ARS QUBICA, EL PATRÓN GEOMÉTRICO DE LA BELLEZA

POR PEDRO J. MIANA, FERNANDO CORBALÁN, LUIS RÁNDEZ, BEATRIZ RUBIO Y CRISTÓBAL VILA

"Las Matemáticas son un gran árbol cuyas ramas se alzan hacia el cielo de las ideas y el mundo de la abstracción. Sin embargo, sus raíces se hunden en la tierra de la realidad y en el barro de la cotidianidad".

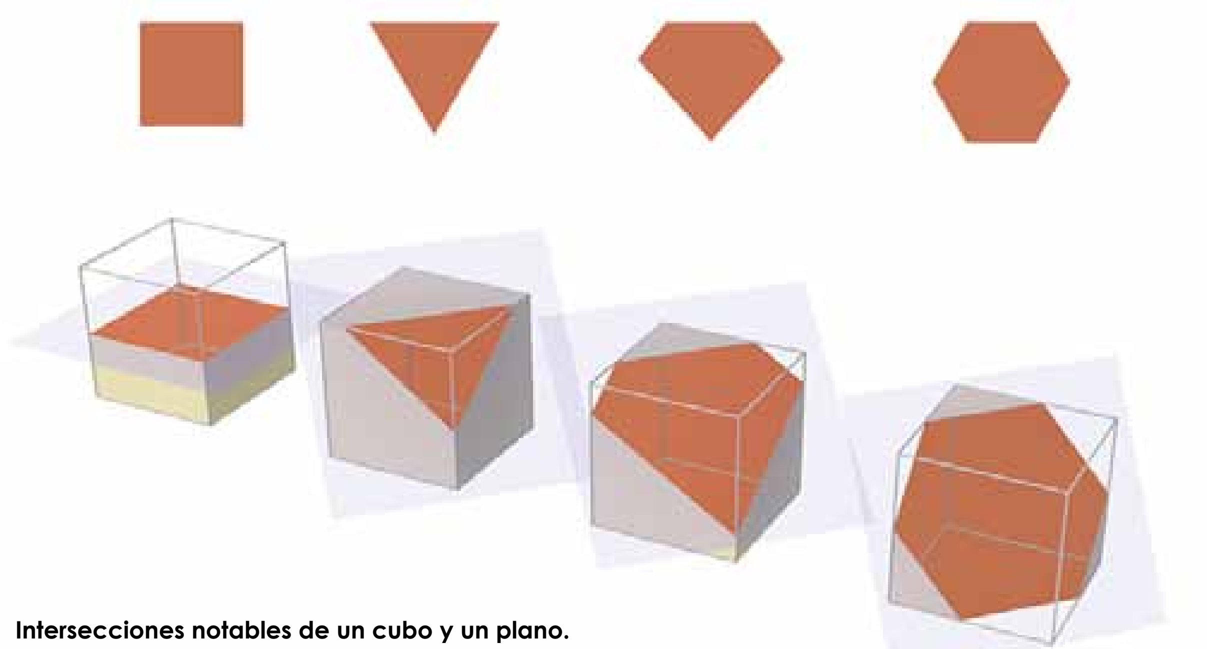
Ars Qubica, el patrón geométrico de la belleza

A menudo la mejor forma de probar algo es verlo. Este es el significado que atribuye el Centro Virtual Cervantes al proverbio de origen chino “Una imagen vale más que mil palabras”. Es obvio que la sociedad actual es altamente visual y tecnológica. Las animaciones, creaciones 3D y videojuegos son unas de las principales actividades de ocio de la juventud del siglo XXI. Parece claro que si queremos acercar la Ciencia a la juventud, el uso de estos recursos facilitará alcanzar nuestro objetivo.

Las Matemáticas son un gran árbol cuyas ramas se alzan hacia el cielo de las ideas y el mundo de la abstracción. Sin embargo, sus raíces se hunden en la tierra de la realidad y en el barro de la cotidianidad. Son omnipresentes en las creaciones humanas, como árbitro de medida y proporción. Tal vez en las obras de arte, una de las expresiones características de la condición humana, su presencia se hace más evidente.

En este trabajo analizamos la relación entre algunas obras de arte y las Matemáticas, en particular la Geometría, que aparecen en el audiovisual “Ars Qubica”. En esta animación 3D, se recrean ciertas estructuras geométricas de diferentes obras de arte, como el clavo y la pajarita nazarí de la Alhambra de Granada, algunas obras de la pintura suprematista rusa, el muro de la parroquieta de La Seo, el “Panot” de Gaudí, así como el grabado “Melancolía I” de Durero, entre otras.

