TARAZONA
CIUDAD MUDÉJAR

"CONSTRUYENDO EL INFINITO"

MANUAL PARA EL PROFESOR EDUCACIÓN SECUNDARIA

Esta guía te puede servir de referencia para resolver el CUADERNO DE ACTIVIDADES junto a tus alumnos.

Si quieres profundizar más en el tema puedes consultar el ARTÍCULO de Ángel Ramírez Martínez y Carlos Usón Villalba: *Geometrizar la luz. El Claustro de Tarazona, final de un largo viaje.*

Puedes descargarlos en este enlace:

FUNDACIÓN TARAZONA MONUMENTAL

GOBIERNO DE ARAGON

EL ARTE DE LAS MATEMÁTICAS EN EL MUDÉJAR DE TARAZONA:

Los mudéjares se especializaron en la construcción y en las artes decorativas. Empleaban materiales de la zona, baratos y fáciles de trabajar, como el ladrillo caravista y aplantillado, el yeso, la cerámica y la madera. Lo que les permitía realizar construcciones económicas y rápidas, pero sin perder la vistosidad. Esto hizo que los cristianos se decidieran a contratarlos para construir sus templos, para lo cual tuvieron que adaptar la tradición islámica a los requerimientos de la religión dominante.
Fruto de la convivencia y la tolerancia entre musulmanes y cristianos surgió el estilo mudéjar.

El **"maestro de obras moro"** sería lo que hoy conocemos como un arquitecto; compraba los materiales, contrataba a los trabajadores, y controlaba el proceso desde los cimientos hasta el tejado, incluyendo la decoración interior. Los **matemáticos y geómetras** árabes les aportaron conocimientos que la destreza y gran sentido estético de los **alarifes, carpinteros, alfareros y yesaires** convirtieron en un arte.
Juntos consiguieron que el estilo mudéjar se caracterizase por su riqueza decorativa y variedad geométrica.

En Tarazona encontramos construcciones mudéjares de las dos religiones. Por ejemplo, la *Mezquita de Tórtoles*, que destaca por su conjunto epigráfico en árabe y ser una de las últimas construidas en Aragón, y la *Catedral de Sta. Mª de la Huerta*, **máximo exponente de las posibilidades de la decoración geométrica de origen islámico en la Península Ibérica.** También hay muebles, **elementos decorativos**, y un **urbanismo** que perdura en forma de calles estrechas y retorcidas, con recovecos, callejones sin salida, algorfas y patios. Un estilo que perduró e influyó en otros posteriores y sigue estando **presente en construcciones contemporáneas y actuales.**

La Ruta de la Cultura Mudéjar de Tarazona es una RUTA MATEMÁTICA porque el arte y la arquitectura mudéjar está plagado de matemáticas, geometría y simetría en búsqueda del infinito.

¿QUIERES PROBAR A CONSTRUIR EL INFINITO?...

SUGERIR LA INFINITUD:

El infinito es inaprensible, inabarcable. Sólo tiene presencia real en nuestra imaginación. Es por ello que, cuando se le quiere sugerir, no queda más remedio que reconstruirlo en nuestro interior una vez insinuado y, para ello, podemos pensar en una espiral que en su continuado progreso proyecte sobre el plano un ilimitado crecimiento. Pero, sin lugar a dudas, el recurso más eficaz, por cotidiano, es la repetición. Una figura que, sin cambiar su tamaño, se repite una y otra vez en una única dirección para conformar una cenefa. O en dos orientaciones distintas que, como si de una baldosa se tratara, nos permite intuir un proceso indefinido que decora el plano sin fin, como hacían los viejos papeles pintados con las paredes de nuestras casas.

Una *isometría* es esa herramienta matemática que permita mover una figura en el plano sin modificar su tamaño. Curiosamente sólo existen cuatro: traslación, simetría, giro y deslizamiento. Que, además, como veremos, todas ellas nos llevan a la traslación, al embaldosado en definitiva, si actúan de forma repetida sobre sí mismas.

La *traslación* es la más fácil de identificar. Su presencia es ubicua. Aparece siempre, en todas las decoraciones. Resulta imposible huir de ella.

