

# 19

## Revalorización de las secciones cónicas y cuádricas en la proyección arquitectónica y su funcionalidad en el diseño

### RESUMEN

*Como docentes de Matemática para estudiantes de Arquitectura venimos reflexionando desde hace varios años con la necesidad de “recrear” nuestras prácticas docentes, sintiéndonos cada vez más alejados de la didáctica obsoleta presente en los abordajes más puristas de la materia, para dar lugar a un proceso de enseñanza-aprendizaje en el cual los estudiantes pueden ser protagonistas de su propio proceso, utilizando las secciones cónicas y las cuádricas en función de diseños “en y de” espacios físicos concretos.*

*Este trabajo pretende abordar sobre esta visión a partir del compendio de estrategias didácticas que venimos desarrollando, construyendo, experimentando en estos últimos años de trabajo a partir de distintas actividades integradoras de distintas temáticas de la currícula.*

*Como un primer avance partimos de la confección de un cuadernillo de actividades prácticas donde buscamos ofrecerles a los estudiantes ejercitación de secciones cónicas y cuádricas basada en problemáticas reales. Luego avanzamos con una actividad sobre la temática Cuádricas, articuladora entre los niveles I y II (al que pertenecemos), por medio de la generación de una “obra - espacio físico” a través de la materialización tridimensional de una instalación, basado en intersecciones de cuádricas. Posteriormente buscamos que los estudiantes materialicen las volumetrías encontradas a partir de un diseño impreso en 3D utilizando Geogebra y herramientas de digitalización. Continuando posteriormente con una actividad basada en las secciones Cónicas, se buscó ampliar el horizonte de diseño del alumnado para que no quede solo relegado al papel, al plano y volumétricamente, sino que puedan pensar y materializar sus diseños en un espacio de la facultad, un espacio real y concreto.*

*El objetivo de nuestro trabajo fue intentar alejar a los estudiantes de la disociación entre el conocimiento del contenido teórico y la aplicación de ese conocimiento en el área del diseño arquitectónico, buscando a su vez, la participación más activa de los estudiantes, y una revalorización del estudio de matemáticas en la Arquitectura. Esto nos permitió*

León Nicolás Pagnutti  
Julián Velázquez  
María Silvia Libano  
Diego Martos  
Marcelo Fileni

prof.pagnuttileon@gmail.com  
julian879vz@gmail.com  
mariasilvialibano@yahoo.com.ar

Cátedra de Matemática N° 1.  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo.  
Universidad Nacional de La Plata, Argentina.



*realizar una evaluación de nuestra práctica docente a partir de los propios trabajos de los estudiantes, observando sus necesidades, desafíos, intereses y motivaciones, además de brindarnos la posibilidad de repensar nuestra forma de enseñar y evaluar utilizando en esta última etapa la rúbrica como método de evaluación del proceso de aprendizaje de los estudiantes.*

**PALABRAS CLAVE:**

*Cónicas - Cuádricas - Práctica docente - Motivación - Rúbrica*

León Nicolás Pagnutti  
Julián Velázquez  
María Silvia Libano  
Diego Martos  
Marcelo Fileni

prof.pagnuttileon@gmail.com  
julian879vlz@gmail.com  
mariasilvialibano@yahoo.com.ar

Cátedra de Matemática N°1.  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo.  
Universidad Nacional de La Plata, Argentina.



## INTRODUCCIÓN

*“La esencia de la educación matemática está precisamente en el tratamiento de sus contenidos tomando en cuenta fenómenos sociales o naturales importantes para los estudiantes como parte de su formación integral básica”*

*Didactical phenomenology of mathematical structures (Hans Freudenthal, 1983)*

La Matemática Aplicada a la enseñanza de la arquitectura se presenta como un desafío en tanto es menester adaptar las propuestas para orientarlas hacia un fin o utilidad propia de la disciplina. El equipo docente presenta una trayectoria basada en la experimentación como estrategia didáctica, más allá de la temática a abordar, como un modo de aproximarse a aprendizajes situados en la problemática del diseño. Este trabajo pretende transitar este enfoque novedoso de la materia a partir del compendio de algunas experiencias pedagógicas que venimos desarrollando, construyendo y experimentando en estos últimos años de trabajo en lo que han sido las distintas actividades integradoras.