El principal objetivo del audiovisual 3D “Ars Qubica” es **mostrar la presencia fundamental y permanente de la Geometría y las Matemáticas en el arte.** Como hilo conductor se presenta un cubo, que llamaremos cubo maestro, que al ser intersecado por diferentes planos, da lugar, entre otros, a cuatro polígonos: triángulo equilátero, cuadrado, pentágono no regular y hexágono regular (veáse figura). A lo largo de la realización (y en la segunda sección de este artículo) se muestra cómo estas secciones están presentes en distintas obras artísticas y ornamentales. En la tercera sección comentamos brevemente algunos de los principios matemáticos que se aprecian en esta creación. Este artículo está ilustrado principalmente con imágenes extraídas de “Ars Qubica”.



Intersecciones notables de un cubo y un plano.

Imagen cedida por los autores.

“Proun” de El Lisitski (1925).

Imagen cedida por los autores.

“El principal objetivo del audiovisual 3D *Ars Qubica* es mostrar la presencia fundamental y permanente de la Geometría y las Matemáticas en el arte”.

El audiovisual ha sido realizado por el Instituto Universitario de Investigación en Matemáticas y Aplicaciones (IUMA) de la Universidad de Zaragoza, diseñado y animado por el artista Cristóbal Vila, con un guion elaborado por un equipo de matemáticos y divulgadores aragoneses. El tema instrumental, “Atmostra III” de la obra “Mars” de Cedric Baravaglio acompaña y apoya el desarrollo del audiovisual.

Ha sido financiado principalmente por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), la Real Sociedad Matemática Española (RSME), la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza, Actividades Culturales Universidad de Zaragoza, la empresa Conento S. L., y otras asociaciones culturales y científicas así como una campaña de micromecenazgo en la que participaron más de 50 personas.

LAS OBRAS DE ARTE EN “ARS QUBICA”

Las obras que aparecen en el audiovisual y su relación con los distintos cortes del cubo son las siguientes:

El cubo maestro se introduce a partir de la obra “Proun”, collage con tinta y acuarela de El Lisitski (1890-1941). En esta obra también está representando el hexágono regular como perspectiva isométrica del cubo.

Ars Qubica, el patrón geométrico de la belleza

Para los triángulos equiláteros se eligieron las obras "Red triangles in round", tinta y acuarela de L. S. Popova (1889-1924) y la teselación que aparece en los Palacios Nazaríes de la Alhambra.

Los cuadrados que aparecen en el audiovisual están representados por las siguientes obras de arte: El clavo Nazarí, que aparece en la Alhambra de Granada, el muro de la parroquieta de San Miguel de la Catedral del Salvador de La Seo de Zaragoza, el cuadrado mágico del grabado "Melancolia I" de Durero (1471-1528) y la obra "Cuadrado negro sobre fondo blanco", óleo sobre lienzo de K. S. Malévich (1878-1935).

En el caso de los pentágonos no regulares, la primera obra elegida ha sido la baldosa empleada en El Cairo. La segunda obra corresponde a las caras pentagonales del poliedro que aparece en el cuadro de Durero.

Finalmente, para el caso hexagonal, además de la obra "Proun" de El Lisitski comentada antes, aparece el panot de A. Gaudí (1852-1926) y también podría incluirse a la teselación de El Cairo en su forma hexagonal.

LAS MATEMATICAS EN "ARS QUBICA"

A continuación comentamos brevemente algunos de los principios y resultados matemáticos presentes en el audiovisual "Ars Qubica":

1. Intersecciones plano-cubo. Es interesante notar que se pueden conseguir los cuatro primeros polígonos, tres de ellos además regulares. Asimismo también se podría conseguir estos cuatro polígonos con cortes de planos y un octaedro, poliedro dual del cubo.

2. Teselaciones del plano. Este campo de la Geometría estudia los posibles recubrimien-

A) "Red triangles in Round", L. S. Popova (1923).

B) Pajaritas nazaríes, Palacios Nazaríes, Alhambra de Granada, s. XIV.

C) Clavo nazarí, Palacios Nazaríes, Alhambra de Granada, s. XIV.