La figura inicial se reubica unos centímetros más allá de su origen en una determinada dirección. En fig 1. la flecha azul determina la dirección y el tamaño del desplazamiento y se le denomina vector de traslación.

La *simetría especular*, también llamada reflexión, simetría bilateral, o simplemente simetría, es el movimiento que hace que, partiendo de la figura de la izquierda (Fig. 2) se produzca el efecto del reflejo en un espejo. Si, en Fig. 2, colocamos un espejo aparece reflejada la imagen de la derecha. Y si aplicamos de nuevo la simetría, el nuevo espejo nos devuelve la imagen anterior como si de una traslación se tratara (Fig. 3).

Fig. 2

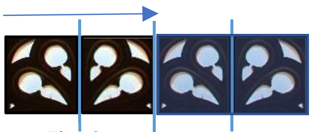


Fig. 3

Por el contrario, servirá una reflexión vertical y sucesivas traslaciones para componer uno de los ventanales de este claustro, en el que el espejo azul pasa a denominarse eje de reflexión. Fig. 4.

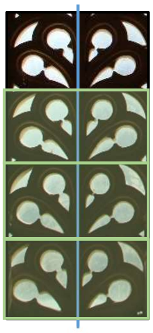


Fig. 4

El *giro*, como su nombre indica, supone rotar una figura inicial (1) un determinado número de grados alrededor de un punto que denominamos centro de giro (amarillo en el dibujo). Si ese número divide exactamente a 360^0 y da como resultado "n", se dice que es un giro de orden n. En el dibujo, la pieza nº 1 gira 60^0 para obtener la 2 y así

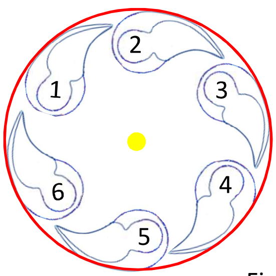


Fig. 5

Óculo en la iglesia de la Magdalena

sucesivamente 6 veces antes de completar una vuelta y componer un giro de orden 6 ya que, 360:60=6.

Si partimos de Fig. 6 y la giramos 180^0 respecto del punto amarillo obtenemos Fig. 7. La repetición del giro nos lleva a la traslación, como ya advertimos antes con la simetría especular. Y, al igual que allí, el giro y la traslación nos llevan a otra de las celosías del claustro (Fig. 9).

Fig.6

Fig.7

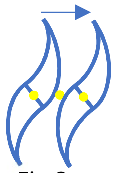


Fig.8

El *deslizamiento*, por su parte, es, en realidad, el movimiento que se obtiene al aplicar una traslación al resultado de una reflexión. No puede haber nada más natural. Si estamos erguidos y nuestros pies simétricos el uno al otro, sirve con adelantar (desplazar, trasladar) uno de ellos para producir el deslizamiento que nos permite andar.

Fig. 9

Cojamos ahora un ladrillo (Fig. 10) y dibujemos su simétrico respecto del espejo azul de Fig. 11. Si ahora lo trasladamos, según nos indica la flecha azul de Fig. 12, obtenemos ese segundo ladrillo que queda trasladado a lo largo de la línea azul que denominaremos eje de deslizamiento.

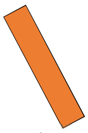


Fig. 10

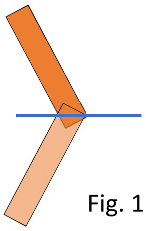


Fig. 11

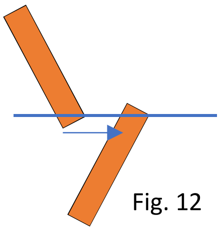


Fig. 12

Como ya hemos visto en el giro y en la simetría, si aplicamos un nuevo deslizamiento (Fig. 13) obtenemos un nuevo ladrillo trasladado del primero según la flecha verde.

