

Críticas y Reseñas

Objetos con Matemáticas. Función con Forma Objects with Mathematics. Function with Form

Rafael Rivera Herráez y Macarena Trujillo Guillén

Revista de Investigación



Volumen IX, Número 1, pp. 185–192, ISSN 2174-0410

Recepción: 1 Nov'18; Aceptación: 15 Feb'19

1 de abril de 2019

Resumen

En esta comunicación presentamos una experiencia interdisciplinar en la Escuela de Arquitectura de Valencia que ha tenido lugar en la asignatura Matemáticas 2 del Grado en Fundamentos de la Arquitectura. La base de esta experiencia es el binomio función-forma. La idea es que los estudiantes fuesen conscientes de que las matemáticas ofrecen un amplio catálogo geométrico, en el que incluso podemos encontrar formas que escapan de nuestra imaginación, pero no hay que confundir este elenco de curvas y superficies con el diseño en sí. La función del diseño es una de las características más importantes que acotan el uso de una u otras geometrías. A lo largo del curso 2017-2018 hemos realizado diferentes actividades para trabajar función y forma, siendo la más relevante la exposición que hicimos con objetos diseñados a partir de Mathematica. En esta comunicación comentamos cada una de estas actividades.

Palabras Clave: Geometría, Mathematica, objetos, interdisciplinariedad, forma y función

Abstract

We present in this communication an interdisciplinary experience in the School of Architecture of Valencia which has taken place in the subject Mathematics 2 of the Degree in Fundamentals of Architecture. The basis of this experience is the binomial function-form. The idea is that students were aware about the offer a wide geometric catalog which mathematics provide, even providing forms which escape our imagination, but we should not confuse this cast of curves and surfaces with the design itself. The function of the design is one of the most important characteristics that limit the use of some or other geometries. Throughout the 2017-2018 academic year we have carried out different activities to work on function and form, the most relevant being the exhibition we made with objects designed from Mathematica. In this communication we comment all these activities.

Keywords: Geometry, Mathematica, objects, interdisciplinarity, form and function

1. Introducción. Función y forma.

Las matemáticas implican un alto nivel de abstraccin y, por eso, configuran una manera de pensar más allá de cada problema concreto. En nuestra opinión este es uno de sus principales atractivos pero, con frecuencia, este carácter tan propio de esta disciplina distancia al alumnado porque supone un aprendizaje con un esfuerzo mental añadido. Pero este es uno de sus atractivos, y somos los docentes los que tenemos un compromiso con la sociedad que supone investigar en pro de procesos de enseñanza-aprendizaje que no causen rechazo, sino justo lo contrario, que acerquen y seduzcan. No se trata de disfrazar, suavizar u omitir conceptos, sino de atraer al alumnado a descubrir los misterios y la magia de las matemáticas para que se impliquen y motiven en su aprendizaje. Que ese esfuerzo necesario sea voluntario y deseado.

Dos factores que consideramos imprescindibles para conseguir este fin son el uso de metodologías adecuadas [1] y la transversalidad [2]. En el proceso docente, es tan importante lo que enseñamos como la forma en que lo hacemos y, todavía más, dar las claves para relacionar todo lo que se enseña. El lenguaje, los proyectos integradores, los debates, el trabajo en equipo o las redes sociales como instrumento vinculado a la sociedad, son mecanismos que resulta necesario zarandear y poner a trabajar en favor del aprendizaje. Por otro lado, la transversalidad permite descubrir una red de conexiones que pone en primer plano la utilidad, la importancia, la necesidad, y la fascinación de las matemáticas.

Partiendo de estas premisas, en el curso 2017-18, hemos llevado a cabo una propuesta con el objetivo de investigar tanto en metodologías docentes como en las relaciones que hagan ver a las matemáticas no como un obstáculo, sino como una ventana panorámica, no como una carga, sino como un trampolín multiplicador. Concretamente, se ha dirigido al alumnado de la asignatura de Matemáticas 2 en el Grado en Fundamentos de la Arquitectura que se imparte en la Escuela de Arquitectura de Valencia.

