

T-213

## Entornos llenos de Matemáticas: el caso de la Sagrada Familia, en Barcelona

Xavier Vilella, Manel Sol, Ampar López de Briñas,  
Charo Martín, Vanessa Queralt, Imma García

Grup Vilatzara (ICE – Universitat Autònoma de Barcelona)

España

Núcleo temático: Matemáticas y su integración con otras áreas

Modalidad: T

Nivel educativo: Medio o Secundario

Palabras clave: Contextos, poliedro, superficie, reglada.

### RESUMEN

*En general, las matemáticas están presentes en multitud de elementos de nuestro entorno, de una manera más o menos explícita. En el caso de edificios como la Sagrada Familia, hay elementos matemáticos evidentes y otros cuya interpretación parece reservada a un reducido grupo de personas eruditas. Con este taller el Grup Vilatzara quiere mostrar que todos tenemos la posibilidad de comprender (y admirar) los secretos guardados en piedra en este templo de Antoni Gaudí.*

*Nos centraremos en cuatro aspectos: poliedros estrellados, simbolismo numérico, superficies regladas y diseño del entorno del templo. Las personas asistentes podrán construir algunos de estos elementos.*

*A su vez, deseamos animar al profesorado a utilizar las muestras artísticas de todo tipo que se encuentren en su entorno para ayudar a desarrollar las competencias matemáticas de su alumnado. Observar el entorno con mirada matemática nos permite descubrir estos recursos para el aula.*

### 1a Parte: El entorno de la Sagrada Familia

El arquitecto Antoni Gaudí, cuando diseñó la Sagrada Familia, también tuvo en cuenta como sería observada por los peatones. Quería que su obra fuese un foco de atracción turística. Por eso quería que el entorno del templo realzara la monumentalidad y belleza de su proyecto. Esta idea quería decir un entorno sin casas y que hubiera espacio para que se pudiera contemplar toda su magnitud desde diferentes puntos de vista. Inicialmente la plaza tenía que ser de 8 puntas. Su objetivo era que cualquier persona pudiera observar desde su

140

VIII CONGRESO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA. LIBRO DE ACTAS.

ISBN 978-84-945722-3-4

ángulo de visión (30 grados en horizontal y en vertical) el cimborrio central de 170 metros de altura y dos fachadas al mismo tiempo. Pero también era consciente de que para hacerlo se tendría que expropiar los terrenos del entorno del templo y esto suponía un gasto importante que en aquellos momentos las autoridades municipales no podían admitir. Para hacer posible su idea de un entorno que agrandara su proyecto y al mismo tiempo que fuera realizable económicamente diseñó el entorno de la Sagrada Familia con una plaza estrellada de 4 puntas, que tampoco llegó a realizarse.

#### **Desarrollo del Taller**

En el taller trabajaremos sobre parte de un mapa de Barcelona, centrado en el templo, para estudiar las zonas del mismo en las que se cumplían las condiciones de Gaudí.

#### **2ª Parte: Poliedros Estrellados**

Gaudí se inspiraba en la Naturaleza para realizar muchos detalles de sus obras. Uno de estos detalles es la representación de las estrellas de las constelaciones representadas en la Escena de la Anunciación.

Dicha escena está situada en la zona central de la Fachada del Nacimiento, en la parte superior de la Estrella de Belén y en ella se representa el momento en que el Arcángel Gabriel le comunica a la Virgen María que será la madre de Jesús. La escena está enmarcada bajo un arco en el que se representan las constelaciones del zodiaco que son visibles en el cielo nocturno en la posición exacta en que se encontraban la noche del nacimiento de Jesús, y que son: Virgo, Leo, Cáncer, Géminis, Tauro y Aries.

La representación de las constelaciones ha evolucionado a lo largo del tiempo y actualmente sólo consta de las estrellas y aquellas líneas imaginarias que se trazan para localizarlas con más facilidad, recordando vagamente aquella figura a la que su nombre hace referencia.

Sin embargo, en la Sagrada Familia, se realiza mediante las figuras que representan los nombres de las constelaciones, como se hacía antiguamente.

#### **Desarrollo del Taller**

El taller consiste en identificar los poliedros estrellados en las estrellas de la constelación de Géminis del templo y conseguir la misma representación de líneas tal y como aparece en los mapas estelares actuales.