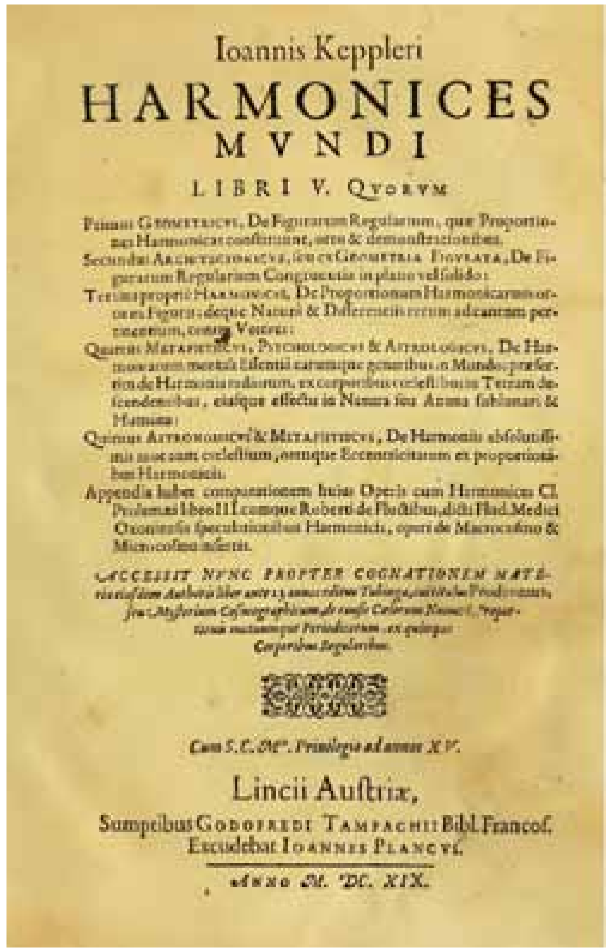
D) Muro de la Parroquieta de San Miguel, Catedral de La Seo de Zaragoza, s. XIV.

Imágenes cedidas por los autores.

Ars Qubica, el patrón geométrico de la belleza

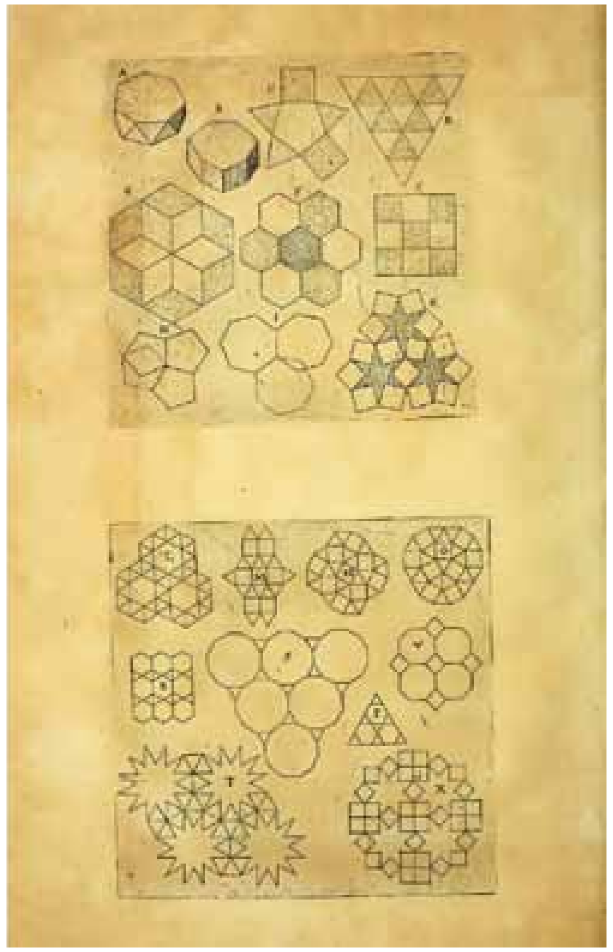
A) "Melancolía I", A. Durero (1514).
B) "Cuadrado negro sobre fondo blanco", K. S. Malévich , 1913.
C) Pavimento pentagonal/ hexagonal, Ciudad de El Cairo (Egipto).
D) "Panot hexagonal", Casa Milá, A. Gaudí, (1906).

Imágenes cedidas por los autores.



Ioannis Keppleri
HARMONICES
MVNDI
LIBRI V. QVORVM

Cum S. C. M^{tis}. Privilegio ad annos XV.
Lincii Austriæ,
Sumptibus Godofredi Tampachii Bibl. Francof.
Excudebat Ioannes Plancvs.
Anno M. DC. XIX.



Portada y gráfico interior de "Harmonices Mundi", J Kepler (1619).

