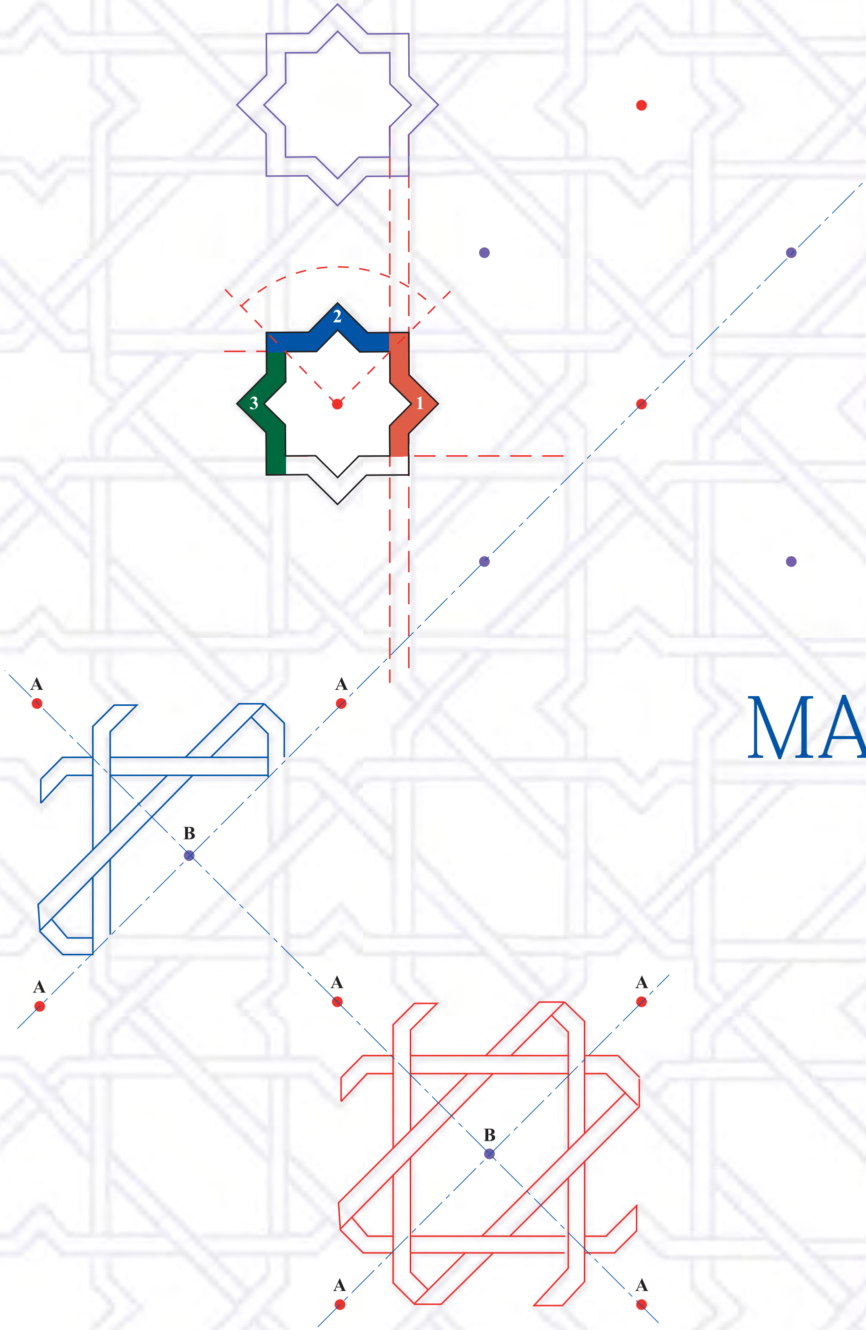


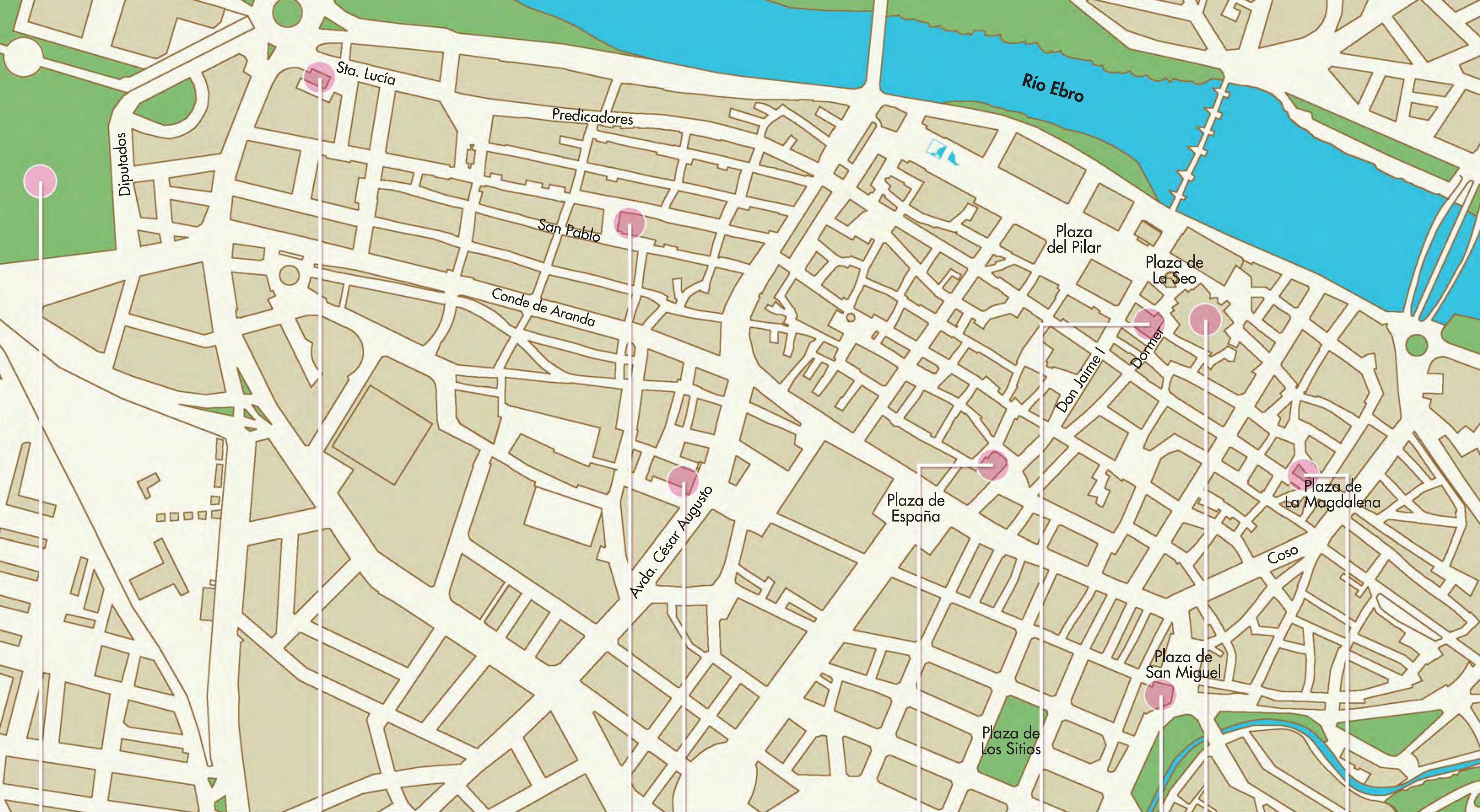
ZARAGOZA con otros ojos

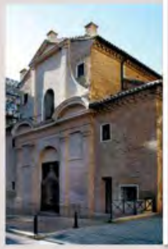
RUTAS MATEMÁTICAS III

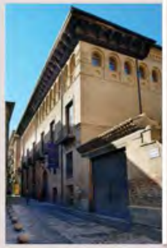
El Mudéjar

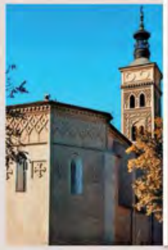
Cuaderno del Alumno

Zaragoza
AYUNTAMIENTO
EDUCACIÓN


Río Ebro
Sta. Lucía
Predicadores
Diputados
San Pablo
Conde de Aranda
Avda. César Augusto
Plaza del Pilar
Plaza de La Seo
Dormer
Don Jaime I
Plaza de España
Plaza de La Magdalena
Coso
Plaza de San Miguel
Plaza de Los Sitios







RUTAS MATEMÁTICAS III

El Mudéjar

Cuaderno del Alumno

Textos:
Carlos Usón Villalba
Angel Ramírez Martínez

Selección y adaptación:
Fernando Corbalán

Edita: Ayuntamiento de Zaragoza.
Área de Cultura y Educación.
Servicio de Educación
Textos : Carlos Usón Villalba y Angel Ramírez Martínez
Selección y adaptación: Fernando Corbalán
Fotos: Carlos Usón Villalba, Angel Ramírez Martínez y Lorenzo López, Aísa Publicidad
Impresión:
D.L.:
ISBN:
Diseño gráfico: Aísa Publicidad, S.L.

