

Arte con Simetría

Manuel Díaz Regueiro

[English](#) [Español](#)

Arte con simetría en la exposición *Patrones de Belleza* en Lugo (del 9 al 30 de junio de 2026) y en Santiago, en el Auditorio de la USC (del 26 de noviembre al 31 de enero de 2027).

29 nuevas obras extremadamente simétricas en 3D

Descubriendo la simetría

[Imágenes guía que revelan patrones, áreas que se repiten y cuántas veces lo hacen, para ayudar a quienes observan la obra a descubrir su simetría.](#)

[Todas las fichas](#)

En el póster Ambo o (Poliedros Díaz Regueiro) los Ambo son de los siguientes poliedros (algunos nunca representados):

La rectificación de Conway o de Kepler se suele ejemplificar , dándole un carácter sencillo, con el cuboctaedro o el icosidodecaedro . Aquí presentamos 18 ejemplos del futuro libro 418 de poliedros, entre ellos muchos nunca antes vistos (Polyedros de Díaz Regueiro), con propiedades desconocidas o rechazadas incluso por expertos (ambigüedad cóncavo -convexa , por ejemplo) que redefinen la rectificación general de Kepler .

IcosaedroDiezCompuesto1-CuboCuatroCompuesto4-IcosaedroDosCompuesto3

Triacontaedro rómbico-Cuboctaedro truncado

OctaedroTresCompuesto3-OctaedroDosCompuesto2-OctaedroCincoCompuesto1

Icosaedro truncado-Pentakisdodecaedro truncado

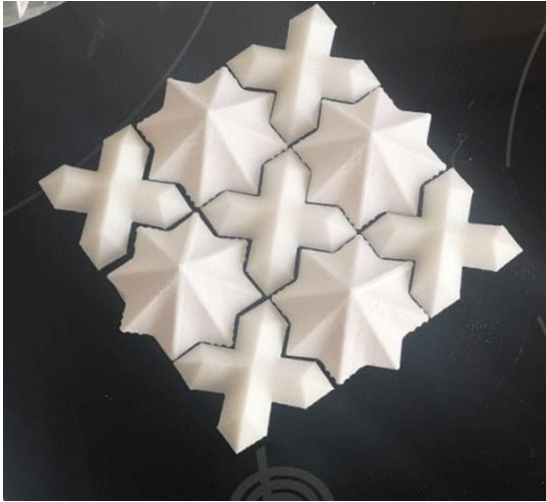
IcosaedroStellación36-Dodecadodecaedro icositruncado-Antiprisma pentagramático

Dodecaedro truncado-Dodecaedro rómbico-Estrelación 1-Icosaedro equilátero biselado

CuboOctaedroCincoCompuesto1-CuboSeisCompuesto2-IcosaedroDosCompuesto1

17 grupos de simetría plana

Un mosaico compasional (breath divine) pasado a 3d



10 mosaicos de la tradición árabe y la Alhambra. 10 nuevos.



Un patrón p6 oculto, anillo de diamantes

16 Kolam ([lsistem](#)) y un póster

50 vídeos cortos de [fractales de Menger-Díaz](#), poliedros, simetrías y 200 octágonos iraníes.

[Obras seleccionadas en Bridges durante 16 años](#)

Todos los trabajos de los 16 años en Bridges pueden verse con un perfil característico y determinante: simetría 3d, de ecuaciones , geométrica , de rotación, de simetría plana o simetría 3d. Con herramientas como el sistema l o las propias leyes de simetría 2d o 3d aplicadas a motivos mínimos. Y usando,

exclusivamente, mis propios programas 2d o 3d . Hay miles de algoritmos, desarrollados a lo largo de 27 años , de modo que las simetrías no son solo las rotacionales de un vaso o un vaso de precipitados, sino poliédricas, objetos , motivos o patrones poliédricos que juegan a hacer simetrías en 3d, de una manera que nunca se ha desarrollado debido a su dificultad . Al igual que los patrones poliédricos fractales , nunca alcanzados .

