

11 ENCUENTRO DE PROFESORES DE MATEMÁTICA  
DE ESCUELAS Y FACULTADES DE ARQUITECTURA  
Y DISEÑO DEL MERCOSUR



# Libro de Ponencias EMAT XI Mar del Plata

octubre 2019

Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño  
Libro de Ponencias XI EMAT Mar del Plata 2019. : recopilación de ponencias y trabajos del 11 Encuentro de profesores de matemática de escuelas y facultades de arquitectura y diseño del Mercosur / compilado por Ana Susana Toscano ; María Elvira Garbesi ; editado por Valeria Burkhard. - 1a ed. - Mar del Plata : Emilio Gastón Polo Friz, 2021.  
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-987-86-9667-6

1. Matemática Aplicada. 2. Arquitectura. 3. Diseño. I. Toscano, Ana Susana, comp. II. Garbesi, María Elvira, comp. III. Burkhard, Valeria, ed. IV. Título.  
CDD 510.72

## AUTORIDADES FAUD

### **Decano**

Arquitecto Guillermo O. Eciolaza

### **Vicedecana**

Diseñadora Industrial Beatriz S. Martínez

### **Secretaria de Investigación**

Doctora en Geografía Laura Zulaica

### **Secretario de Extensión**

Arquitecto Daniel Villalba

### **Secretario Académico**

Diseñador Industrial Guillermo Pablo Nuñez

### **Secretario de Coordinación**

Arquitecta Elvira Garbesi

### **Secretaria de Planificación**

Arquitecta Julia Romero

### **Subsecretario Académico:**

Arquitecto Miguel Rótoló

### **Subsecretaria de Evaluación y Acreditación**

Doctora Arq. Diana Rodriguez Barros

### **Subsecretario de Posgrado**

Arquitecto Jorge Mendez

### **Edición**

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. UNMdP  
Mar del Plata. Buenos Aires. Argentina. 2019

### **Diseño Gráfico y Editorial**

Valeria Burkhard  
vburkhard@gmail.com

- 10 PONENCIA 1  
**GEOMETRÍA – MORFOGÉNESIS – ARQUITECTURA COMPLEJA**  
*Autor: Susana Toscano*  
FAUD Universidad Nacional de Mar del Plata, FADU Universidad de Buenos Aires
- 19 PONENCIA 2  
**EXPLORANDO LA MATERIALIDAD, LUCES Y SOMBRAS**  
*Autores: María Pía Yanzón | Alción Alonso Frank | Erica Minet Bravo | Aída Cáliz* FAUD  
FAUD Universidad Nacional de San Juan
- 29 PONENCIA 3  
**LA MORFOLOGÍA DE LA TRAMA EN EL PLANO**  
*Autores: Erica Minet Bravo | Aída Cáliz | Alción Alonso Frank | María Pía Yanzón*  
FAUD Universidad Nacional de San Juan
- 45 PONENCIA 4  
**TRANSFORMACIÓN MORFOLÓGICA-MATEMÁTICA Y ANALÓGICA DIGITAL**  
*Autores: Alsina S. Natacha | Pérez Orona Marcelo F.*  
Universidad Nacional de La Matanza
- 61 PONENCIA 5  
**CURVAS Y TRANSFORMACIONES.**  
*Autores: Marcela Carolina Franco*  
FADU Universidad de Buenos Aires
- 67 PONENCIA 6  
**AL COMPÁS DE LA MIRADA**  
*Autor: Mariana Talamonti Baldassarre*  
FAU Universidad Nacional de La Plata
- 76 PONENCIA 7  
**ACTITUD HACIA LA MATEMÁTICA DE LOS ESTUDIANTES INGRESANTES DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO DE LA FADU-UNL**  
*Autores: María Graciela Imbach | Miriam Bessone | Stella Vaira*  
FADU Universidad Nacional del Litoral
- 91 PONENCIA 8  
**NUEVOS PARADIGMAS EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE: DE LOS CONTENIDOS A LAS COMPETENCIAS Y SU APLICACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA.**  
*Autores: Clarisa Lanzilloto | Miriam Agosto*  
FAUD Universidad Nacional de Córdoba