Imagen cedida por los autores.

tos de todo el plano con figuras planas sin dejar huecos entre ellas. Se pueden considerar los siguientes tipos de teselaciones.

a) Regulares: son aquellas que se realizan con polígonos regulares de un solo tipo. Debido a que la suma de los ángulos de los polígonos que se encuentran en un vértice ha de ser 360º, esto implica que solo pueda realizarse con triángulos equiláteros, cuadrados y hexágonos regulares.

b) Semi-regulares: fueron estudiadas por primera vez por J. Kepler (1571-1630) en el Capítulo I de su libro "Harmonices Mundi" de 1619. Este libro se puede consultar en Posner Library Collection. En este grupo de teselaciones se permite la combinación de varios polígonos regulares diferentes, dando lugar a 8 combinaciones distintas.

c) Irregulares: son aquellas que se realizan con polígonos irregulares. En el audiovisual se presenta una teselación pentagonal con cuatro lados iguales, una de las 15 que se conocen utilizando pentágonos irregulares y se ignora si existen más (la más reciente se ha descubierto en 2015). Otras teselaciones con otras figuras geométricas (el clavo y la pajarita nazarí) también aparecen en "Ars Qubica".

3. Teselaciones del espacio. Al igual que en las teselas planas, es este caso, la suma de los ángulos que forman las caras de los poliedros (ángulos diedros) deben sumar también 360º. Esta propiedad solo la cumple el cubo, hecho que se aprecia en los momentos finales del audiovisual. Existen otros poliedros con la propiedad de teselar el espacio, como por ejemplo, el octaedro truncado.

Ars Qubica, el patrón geométrico de la belleza

Teselaciones regulares y semi-regulares. "Inspirations", C. Vila (2012). Se recogen las 3 teselaciones regulares y las 8 teselaciones semi-regulares. Además se incluyen en el centro las dos imágenes especulares de una misma teselación.

Imagen cedida por los autores.

4. Cuadrados mágicos. Un *cuadrado mágico nxn* es una matriz o tabla cuadrada formada por n^2 números con la propiedad que la suma de sus filas, columnas y diagonales es la misma. Cuando los números que aparecen son 1,2,3, …, n^2 se denota *cuadrado mágico normal*. Una leyenda china cuenta que el primer cuadrado mágico *Lo Shu* (洛書) apareció sobre el caparazón de una tortuga en el año 650 a. C..

Uno de los cuadrados mágicos 4x4 más famosos aparece en "Melancolía I" de Durero, y puede apreciarse con detalle durante unos segundos en el desarrollo de "Ars Qubica"(y cuyos dos números centrales de la fila inferior, 15 y 14, sirven para datar la fecha de la obra: 1514). Otro cuadrado 4x4 muy reconocido es debido a J. M. Subirachs (1927-2014) y está localizado en el Portal de la Pasión de la Sagrada Familia de Antonio Gaudí. Para concluir "Ars Qubica" presentamos un cuadrado mágico 4x4 que sirve, como en el caso de Durero, para datar el audiovisual. Notar que los cuadrados mágicos 4x4 considerados (Durero, Subirachs y el del audiovisual) son *gnómones mágicos* (los elementos de cualquier esquina 2x2 y los del cuadrado central tienen la misma suma).

Cuadrado mágico de Subirachs, 1987 (arriba).
Cuadrado mágico "Ars Qubica", 2015 (abajo).

Jacinta Lluch Valero - www.flickr.com (arriba).
Imagen cedida por los autores (abajo).

CONCLUSIÓN

El audiovisual *Ars Qubica* presenta un interesante ejemplo de relación entre Arte y Matemáticas. Es en sí mismo un ejemplo de arte visual creado con las Matemáticas de la animación. Se ha distribuido en calidad "Full HD" con licencia Creative Commons, con el lenguaje universal de las Matemáticas, la Música y el Arte. Puede descargarse de forma gratuita para la docencia y la divulgación de las Matemáticas y del Arte en las siguientes direcciones web.

………………………………

- Ver: www.arsqubica.com
- ARS QUBICA en VIMEO. (2015). https://vimeo.com/131194370
- Ver: http://www.etereaestudios.com/docs_html/arsqubica_htm/index.htm

Pedro J. Miana[1], Fernando Corbalán[2], Luis Rández[3], Beatriz Rubio[3] y Cristóbal Vila[4]

1.- Dpto. de Matemáticas-IUMA
Universidad de Zaragoza
pjmiana@unizar.es

2.- Dpto. de Métodos Estadísticos
Universidad de Zaragoza
corbalan@unizar.es

3.- Dpto. Matemática Aplicada-IUMA
Universidad de Zaragoza
randez@unizar.es
brubio@unizar.es

4.- Etérea Estudios
Zaragoza
etereaestudios@gmail.com