Desde la Exposición de 2013 en adelante

Hacer una lista completa y extensa de los diferentes carteles producidos dentro de la exposición Arte y Ciencia, que Igaciencia organizó y celebró en la Diputación Provincial de Lugo del 19 de septiembre al 20 de noviembre de 2013, es una tarea que debe hacerse con calma durante un cierto período de tiempo. En esta reseña un mes después , diciembre de 2013, queremos hacer un recorrido , una degustación o una pequeña muestra de cuánto se puede decir sobre estos temas de Arte y Ciencia desde diferentes puntos de vista: desde un punto de vista etnomatemático gallego , de qué construcciones gallegas podemos estar orgullosos y en qué matemáticas se basan ; de una herramienta , Geogebra , en la que se basan muchas de las reflexiones sobre estas construcciones que se describen , de los perfiles de muchas obras de arte, ingeniería y arquitectura que son funciones matemáticas bien conocidas , como lo que podría ser el símbolo de la exposición, la Torre Eiffel, en su momento un símbolo de la ingeniería francesa y hoy un símbolo artístico de París, una fusión perfecta de arte y ciencia en la que podemos verificar con Geogebra que su perfil es logarítmico. Por todo esto, detallar esa construcción con Geogebra es un compromiso que debe contarse en estas páginas .

Arte con simetría con Geogebra

Es la armonía de las distintas partes , su simetría , el feliz equilibrio; en una palabra, es todo aquello que introduce orden, todo aquello que da unidad, que nos permite ver con claridad y comprender al mismo tiempo tanto el todo como los detalles. Henri Poincaré

Comenzamos con una figura simétrica muy conocida. Elegimos una foto del Taj Mahal.



La cual recortamos, con un programa de gráficos, hasta llegar a esta otra imagen.



Lo que insertamos en Geogebra



Pulsamos el botón de insertar texto en el triángulo y pasamos al botón de



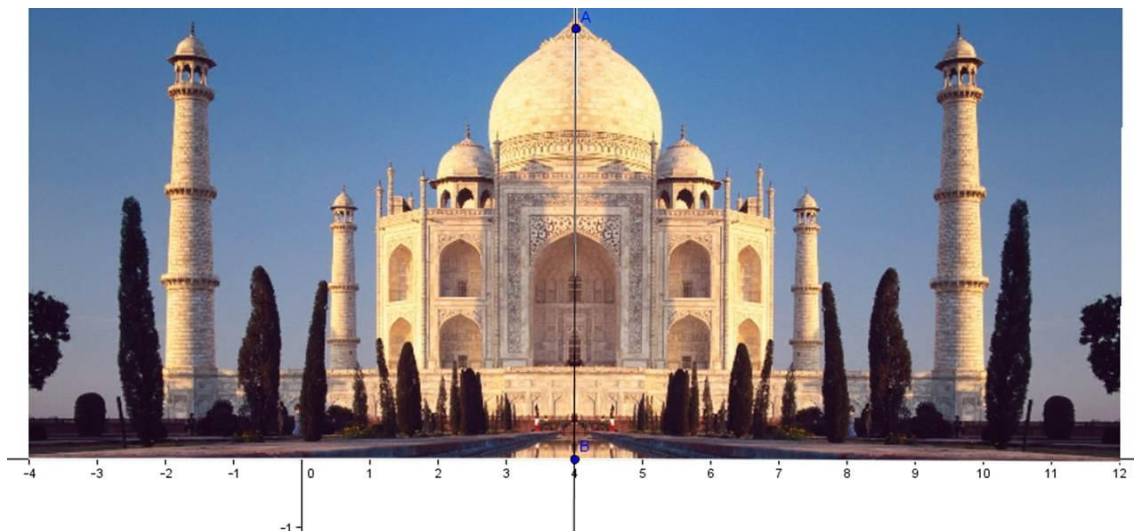
insertar imagen.

Nos posicionamos y hacemos clic en el punto $(-4,0)$ e insertamos la imagen anterior. Creamos dos puntos A y B en $(4,0)$ y $(4,4)$ (puntos en el extremo derecho de la imagen) y dibujamos la línea que pasa por esos dos puntos.