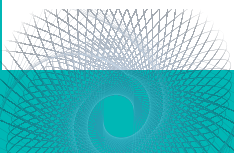
En tal sentido hemos llevado adelante diversas estrategias didácticas en las que se supieron emplear las secciones cónicas y las cuádricas como material posible de ser incorporado en el diseño de espacios físicos concretos, en términos claros de propuestas o anteproyectos arquitectónicos.

Tal como menciona Bishop.(Enculturación matemática.) La educación matemática desde una perspectiva cultural) “El proceso de aprendizaje y enseñanza de las matemáticas se ha convertido, durante los últimos años, en una tarea ampliamente compleja y fundamental en todos los sistemas educativos. No existe, probablemente, ninguna sociedad cuya estructura educativa carezca de planes de estudio relacionados con la educación matemática”.

## FUNDAMENTACIÓN

En tal sentido, este equipo docente viene llevando a cabo distintas actividades integradoras con el propósito de propiciar experiencias pedagógicas significativas, que fueron desarrolladas en diversas experiencias donde la experimentación fue y sigue siendo el vehículo de construcción del conocimiento matemático.

“El docente realiza un trabajo inverso al científico: recontextualización y repersonalización del saber: busca situaciones que den sentido a los conocimientos por enseñar. Pero si la fase de contextualización ha funcionado bien, cuando el alumno ha respondido a las situaciones propuestas no sabe que se ha “producido” un conocimiento que podrá utilizar en otras ocasiones. Para transformar sus respuestas y sus conocimientos en saber deberá, con la ayuda del docente, despersonalizar y redcontextualizar el saber que ha producido, para poder reconocer en lo que ha hecho algo que tenga carácter universal, un conocimiento universal reutilizable” Brousseau, G.(1994. Los diferentes roles del maestro.).



DESARROLLO

CUADERNILLO TEÓRICO – PRACTICO. 2016-2017. El disparador de nuestras experiencias fue la necesidad de confeccionar un cuadernillo teórico- práctico donde ofrecerles a los estudiantes un compendio de los contenidos teóricos, con ejercicios resueltos y ejercitación de secciones cónicas y cuádricas basada en problemáticas reales. Estas prácticas buscaron afianzar conceptualmente la parte matemática (cálculos, procedimientos, elementos constituyentes de la “forma matemática”, etc.) como así también la componente gráfica. Interesándonos poner el énfasis en el uso real de estas secciones cónicas y cuádricas. Sus posibilidades de aplicación en la vida cotidiana y ejemplificando con obras existentes en diversos países y desarrolladas por distintos arquitectos.

La definición de un marco teórico, junto con el fuerte anclaje metodológico que se desarrolló en las prácticas de taller, establecieron una base de conocimiento sustentable y propicio para el desarrollo de experiencias pedagógicas innovadoras.



Figura 1. Cuadernillo de Cátedra. Sección Hiperboloides. 2016.

MOSAICOS Y SUPERFICIES EN 3D. TRANSFORMACIONES TOPOLÓGICAS. 2018<sup>1</sup>. A partir de este concepto de bidimensión y tridimensión, en el que los estudiantes lograron articular mentalmente la pertenencia de los elementos a una noción de orden espacial, dicho de otra manera, trabajar las curvas como elementos pertenecientes al plano y las “pieles” (láminas, cáscaras) de los volúmenes como estructuras reales situadas en el espacio es que comenzamos con una segunda línea de trabajo que articuló, en una continuidad bianual, una experiencia iniciada en el Nivel I (Elementos de Matemática y Física. 1º año) y la actividad integradora desarrollada por el Nivel II (Matemática Aplicada. 2º año).