- 109** PONENCIA 9  
**ARQUITECTURA DESDE UN LABORATORIO DE INFORMÁTICA**  
*Autores: Alsina S. Natacha | Belfiori Lorena*  
Universidad Nacional de Avellaneda
- 121** PONENCIA 10  
**EL BLOG: UNA NUEVA HERRAMIENTA EN EL AULA**  
*Autores: María Pía Yanzón | Alción Alonso Frank | Erica Minet Bravo | Aída Cáliz*  
FAUD Universidad Nacional de San Juan
- 131** PONENCIA 11  
**UNA EXPERIENCIA EN LA VIRTUALIDAD: EVALUACIONES EN PLATAFORMA MOODLE. MATEMÁTICA 2A CURSO INTENSIVO DE VERANO.**  
*Autor: Clarisa Lanzilloto*  
FAUD Universidad Nacional de Córdoba
- 146** PONENCIA 12  
**HACIA UNA CONSTRUCCIÓN INTEGRAL DEL CONOCIMIENTO DISEÑO Y NUEVAS TECNOLOGÍAS, APLICADOS A LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICA EN ARQUITECTURA**  
*Autores: León Nicolás Pagnutti | Juan Manuel Faroux | Ing. Marcelo Fileni*  
FAU Universidad Nacional de La Plata
- 158** PONENCIA 13  
**VINCULO DEL CÁLCULO DIFERENCIAL CON OBRAS CONTEMPORÁNEAS DE LA CIUDAD DE SAN JUAN**  
*Autores: Minet Bravo, Erica Natalia | Paci, Ventura Alejandro | Yanzón, María Pía | Santiago, Gladys Juana | Dacuña, Luciana*  
FAUD Universidad Nacional de San Juan
- 168** PONENCIA 14  
**PLEGADOS CORRUGADOS CON APLICACIONES EN ARQUITECTURA**  
*Autores: Keiko E. Saito | Ramón A. Palisa | Martín Bordato*  
FAU Universidad Nacional de Tucuman
- 184** PONENCIA 15  
**LA ILUMINACIÓN ARTIFICIAL PROYECTUAL**  
*Autores: Julio Marañón Di Leo | Viviana Cappello | Arrarás Stella Marias | Marcelo Giulietti | Mariano Trifilio* FAU Universidad Nacional de La Plata
- 200** PONENCIA 16  
**“PRIMERAS INCURSIONES DE LA TECNOLOGÍA MÓVIL COMO HERRAMIENTA PARA AMPLIAR EL AULA DE MATEMÁTICA.**  
*Autores: Gloria Pérez de Lanzetti | Claudia del Carmen Gareca | Clarisa Lanzilloto*  
FAUD Universidad Nacional de Córdoba

- 216** PONENCIA 17  
**INNOVACIÓN EN DOCENCIA EN EL ÁREA TECNOLÓGICA DE LA CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL. PROPUESTA PEDAGÓGICA MATEMÁTICA**  
*Autores: Goity Gilma Beatriz | Oteiza Nicolás Hernán*  
FAUD Universidad Nacional de Mar del Plata
- 232** PONENCIA 18  
**EJERCICIO TRAMA: UNA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA PARA LA INTEGRACIÓN DE LAS MATERIAS TECNOLÓGICAS CON LA REALIDAD.**  
*Autores: Gilma Beatriz Goity | Nicolás Hernán Oteiza*  
FAUD Universidad Nacional de Mar del Plata
- 243** PONENCIA 19  
**LOS RECURSOS PEDAGÓGICOS DE MATEMÁTICA APLICADOS A LA CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL LAS GUÍAS DE TRABAJOS PRÁCTICOS.**  
*Autores: Gilma Goity | Alicia Assalone | Mariela Fabiana Zelayeta Prest | Nicolás Hernán Oteiza*  
FAUD Universidad Nacional de Mar del Plata
- 256** PONENCIA 20  
**UNA PROPUESTA INNOVADORA: MATEMÁTICA PARA DISEÑO INDUSTRIAL, SUS MODOS DE EVALUACIÓN**  
*Autores: Goity Gilma Beatriz | Oteiza Nicolás Hernán*  
FAUD Universidad Nacional de Mar del Plata
- 268** PONENCIA 21  
**UNA NUEVA FORMA DE EVALUAR: EXPERIENCIA CON ALUMNOS DE 1° AÑO. FAUD - UNC**  
*Autores: Mirta Susana Heredia | Clarisa Lanzilloto | Gloria Pérez de Lanzetti*  
FAUD Universidad Nacional de Córdoba
- 282** PONENCIA 22  
**INSERCIÓN DE JUEGOS COMO EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE EN EL CURSO PRINCIPIOS MATEMÁTICOS DE LA ESTABILIDAD DE LA CONSTRUCCIONES**  
*Autor: Gastón Ibarburu Perroni*  
FADU Universidad de la República, Uruguay
- 290** PONENCIA 23  
**MATEMÁTICA APLICADA – EL DESAFÍO DE LA MATEMÁTICA EN EL PRENDIZAJE DE ARQUITECTURA**  
*Autores: María Elvira Garbesi*  
FAUD Universidad Nacional de Mar del Plata
- 306** PONENCIA 24  
**DISEÑO PARAMÉTRICO DE CURVAS EN EL PLANO MEDIANTE EL USO DE GEOGEBRA**  
*Orador: Ing. Luis A. Bianchetti | Colaborador: Arq. Lucía Carrica*  
FAUD Universidad Nacional de Mar del Plata

