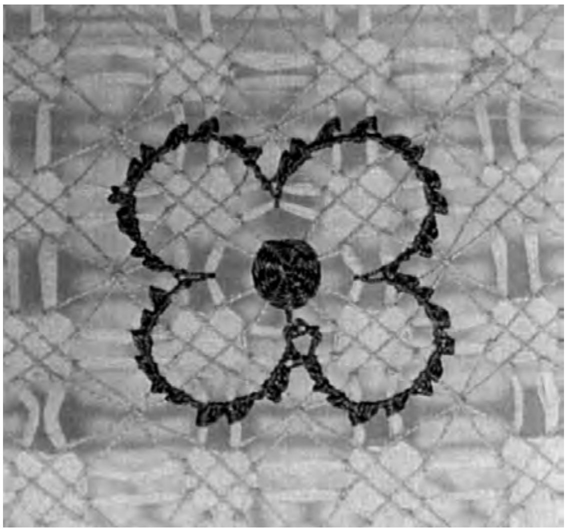


Figura 14. d_4

Figura 15. c_4

Otros elementos matemáticos

Al analizar los diferentes tipos de calados, encontramos algunos modelos que presentaban elementos y conceptos matemáticos de interés.

Módulos en escalera

La figura 16 corresponde a un diseño de calado que se elabora en casi todos los lugares. Es una doble escalera de módulos. Cada peldaño posee un número impar de módulos. Por tanto, para calcular el número total de módulos que hay que hacer para una determinada escalera, se ha de realizar una interesante deducción.

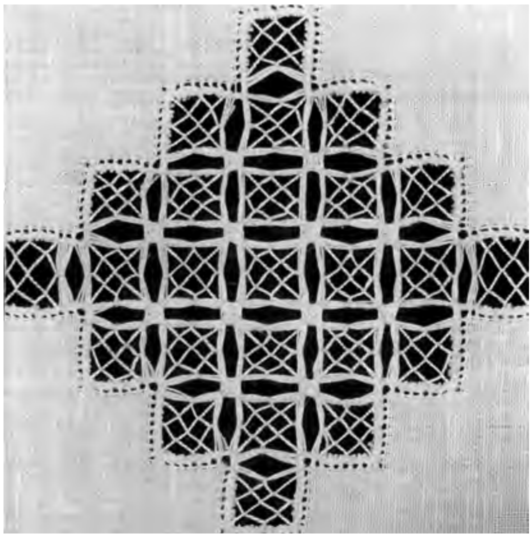


Figura 16. Módulos en escalera

Sinusoides

Existen varios modelos de calados que presentan como uno de los motivos las gráficas de las funciones seno y coseno dibujadas en el mismo módulo (figura 17).

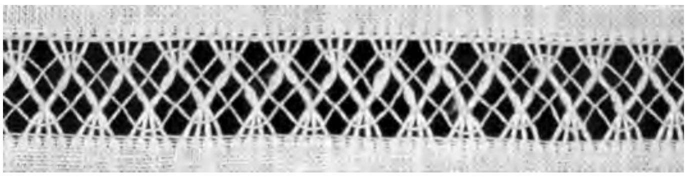
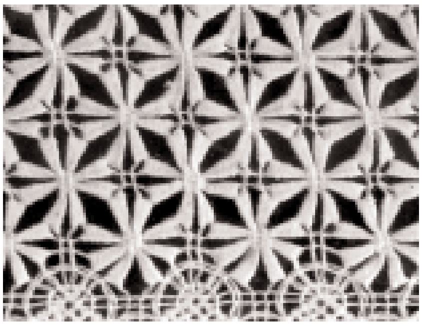


Figura 17. Sinusoides caladas

Figuras geométricas

Además de las ya descritas, encontramos en los diferentes modelos de calados un buen número de figuras geométricas: cuadrados, rombos, polígonos de más de cuatro lados, tanto regulares como irregulares, elipses, circunferencias... (figura 18).



Gigura 18.
Localizar
figuras geométricas

Murales y cuadros

El trabajo se complementó con un conjunto de catorce murales en los que se sintetizaron las ideas y resultados obtenidos en la investigación.

Cualquier persona, a través de ellos, podrá conocer e interpretar matemáticamente estos valiosos y bellos trabajos artesanales de nuestro entorno cotidiano (figuras 19 y 20).

Figura 19. Mural del pm11

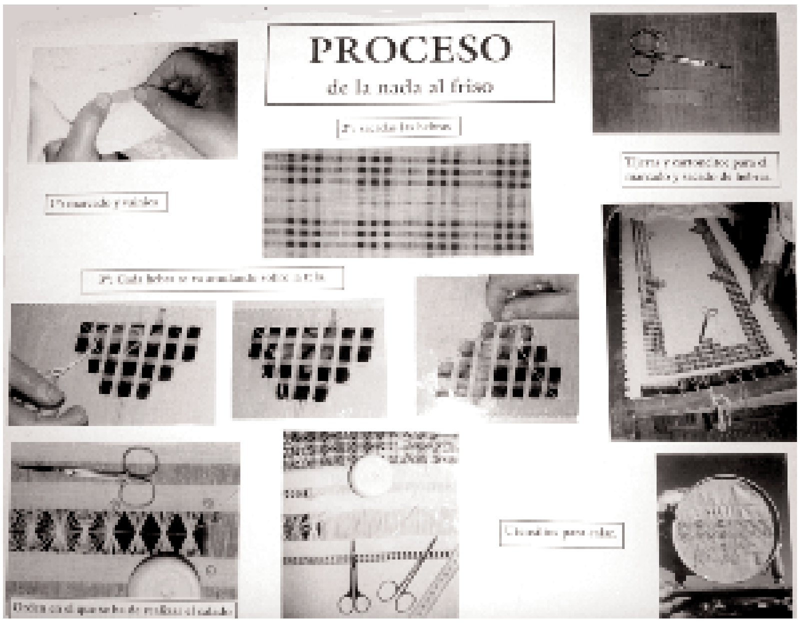


Figura 20. De la nada al friso

A modo de conclusión

No es posible detallar la gran cantidad de aspectos interesantes y sumamente positivos que encierra la experiencia que hemos intentado resumir.

El propio método de trabajo desarrollado constituye uno de esos aspectos. Para poder iniciarlo, varias ferias de artesanía de las que periódicamente se celebran en nuestra isla, especialmente la muestra iberoamericana que se organiza en el mes de octubre. Allí acudimos a ver los muestrarios de calados que presentaban las artesanas, a fotografiarlos con su consentimiento previo, naturalmente, y a conocerlas personalmente.

«Aquí hay matemáticas», nos decíamos. es cuestión de organizarse y de empezar a hacer un estudio sistemático y lo más riguroso posible.

Luis Balbuena
Dolores de la Coba
Emma García
IES Viera y Clavijo.
La Laguna.
Sociedad Canaria
de Profesores de Matemáticas
«Isaac Newton»