El tema elegido fue el binomio función-forma. En las clases teóricas de la asignatura se estudian las expresiones que definen curvas, superficies y volúmenes, y en las clases prácticas las representamos utilizando el software Mathematica. La geometría puede sugerir, dar pistas, descartar o aprobar el uso de una forma en un proyecto determinado, pero además hay otro factor elemental que intervienen en la elección de un diseño: la función. Función y forma dependen del momento histórico, de la cultura y de las relaciones sociales. Son dos caras de una misma moneda. La función viene del latín *fungi* (cumplir) est asociado a la eficacia, y forma del latín *forma* (imagen, figura, estructura exterior). Ambos son necesarios y esenciales para configurar un diseño. Promover la importancia del tándem función-forma ha de ser una tarea interdisciplinaria porque involucra a más de una disciplina. Aquí es donde entra en juego la mezcla, la transversalidad. A continuación explicamos con qué metodología la abarcamos.

2. La experiencia. Actividades realizadas y resultados

Al empezar el curso, cuando se presenta la asignatura, se hace hincapié en el alto contenido geométrico que va a tener el programa. Y ya, en esta primera clase se dan las primeras pinceladas de la importancia de la función asociada a la forma, a la geometría. Para ello, utilizamos una presentación a modo de recorrido histórico a lo largo de nuestra cultura basada en la relación entre la arquitectura y las matemáticas, y su evolución conjunta.

Además, visitamos la escultura *Adam y Eva*, obra del artista Andreu Alfaro (Figura 1. izquierda), que se encuentra muy cerca del aula. Esta obra, un canto a la igualdad, es un ejemplo función y forma: con las mismas formas, líneas rectas, y el mismo número de ellas se puede representar el cuerpo femenino y el masculino, con el único truco de hacer variar la posición de una de las líneas.



Figura 1. Izquierda: Escultura "Adam y Eva" del artista Andreu Alfaro sita en Avenida de Los Naranjos de Valencia. Derecha: Objeto polifuncional.

2.1. Seminario función-forma

En Matemáticas 2 se estudian fundamentalmente cónicas y cuádricas como curvas y superficies base para integración múltiple, de línea y superficie. Este tema es el primero del programa. Una vez introducidas las formas, es necesario empezar a hablar de función. Para ello realizamos un seminario con el objetivo de despertar en el alumnado la conciencia de que las matemáticas ofrecen un catálogo geométrico, en el que incluso podemos encontrar formas que escapan de nuestra imaginación, pero aunque este elenco de curvas y superficies es una poderosa herramienta de diseño, no hay que confundirla con el diseño en sí porque se ha de tener en cuenta la funcionalidad (Figura 1. Derecha). La metodología del seminario se plantea como un espacio para la reflexión, el intercambio de ideas y la participación.

2.2. Taller de construcción de superficies cuádricas

Las ecuaciones que definen las formas no solo nos permiten representarlas, también nos dan información de cómo son sus secciones, de sus propiedades o de cómo construirlas. La construcción es también un elemento clave del empleo de unas u otras formas para una funcionalidad concreta. Si hablamos de superficies cuádricas, por ejemplo, el uso de cuádricas regladas simplifica la construcción de la superficie y abarata su coste. Sin embargo, en una

superficie esferica el proceso constructivo se complica, lo que se traduce en un aumento de su coste.

En el taller de construcción de superficies cuádricas el alumnado crea estas superficies a partir de materiales económicos y de fácil manipulación (Figura 2). Se trata de construir maquetas sencillas, pero que pongan de manifiesto la complejidad/simplicidad de la construcción de determinadas superficies, y a su vez seguir aprendiendo el significado de las ecuaciones que las definen. Un ejemplo de ello es la construcción del hiperboloide de una hoja (Figura 2. Derecha) que degenera en un cono.



Figura 2. Fotografias realizadas al alumnado durante el Taller de construcción de cónicas y cuádricas.

2.3. Paseos

El paseo es una actividad dinámica que supone un atractivo añadido a la docencia. Mientras hablamos, nos movemos, vamos cambiando el escenario, y materializamos un paseo conversado. A modo de peripatéticos actuales, proponemos el caminar como alternativa a la silla, estableciendo nuevas relaciones (permutas, distancias, movimiento, cambio de plano y de punto de vista) entre los protagonistas.