- 312** PONENCIA 25  
**DISEÑO PARAMÉTRICO DE SUPERFICIES REGLADAS MEDIANTE EL USO DE GEOGEBRA**  
*Orador: Arq. Lucía Carrica Colaborador: Ing. Luis A. Bianchetti*  
FAUD Universidad Nacional de Mar del Plata
- 317** PONENCIA 26  
**COMPATIBILIDADES ENTRE EL SOFTWARE MATEMÁTICO Y EL SOFTWARE DE DISEÑO.**  
*Autores: Nicolás Hernán Oteiza | Esteban Gentile*  
FAUD Universidad Nacional de Mar del Plata
- 323** PONENCIA 27  
**LA TECNOLOGÍA COMO HERRAMIENTA PARA CONSTRUIR NUEVOS ESPACIOS DE APRENDIZAJE**  
*Autor: María Manuela Fuertes*  
FAUD Universidad Nacional de Mar del Plata
- 335** PONENCIA 28  
**VÍNCULOS DE LA SIMETRÍA Y TEORÍA DE GRUPOS CON LA ARQUITECTURA Y EL DISEÑO**  
*Autor: Gastón Ibarburu Perroni*  
FADU Universidad de la República, Uruguay
- 343** PONENCIA 29  
**REMIXADO DE CUÁDRICAS EN ARQUITECTURA**  
*Autores: Marta Lía Molina | Mabel Rodríguez Anido | María del Valle Guanuco | Sandra Velastiquí | Marcela Malcún | Jorge Gotay Sardiñas | Dante Fernández | Francisco Morón Hessling*  
FAU Universidad Nacional de Tucuman
- 360** PONENCIA 30  
**MATEMÁTICA Y DISEÑO: EXPERIENCIA DE ARTICULACIÓN HORIZONTAL**  
*Autores: Pablo Almada | María Dolores Aramburu | Fernanda Franciosi | Claudia Gareca | Gerardo Gnavi | Adriana Martín | Natalia Motta Milesi | Laura Turu Michel | Colaboración: Ayte. Alumna María Paula Albornos* FAUD Universidad Nacional de Córdoba
- 372** PONENCIA 31  
**GEOMETRÍAS OBJETUALES, CAPTURAS FOTOGRÁFICAS**  
*Almada | María Dolores Aramburu | Fernanda Franciosi | Claudia Gareca | Gerardo Gnavi | Adriana Martín | Natalia Motta Milesi | Laura Turu Michel | Colab.: Ayte. Alumna Ma. Paula Albornos*  
FAUD Universidad Nacional de Córdoba
- 385** PONENCIA 32  
**MATEMÁTICA 2A PARA ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA. FAUD-UNC**  
*Miriam Agosto, Pablo Almada, Silvio Chaile, Patricia Crivello, Andrea Farías, Gerardo Gnavi, Mirta Heredia, Clarisa Lanzillotto, Alejandro Torres.*  
FAUD Universidad Nacional de Córdoba

- 396** PONENCIA 33  
**LA MULTIDISCIPLINARIEDAD Y LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA ENSEÑANZA DE LA ARQUITECTURA EN EL CICLO BÁSICO DE LA CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO DE LA FADU-UNL. CASO: MATEMÁTICA Y PROYECTO ARQUITECTÓNICO**  
*Pamela M. Demartini, Ma Soledad Fritz, Ma Graciela Imbach, Sandra F. Kernot, Paula A. Ricardi, Ma Victoria Vuizot.* FAU Universidad Nacional del Litoral
- 410** PONENCIA 34  
**ESTUDIO DE CASO: LAS GARITAS DE SEGURIDAD DEL INGRESO AL CAMPUS RESISTENCIA**  
*Marta Giruado; Analía Myriam Piccinit.*  
FADU Universidad Nacional del Nordeste
- 424** PONENCIA 35  
**LA UTILIZACIÓN DE ECUACIONES EN LA MATERIALIZACIÓN DE SUPERFICIES GENERADORAS DEL DISEÑO**  
*Minet Bravo, Erica Natalia, Vila, Facundo Andrés, Santiago, Gladys*  
FAUD Universidad Nacional de San Juan
- 436** PONENCIA 36  
**APLICACIÓN DE MODELADO PARAMÉTRICO Y ALGORITMOS EVOLUCIONISTAS DURANTE EL PROCESO PROYECTUAL**  
*Luis Fernando Barrionuevo*  
FAUD Universidad Nacional de Tucumán
- 452** PONENCIA 37  
**METODOLOGÍA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL ESPACIO TRIDIMENSIONAL CARTESIANO**  
*Norma Renee Buffa*  
FAUD Universidad Nacional de Avellaneda
- 462** PONENCIA 38  
**AULA INVERTIDA EN LA CARRERA DE ARQUITECTURA - EXPERIENCIA DE CURSADO VIRTUAL EN LA CÁTEDRA DE MATEMÁTICA IC- IIB**  
*María Cristina Avila, Gustavo Leopoldo Moll*  
FAUD Universidad Nacional de Córdoba
- 474** PONENCIA 39  
**ALGORITMOS DE GENERACIÓN GEOMÉTRICA EN LA FORMACIÓN DEL ARQUITECTO**  
*Andrea Carnicero, Gustavo Leonardo Fornari, Sebastian Gonzalez Botasi*  
FAU Universidad Nacional de La Plata
- 485** PONENCIA 40  
**“CURVAS Y SUPERFICIES APLICADAS A LA ARQUITECTURA, PROYECTO AULA 20-MURO DINÁMICO”**  
*Patricia Langer, Adriana Irene Agosteguis, Raúl Anibal Rimoldi, Valeria Castañeda, Nicolás Barcos*  
FAU Universidad Nacional de La Plata