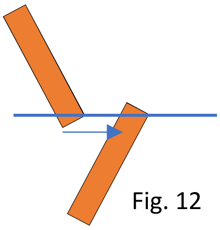


Fig. 12

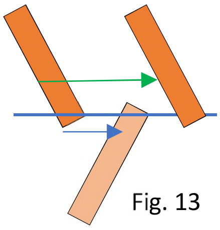


Fig. 13

El adecuado tamaño de la traslación que genera el deslizamiento produce ese efecto de espiga tan característico (Fig. 14) que podemos ver en el suelo del claustro, enmarcado en el verde del musgo.

Fig. 14

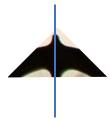
CONSTRUIR LA COMPLEJIDAD:

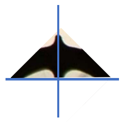
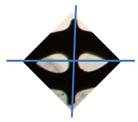
Estos cuatro movimientos van a ser los artífices de esa permanente sugestión de estar ante una decoración infinita a pesar de las limitaciones que impone la finitud del marco en el que se asienta.

Fedorov, a finales del siglo XIX demostró que, elegido un motivo inicial, sólo es posible generar 7 cenefas, 17 grupos de simetría en el plano y 230 en el espacio. Así pues, las posibilidades decorativas son infinitas porque lo son los motivos iniciales a elegir, pero las posibilidades geométricas, si nos restringimos al plano, sólo son 17.

Para ver como se genera uno de ellos, tomemos una figurita cualquiera: 

Fig. 15

Pegado a su lado derecho colocamos un  espejo. El resultado es éste: 

Si ahora colocamos otro debajo:  el resultado es: 

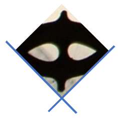
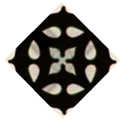
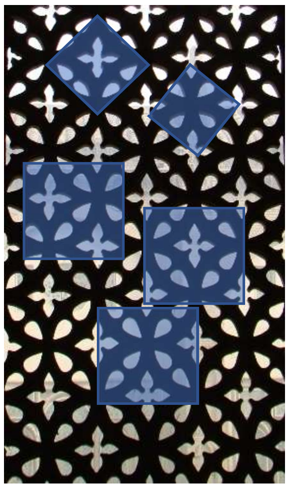
Si, además colocamos otros oblícuos:  obtenemos: 

Fig. 16

Baldosas primarias:



Las traslaciones podrían completar el proceso de génesis del paño que, por otra parte, genera por sí sólo el juego de espejos. Tras este proceso creativo vemos que el paño (Fig. 17) queda salpicado de ejes de simetría (azul), desliza-miento (naranja), centros de giro de orden 2 (180^0) en color verde y de orden 4 (90^0) en rojo. Al paño resultante, que tamiza la luz del ventanal, con todos esos elementos que definen sus isometrías, lo llamaremos *grupo plano de simetría*. Al diseño minimal (Fig. 15) que nos ha permitido construirlo aplicando esos movimientos que lo caracterizan lo denominaremos *motivo fundamental* (o *forma sustancial*) y a esa baldosita que nos permitiría componer el paño entero como si de alicatar un baño se tratase (Fig. 16) *baldosa primaria*.

