

Estudio de la proporción cordobesa con GeoGebra.

Arribas Ruiz, Fernando ¹ ferarru3@gmail.com
Galán Mata, María del Carmen ¹ toma26_6@hotmail.com
González Cimas, Jaime ¹ jgcimas@gmail.com
Luque Borrego, Álvaro ¹ alvaro.luque.profesor@gmail.com

Resumen

La proporción cordobesa tuvo gran presencia en la arquitectura cordobesa cuando era capital del califato, y recuperó valor gracias a la labor del arquitecto Rafael de la Hoz.

Hemos planteado una serie de actividades en Geogebra con la que nuestro alumnado analizará la presencia de dicha proporción en varios monumentos y elementos artísticos de la ciudad, abarcando etapas históricas desde la romana hasta la contemporánea, pasando por la tan importante etapa musulmana de la ciudad, y fomentando un aprendizaje atractivo de la geometría y de la historia de su entorno.

También se hará un estudio de todas las proporciones presentes en la Mezquita, a fin de comparar la cordobesa con otras más conocidas en todo el mundo, y de otros elementos de dicho monumento que tienen un especial interés geométrico, como sus arcos.

1. Introducción

En el arte hay varias proporciones notables con gran valor estético e histórico. Entre las menos conocidas queremos citar la proporción cordobesa, que se define como la relación entre el radio de la circunferencia circunscrita al octógono regular y el lado de éste.

Esta proporción, que debió tener gran importancia en el arte musulmán, del que gran parte se destruyó en la Reconquista, toma su nombre de haber dejado sus mayores vestigios en la ciudad de Córdoba. Su descubrimiento y estudio matemático fue iniciado por el arquitecto Rafael de la Hoz Arderius (1924-2000), madrileño de nacimiento pero que se afincó y desarrolló gran parte de su carrera en esta ciudad.

Uno de nuestros objetivos este curso ha sido que nuestro alumnado conozca y valore esta proporción, mediante actividades de todo tipo, varias de ellas desarrolladas con Geogebra, cuyo resultado queremos analizar y compartir.

¹ IES Averroes (Córdoba)

2. Construcciones básicas

Partimos de la razón entre el radio de la circunferencia circunscrita a un octógono regular y el lado del mismo, dicha razón es el conocido como **número cordobés** $\frac{1}{\sqrt{2-\sqrt{2}}}$

Mostraremos la construcción en Geogebra que hemos utilizado para explicar el concepto a nuestro alumnado de 4º de ESO y 1º de Bachillerato. Consta de un octógono regular de lado variable, a través de un deslizador, la circunferencia circunscrita al mismo y el cociente entre el radio y el lado. Los alumnos pueden comprobar que al aumentar o disminuir el lado del octógono aumenta o disminuye también el del radio de la circunferencia circunscrita, pero el cociente entre ambas se mantiene invariable, dando lugar al número cordobés.

De forma similar a la anterior les mostraremos la proporción áurea a través de la relación entre un pentágono regular y su diagonal.

3. Trabajando la proporción cordobesa con Geogebra

Mostraremos diversas construcciones en Geogebra donde aparecerá la proporción cordobesa, objeto de nuestro estudio. Nos basaremos en una imagen de fondo y mediremos por encima de ella, utilizando las herramientas que nos proporciona Geogebra. Así, mostraremos:

- **Fachada del Convento de Capuchinos:** Situada justo enfrente del Cristo de los Faroles, sitio emblemático de nuestra ciudad. Cuenta la leyenda que el Cristo aparece de espaldas en las postales para admirar las proporciones ideales de dicha fachada. Sobre ella situaremos segmentos, mediremos y calcularemos las proporciones.
- **Planta de la Torre de la Malmuerta:** Dicha planta es octogonal, por tanto la relación entre el lado y el radio es justo el número cordobés. Sobre su planta, obtenida de Google Maps, calcularemos las medidas y el cociente.
- **Museo Arqueológico de Córdoba:** En su interior se encuentra el Sarcófago de Adán y Eva y algunas esculturas romanas que guardan dicha proporción. Obtendremos fotografías de las mismas en nuestra visita con el alumnado y mostraremos ayudados de Geogebra las proporciones, comparándolas con algunas esculturas romanas o griegas que guardan la proporción áurea, más estilizada.