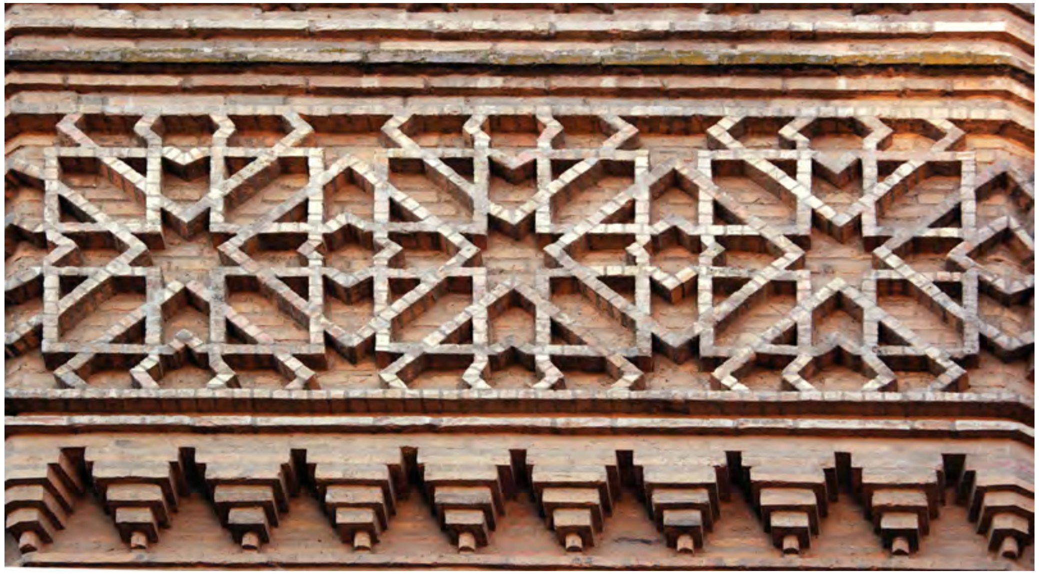
UN PASEO POR LA HISTORIA DE LA MANO DE LA GEOMETRÍA

Un paseo es un tiempo ganado a la prisa, a la ambición, a las obligaciones, al estrés... Es un tiempo rescatado para nosotros mismos, para el disfrute y debe ser el deleite el que guíe los pasos de quien se acerca a estos ábsides, se complace con sus torres o se deja seducir por el sugerente juego de luces y sombras de las yeserías.

Los argumentos matemáticos deben servir para enriquecer nuestra mirada y, como consecuencia, el placer del descubrimiento. Dejarnos llevar por el paisaje de formas, adentrarnos en los detalles, dejar que centren nuestro interés, que diluyan el peso de la estructura, que retengan nuestro paseo visual y, después, detenernos en los giros, localizar los deslizamientos, dejar que nos transporten las simetrías obviando las traslaciones.

Determinar, si nos place, qué grupo sale a nuestro encuentro tratando de acaparar nuestra atención pero, sobre todo, y al igual que sucede con cualquier obra de arte abstracta, dejar que las sensaciones nos invadan, tratar de identificarlas, preguntarnos por la intención de los autores y mantener vivo el diálogo que, a través de su obra, nos sugieren.

El ARTE MUDÉJAR



La historia del arte mudéjar puede interpretarse como la historia del último periodo del arte islámico en la Península. Inicialmente realizado por artesanos mudéjares [1] y más adelante, a partir del s. XV, también por artesanos cristianos, se manifiesta en iglesias y edificios civiles cristianos.

El mudéjar aragonés abarca cinco siglos: desde el XIII hasta el XVII cuando, justo después de la expulsión de los moriscos [2] decretada por Felipe III en 1610, el barroco aragonés vuelve a decorar las bóvedas y los intradoses de los arcos de sus iglesias con variantes de los más clásicos temas de lazo mudéjares.

Zaragoza, conserva excelentes muestras de las distintas etapas del arte mudéjar en Aragón.

[1] Musulmanes que viven bajo dominio político cristiano.
[2] Musulmanes forzados a la conversión

SIMETRÍAS

Una figura plana tiene un eje de simetría r (o se dice que tiene simetría axial) cuando si desde cualquier punto P de la misma trazamos una perpendicular a r y prolongamos la recta, ésta corta a la figura en otro punto P′ tal que r es la perpendicular en el punto medio de PP′ (fig. 1). El punto P′ se llama simétrico de P respeto a r. Ejemplos de figuras con simetría central son la circunferencia respeto a cualquiera de sus diámetros o el cuadrado y el hexágono regular respecto a todas sus diagonales y también respecto a las rectas que unen los puntos medios de sus lados opuestos (fig. 2).Se puede doblar por el eje de simetría o de reflexión y siempre quedarán superpuestas las dos mitades.

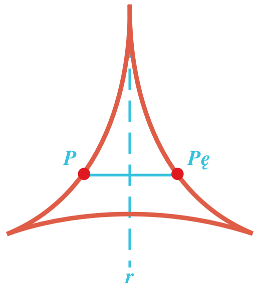


fig. 1

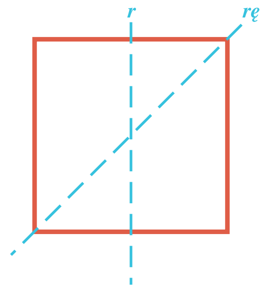
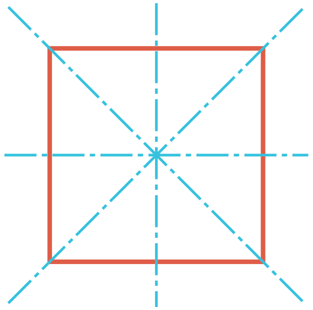
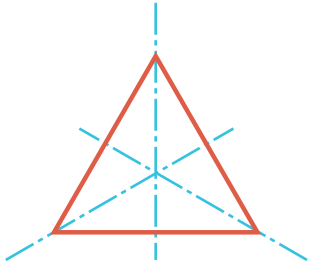


fig. 2

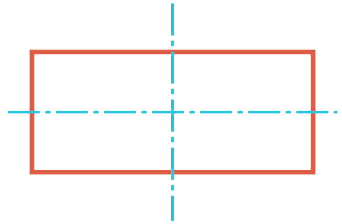
EJEMPLOS DE EJES



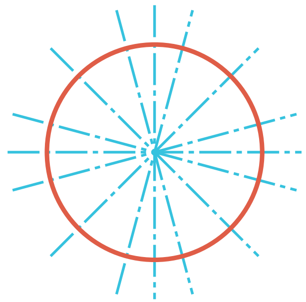
Un cuadrado tiene cuatro ejes de simetría. Se puede doblar por cada una de las lineas azules y siempre quedarán superpuestas las dos mitades.



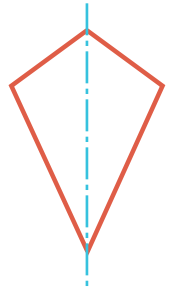
Un triángulo equilátero tiene tres.



Un rectángulo o un rombo tienen dos.



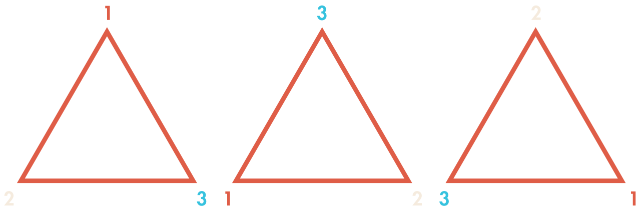
Una circunferencia tiene infinitos.



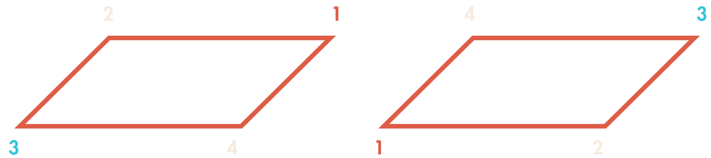
Una cometa tiene uno.

GIROS Y ROTACIONES

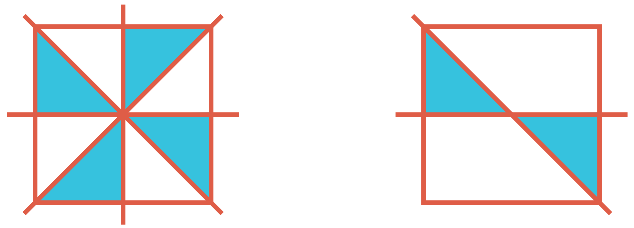
El punto central de un triángulo equilátero es un centro de giro de orden tres. Podemos girar respecto a él la figura, tres veces 120º, y siempre se mantendrá invariante. Para poder distinguir cada movimiento tenemos que numerar los vértices.



Un cuadrado tiene un centro de giro de orden cuatro. Podemos girarlo cuatro veces 90º respecto de su punto central, y en los cuatro casos se mantiene invariante. El cuadrado y el triángulo equilátero tienen también ejes de simetría. estos ejes se cortan en el centro de giro. pero una figura puede tener centro de giro sin tener ningún eje de simetría. por ejemplo, el centro de un paralelogramo es centro de giro de orden dos. Los giros serán ahora de 180º.

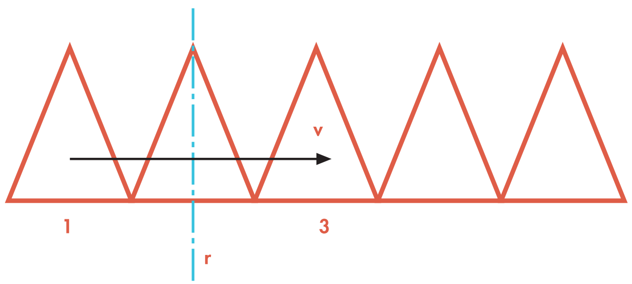


Decorando convenientemente un cuadrado, podemos conseguir que mantenga el centro de giro pero no los ejes de simetría. En el dibujo de la izquierda ha conservado un centro de orden cuatro y en el de la derecha un centro de orden dos.

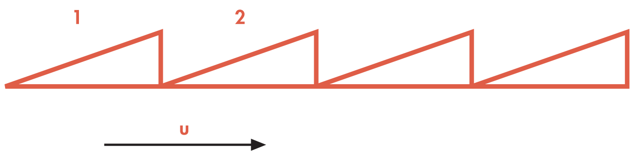


TRASLACIONES

En la cenefa de triángulos verticales podemos pasar del triángulo 1 al triángulo 3 mediante una reflexión del primero respecto del eje r. Pero también podemos hacerlo trasladando el triángulo 1 mediante el vector v.