- 500** PONENCIA 41  
**"TORTA DE BODAS": UNA OBRA SALOMÓNICA EN BALCARCE. SU ANÁLISIS MORFOLÓGICO, CONSIDERANDO ASPECTOS GEOMÉTRICOS, SIMBÓLICOS Y DE ANALOGÍA**  
*Analia Walter, Mariana Attanasio, Néstor Alberto Díaz*  
FAU Universidad Nacional de La Plata
- 511** PONENCIA 42  
**MODELANDO GEOMETRÍAS. APLICACIÓN EN LA DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DEL PATRIMONIO**  
*Nélida Beatriz Rodríguez, María Florencia Pelanda Castro, Romina Anabel Perez Cepeda, Andrea Gisel De Socio, Gonzalo Bustos*  
FAUD Universidad Nacional de San Juan
- 517** PONENCIA 43  
**APLICACIONES INFORMÁTICAS EN GEOMETRÍAS NO EUCLIDIANAS**  
*Manuel Takashi Shibuya*  
FAU Universidad Nacional de Avellaneda
- 538** PONENCIA 44  
**"LA EXPERIENCIA DEL TP DIGITAL EN LA CÁTEDRA DE MATEMÁTICA APLICADA"**  
*Alicia Celeste Barrios de Báez*  
Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

# 01

## Geometría - Morfogénesis - Arquitectura

**Susana Toscano**

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Argentina

Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina

### RESUMEN

Hablar de complejidad de la obra de arquitectura, implica la consideración de multiplicidad de variables intervinientes en su generación, fabricación y construcción con sus respectivas interrelaciones. Esta definición independiza a la complejidad arquitectónica de geometrías no euclidianas, tipologías pre-establecidas y posturas estéticas determinantes de la morfología.

La forma, por ende la geometría, surge de los requerimientos programáticos, los condicionantes del entorno y las necesidades intrínsecas de la materialización de la forma, tanto constructiva como estructural. La factibilización de la arquitectura compleja es posible mediante la utilización de la informática, la diagramática y los algoritmos genéticos y generativo.

Desde el principio de los tiempos, la arquitectura fue una de las prácticas que visibilizó y comunicó la cosmovisión de la sociedad determinada, utilizando para ello, el arte, la ciencia y la tecnología que esa comunidad manejaba, pero será desde el Renacimiento que se utilizará el Proyecto como una manera específica y particular de producir conocimiento arquitectónico.

Es así que se afirma y sistematiza una metodología proyectual: la composición generada mediante la regla y el compás; en el mundo occidental y cristiano la geometría fue el instrumento con el que la sociedad recreaba en su microcosmos, las leyes y formas que creía leer en el macrocosmos. El paradigma de diseño ha cambiado y, tecnología mediante, nuevas geometrías hacen su aparición.

En la ponencia, partiendo de las definiciones de arquitectura compleja y morfogénesis, se encarará la morfogénesis digital con las geometrías asociadas a ella, a través de la mirada de Branco Kolarevic.

**Arq. Susana Toscano**

[susanatoscano811@gmail.com](mailto:susanatoscano811@gmail.com)

Profesora Titular Cátedra Matemática I-II  
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño  
Universidad Nacional de Mar del Plata

Centro de Matemática y Diseño  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  
Universidad de Buenos Aires

Ante todo definamos que se entiende por arquitectura compleja: Hablar de complejidad de la obra de arquitectura, implica la consideración de multiplicidad de variables intervinientes en su generación, fabricación y construcción con sus respectivas interrelaciones. A mayor cantidad de agentes e interrelaciones, mayor complejidad.

Esta definición independiza a la complejidad arquitectónica de geometrías no euclidianas, tipologías pre-establecidas y posturas estéticas determinantes de la morfología.

La forma surge de: los requerimientos programáticos, los condicionantes del entorno y las necesidades intrínsecas de la materialización de la forma, tanto constructiva como estructural. La factibilización de la arquitectura compleja es posible mediante la utilización de la informática, la diagramática y los algoritmos genéticos y generativo

Desde el principio de los tiempos, la arquitectura fue una de las prácticas que visibilizó y comunicó la cosmovisión de la sociedad determinada, utilizando para ello, el arte, la ciencia y la tecnología que esa comunidad manejaba, pero será desde el Renacimiento que se utilizará el Proyecto como una manera específica y particular de producir conocimiento arquitectónico.