4. Arcos en la Mezquita

Se utilizará Geogebra para construir algunos de los arcos que se encuentran en la Mezquita de Córdoba. Pueden servir de ejemplos los siguientes:



Arco de herradura apuntado - Mihrab



Arco de herradura tumido – Puerta del Perdón

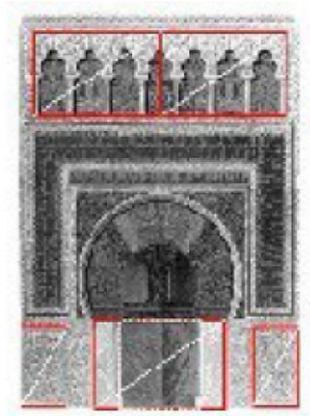
Una vez contruidos los arcos, se utilizará Geogebra para calcular la cantidad de luz que deja pasar cada uno de ellos, calculando su área.

5. Proporciones en la Mezquita

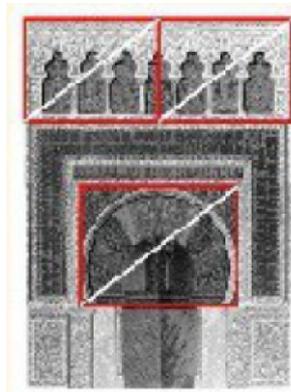
La fachada que precede al Mihrab de la Mezquita contiene las tres proporciones más importantes para las Matemáticas: la proporción áurea, la proporción cordobesa y la de raíz cuadrada de dos. Utilizaremos construcciones con Geogebra donde mediremos los segmentos señalados y comprobaremos que cumplen las proporciones descritas:

- **Proporción áurea:** Si nos fijamos en la parte inferior del arco, a ambos lados de las columnas negras hay dos placas rectangulares con una rica decoración labrada sobre yeso; esas dos placas son rectángulos áureos; también lo es el rectángulo que sostiene al arco.

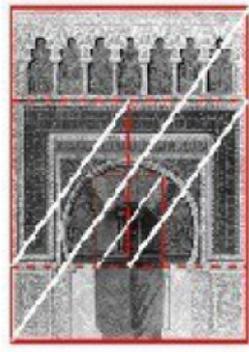




- **Proporción raíz cuadrada de dos:** En la fachada de la antesala del Mihrab no sólo encontramos rectángulos áureos, sino que también podemos distinguir varios rectángulos cuya proporción es raíz de 2.



- **Proporción cordobesa:** Ahora de nuevo, y mediante las diagonales se indican los rectángulos cordobeses que en ella encontramos... para empezar el marco completo de esta maravilla de fachada es precisamente un rectángulo cordobés.



6. Difusión en Medios de Comunicación

El conjunto de actividades realizadas en torno a la proporción cordobesa, que incluyen las citadas y otras como una Gymkhana por la ciudad en la que se recorrerán los edificios estudiados en clase, tienen prevista su difusión en la página web del centro.

En función del análisis que realicemos a posteriori se estudiará la posibilidad de ampliar el proyecto y enviarlo los medios de la sociedad matemática Thales.

7. Conclusiones

- Comprobamos la potencia de Geogebra como herramienta didáctica, plasmando los elementos matemáticos que hay tras cada proporción, que de otra manera sólo se intuye vagamente a la vista.
- Detectamos que la proporción cordobesa, aun habiendo sido investigada con rigor y plasmada en construcciones modernas como homenaje, no tiene toda la relevancia y difusión que creemos que merece.
- Ponemos en valor el impresionante conocimiento y trabajo matemático de la civilización musulmana y el valor de su aportación al legado cordobés.
- Se nos muestra que relacionar las matemáticas con el entorno del alumnado, como en este caso la cultura de su ciudad, genera un feedback muy positivo.

Referencias

1. VV. AA. (1996) *Presentación especial en las "VII Jornadas Andaluzas de Educación Matemática "THALES"*, publicadas por la Universidad de Córdoba.
http://www.webislam.com/media/2013/10/58409_proporcioncordobesa.pdf
 2. Marina Doblado González (2007): *Rafael de la Hoz Arderius y la Proporción cordobesa*. Comunicación para el Segundo Congreso Internacional de Matemáticas en Ingeniería y Arquitectura.
<http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/matematicas/Fdistancia/PIE/Chip%20geom%C3%A9trico/LaHoz.pdf>
 3. Marina Doblado González (2009): *La proporción cordobesa en la arquitectura*.
<http://docplayer.es/424344-La-proporcion-cordobesa-en-la-arquitectura.html>
 4. Departamento de Matemáticas del IES Gran Capitán (2014): *Visita matemática a la Mezquita de Córdoba*.
<http://www.iesgrancapitan.org/profesores/bvaquero/blogdepartamento/visitamatematicasmezquitacordoba.pdf>
-