Ahora hacemos clic en este botón (Reflejar objeto respecto a la línea). Luego, apuntamos a la imagen y después a la línea AB. El resultado es la demostración de

que el Taj Mahal es una figura perfectamente simétrica.





En resumen, en este ejemplo vemos cómo reconstruir una figura con motivos mínimos. Para cada figura, obtenemos el motivo mínimo que, mediante alguna rotación o simetría, nos permite obtener la figura completa de hexasquel y roseta.

Encuentra y dibuja los motivos mínimos de ciertos logotipos o figuras artísticas, como el logotipo de Mistsubitchi o el diseño de una estrella islámica, analizando las simetrías o isometrías que encuentres e intenta descifrar un motivo mínimo que genere el mosaico, un dominio fundamental y la célula base.

Simetría rotacional.

Una figura tiene un centro de simetría cuando, al realizar una rotación (inferior a una vuelta completa) alrededor de dicho centro, la imagen resultante coincide con la original. Esto ocurre con la imagen del trisquel, símbolo celta. Al rotar este símbolo 120° alrededor de su centro, verificamos que la figura coincide con la original, y esto sucederá cada vez que realicemos una nueva rotación. En estos casos, decimos que la figura tiene simetría rotacional.

Una figura tiene simetría rotacional de orden n cuando ese es el número de veces que coincide al dar una vuelta completa.

El trisquel tiene simetría rotacional de orden 3. Los rosetones de las iglesias góticas tienen simetría rotacional de orden variable. Pero centrémonos en el trisquel y el hexasquel.

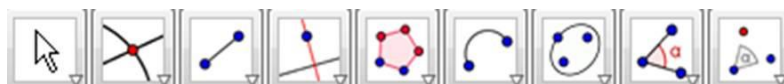
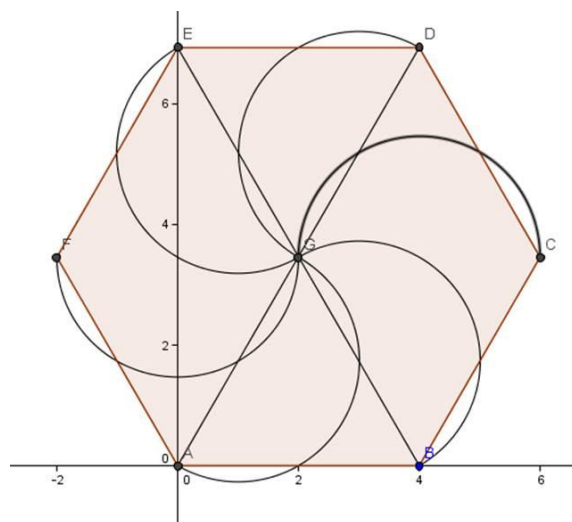
Nuestros símbolos sagrados gallegos: construcción y simetrías.

El Hexasquel. En GeoGebra, **colocamos** los puntos $A(0,0)$ y $B(4,0)$. Vamos a Polígono Regular y dibujamos un *polígono regular* de 6 lados, comenzando desde los puntos A y B. Dibujamos *los segmentos* EB y DA y definimos la *intersección de los 2 segmentos*, G, que será el centro del hexágono. Definimos un *semicírculo* que pasa por G y D. Luego *rotamos el objeto alrededor de un punto según el ángulo* e indicamos el objeto semicírculo y el punto G. Cuando nos pide el ángulo,

ponemos 60 la primera vez, y, repitiendo este proceso, ponemos 120, 180, 240 y 300 y el resultado será un hexasquel como los representados en Santa Trega.