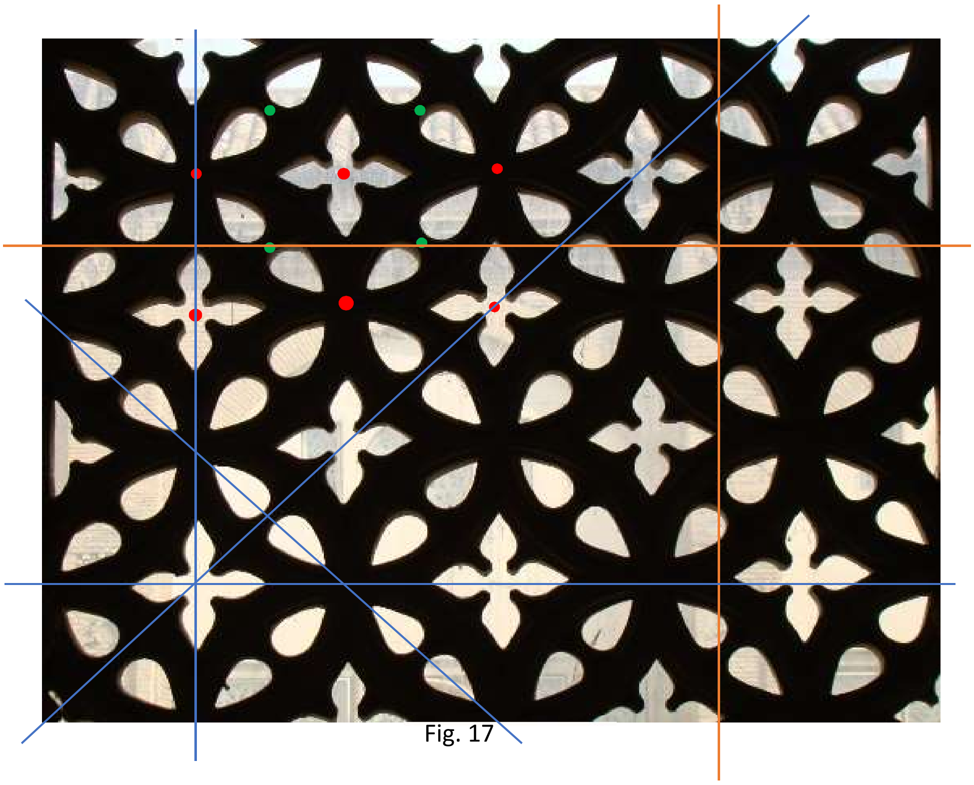


Fig. 17

DECONSTRUIR LA UNIDAD:


Fig. 18

Procedamos ahora en sentido contrario. Vamos a partir de un paño (Fig. 17) y vamos a determinar qué grupo de simetría tenemos entre manos. Cuesta relativamente poco percibir que se trata de un entrelazado de dos tipos distintos de cruces lobuladas que comparten uno de sus brazos. Pero queda por el medio otra serie de elementos que constituyen una multiplicidad de objetos a los que el paño aporta unidad. Para desentrañarla determinaremos los elementos geométricos que la conforman.

Aunque este proceso es muy personal y cada uno detecta en primer lugar una u otra componente compositiva, comenzaremos por los ejes de simetría (Fig. 19). Vemos que aparecen dos familias, una en dirección horizontal y otra vertical.

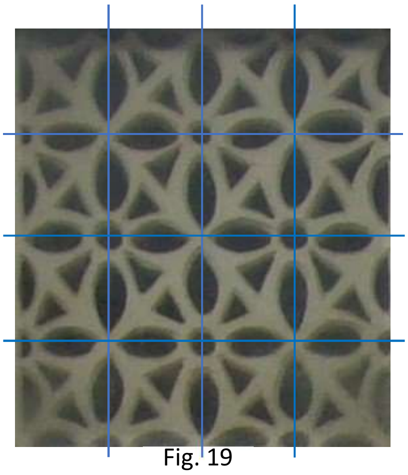


Fig. 19

El ritmo de los deslizamientos también se percibe con claridad en ese zigzagueo tan caracteristico de los pies al andar. En horizontal (Fig. 20) o en vertical (Fig. 21), los rombos azules harían el papel del pie izquierdo y los amarillos del derecho en un paseo a lo largo del eje marrón, que haría las veces de una pasarela de desfiles de moda.

El resultado (Fig. 22) son otras dos familias de ejes de deslizamiento que, al igual que los de simetría discurren en vertical y horizontal paralelos a ellos.