Es así que se afirma y sistematiza una metodología proyectual: la composición generada mediante la regla y el compás; en el mundo occidental y cristiano la geometría fue el instrumento con el que la sociedad recreaba en su microcosmos, las leyes y formas que creía leer en el macrocosmos.

Como plantea Alexander Koyré se pasa del mundo cerrado al universo infinito, ambos generados por la geometría euclidiana; por añadidura, ésta fue cimiento de la lógica newtoniana. Es así que comienza a generar formas espaciales de tres dimensiones, que se pondrían a disposición de la física clásica, lo que durará hasta bien entrada la segunda mitad del siglo XX.

Los sucesos acontecidos durante ese siglo, indefectiblemente conducirían al cuestionamiento y replanteo del orden científico establecido por la geometría euclidiana, la lógica newtoniana y la perspectiva ordenada.

La morfología, como un saber situado en el cruce de la geometría y las prácticas proyectuales, será la encargada de poner en evidencia el cuestionamiento del paradigma vigente. Los estudios de morfología implementados en el diseño y la arquitectura, mostrarán al mundo la ruptura con el paradigma determinista que tuvo por estandartes las lógicas mencionadas con anterioridad.

En esta nueva forma de entender la morfología resultó fundamental el aporte de D'Arcy Thompson, que prioriza las relaciones dinámicas de las fuerzas que originan la forma sobre el concepto estático de la misma.

Con el auge de la informática Thompson vuelve a estar en el candelero ante la definición de nuevos modelos de generación formal; Greg Lynn, en la década del 90, insiste en las fuerzas externas como responsables de la configuración del objeto arquitectónico.

Habiendo hablado de lo formal, corresponde definir morfología y morfogénesis. Veamos en primer término morfología.

La Real Academia Española toma dos acepciones del término morfología, por un lado, la morfología "es la rama de la lingüística que estudia la estructura interna de las palabras" y por otro, "constituye la rama de la biología que estudia la forma o estructura de los seres vivos", por lo tanto, el abordaje de la morfología atañe, al lenguaje y a la forma.

Pensarla como lenguaje, es entenderla como herramienta de comunicación de la cosmovisión de una determinada comunidad con su aquí y ahora, utilizando los elementos y conceptos que el paradigma de esa sociedad ha generado. En el aquí y ahora actual, las morfologías, como vimos, ya no nacen de la simple composición geométrica.

En arquitectura los procesos científicos, culturales y tecnológicos de las últimas décadas han liberado a las formas de estéticas preestablecidas, al mismo tiempo que han permitido la intervención e interrelación (dentro del proceso de proyecto y la concreción del hecho arquitectónico) de variables descriptivas de la realidad y la utilización de geometrías impensadas hasta hace unos años, abriendo un amplio abanico de posibilidades y ampliando los límites de la creatividad.

Joseph María Montaner plantea "una refundación teórico práctica de la arquitectura a partir de la vinculación explícita de tres ejes instrumentales ligados a ella: los diagramas, las experiencias y las acciones", toma en cuenta "la complejidad de las experiencias vivenciales y la intencionalidad de las acciones de colectivos y creadores que buscan una intervención activa y ética sobre la realidad" Esta postura de Montaner implica la construcción de una mirada de la morfología desde nuevos ángulos.

Llegado a este punto y habiendo definido morfología, debemos definir morfogénesis. Etimológicamente significa creación de la forma y desde el punto de vista de la biología se entiende como el proceso biológico que lleva a que un organismo desarrolle su forma.

En arquitectura la forma surgirá de las variables intrínsecas al proyecto, es decir, de su propia estructura. En ella se encuentran presentes la aleatoriedad y la indeterminación.

En la morfogénesis, tal como la entendemos y aplicamos hoy, la informática tuvo un lugar preponderante, creando y manipulando algoritmos que dan lugar a la gestación y variabilidad de las formas.

Según Peter Zellner (1999), "La arquitectura se está refundando así misma, convirtiéndose en parte en una investigación experimental de geometrías topológicas, en parte una orquestación computacional de la producción del material robótico y en parte generativa, como la escultura cinemática del espacio."

En el diseño arquitectónico contemporáneo, los medios digitales se conciben como una herramienta generativa de la forma y sus transformaciones; este es el concepto de "la morfogénesis digital", en términos de Kolarevic.

"En lugar de modelar una forma externa, los diseñadores proponen una lógica generativa interna, que luego produce, de manera automática, un abanico de posibilidades para que el diseñador pueda elegir una propuesta formal que le resulte apropiada para su posterior desarrollo".

Las arquitecturas digitales, de base computacional, se definen por procesos donde la forma original y sus transformaciones están basadas en procesos de morfogénesis digital.

Branco Kolarevic, en su paper Morfogénesis Digital y Arquitecturas Computacionales, define seis tipologías de Arquitecturas Computacionales, refiriéndose éstas a la arquitectura que emplea procesos informáticos de generación de forma y transformación de la misma. Es decir, la morfogénesis digital.