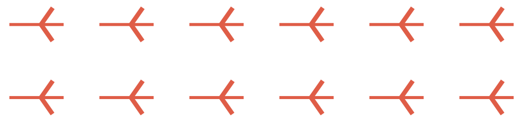


En otros casos podremos elegir entre una traslación o un giro o un deslizamiento para desplazarnos dentro de la cenefa. pero hay veces en que sólo es posible pasar de una posición a otra mediante traslaciones.

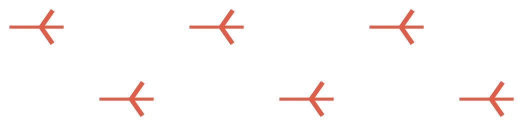


DESLIZAMIENTOS

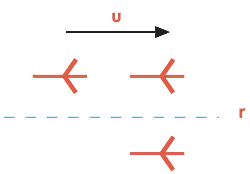
Las huellas de un gorrión que se desplace en línea recta sobre tierra mojada formarán una cenefa con un eje horizontal de simetría.



Las de una paloma producirían sin embargo una figura diferente.



El gorrión marca sus huellas de dos en dos. La paloma, como nosotros, las marca de una en una. El paso de la primera huella de la paloma a la segunda se puede descomponer en dos etapas. primero, de 1 a 1′ mediante una traslación (vector u). Segundo, de 1′ a 2 mediante una simetría respecto al eje central que separa las dos bandas de huellas (recta r).



El paso directo de 1 a 2 es el movimiento que se denomina en matemáticas ***deslizamiento***. Es decir: habalndo en lenguaje matemático, un gorrión se traslada y una paloma, o una persona, se desliza.

LOS GRUPOS DE SIMETRÍA

Las dos líneas discontinuas marcadas en el embaldosado de rectángulos son ejes de simetría del mosaico de la fig. 1. Quiere decir esto que si doblamos el mosaico por una de esas líneas, por ejemplo la vertical, las dos partes en que había quedado dividido quedan perfectamente superpuestas. La casilla 1 (fig. 2) se convertiría en 1′, 2 en 2′, etc. Diremos que esas dos líneas son ejes de **reflexión** o de simetría de la figura.

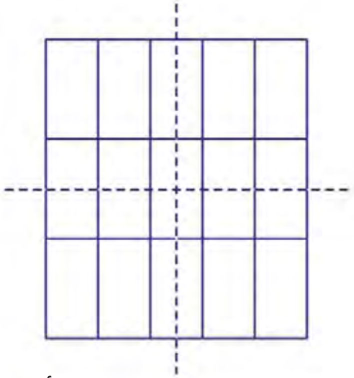


fig. 1

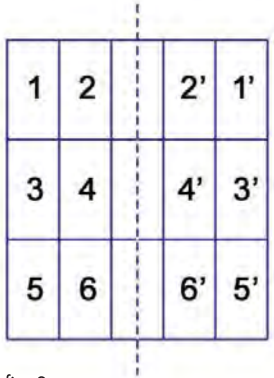


fig. 2

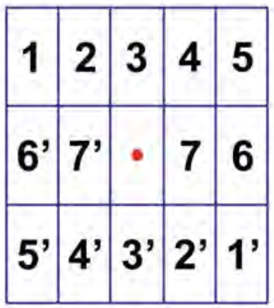


fig. 3

El punto en que se cortan los dos ejes es un centro de giro del embaldosado. Si **rotamos** 180º respecto de ese punto, el mosaico girado queda superpuesto al anterior: la casilla 1 (fig. 3) se convertiría en 1′, 2 en 2′, etc. La casilla que contiene al centro se convierte en ella misma. Una nueva rotación de 180º respecto del mismo centro devuelve las casillas a su situación inicial. Si no hubiéramos marcado las casillas no habríamos detectado ninguna modificación en la figura. Puesto que en una vuelta completa tenemos dos posiciones de coincidencia con la inicial, diremos que el centro en cuestión es un centro de giro de orden 2.

En lenguaje matemático se dice que esos dos ejes de simetría y ese centro dejan invariante la figura. Si imagináramos que el embaldosado se extiende hasta el infinito, ocupando todo el plano, tendríamos entonces infinitos ejes de simetría –todas las rectas del mismo tipo que las punteadas (fig. 4)– e infinitos centros de giro: todos los vértices y puntos centrales de los rectángulos y todos los puntos medios de sus lados. Es decir: los puntos en que se cortan los ejes de simetría.

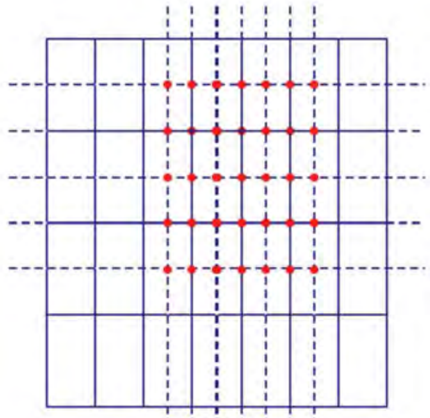


fig. 4

Llamamos **isometría** a un movimiento que, como los anteriores –reflexiones y rotaciones– no modifican las distancias ni la amplitud de los ángulos. La regularidad de una figura –finita o infinita– se analiza estudiando las isometrías que la dejan invariante. El conjunto de todas ellas es algo así como su ADN matemático y constituye lo que se llama su **grupo de simetría**.

Las características decoraciones geométricas del arte islámico –y en particular del mudéjar– que parecen querer extenderse uniforme y regularmente hasta cubrir todo el plano, son un buen campo para la búsqueda de grupos de simetría. **Nuestro paseo por el arte mudéjar de Zaragoza va a tener como objetivo localizarlos, centrándonos en el aspecto ornamental.**

Resumimos nuestra visita a algunos ejemplos con la esperanza de que sean suficientes para que el lector o lectora distinga algunas estructuras geométricas subyacentes en las decoraciones y pueda afrontar otras que aquí no aparecen. Eso sí, el visitante inevitablemente tendrá que poner algo de su parte

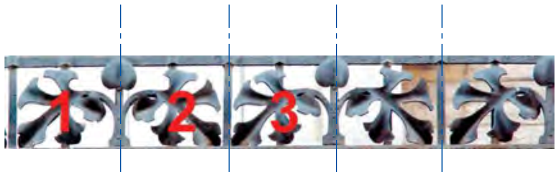
RITMOS LINEALES

Hay siete ritmos diferentes que permiten prolongar un módulo de forma regular e infinita en la dirección de una línea recta. Para cada uno de ellos, por supuesto, las posibilidades de diseño son infinitas. A pesar de la sencillez del campo de opciones de las cenefas, es realmente difícil encontrar juntos los siete modelos distintos en las decoraciones de un edificio. Curiosamente, unos edificios modernistas de la calle Manifestación, cerca de la Plaza del Justicia, las ofrecen todas en las bandas de forja que adornan sus balcones. No tiene nada que ver con el arte mudéjar pero son un buen entrenamiento para poder distinguir las cenefas mudéjares, tema fundamental al que vamos a dedicar esta ruta

L_1: La situación matemáticamente más elemental, común a todas las cenefas. Sólo se puede pasar de un elemento de la cenefa a otro igual (de 1 a 2) mediante una traslación (la representamos con un vector)

L_2: Además de las traslaciones (ya no señalaremos este movimiento en los restantes modelos) son centros de giro de 180º todos los puntos como los que hemos marcado en rojo. Si rotamos media vuelta la cenefa, imaginada como infinita, respecto a cualquiera de ellos, la cenefa girada queda perfectamente superpuesta a la anterior.

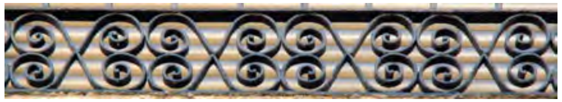
L_3: Reflexiones respecto de las rectas verticales marcadas en blanco en la foto, permiten pasar de 1 a 2, de 2 a 3, etc. y caracterizan el ritmo de la cenefa.



L_4: Se identifica con mucha facilidad: el eje central de la cenefa es eje de simetría de ella misma.

L_5: Imaginemos nuestro pie izquierdo en 1, el derecho en 2, el izquierdo en 3, etc. Los elementos de la cenefa se despliegan de manera análoga a las huellas de nuestros pies en la arena húmeda o, como muestra la forja del balcón, de la misma forma que si fueran las hojas de una enredadera. El paso de 1 a 2, de 2 a 3, ..., se llama en matemáticas ***deslizamiento***. Las isometrías que caracterizan a este modelo son las obligadas traslaciones y el deslizamiento.

L_6: Aparentemente, una mezcla de **L_3** y **L_4**: reflexiones verticales y simetría horizontal. Ocurre que la acción conjunta de ambas genera más cosas[1], pero no entraremos en ellas. La cenefa queda perfectamente identificada con esas dos propiedades.



L_7: Otra mezcla aparente. Esta vez de **L_3** y **L_5**. El resultado es una estructura en zigzag en la que podemos observar ejes verticales de reflexión, deslizamientos (de 1 a 2, de 2 a 3, ...) y giros respecto de puntos como los señalados en la fotografía.

Puesto que quizás es un movimiento que cuesta detectar al principio, resaltaremos cómo funcionan los deslizamientos en un zigzag: para pasar de la posición 1 a la posición 2, se traslada primero el *pico* 1 a 1′ y se obtiene el simétrico de este 1′ *auxiliar* mediante el eje r. Análogamente, para ir de 2 a 3 necesitamos una traslación a la posición *auxiliar* 2′ y una reflexión respecto del eje r. Borrando las que hemos llamado posiciones *auxiliares*, queda un avance similar al de las huellas de los pies (1-2-3-4 ...) que hemos comentado antes en la forja de **L_5**. La diferencia es que la hoja de la enredadera no es simétrica por un eje vertical al de la cenefa y los *picos* del zigzag sí lo son.