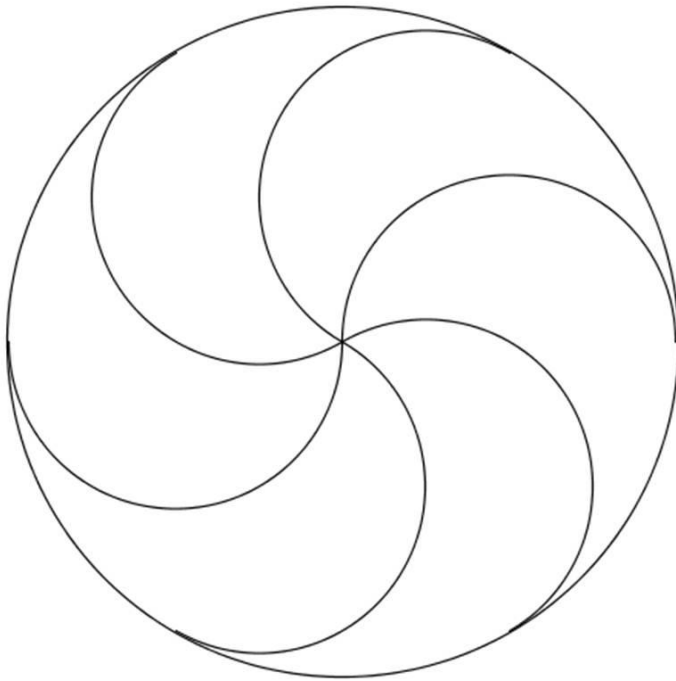
El resultado es a) y sin los elementos de construcción es b)



Botones que usamos

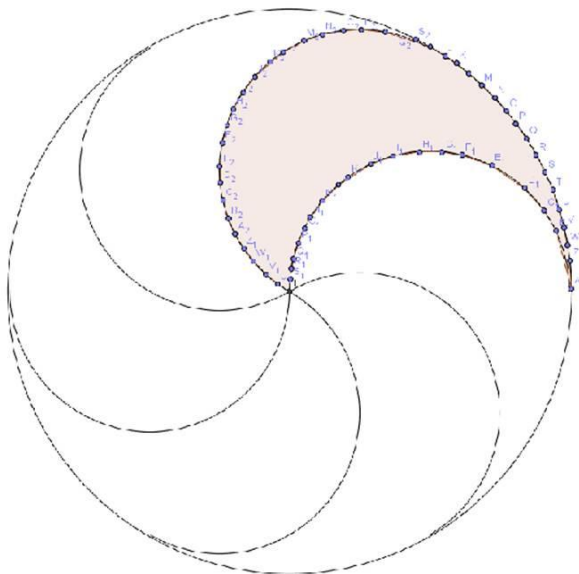
También podríamos construir los seis semicírculos uno por uno desde el centro y los vértices del hexágono. Pero de esta manera, al construirlo con simetría, enfatizamos el carácter de simetría rotacional de orden 6 de la figura. Si hacemos

visible el centro G y dibujamos el círculo con centro G que pasa por uno de los puntos del hexágono y hacemos invisibles el hexágono y todas las líneas y puntos formados, tenemos tanto la silueta de un trisquel como la de un hexasquel .



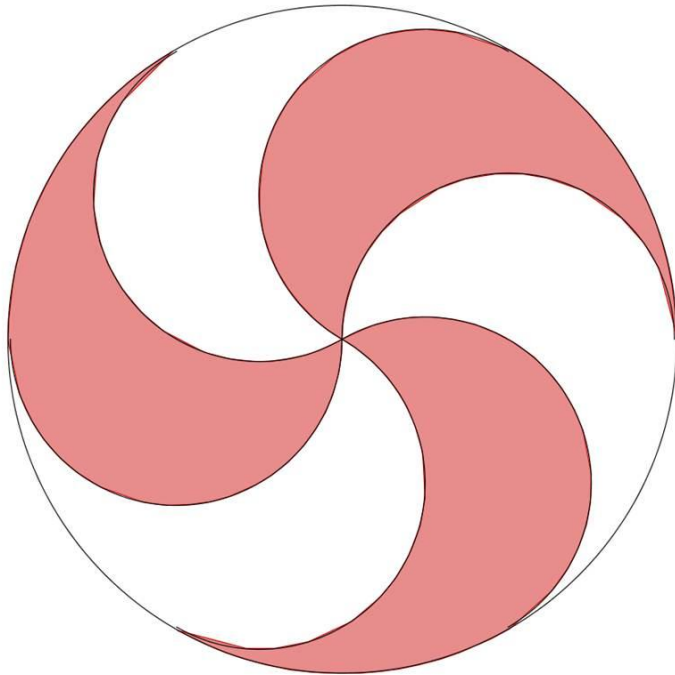
marcamos los puntos en una de las alas de un trisquel y ponemos la instrucción

```
Polígono[{I,J,L,M,N,O,P,Q,R,S,T,U,V,W,Z,A_1,B_1,C_1,D_1,E_1,F_1,G_1,H_1,I_1,
J_1,L_1,M_1,N_1,O_1,P_1,Q_1,R_1,S_1,T_1,U_1,V_1,W_1,Z_1,A_2,B_2,C_2,D_2,E_2,
F_2,G_2,H_2,I_2,J_2,L_2,M_2,N_2,O_2,P_2,Q_2}]
```