Las seis tipologías descritas por Kolarevic son:

### ➤ **Arquitectura Topológica**

El enfoque topológico de diseño se aleja de la "lógica de conflicto y contradicción" deconstructivista, para desarrollar una "lógica más fluida de conectividad" que se manifiesta por superficies continuas, altamente curvilíneas (figura 1). Aquello que define a la arquitectura topológica es su salida de la geometría euclidiana y su representación de volúmenes discretos en el espacio cartesiano, y el uso extensivo de geometrías topológicas tipo "láminas de goma" de curvas y superficies continuas.



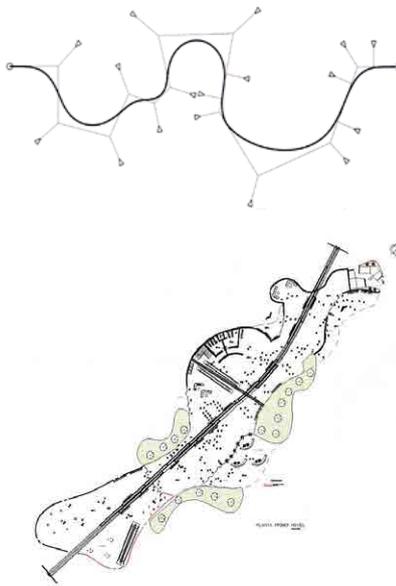


Figura 1

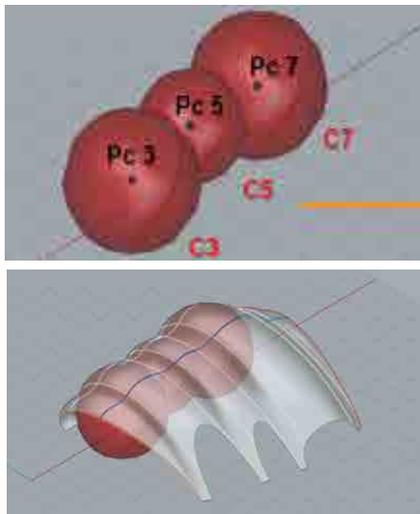


Figura 2

### ➤ Arquitectura Isomórfica

Las superficies isomórficas representan otro punto de salida de la geometría euclidiana y el espacio cartesiano. Los Blobs, a veces llamadas superficies isomórficas, son objetos amorfos construidos como ensamblajes compuestos de objetos paramétricos mutuamente infligidos, con fuerzas internas de masa y atracción.

Los campos de ejercicio o regiones de influencia, pueden ser aditivos (positivos) o sustractivos (negativos).

La geometría se construye mediante el cálculo de una superficie en la cual el campo del compuesto tiene la misma intensidad - de ahí el nombre - de superficies isomórficas (figura 2).

Los blobs son herramientas de modelado de objetos de tipo orgánico. Dicho modelado puede realizarse con numerosas técnicas como, por ejemplo, con curvas tipo *Bézier*. El problema de la mayoría de estas técnicas es la excesiva dificultad que presenta la propia herramienta para representar el objeto tal y como se observa en la naturaleza.

El modelado con blobs es una técnica muy intuitiva para el usuario. Consiste en colocar un conjunto de primitivas básicas (esferas, cubos...) que forman el "esqueleto" del objeto. La atracción de las primitivas provoca que se "fundan" en una forma suave. Dicha forma depende del tamaño y la posición relativa de las mismas. En la figura 3 podemos observar un ejemplo de blob construido por tres primitivas esféricas.

Las superficies isomórficas abren otro universo formal, donde las formas pueden sufrir variaciones dando lugar a nuevas posibilidades. Los objetos interactúan entre sí en lugar de solo ocupar el espacio, se conectan a través de la lógica, donde el todo está siempre abierto a la variación, donde se añaden nuevos blobs (campos de influencia) o se hacen nuevas relaciones, creando nuevas posibilidades.

### ➤ Arquitecturas Animadas

Greg Lynn (1999) fue uno de los primeros arquitectos en utilizar el software de animación no como un medio de representación, sino como uno útil en la generación de la forma.

Según Lynn, el "modelo cinemático" de movimiento prevalente en la arquitectura elimina la fuerza y el movimiento de la articulación de las formas y las vuelve a

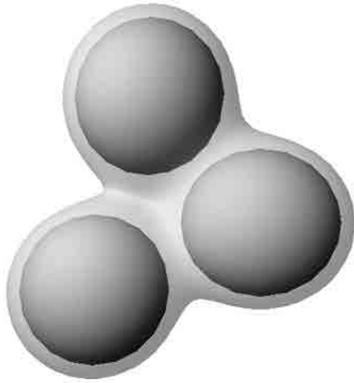


Figura 3

introducir más tarde, después del diseño, a través de conceptos y técnicas de "procesión óptica". Afirma Lynn, que por el contrario, "el diseño animado se define por la presencia simultánea de movimiento y la fuerza en el momento de la concepción formal."