[1] Giros respecto de los puntos de corte de los ejes verticales con el horizontal, y deslizamientos.

foto 1

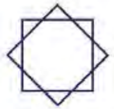
ACTIVIDAD 1

En el muro de la *Parroquieta, en la torre de la Magdalena y en muchos otros monumentos mudéjares* podemos observar una estrella típica de las decoraciones mudéjares aragonesas (foto 1). Realizada con cinco piezas (**A**), cuatro iguales de color azul y una interior de color blanco que se puede formar superponiendo dos cuadrados (**B**).

a) Observa la estrella: ¿tiene algún eje de simetría? En caso afirmativo di de qué orden es.

b) ¿Tiene algún centro de giro? Si tiene uno o varios di también el orden de cada uno de ellos.

A



B

ACTIVIDAD 2

E

Supongamos ahora que la estrella estuviera formada por una pieza azul externa y otra blanca interior (**E**). Contesta en este caso a las dos mismas preguntas de la actividad anterior.

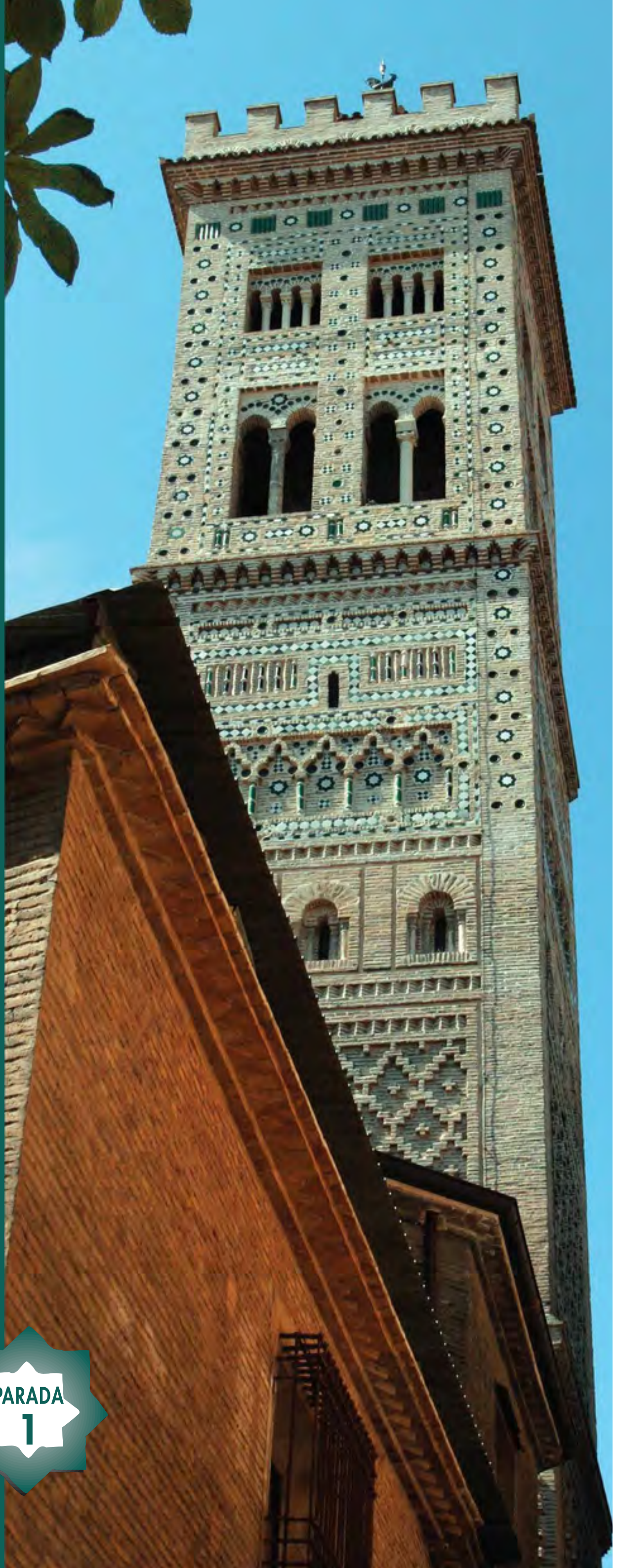
INFORMACIÓN

En el óculo de la Seo que hay en la foto 2 (si prescindimos del escudo de la familia Luna) hay un centro de giro, pero no simetrías, lo que da una fuerte sensación de movimiento.

La causa de la presencia de un eje de giro independiente de ejes de reflexión en las decoraciones suele ser el entrelazado de líneas que componen la figura, que se van solapando unas con otras dando la sensación de que pasan alternativamente por encima y por debajo de aquellas con las que se encuentran. Eso pasa en el pequeño óculo de la foto (foto 3) que está en el ala norte de la Aljafería.

foto 2

foto 3



Si lo que buscamos son ornamentaciones mudéjares, la profunda reforma barroca del interior de la iglesia reduce nuestra visita al exterior del edificio.

EL ÁBSIDE

ACTIVIDAD 1

El tipo de decoración en ladrillo resaltado del ábside indica que estamos en el s. XIV. Observa la foto 1 para ver las transformaciones que podemos hacer para conservar la decoración.

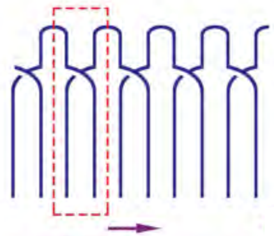
a) ¿Hay alguna traslación?

b) ¿Hay alguna simetría? Antes de contestar, mira la foto 2

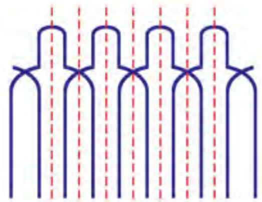
c) Con las respuestas a las preguntas anteriores, ¿qué tipo de cenefa es?

foto 1

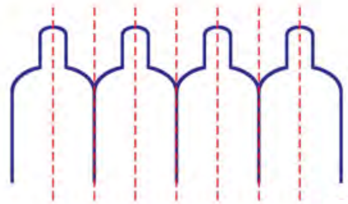
foto 2



a



b



c

ACTIVIDAD 2

En la parte superior del mismo ábside hay varios tipos de cenefas. Sobre la de rombos que hay en la foto 4 tienes que contestar a las mismas tres preguntas de la actividad anterior.

foto 4

PARADA 1

Fíjate luego en el pequeño fragmento de cadena de la parte inferior (que hay que imaginar que se prolonga al infinito) que aparece ampliado en la foto 5. Responde de nuevo a las mismas pregunta para poder responder al tipo de cenefa de que se trata.

foto 5

ACTIVIDAD 3

Ahora nos fijamos en la decoración del primer cuerpo de la torre (foto 3). Contesta sobre esa foto y la observación directa a las mismas preguntas de las actividades anteriores.

foto 3

INFORMACIÓN

Los dos cuerpos superiores convierten a la torre de la Magdalena en una hermana pequeña de las de Teruel. Un juego decorativo de fustes, platos, azulejos y vanos (foto 6) que tendría escasa continuidad en el mudéjar aragonés pero que determinó la forma en que sería tratada la cerámica en sus muros y torres. La mirada se detiene una y otra vez en la horizontalidad de sus frisos, retenida por un juego de reflejos que volatilizan las formas y diluyen la fuerza del volumen.

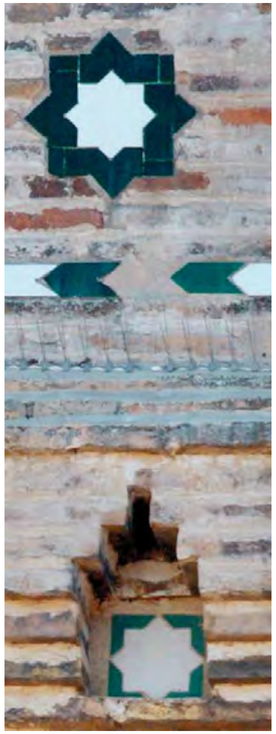


foto 7

ACTIVIDAD 4

En la foto 6 hay muchas cenefas. Fíjate en especial en las bandas de puntas de flecha, estudia las transformaciones que se pueden hacer en ella e identifica el tipo de cenefa de que se trata.

ACTIVIDAD 5

En la foto 7 hay dos estrellas. ¿Son iguales? Para poder contestar, busca los centros de giro y los ejes de simetría de las dos.

foto 6

ACTIVIDAD 6

En la torre de la Magdalena como en casi todos los monumentos mudéjares hay una clara vocación de simetría. Pero a veces hay errores u olvidos, en la construcción o en alguna de las rehabilitaciones. En la cara de la torre que se observa desde la calle de Martín Carrillo [ver foto pg. 18] hay uno de esos errores muy claro. ¿Eres capaz de encontrar algún elemento que rompe la simetría?

PARADA 2

El interior de la catedral alberga elegantes muestras de arte mudéjar, como la monumental puerta de acceso a la sacristía, la cúpula interior del cimborrio o las puertas –más pequeñas y difíciles de contemplar por la ausencia de luminosidad– del interior de la Parroquieta y su artesonado. Pero, sin duda, serán la magnificencia del muro exterior de esta última y el recrecimiento mudéjar de los ábsides románicos –obra de Mahoma Rami, el maestro de obras del Papa Luna, en los comienzos del s. XV– el centro nuestra atención. El conjunto, más allá de una primera impresión casi abrumadora, ofrece la oportunidad de aplicar nuestros conocimientos sobre geometría para disfrutar, desde la comprensión de su complejidad, de los distintos temas decorativos. Es un buen momento para entender cómo los sutiles juegos de colores o entrelazados transforman la apariencia de unos y otros.

ACTIVIDAD 1

A lo largo del suelo de las calles que nos han traído aquí desde la Magdalena hay unas grandes estrellas octogonales de color oscuro. Puedes observarlas con calma en la calle de Gavín, que es peatonal.

a) Cuántas baldosas enteras y cuántas medias baldosas se necesitan para construir cada una de ellas.

b) Si tomamos una de las baldosas como unidad de superficie, ¿cuántas unidades tiene la estrella? Tu repuesta será el área de esa estrella.