El propósito de esta práctica fue el de invitar a re-pensar los conocimientos adquiridos en una secuenciación y complementación entre ambos niveles, buscando integrar los conceptos y experiencias, basados en la utilización de nuevas tecnologías. En tal sentido toma como punto de partida las resultantes de la experiencia del curso de Elementos de Matemática y

1 Experiencia presentada en el EMAT N° 11. Mar del Plata. 2019. HACIA UNA CONSTRUCCIÓN INTEGRAL DEL CONOCIMIENTO. DISEÑO Y NUEVAS TECNOLOGÍAS, APLICADOS A LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICA EN ARQUITECTURA.



Física: “De Casa a la Plaza .....”<sup>2</sup>.

La Plaza, en tanto estructura y geometría del ámbito urbano, fue el inicio para dar respuesta a la propuesta de aplicación de una estructura espacial motivo de esta práctica. La experiencia se llevó a cabo a través de la intervención de un elemento aislado (unitario o compuesto) que conformaba dicha plaza, la tesela iniciadora. Es decir que un diseño plano de una tesela (piso o plano horizontal) confeccionada en el Nivel I se reflejó en un espacio de sombra o cobertura (techo) acotado por la intersección de planos coordenados y paralelos (paredes) de la cuádrica elegida por los estudiantes.

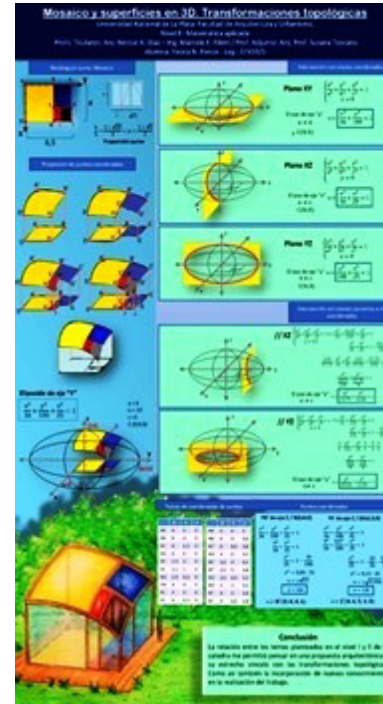


Figura 2. Producción Final. PÓSTER. Autora: Yesica Ponce. 2018.

En su implementación en el espacio maqueta, cada intervención o propuesta generó diversas tipologías espaciales funcionales (techos de glorietas, puentes, pistas de patin, ambientes de parkour, etc) o estéticas (esculturas, ornamentos, etc) e implicó la necesidad de ser materializada. Al mismo tiempo el estudiante procedió a resolver los cálculos matemáticos respectivos en papel llevándolo con posterioridad a una aplicación de dibujo tridimensional como es Google SketchUp u otras herramientas digitales, donde a partir del diseño del objeto trabajado en Geogebra, se pudo llegar a un objeto posible de ser impreso en 3D.



Figura 3. RECORRIDO PEDAGÓGICO. Imagen informativa perteneciente a la ficha de trabajos prácticos del año 2018.

2 El trabajo práctico “De Casa a la Plaza de la mano del GeoGebra: Trazados reguladores” fue elaborado por las arquitectas Cecilia Motta y Silvia Acosta del Nivel 1 de esta misma Cátedra Díaz-Fileni-Toscano.

**UN RECORRIDO HACIA LA TERCERA DIMENSIÓN. 2019.** Esta experiencia, continuación de la llevada a cabo en 2018, permitió a los estudiantes la libertad de crear conceptos 3D que sean parte de una plaza pública, generando a través del manejo de las herramientas que la tecnología nos ofrece una variada cantidad y calidad de representaciones propias de la comunicación arquitectónica: la maqueta, el póster o infografía, como así también la creación de renderizados y video animaciones que nutrieron las presentaciones de los distintos grupos de estudiantes, donde los resultados traducen también la efectiva integración de nuestra materia con el oficio del diseño arquitectónico. Ver:

<https://www.youtube.com/watch?v=g3u8Z4oInNU>  
<https://youtu.be/OPDAJLOp53c>



**Figuras 4 y 5.** Producción Final. PÓSTER. Autores: Barreto-Bailleres-Medina y Almada-Enriquez-Velasquez. 2019.

**EXPERIENCIA DE CAMPO DE CÓNICAS. 2022 - 2023<sup>3</sup>.** Este trabajo, el último en ser llevado a la práctica, es una experiencia que se ha editado ya dos ocasiones, lo cual a priori pareciera establecer un primer diagnóstico favorable acerca del mismo. Tal vez porque la experiencia ha sido satisfactoria es que ha sido reformulada -en términos de mejoras en la evaluación- y se ha vuelto a poner en acción. Esta actividad está basada en las secciones cónicas donde se buscó que los estudiantes no solo diseñen en papel, en el plano y volumétricamente; sino que puedan materializarlo en un espacio de la facultad.

La práctica se llevó a cabo en una modalidad combinada: por un lado el ambiente áulico propicio para el encuentro con el trabajo de taller -en la producción grupal de los anteproyectos de plazas- combinado, por otro lado, con un trabajo de campo. En las clases de taller se buscó el reconocimiento de las cónicas en sus diferentes expresiones gráficas empleadas en espacios públicos. El trabajo en el estudio de obras referentes le permitió a los estudiantes incorporar nociones de diseño para poder aplicar a sus prácticas. Así, en la experiencia de campo, se trabajó en la implantación real de las secciones cónicas en un espacio físico concreto. Se promovió el trabajo en

**3** Experiencia presentada en el EMAT N° 12. Santa Fe. 2023. CONSTRUYENDO HOTELES...PARQUES Y OTROS ESPACIOS ARQUITECTÓNICOS”

equipo para el desarrollo del anteproyecto, para su correspondiente práctica de campo y para la defensa colectiva de lo elaborado en una evaluación oral. El práctico se completó con la entrega final de un trabajo de compilación o portfolio donde constaban las producciones solicitadas por el cuerpo docente.

Esto nos permitió realizar una evaluación de nuestra práctica a partir de los propios trabajos de los estudiantes, observando sus necesidades, intereses y motivaciones, y que a partir de estos trabajos intentamos saldar la disociación entre el conocimiento del contenido teórico y la aplicación de ese saber en el área del diseño arquitectónico. Al mismo tiempo nos hemos permitido repensar nuestra forma de enseñar y evaluar, utilizando en esta la rúbrica como método de evaluación del proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Pero lo más importante es que nos llevó a desarrollar un contenido teórico no existente en la actualidad, el Método del Ingeniero. Esto es, el desarrollo de una metodología aplicada para el emplazamiento en grandes dimensiones de las secciones cónicas hipérbolas y parábolas basado en las definiciones teóricas de las mismas, tal como se lleva a cabo con el círculo y la elipse en el Método del Jardinero.