La fuerza, como condición inicial, se convierte en "la causa del movimiento y las inflexiones particulares de una forma." De acuerdo con Lynn, "mientras que la movilidad implica movimiento y acción, la animación implica la evolución de la forma y las fuerzas que la configuran".

En sus proyectos, Lynn utiliza todo un repertorio de técnicas de modelado basadas en el movimiento, tales como la animación de fotogramas clave, cinemática directa e inversa, dinámica (campos de fuerza) y la emisión de partículas. La cinemática se usa en la animación en su verdadero significado mecánico: para estudiar el movimiento de un objeto o de un sistema jerárquico de objetos sin considerar su masa o las fuerzas que actúan sobre él.

Cuando se aplica la movilidad, las transformaciones se propagan hacia abajo en la jerarquía de cinemática directa, y hacia arriba a través de la jerarquía en la cinemática inversa. En algunos de los proyectos de Lynn, tales como el prototipo Casa en Long Island, los esqueletos con una envolvente global se deforman utilizando cinemática inversa bajo la influencia de varias fuerzas inducidas por el sitio.

En contraste con la cinemática, la simulación dinámica tiene en consideración los efectos de las fuerzas que actúan en el movimiento de un objeto o en un sistema de objetos, sobre todo de las fuerzas que no se originan dentro del propio sistema. Las propiedades físicas de los objetos, tales como la masa (densidad), la elasticidad, la fricción estática y cinética (o rugosidad), se pueden definir. Se aplican fuerzas de la gravedad, del viento, o de vórtice, se especifica la detección de colisiones y obstáculos (deflectores) y se calcula la simulación. 2.4 Arquitectura Metamórfica.

### ➤ **Arquitectura Paramétrica**

En el diseño paramétrico, se declaran los parámetros de un objeto, no su forma.

Mediante la asignación de valores diferentes a los parámetros, se pueden crear fácilmente diferentes objetos o configuraciones. Las ecuaciones se pueden utilizar para describir las relaciones entre los objetos, definiendo así una geometría asociativa, es decir, la "geometría constituyente que está relacionada mutuamente" (Burry 1999). De esta manera, las interdependencias entre los objetos se pueden establecer, y se puede definir el comportamiento de los

objetos mientras suceden las transformaciones. Como observó Burry (1999), "la capacidad de definir, determinar y reconfigurar las relaciones geométricas tiene un valor particular."

El Diseño Paramétrico a menudo implica un procedimiento de descripción algorítmica de la geometría. (Figura 4)

En exploraciones algorítmicas de "producción tectónica" usando software matemático, Marcos Novak (1996) construye "modelos matemáticos y procedimientos generativos que están restringidos por numerosas variables inicialmente ajenas a las preocupaciones pragmáticas. "En sus exploraciones", Novak se preocupa menos de la manipulación de objetos y más por la manipulación de las relaciones, campos, dimensiones mayores y finalmente por la curvatura del espacio mismo.

"La implicación es que el diseño paramétrico no necesariamente predica formas estables. Como se ha demostrado por Burry (1999), se puede idear un paramorph - una descripción espacial y topológica inestable de la forma con características estables.

Usando procesos paramétricos, los diseñadores pueden crear un número infinito de objetos similares, manifestaciones geométricas de un esquema previamente articulado de vínculos entre variables dimensionales, relacionales u operativas. Cuando a esas variables se les asignan valores específicos, se crean casos particulares, que tienen una gama potencialmente infinita de posibilidades.

### ➤ **Arquitectura Evolutiva**

"La Arquitectura evolutiva propone el modelo evolutivo de la naturaleza como el proceso de generación de la forma arquitectónica" (Frazer 1995). En este enfoque de diseño, de acuerdo con Frazer, "los conceptos arquitectónicos se expresan como reglas generativas de modo que su evolución y desarrollo se puede acelerar y se comprueban por el uso de modelos informáticos. Los conceptos se describen en un lenguaje genético que produce una secuencia de comandos de código de instrucciones para la generación de la forma. Los modelos de computadora son utilizados para simular el desarrollo de formas prototípicas que luego son evaluadas sobre la base de su desempeño en un entorno simulado. Se puede generar un gran número de pasos evolutivos en un corto lapso de tiempo y las formas emergentes son a menudo inesperadas."