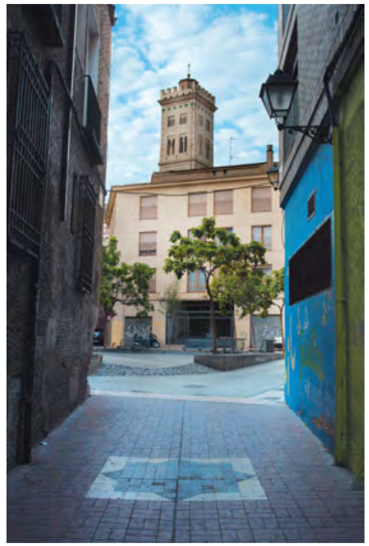


foto 6

ACTIVIDAD 2

Nos colocamos enfrente del muro de la Parroquieta (siglo XIV, hacia 1375) y vamos a observar la cenefa con un doble zigzag de ladrillos de la foto 6, cuyo esquema es el de la figura 9. Estudia si tiene simetrías o centros giro y deduce de ello de qué tipo de cenefa se trata.

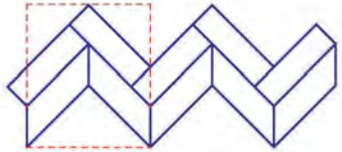
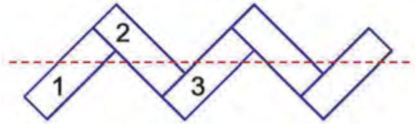


fig. 9

ACTIVIDAD 3

Seguimos con la misma cenefa pero poniendo atención solo en la banda superior de ladrillos, que aparece esquematizada en la figura 7. Obsérvala y di qué tipo de cenefa es.

fig. 7



ACTIVIDAD 4

Nos quedaba la parte inferior de ladrillos, cuyo esquema nos da la figura 8. Mira también sus transformaciones y decide el tipo de cenefa de que se trata.

fig. 8

ACTIVIDAD 5

Por acabar con la foto, nos fijamos en la cenefa formada por las decoraciones (esquematizada en la fig 11). ¿De qué tipo es esta nueva cenefa? ¿Coincide con el de alguna de las de la misma foto?

fig. 11

foto 14

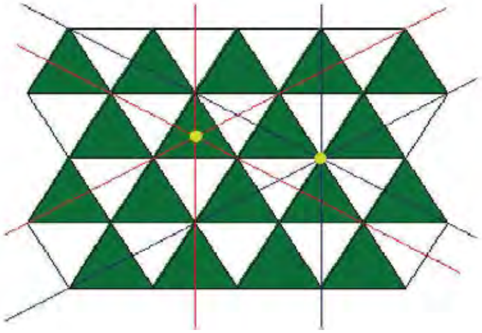


fig. 15

ACTIVIDAD 6

Hay un ajedrezado triangular en la parte superior del muro (foto 14) enmarcado por almenillas formadas por ladrillos salientes, cuyo esquema es el de la fig 15, en la que están marcados los ejes de simetría y los centros de giro. ¿De que orden es cada uno de ellos?

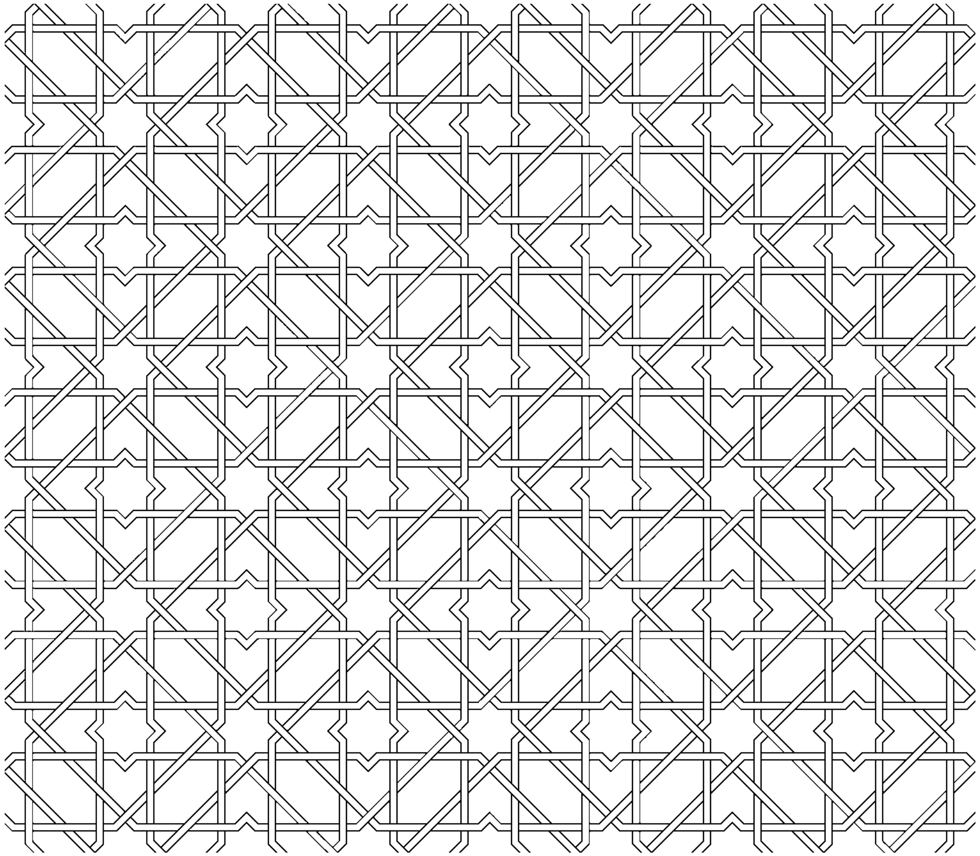


fig. 1

PAÑOS INFINITOS

El recurso más sencillo para una tarea tan ingente como cubrir un plano infinito es la **repetición**. Una vez elegido ese fragmento primario que, a modo de baldosa (fig. 2), nos permitirá concebir el resultado final sin necesidad de completarlo, hemos identificado también las primeras características que definen al grupo de simetría del paño: **la traslación y su célula elemental**. La repetición se convierte así en el argumento que nos permite alcanzar el infinito sin más que imaginar el plano embaldosado con esa célula elemental que, a su vez, genera un diseño mucho más complejo (fig. 1).

Todos los planos infinitos que estudiaremos cumplen esta propiedad de poder generarse a partir de una baldosa y dos traslaciones. Precisamente por eso, por estar siempre presentes, prescindiremos de ellos cuando más adelante tratemos de identificar los movimientos que caracterizan a una determinada decoración.

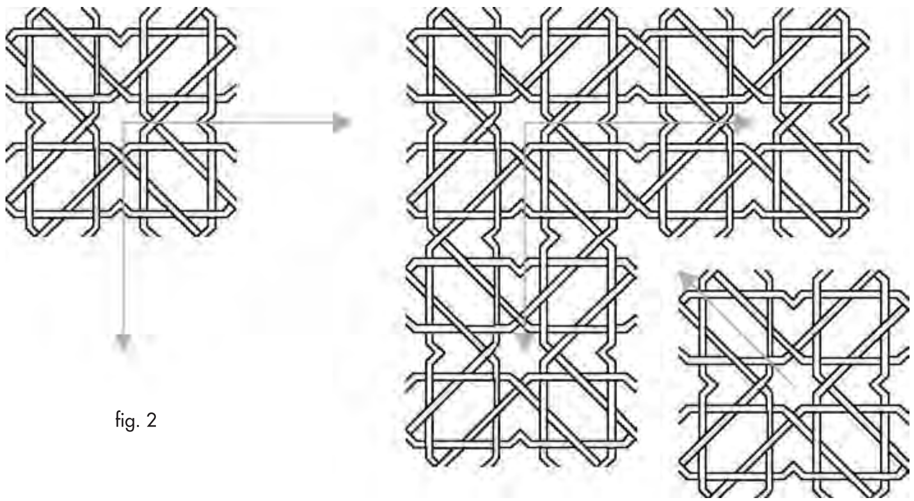


fig. 2

Las sugerencias se multiplican cuando la vista se deja llevar por el entrelazado de líneas. El infinito se intuye al final del recorrido al tiempo que el diseño parece tomar vida propia. En este inmenso paño del muro de la Parroquieta de la Seo que nos está sirviendo de referencia, la mirada se detiene en los centros de las estrellas (puntos rojos de fig. 3) y todo el universo de líneas parece girar alrededor de ellos. Esos puntos rojos son centro de un giro. ¿De qué orden?

Lo mismo sucede con los puntos azules, también centros de giro, ¿pero de qué orden en este caso?

INFORMACIÓN

El giro se presenta ahora como movimiento clave a la hora de generar el paño –y en este caso, hasta el punto de identificarlo– pero también para interpretarlo como una representación de esos **cielos giratorios** que tan recurrentes resultan para el Islam.