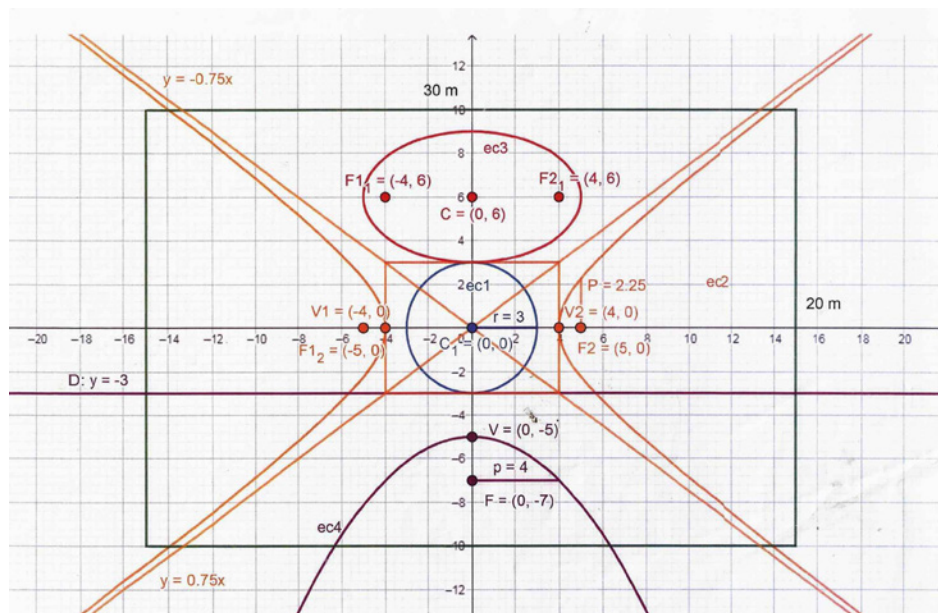
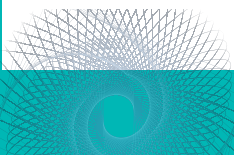


Figura 3. Gráfica de Emplazamiento. ECC docentes.

## CONCLUSIONES

Los trabajos que forman parte de esta ponencia son una expresión de la capacidad propositiva y de la búsqueda de mejoramiento de las prácticas docentes. Son el emergente de un equipo docente proactivo, que está en búsqueda permanente de responder a la demanda que la enseñanza de la matemática para arquitectos establece.



Por un lado ponemos en valor el conocimiento experiencial, como instancia de enseñanza-aprendizaje en el que el estudiante es protagonista de una actividad vivencial, significativa en sí misma y mucho más duradera en su esencia. Pero también proponemos articular los conceptos más rigurosos y metodológicos de la matemática, con la creación de estructuras espaciales que emplean las formas gráficas, como herramienta de composición en un espacio pensado para la recreación. Por último nos permitimos repensar nuestra forma de enseñar y evaluar, utilizando la rúbrica como método de validación del proceso de aprendizaje de los estudiantes, pues entendemos la necesidad de poder establecer un patrón de nivelación que considere y ponga en valor cada uno de los aspectos implicados en las prácticas de matemática aplicada.

En resumen, este compendio pone en relación -en una breve, pero intensa trayectoria- el sentido innovador que caracteriza al equipo. Expone la capacidad de trabajo y la colaboración conjunta en pos de llevar adelante prácticas significativas que consideran al estudiante como sujeto activo y comprometido con su propia formación académica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*BROUSSEAU, G. (1994): "Los diferentes roles del maestro" en Didáctica de Matemáticas. Aportes y reflexiones, C. Parra; I. Saiz (comp.) Buenos Aires, Paidós Educador.*

*BISHOP, A. (1999). "Enculturación matemática. La educación matemática desde una perspectiva cultural". Temas de educación. Paidós*

*BROUSSEAU, G. (1999): "Educación y Didáctica de las matemáticas", en Educación Matemática, México DF, 1999.*

*BURGOS, J. (2000). Álgebra lineal y geometría cartesiana, Mc Graw-Hill. 2000.*

*CARMO, M. P. (1994). Geometría diferencial de curvas y superficies. Alianza Univ., 1994.*

*CHAVARRÍA, J. (2006). Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. Año 1, Número 2. Teoría de las situaciones didácticas. Escuela de Matemática. Universidad Nacional de Costa Rica. San José, 2006.*

*GARZÓN MUÑOZ, A.L. (2013). Propuesta didáctica para la enseñanza de las propiedades de reflexión de las cónicas por medio de la metodología de resolución de problemas. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2013*

*GARZÓN ZOPA, C.J. (2020). Situaciones Didácticas para el Aprendizaje de las Cónicas desde el Concepto de Métrica. Tesis de Maestría en Educación Matemática. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Bogotá, 2020*

*GRANERO, F. (1991). Algebra y geometría analítica, Mc Graw-Hill. 1991.*