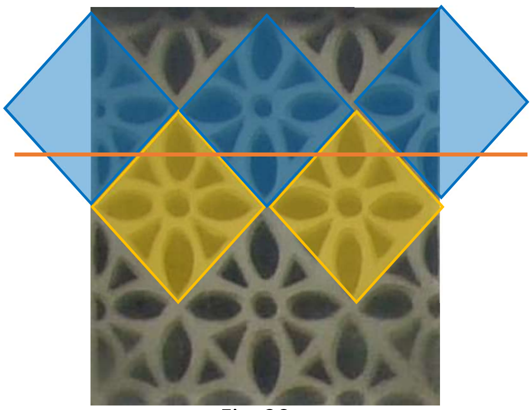


Fig. 20

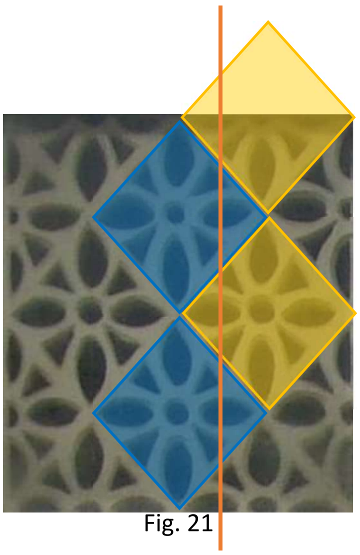


Fig. 21

Si centramos ahora la atención en los centros de giro (de color verde en Fig. 23), una pléyade de estrellas aparece en nuestro horizonte geométrico que no es diferente, como podemos ver, del decorativo. Si situamos todos los elementos de simetría en una misma decoración, nos encontramos con la figura 24. En ella podemos ver cómo los centros de giro se sitúan, unos en los puntos de intersección de los ejes de simetría y los otros en los de corte de los de deslizasmiento. La razón es muy simple. Si elegimos el motivo fundamental de la figura 15 y hacemos actuar sobre él dos reflexiones perpendiculares (espejos azules de fig. 25), el resultado es una figura girada 180º respecto a la primera.

La forma de designar los grupos de simetría es muy simple. Si nos fijamos en el de la figura 17, ponemos una p (de paño), un 4 por ser el orden de giro mayor que presenta y después una m (miroir, mirror) por cada familia de ejes de simetría que aparece y una g (glide, glissement) por cada una de las de deslizamiento. En nuestro caso sería p4mmmmgg. El de la figura 24 sería: p2mmgg. Es cierto que existe una notación más simplificada pero ésta es mucho más intuitiva.

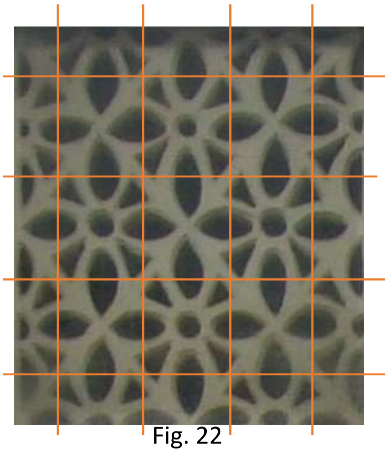


Fig. 22

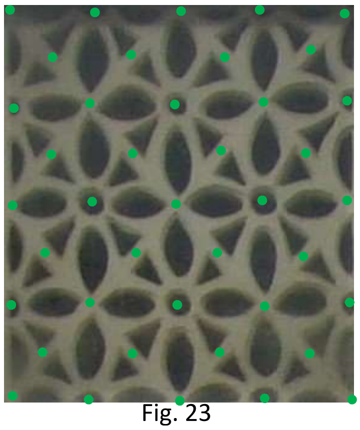


Fig. 23

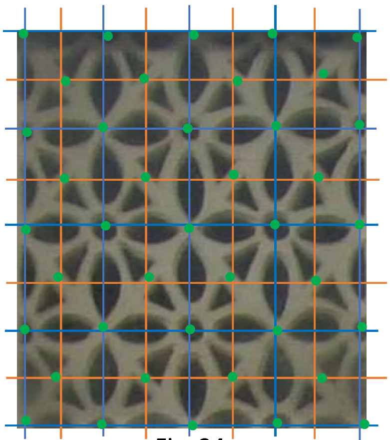


Fig. 24

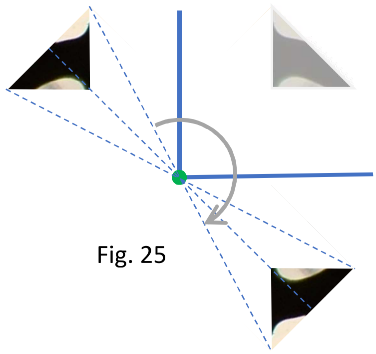


Fig. 25