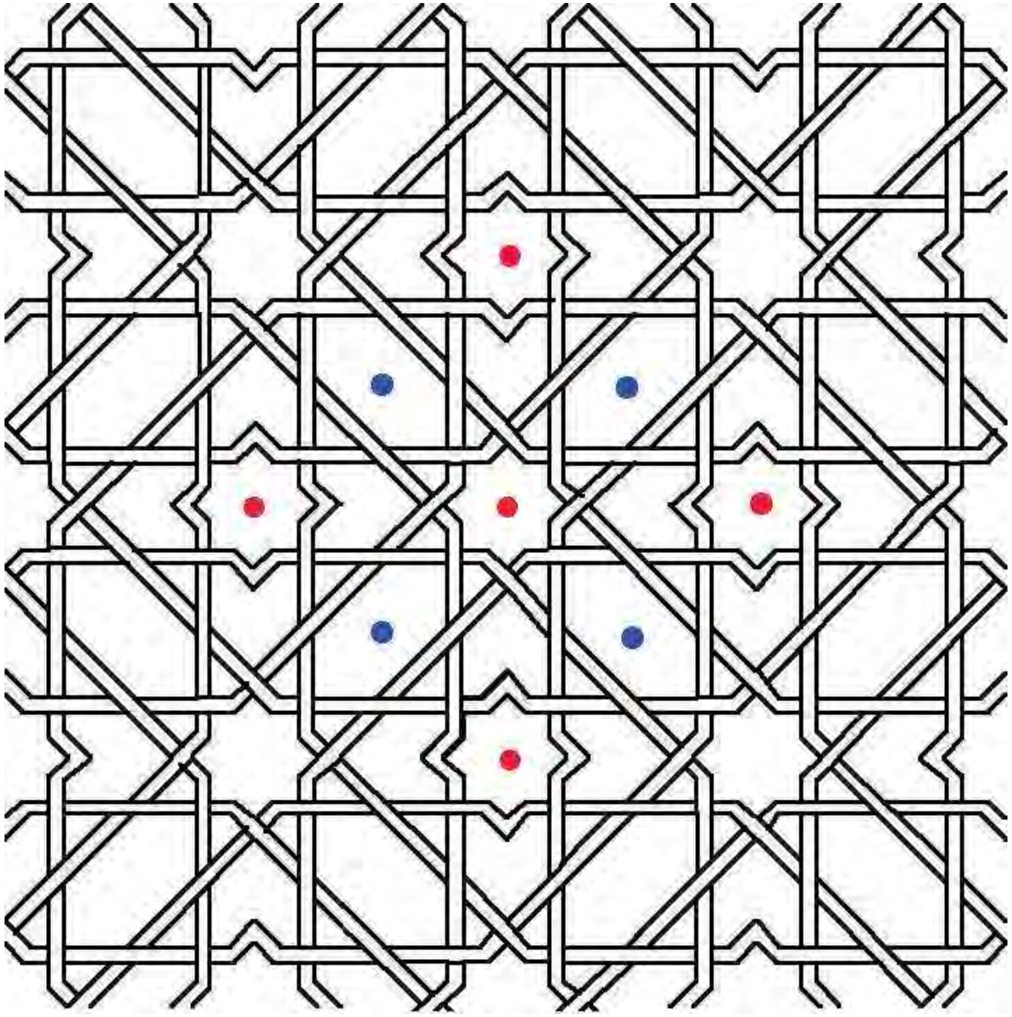


fig. 3

Hay mucha más geometría en todo el paño de la Parroquieta. Con todo lo que has visto hasta ahora seguro que puedes disfrutarla y encontrar la geometría que está debajo del arte de los constructores.

LA PLAZA DE LA SEO

En el suelo, delante de la entrada principal de la Seo, en la plaza del mismo nombre, hay un mosaico de mármol colocado en la última remodelación de la plaza, en el año 1992. No es mudéjar pero también tiene mucha geometría.

ACTIVIDAD 1

El mosaico en su conjunto es un cuadrado dividido a su vez en nueve cuadrados más pequeños.

a) Haz una estimación de la longitud del lado del cuadrado grande. ¿Cuál será entonces el lado de cada uno de los cuadrados pequeños?

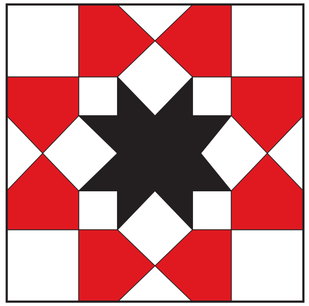
b) ¿Cuánta gente crees que podría situarse encima del cuadrado grande? Piensa que hay distintas respuestas según lo apretada que se coloque.

c) Mide con algún aparato de medida los lados del cuadrado para ver si te has aproximado en tus estimaciones.

d) Construye un metro cuadrado en el suelo para ver cuántas personas caben dentro del mismo.

e) Deduce ahora la respuesta al apartado b) anterior.

ACTIVIDAD 2



Nos vamos a fijar ahora en el cuadrado que hay en el centro y en las esquinas del cuadrado grande, cuyo esquema tienes reproducido (aunque las medidas tienes que tomarlas de la realidad, no del dibujo).

a) Apunta todos los polígonos diferentes que encuentras, según el número de lados.

b) Dentro de los cuadriláteros, ¿son todos del mismo tipo?

c) Hay cuadrados de tres tamaños, además del grande que contiene todo el mosaico. Mide los lados de todos los tipos. ¿Cuál es la relación entre ellos?

d) Calcula ahora las áreas de esos cuadrados. La relación entre las áreas, ¿es la misma que entre los lados? Si es diferente, ¿hay alguna relación entre ellas?

e) ¿Hay ejes de simetría en el conjunto? Si tu respuesta es afirmativa, ¿de qué orden son?

f) ¿Hay algún centro de giro? ¿de qué orden?

g) Cuál es la proporción del área negra en relación con el total de de la superficie del cuadrado en la que se halla enmarcado? Contesta a la misma pregunta para las partes blanca y roja. La suma de las tres respuestas, ¿sabemos cuánto tiene que ser?

ACTIVIDAD 3

El Foro de Caesaraugusta se ubicaba en un nivel inferior al de la actual Plaza de La Seo, junto al Puerto Fluvial. Para visitar sus restos se accede por un moderno edificio recubierto de placas de un vistoso mineral entreverado (es ónice, traído de Irán). A este edificio se le suele llamar "El Cubo". Pronto veréis que no lo es. ¿De qué cuerpo geométrico se trata? Tomando las medidas que consideréis oportunas, haced una estimación de sus dimensiones.

Junto con las iglesias de San Pablo y Sta. María Magdalena fue una de las más antiguas mandadas construir por Alfonso I el Batallador tras la conquista de la ciudad. Su primer trazado es anterior a 1121 aunque la obra mudéjar sea de principios del siglo XIV.
Lo que se puede ver ahora es fruto de una reforma barroca del siglo XVIII en la que tan sólo la torre y los muros exteriores conservan la huella mudéjar de esta iglesia-fortaleza, en la que todavía se observa la tribuna o paseador que recorre el templo, por encima de las naves laterales, conectando las torres-contrafuerte.

ACTIVIDAD 1

En el cuerpo de la torre hay varias cenefas de distintos tipos. A lo largo de nuestro recorrido ya hemos visto los siete tipos de cenefas. Observa las diferentes modalidades de cenefas, busca los elementos que permiten distinguir los distintos tipos y clasifícalas.

El convento que los dominicos consagraran a la figura de San Ildefonso, inició su construcción con posterioridad a 1605 y sus obras terminaron más allá de 1692. Esta adscripción temporal al siglo XVII convertiría sus bóvedas e intradoses en un excelente catálogo de p4 y L_2 una vez que la lacería de tradición mudéjar incorporada al barroco impusiera la trama cuadrada y el giro como componentes fundamentales de la decoración.

Un periodo constructivo tan amplio, casi un siglo, ha dejado en la iglesia de San Ildefonso huella de la evolución de la lacería en el mudéjar aragonés a través de los temas que el barroco tomara prestados de ella. La decoración, a base de líneas que se entrecruzan quebrándose aquí y allá, dispuestas a transportarnos al infinito por una multiplicidad de caminos que parecen destinados a proyectar la vista, una y otra vez, fuera de los límites del marco que acoge el diseño (fig. 1 y 2) irá cediendo ante el empuje del cuadrado que, como en una sinfonía de variaciones, acabará por cubrir los espacios, estabilizando la decoración, sugiriendo un infinito estático hacia el que se transita con trabajo y con premeditada intencionalidad (fig. 3).

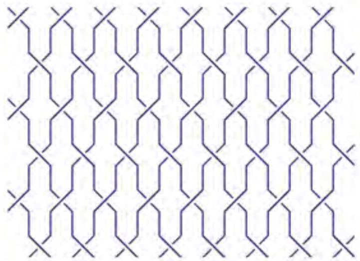


fig. 1

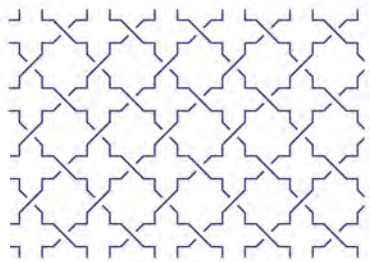


fig. 2

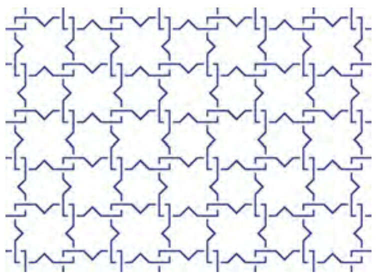


fig. 3

ACTIVIDAD 1

En el interior de la iglesia, un fragmento del agramilado insinúa lo que debió ser la decoración original de sus paredes. Observa que no tiene ninguna simetría. ¿De que orden son los centros de giro y dónde se encuentran?

Es la referencia mudéjar por antonomasia. Construida por al-Muqtadir ben Hud, padre de al-Mut'aman (el rey matemático), se convirtió desde ese momento en el palacio de los reyes de la taifa zaragozana. Más tarde, tras la conquista de la ciudad por las tropas del Batallador en 1118, pasaría a ser sede de los reyes cristianos de la Corona de Aragón. Honrada por la realeza cristiana, fueron muchas las modificaciones propuestas por los diferentes monarcas desde Jaime I a los Reyes Católicos. Las vicisitudes posteriores deterioraron dramáticamente el conjunto del palacio; pasó por ser cárcel y cuartel antes de que se acometiese una profunda obra de restauración. Para entonces, muchas dependencias habían resultado dañadas de forma irremediable y hoy tan sólo pueden verse parte de los restos del palacio musulmán, algunas de las reformas de Pedro IV dispersas por todo el edificio y las de los Reyes Católicos, insinuando mínimamente la fuerza que, durante siglos, tuvo como principal exponente del arte mudéjar aragonés y fuente permanente de inspiración para los artesanos mudéjares.

foto 1

foto 2

Tratar de describir las cenefas y paños que la decoran sería casi interminable. Tan sólo en el Salón del Trono (fotos 1 y 2) se pueden localizar las siete cenefas. El empeño exige de algunos juegos de composición y descomposición y tener la mirada atenta para no dejarse impresionar por el tamaño de las secuencias o la complejidad de los motivos.


foto 4

Hay que destacar que la baldosa primaria del palacio de los Reyes Católicos tiene un tamaño mucho más grande que la del resto de las decoraciones que hemos visto (foto 4).