Cambiamos el color y hacemos invisibles los puntos. Luego hacemos visible G y el centro, y rotamos el objeto poligonal así creado alrededor de ese centro según un ángulo de 120 y 240. El

resultado, un trisquel subrayado y resaltado hecho con simetría rotacional de orden 3. No mostramos el punto G y voilà.



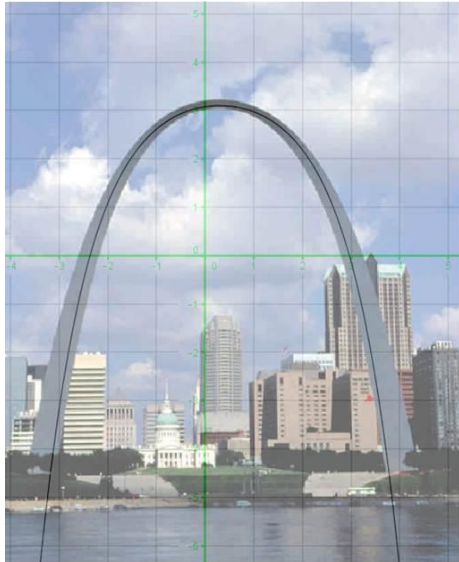
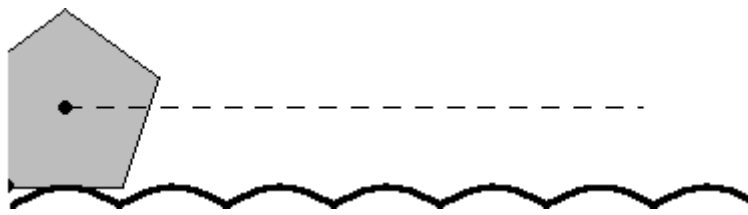
Ya tenemos nuestro símbolo mágico y sagrado, el gallego, además de haber pasado y visto el hexasquel.

La catenaria

Huygens fue el primero en usar el término catenaria en una carta a Leibniz en 1690, y David Gregory escribió un tratado sobre catenaria ese mismo año. Si se traza una parábola a lo largo de una línea recta, su foco describe una catenaria. Euler también demostró en 1744 que la catenaria es la curva que, al girar, da como resultado una superficie mínima (el catenoide, la catenaria de revolución. El catenoide y el plano son las únicas superficies de revolución, que también son superficies mínimas).

La catenaria también da como resultado una forma de carretera sobre la cual una "rueda" poligonal regular puede desplazarse sin problemas.





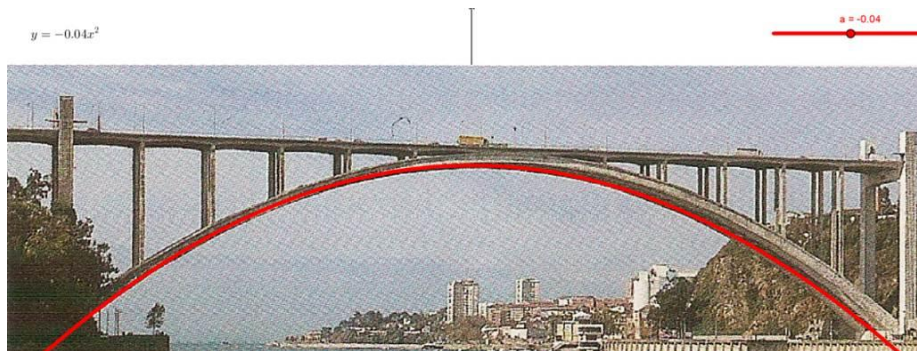
El Gateway Arch en San Luis, Misuri , que

representa la puerta de entrada al Oeste americano, fue diseñado por el arquitecto Eero Saarinen como un arco catenarico . La Sagrada Familia y otras obras de Gaudí presentan una abundancia de catenarias, la curva de una cadena sujeta por los extremos.