En este caso los dos paseos realizados se hicieron con el mismo objetivo: observar in situ en el laboratorio que supone la ciudad, la presencia e importancia del binomio función-forma. El primero de ellos se realizó por la Ciudad de las Ciencias y las Artes y el Oceanográfico de València (Figura 3). Ambos lugares son dos observatorios a nuestro alcance para comprobar la materialización de formas cuádricas en particular, y de geometrías diversas, en general. Pero también son dos espacios muy apropiados para valorar la combinación de función y forma. El segundo paseo se realizó por el centro histórico de València, en el que se encuentran varios ejemplos muy ilustrativos de la relación entre matemáticas y diseño arquitectónico, y que comúnmente nos pasan inadvertidos [3] (Figura 4).

No cabe duda de que la forma (incluso la moda) puede suponer una alteración de la función, y viceversa, y que cualquier investigación al respecto siempre convulsiona las posiciones preconcebidas. La crítica y la reflexión son instrumentos que deben permitirnos configurar eso que llamamos progreso, conociendo el pasado y mirando al futuro, y que resulta fundamental para la vida en comunidad.



Figura 3. Paseo realizado por la Ciudad de las Ciencias y las Artes y el Oceanográfico de València.



Figura 4. Fotografía tomada en la Lonja de la Seda durante el paseo realizado por el centro histórico de València.

2.4. Objetos con Mathematica: trabajo y exposición

Al finalizar cada tema del programa de Matemáticas 2 se realiza una práctica informática con el software Mathematica. Este software se utiliza para cálculo, pero también para la representación de las geometrías que se trabajan durante el curso. De hecho, para la evaluación de las prácticas se demanda un trabajo cuyo objetivo es el de aunar los conocimientos de las clases teóricas, las prácticas para modelizar un volumen determinado. En este caso, además, el trabajo servía aplicar los conocimientos trabajados acerca del binomio función-forma.

En el curso 2017-2018 el trabajo en sí debería referirse a un objeto cotidiano, manipulable y de un tamaño tal que se pudiera llevar a clase para mostrar al resto de compañer@s. Disponer del objeto permitía analizar sus formas de visu, obtener las medidas y comparar con el resultado de la modelización matemática. Manipular y aplicar las expresiones que definen las formas a un diseño concreto es una vía para favorecer su proceso de enseñanza-aprendizaje. Aunque es esencial trabajar en un plano abstracto, tender puentes hacia lo tangible motiva, da confianza y estimula.

El trabajo se realizó en grupos de dos o tres personas. La última sesión de prácticas la dedicamos a la exposición y puesta en común de los trabajos realizados. Tras cada presentación se estableció un pequeño debate-valoración en la que tod@s (profesorado y alumnado) participamos. Al finalizar las presentaciones el alumnado votaba el trabajo que le parecía más interesante puesto que la entrega, a la vez que evaluación, fue un concurso.

El resultado de los trabajos fue en su mayoría satisfactorio. Por su alto contenido visual y el interés que suponíamos tendríamos para el conjunto de la Escuela de Arquitectura decidimos montar una exposición con los resultados, *Objetos con Matemáticas. Función con forma* (Figura 5). Para cada trabajo se crearon dos paneles (Figura 6). En ellos se identifica el objeto y sus componentes, plantea las líneas de comando del programa, el resultado de las mismas, e imágenes finales de la modelización.

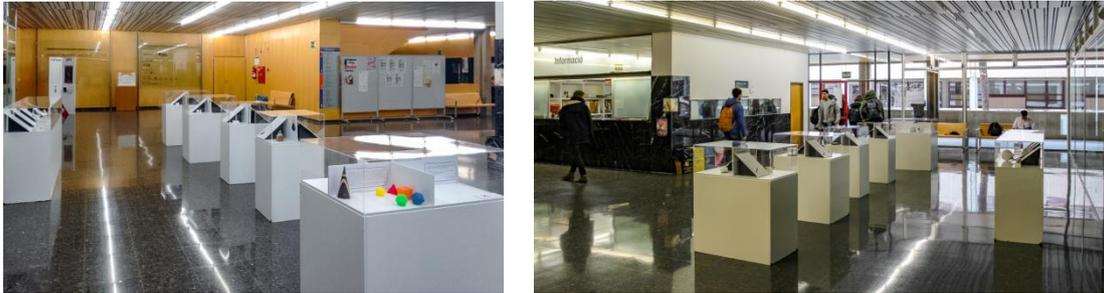


Figura 5. Fotografías generales de la exposición “Objetos con Matemáticas Función con Forma” durante su muestra en la Escuela de Arquitectura de Valencia (Febrero de 2018).