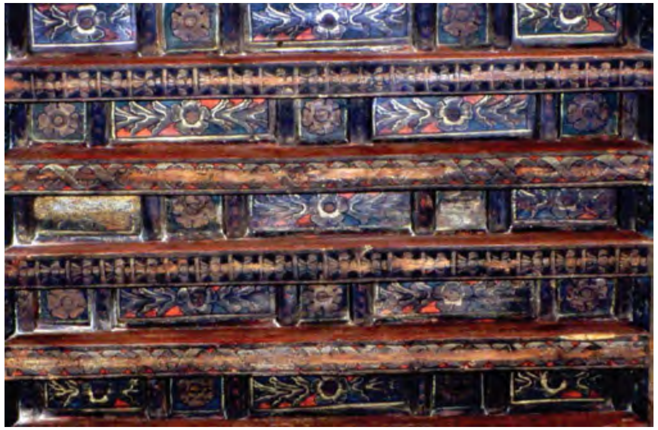


foto 5

En una de las salas de la zona edificada por los Reyes Católicos (siglo XV), encontramos una decoración en la que las traslaciones son las únicas isometrías presentes (foto 5).

Su estructura aparece en la fig 8 en la que se comprueba que no hay ni simetrías ni deslizamientos, sino solo traslaciones.

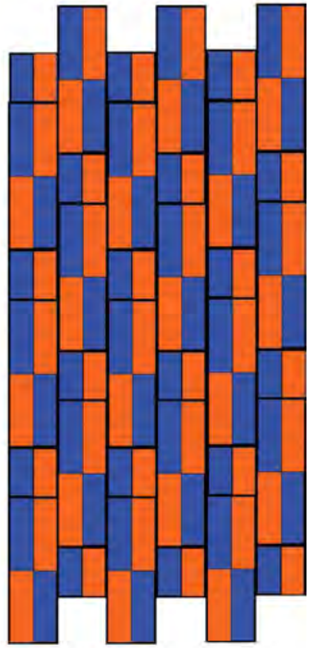


fig. 8

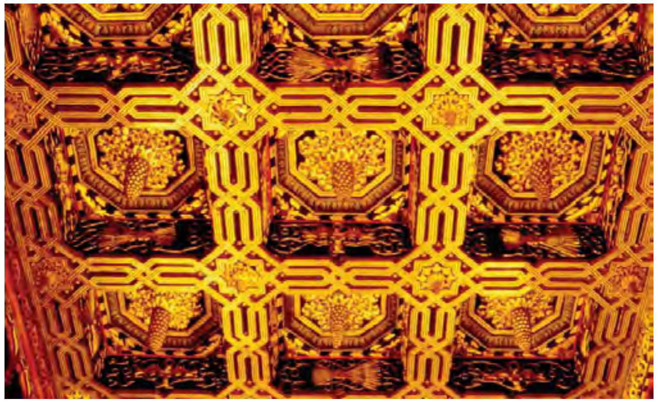


foto 9

Destacar por fin el suntuoso y solemne techo del Salón del Trono de los Reyes Católicos (foto 9) en el que la trama cuadrada delimita los casetones del artesonado.

La iglesia de San Miguel de los Navarros es un bonito edificio que pasa desapercibido, escondido por el bullicio y los árboles de su plaza. Su ábside es característico de las iglesias mudéjares del s. XIV: ausencia de contrafuertes y muros anchos y limpios para ser decorados. La modificación y ampliación del s. XVII, claramente apreciable en el interior, hace que San Miguel sea un edificio muy didáctico: acoge el principio y el final del mudéjar aragonés. Nos detendremos en ella más que en las demás construcciones de nuestro paseo. Al ser la primera, la utilizaremos para explicar con detalle grupos que después encontraremos en otros edificios y a los que ya no haremos referencia.

LAS YESERÍAS DE LOS VENTANALES

A pesar de ser perfectamente visible desde la calle, esta pequeña colección de yeserías clásicas del mudéjar del s. XIV, es muy poco conocida.

Dos de ellas están diseñadas en trama hexagonal o triangular y tienen la misma estructura aunque sus temas sean diferentes. Se trata del único grupo de simetría que presenta centros de giro de orden 6 sin tener ejes de reflexión.

Elegimos para explicarlo la yesería de la foto 1, que se puede componer sólo con la piecita romboidal que hemos separado en la fig. 2. Hay centros de giro de 60º en todos los centros de los hexágonos (A); de 120º en los de los triángulos (B); y de 180º en los centros de las piezas romboidales (C). En la fig. 3 se comprueba la ausencia de ejes de reflexión: el segmento punteado es eje de simetría del hexágono marcado en grueso pero no del conjunto del paño. Esto es debido, como ya hemos comentado antes, a la lacería.

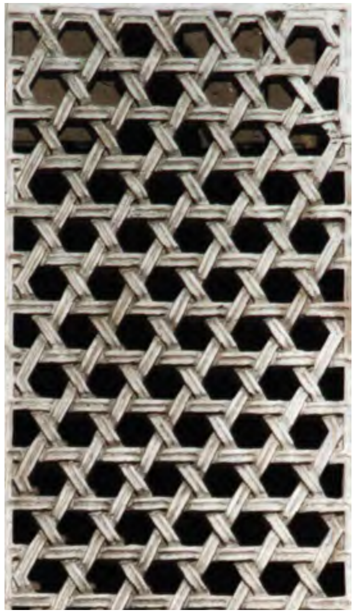


foto 1

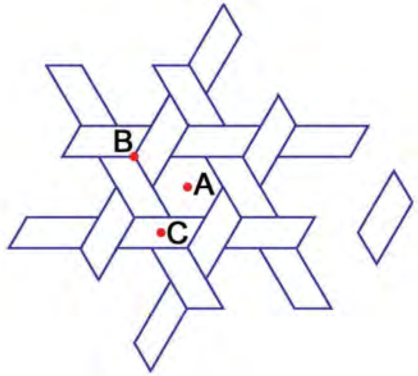


fig. 2

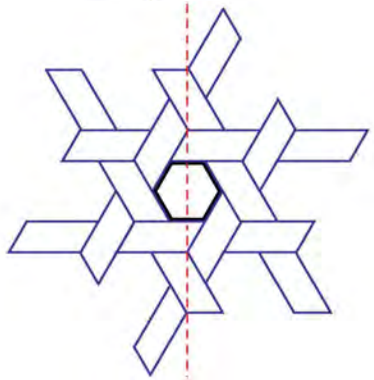


fig. 3

foto 4

foto 5

Tangentes a los arcos que cierran los ventanales, podemos observar otra bonita colección, esta vez de unos pequeños óculos. Los hay con simetrías, como el de la foto 4, que tiene el atractivo de presentar la circunferencia dividida en 7 partes iguales[1], y sin simetrías como consecuencia del entrelazado. El de la foto 5 es una preciosa variación obtenida por el uso conjunto de un pentágono regular y un pentágono estrellado, superpuestos siguiendo la regla de la lacería (esquema de la fig. 6).

fig. 6

[1] Algo que no se puede hacer "exactamente" con regla y compás, aunque sí se pueden conseguir buenas aproximaciones.

VOCABULARIO

Ábside: Parte de la iglesia, semicircular o poligonal, en la que se suele situar el altar mayor.

Agramilado: Dibujo que se efectúa con un objeto punzante sobre la capa de yeso que cubre la pared. En muchos casos dibujando un trazado de líneas que semeja al ladrillo de la fachada exterior.

Alminar almohade: Hace referencia en el texto a una estructura de dos torres concéntricas entre las que discurren las escaleras, apoyándose en ambas.

Arco de medio punto: Se dice de un arco formado por media circunferencia. Para dibujarlo con un compás se necesita un centro, en el punto medio de los dos capiteles sobre los que se apoya (fig.1).

Arco apuntado: Por contraposición al anterior, es un arco formado por dos fragmentos de circunferencia iguales y dispuestos simétricamente dibujados a partir de dos centros distintos, lo que hace que tenga forma apuntada, como de lanza (fig. 2).

Arrimadero: Zócalo alto de azulejos (como de metro y medio de altura aproximadamente) que recorre los muros interiores en algunas iglesias.

Bóveda: Parte arqueada de la cubierta de un edificio que forma su techo y se apoya sobre los muros o sobre columnas.

Cimborrio: También denominado linterna, es una construcción elevada sobre el crucero de las iglesias con forma de torre, que suele ser cuadrada u octogonal.

Fuste: La columna propiamente dicha.

Intradós: Parte interior de un arco.

Lacería: Ornamentación geométrica en la que las líneas pasan alternativamente por encima o por debajo de las otras líneas que se encuentran a su paso, entrecruzándose pero sin cortarse.

Machón: Pilar macizo, hecho de obra que, en algunas torres, sustituye a la interior desarrollando el mismo papel de servir de apoyo a las escaleras.

Óculo: Pequeña ventana redonda.

Paño: En general denomina al trozo de muro que se sitúa entre dos columnas, pero en el texto se utiliza la palabra con el sentido de una decoración geométrica que, como si fuera un tejido, decora una pared o una ventana.

Seo: En los dominios de la Corona de Aragón es sinónimo de catedral.

Taifa: Reino musulmán de la Península Ibérica surgido tras el desmembramiento del Califato de Córdoba.