Solo la catenaria es la figura de un verdadero arco legítimo... Y cuando un arco de cualquier otra figura se sostiene, es porque en su grosor incluye alguna catenaria (Gregory , 1697) que retoma la afirmación de Hooke : "la forma ideal para un arco es la de una catenaria invertida".

La imagen del portal , tratada con Geogebra, refuerza estas ideas de Gregory y Hooke . Cabe recordar aquí cuántas construcciones antiguas conservan únicamente sus arcos, que son milenarios y estables porque contienen una catenaria. Esta es también la razón por la que los puentes se mantienen en pie y tienen inicialmente formas parabólicas. Así, Oldknow nos mostró la construcción de un puente sobre el río Cam en Inglaterra : una parábola de ecuación $y = 0,03x^2$.

Y podemos mostrar la construcción de un puente en Oporto con Geogebra.



La pregunta es : ¿no eran las catenarias las figuras estables y no las parábolas? Y la respuesta podría ser que una catenaria de ecuación $f(x) = a(e^x + e^{-x}) / 2$ tiene una primera aproximación , mediante la serie de Taylor, a la parábola $y = ax^2$. De hecho, incluso Bernoulli confundió la catenaria (la curva que forma una cadena) con la parábola.

La Torre Eiffel fue diseñada con un perfil logarítmico. ¿Qué no sabías? $y = -3,2 \ln(x) - 0,7$

Desde Galileo sabemos que los resortes dibujan una parábola en el aire. En este caso, $y = -0.6(x - 1.7)^2 + 3.3$. ¿Cómo logramos aproximar esta ecuación a la imagen de la fotografía? Colocamos los deslizadores a , b y k en GeoGebra, que manipulamos hasta obtener la fórmula $y = a(x - b)^2 + k$ para ajustarla a la imagen de uno de los resortes. En esta manipulación podemos observar cómo los valores e incluso el signo de los tres parámetros afectan la parábola dibujada (aumentar k eleva la parábola, a debe ser negativo para que un resorte se ajuste a una caída parabólica, b afecta el desplazamiento de la parábola hacia la izquierda o la derecha, ...).

La hipérbola de las torres de refrigeración de la central térmica de As Pontes $8x^2 - 2y^2 - 74x - 6y + 174 = 0$ Parece increíble que un trabajo de ingeniería tenga una fórmula tan simple y la respuesta es por dos razones, porque está hecha con un perfil hiperbólico, es un hiperboloide de revolución, y porque además los ejes de coordenadas están bien elegidos de modo que no tiene términos xy , pero podrían elegirse mejor para que no tuvieran los términos en x e y *que* sí tiene. Una ecuación aún más simple $8x^2 - 2y^2 = K$ quedaría .

Nautilus . Curva espiral logarítmica. Ecuación: $r = 1,24 \exp(0,18t)$

Tinery en Lugo. Curva espiral logarítmica. Ecuación: $r = 4,35 \exp(0,17t)$

Tanto en el caso del Nautilus como en este , el éxito de la fórmula apropiada lograda con Geogebra es marcar un punto A, que podremos mover, y definir la curva como una Curva Paramétrica $[x(A) + a e^{(bt)} \cos(t), y(A) + a e^{(bt)} \sin(t), t, -25.13274, 50]$

siendo a y b deslizadores que modificamos directamente las coordenadas $x(A)$, $y(A)$ de A , de modo que al mover el punto A y los deslizadores a y b actuamos ajustando visualmente la curva a la imagen que tenemos o queremos aproximar.