La modelización de objetos es otra forma de entender su función, y la importancia de que esta se complemente con su forma. Es importante analizar las formas del objeto y traducirlas a expresiones matemáticas, pero también entender su razón de ser, su función. Una copa de vino no tiene una forma cilíndrica como un vaso de agua, ¿por qué? El sacapuntas ha de tener una hendidura cónica de una determinada sección. La peonza tiene una forma íntimamente ligada al movimiento que ella genera. Así vamos descubriendo la relación íntima entre la forma de un objeto y la función a desarrollar.

El propio montaje de la exposición supuso a su vez un ejercicio de fusión entre función y forma buscando, a partir de unas vitrinas preexistentes, la comodidad de la visualización, la fácil lectura, pero también la comprensión de que todo era un conjunto, con una caligrafía común, que configuraba una unidad llamada exposición.



Figura 6. Detalle de los paneles y objetos mostrados en la exposición “Objetos con Matemáticas Función con Forma”.

3. Valoración de la experiencia

Son varios los parámetros que nos han permitido valorar la experiencia.

Durante la experiencia la participación del alumnado ha sido alta. La asistencia a las diferentes actividades es voluntaria, igual que a las clases, ha de primar la motivación por aprender. En ese caso todo aquello que resulte novedoso o diferente, atrae y motiva a asistir. Por otro lado, la participación es un indicador del nivel de satisfacción que produce la actividad entre el alumnado, con independencia de agentes externos que siempre inciden en la asistencia. Estamos satisfechos con el resultado de la modelización de los objetos. El alumnado ha presentado interés en obtener un diseño que fuese fiel al original buscando más allá de los comandos de Mathematica manejados en clase, y han probado diferentes formas para elegir cuál representaba mejor la forma del objeto. Un 70% del alumnado ha hecho el trabajo de forma autónoma sin recurrir a las tutorías para resolución de dudas. Y el 95% ha valorado positivamente la metodología de evaluación de las prácticas.

En cuanto a la experiencia en su conjunto, todos/as los/as encuestados/as consideran necesaria la conexión de las matemáticas con otros aspectos y disciplinas de la arquitectura y han manifestado que las diferentes actividades les han llevado a una mejor comprensión del contenido geométrico de la asignatura. En este sentido, el aspecto mejor valorado ha sido tener que pensar en las ecuaciones que tenían que traducirse en un diseño en concreto.

Por parte del profesorado este tipo de experiencias siempre suponen un mayor esfuerzo. Sin embargo, la recompensa merece la pena, y el propio trabajo realizado enriquece la concepción de la asignatura.

4. Conclusión

El propósito de nuestra comunicación era el de explicar cómo, a través del binomio función-forma, hemos construido una experiencia transversal conformada por diversas actividades con diferentes metodologías. Todo ello con el objetivo de dar un hilo conductor a las clases de Matemáticas 2 dentro del Grado de Fundamentos en la Arquitectura, de establecer conexiones con otras asignaturas y de subrayar la importancia del manejo de la geometría a través de las ecuaciones que dan lugar a sus formas. Con la experiencia no solo se han conseguido los objetivos, también ha supuesto un aumento de la motivación y participación del alumnado, y una reflexión añadida del profesorado.

Buscar nuevas formas de explicar los conceptos obliga a diseccionarlos y entenderlos previamente mucho mejor. Siempre desde la convicción de que las matemáticas están en todas partes, y en todas partes se aprenden.

Referencias

- [1] MONEREO, Carlos; POZO, Juan Ignacio. *La universidad ante la nueva cultura educativa: enseñar y aprender para la autonomía*, pp. 15-30, Síntesis, España, 2003.
- [2] PIAGET, Jean. *La epistemología de las relaciones interdisciplinarias*, Archives de Philosophie 34, pp. 539-549, 1971.
- [3] RIVERA, Rafael; TRUJILLO, Macarena. *Matemáticas urbanas*, SUMA, 6(2), pp. 33-42, 2016.

Agradecimientos:

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el departamento de Matemática Aplicada de la Universitat Politècnica de València (PID-DMA 2017).

Sobre los autores:

Nombre: Rafael Rivera Herráez

Correo Electrónico: rariher@urb.upv.es

Institución: Universitat Politècnica de València, España.

Nombre: Macarena Trujillo Guillén

Correo Electrónico: matrugui@mat.upv.es

Institución: Universitat Politècnica de València, España.