Tribuna: Galería construida sobre las naves laterales de la iglesia. En ocasiones tiene comunicación sólo con el interior de la iglesia e incluso admite la presencia de fieles. En otros, como en el caso de las iglesias fortaleza, se abre hacia el exterior y en ella se asientan las ventanas de la nave central.

Vano: Hace referencia al hueco en el que se ubica una puerta o una ventana.

Ventanales geminados: Se refiere a aquellos que se cierran con dos arcos separados por una columnilla intermedia (fig. 3).

Yesería: Decoración en yeso.

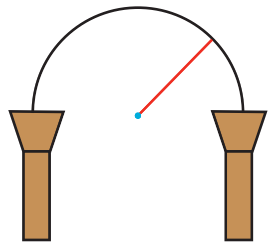


fig. 1

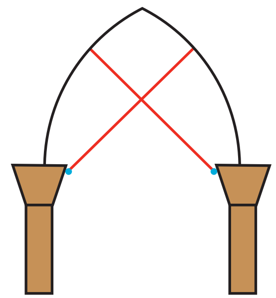
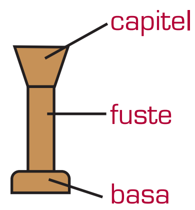


fig. 2



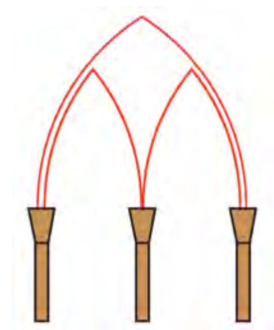


fig. 3

BIBLIOGRAFÍA

1. ***Borrás Gualis, Gonzalo:*** **Arte mudéjar aragonés** (tres tomos). Ibercaja. 1985

2. ***VVAA:*** Museo sin fronteras. **El arte mudéjar. La estética islámica en el arte cristiano**. Electa. Madrid, 2000.

3. ***Alsina, Claudi;*** Pérez, Rafael; Ruiz, Ceferino: **Simetría dinámica**. Síntesis. Madrid, 1989.

4. Revista Epsilon: La Alhambra. Número monográfico. 2ª edición. S.A.E.M. Thales. Granada. 1995.

5. ***Ángel Ramírez y Carlos Usón:*** **La repetición como argumento; la infinitud como objetivo. Los 17 grupos de simetría en el arte mudéjar aragonés**. UNED Aragón y Centro de Estudios Mudéjares (Instituto de Estudios Turolenses). 2002.

6. ***Ángel Ramírez y Carlos Usón:*** **La repetición como argumento, la infinitud como objetivo. I) Decoraciones con cenefas en el mudéjar aragonés. II) Grupos de simetría en el mudéjar aragonés**. En Actas del VIII Simposio Internacional de mudejarismo. Instituto de Estudios turolenses. 2002.

7. ***Ángel Ramírez y Carlos Usón:***
   - **Claves geométricas y decorativas para una lectura ideológica de las decoraciones mudéjares.**
   - **Una reconstrucción geométrica del muro de la Seo.**

   En Actas del IX Simposio Internacional de mudejarismo. Instituto de Estudios turolenses. 2004.

8. ***Ángel Ramírez y Carlos Usón:*** **Una profesión de fe oculta tras un velo de geometría**. Revista Trébede, nº 72. Zaragoza, 2003.

9. ***Guillermo Fatás y Gonzalo Borrás:*** **Diccionario de términos de arte y arqueología**. Guara. Zaragoza, 1980.

10. ***VVAA:*** **Rutas matemáticas I. Gymkhana matemática x Zaragoza**. Servicio de Educación, Ayuntamiento de Zaragoza, 2005.

11. ***Fernando Corbalán:*** **Rutas matemáticas II. Las matemáticas en el centro**. Servicio de Educación, Ayuntamiento de Zaragoza, 2006.

12. ***Ángel Ramírez y Carlos Usón:*** **Rutas matemáticas III.El mudéjar. Cuaderno del profesor**. Servicio de Educación, Ayuntamiento de Zaragoza, 2008.

Algunas direcciones de Internet con temas matemáticos

1 **Las Rutas Matemáticas I, II y III** accesibles desde la dirección

http://www.zaragoza.es/educacion/rutasmatematicas/

2 **Centro virtual de divulgación matemática.** Portal con recursos diversos

http://www.divulgamat.net

3 **Página del Programa 'Matemática Vital'** con sus actividades y publicaciones

http://www.educa.aragob.es/mvital/

4 **Para construir mosaicos en general y los de la Alhambra**

http://mimosa.cnice.mecd.es/clobo/geoweb/mosa.htm

5 **Página personal de un profesor con múltiples sugerencias**

http://platea.pntic.mec.es/~aperez4/antonio-perez.html

6 **Página oficial de Escher** (en inglés)

http://www.mcescher.com/

7 **Reproducciones de obras de Escher** en diferentes resoluciones

http://aixa.ugr.es/escher/table.html

8 **Matemáticas en tu mundo,** con fotografías del mudéjar de Zaragoza

http://catedu.es/matematicas_mundo/

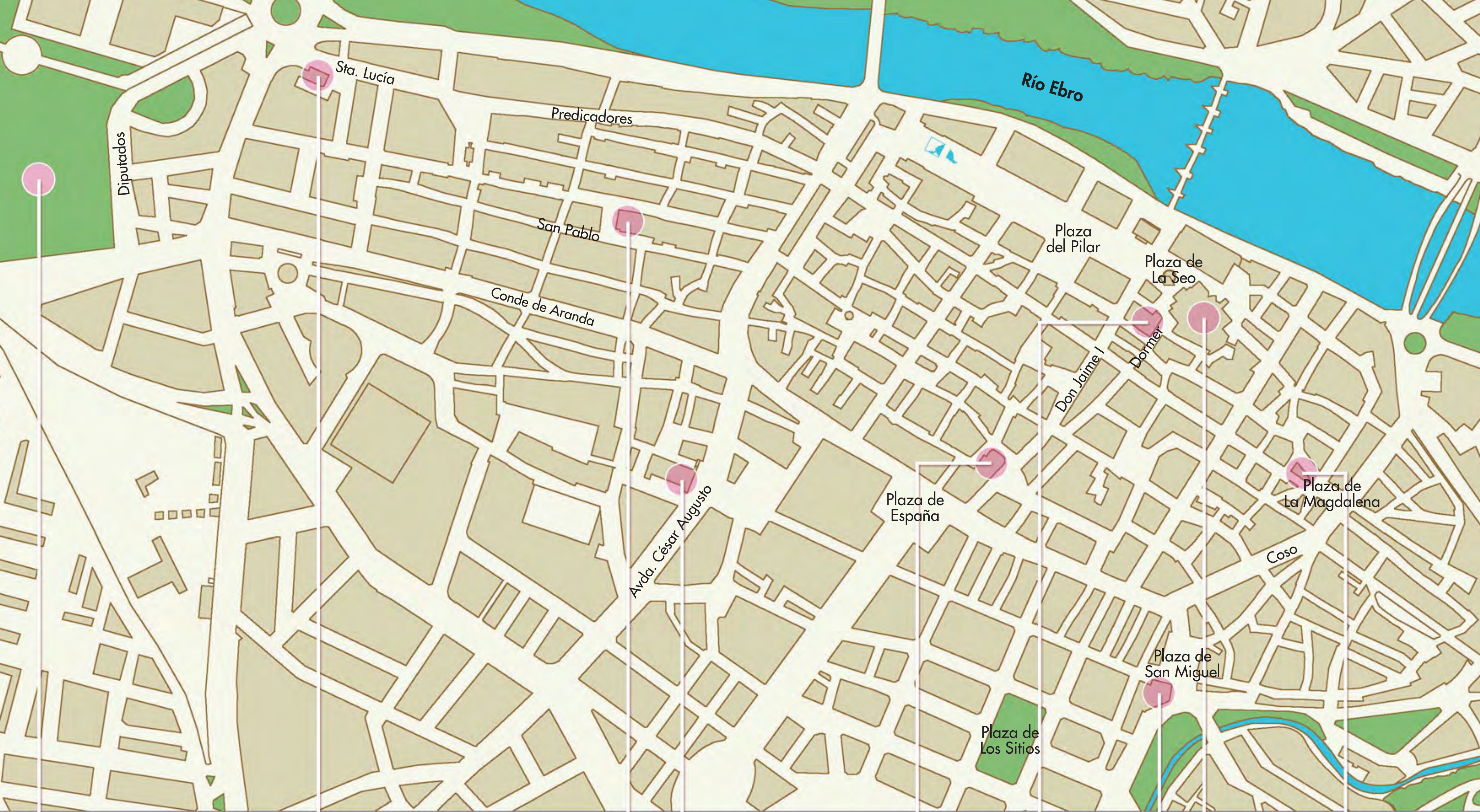
9 **Un artículo de los autores de estas rutas** lo encontrarás en

http://www.cervantesvirtual.com/servlet/SirveObras/05811852322758384199079/catalogo/sharq16_15.pdf

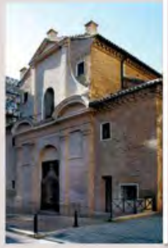
Lo esencial es invisible a los ojos

Saint-Exupéry

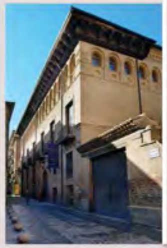
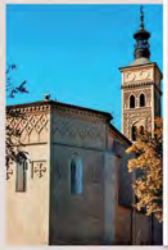
SERVICIO DE EDUCACIÓN



Río Ebro
Sta. Lucía
Predicadores
Diputados
San Pablo
Conde de Aranda
Plaza del Pilar
Plaza de La Seo
Don Jaime I
Dormer
Avda. César Augusto
Plaza de España
Plaza de La Magdalena
Coso
Plaza de San Miguel
Plaza de Los Sitios



Zaragoza
AYUNTAMIENTO
EDUCACIÓN