### **3ª parte : Secretos guardados en piedra**

En la fachada de la Pasión, realizada por Josep María Subirachs (siguiendo los dibujos que se encontraron entre los papeles de Antoni Gaudí) podemos observar un cuadrado mágico. La suma de todas las filas, columnas y diagonales es la misma. Se la llama la suma mágica. Lo primero que nos planteamos es calcularla y la compararemos con la suma mágica de uno de los cuadrados mágicos más conocidos, el de Albrecht Dürero (1471-1528). Este realizó un grabado sobre madera titulado *La melancolía*, datado en 1514 en el que puede observarse un cuadrado mágico. En él aparecen los números del uno al dieciséis en un cuadrado de 4x4 casillas. Todas las filas, columnas y diagonales suman 34. El de Dürero se considera perfecto y en cambio el de la Sagrada Familia no lo es. Deduciremos el por qué y qué significado tiene la suma mágica de la fachada de la Pasión.

Hay muchas actividades que pueden realizarse en clase a partir de los cuadrados mágicos, pudiendo desarrollar significados de propiedades de los números naturales, que incluyen patrones de simetría. También puede plantearse si es posible un cuadrado mágico con fracciones o con decimales, o con números enteros.

#### **Desarrollo del Taller**

Estudiaremos el cuadrado mágico que aparece en la Fachada de la Pasión, lo compararemos con el de Dürero y deduciremos las propiedades de estos cuadrados.

### **4ª parte: Superficies regladas en la Sagrada Familia de Antoni Gaudí**

En la Sagrada Familia se reconocen algunas superficies regladas. También podemos observarlas en muchos objetos de la vida cotidiana y en edificios, obras de arte, etc.

Aunque las superficies regladas ya eran conocidas en su época, Antoni Gaudí fue el primero en utilizarlas en Arquitectura. Como él mismo dice "Me ha dado mucho a pensar el que no hayan sido aplicadas antes y que deba ser yo el primero en hacerlo. Eso sería lo único que, en todo caso, me haría dudar. No obstante, creo que, convencido del perfeccionamiento que representan, tengo el deber de aplicarlas" ¿Por qué su interés por dichas superficies? La respuesta nos la da él mismo cuando afirma: "El uso de las superficies regladas es lógico por su superioridad plástica y su facilidad constructiva".

En el taller, procederemos como haría el propio Gaudí, es decir, construyendo y experimentando. Así, por ejemplo, se verifica que el hiperboloide puede ser, de hecho, una

superficie doblemente reglada y, además, mucho más resistente que el cilindro del mismo diámetro; hecho que justifica el por qué las torres de refrigeración o algunos huesos como el fémur tienen forma de hiperboloide. Del paraboloides hiperbólico, que también es doblemente reglado, se puede destacar, por ejemplo, que es la superficie mínima capaz de unir dos rectas a diferente altura y con distinta inclinación, que todos los puntos tienen la misma tensión, o que tres puntos nunca están alineados; propiedades ideales para la construcción de lonas que tengan que soportar las inclemencias del tiempo (viento, agua, ...). Las paredes en forma de conoide de las Escuelas Provisionales de la Sagrada Familia permiten hacer una estructura resistente con muy poco material constructivo y, por tanto, ahorrar dinero.

Nuestra propuesta consiste en aprovechar un edificio significativo cercano al alumnado para desarrollar competencia matemática de alto nivel, para hacer y pensar las Matemáticas de una manera distinta. Todos los edificios (más aún si son singulares), si se observan con ojos matemáticos, permiten reflexionar sobre aspectos matemáticos contextualizados, incluso en el aspecto histórico. No sería difícil, en el caso de la Sagrada Familia, llegar a acuerdos con otros departamentos del centro de secundaria para establecer cierta interdisciplinariedad: por ejemplo, características del modernismo, diseño de envases, propiedades estructurales de las cubiertas de diferentes materiales, etc.

### **Desarrollo del Taller**

En este taller trabajamos algunas propiedades de las superficies regladas, pero todavía podríamos formular muchas más preguntas matemáticas interesantes: ¿Por dónde es más fácil subir una escalera de caracol, por la parte interior o por la parte exterior? ¿Por qué? ¿Por dónde recorreremos más distancia? ¿Por qué los cilindros se utilizan con frecuencia como recipientes? ¿Qué otra propiedad tienen en común el cilindro, el cono y el hiperboloide y no comparte, por ejemplo, el paraboloides hiperbólico? Todas estas preguntas y muchas más que se nos pueden ocurrir, permiten la conexión entre diferentes temas de matemáticas y también con otras asignaturas.

### **Referencias Bibliográficas**

- Alsina i Català, C., Buxadé, C., & Margarit, J. (2002). *Gaudí. La búsqueda de la forma*. Barcelona: Ayuntamiento de Barcelona. Institut de Cultura.

- Bonet i Armengol, J. (2000). *L'últim Gaudí*. PORTIC.
- López de Briñas Ferragut, M.D., (2016). *Estrellas en la Sagrada Familia*. FESPM, Badajoz.
- Pickover, Clifford (2003): *The Zen of Magic Squares, Circles, and Stars*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.