El concepto clave detrás de la arquitectura evolutiva está en el algoritmo genético, "una clase de búsqueda adaptativa de procedimientos evolutivos

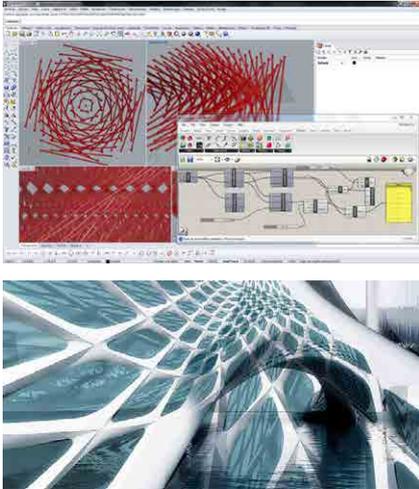


Figura 4

altamente paralelos" tal como se define por Frazer. Su característica clave es "una estructura tipo cadena equivalente a los cromosomas de la naturaleza", a la que se aplican las normas de reproducción, cruce de genes y mutaciones. Se codifican varios parámetros en la "estructura tipo cadena" y sus valores cambian durante el proceso generativo. Se generan una serie de formas similares, "pseudo-organismos", que luego se seleccionan de entre las poblaciones concebidas con base a los criterios predefinidos del "más apto". Los "organismos", seleccionados y los valores de los parámetros correspondientes, entonces se cruzan, con el acompañamiento de "cruces genéticos" y "mutaciones", pasando así los rasgos beneficiosos y las mejoras de supervivencia a las nuevas generaciones. Se obtienen soluciones óptimas mediante pequeños cambios incrementales a lo largo de varias generaciones.

En el proceso de codificación genética, la cuestión central es el modelado de la lógica interna en lugar de la forma externa. Otros aspectos igualmente importantes son: la definición de los criterios a menudo mal definidos y contrapuestos y cómo los criterios definidos operan para la selección de los "más aptos". Es igualmente importante la cuestión de cómo la interacción de la forma construida y su entorno se transcriben en los procesos morfológicos y metabólicos.

Los procesos generativos digitales han abierto nuevos territorios para la exploración conceptual, formal y tectónica, proponiendo una morfología arquitectónica centrada en las propiedades emergentes y adaptables de la forma. El énfasis se desplaza de la "construcción de la forma" hacia el "descubrimiento de la forma", procesos a los que inducen intencionalmente diversas técnicas generativas basadas en lo digital. En el reino de la forma, lo estable es sustituido por lo variable, la singularidad por la multiplicidad, según Kolarevic.

## BIBLIOGRAFIA

- Adams, George (2007). *El espacio etéreo: geometría moderna*. Buenos Aires. Editorial Antroposófica.
- Agkathidis, Asterios (2016). *Diseño Generativo. Procesos para concebir nuevas formas arquitectónicas según traducción de Jesús de Cos Pinto*. Barcelona, España. Laurence KING Publishing.
- Allen Stan, Beaucé Patric, Bernard, Cache, Carpo Mario y 10 más. (2009). *La digitalización toma el mando*. Barcelona España Editorial GG.

- Allen, Stan (2000). *Práctica, Arquitectura, técnica y representación*. <http://www.fen-om.com/spanishtheory/theory150.pdf>.
- Chiarella, M (2009). *Unfolding Architecture*. Laboratorio de Representación e Ideación (medios análogos y digitales). Barcelona. Tesis Doctoral. ETSAB-UPC.
- Chiarella, M. (2011) Tosello, M. Elena (Editores). *Proceedings SIGraDi2011 "Cultura Aumentada"*. Santa Fe Argentina. Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital. FADU-UNL.
- Doberti, Roberto (2008) *Espacialidades*. Buenos Aires. Ediciones Infinito.
- Kolarevic, Branco (2000) *Morfogénesis digital*. Sigradi 2000.
- Kottas Dimitris (2013) *Arquitectura Digital. Nuevas aplicaciones*. Barcelona España. LinksBooks.
- Kottas Dimitris (2013) *Arquitectura Digital. Escenarios Futuros*. Barcelona España. LinksBooks.
- Varela Ballesteros (2016) *De patrones a Parámetros*. Escola Superior Gallaecia. Recuperado de: <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/15281>.

# 02

## Explorando la materialidad, luces y sombras

**María Pia Yanzón, Alción Alonso Frank, Erica Minet Bravo y Aida Caliz**

Universidad Nacional de San Juan, Argentina.

### RESUMEN

Los docentes de la Cátedra de Matemática del Ciclo Básico Común de las Carreras de Diseño Industrial y Gráfico de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan, planteamos una nueva propuesta a partir de la necesidad de integrar, articular y coordinar los contenidos y actividades propias de cada curricula en base a lo requerido a nivel institucional en Jornadas de Integración Académica 2018. Se persigue con ello mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los nuevos planes de estudio.

En este marco, la presente ponencia exhibe los resultados obtenidos en el trabajo práctico final 2018, el cual consiste en solicitarle al alumno que realice una maqueta de una superficie cuádrlica, analice en la misma sus trazas, defina sus ecuaciones como así la ecuación general de la cuádrlica elegida e investigue objetos de la vida cotidiana que respondan a ella.

En la elaboración de la maqueta se exploran aspectos de su materialidad, color, texturas y transformaciones a partir de efectos de luces y sombras por ella generados. La presentación del trabajo da la libertad de hacerlo en forma digital o en soporte de lámina, en donde se parte de entender que la evaluación, al ser colectiva, conduce a una construcción de conocimiento en la cual el estudiante es el actor principal. Los resultados de la experiencia develan que los alumnos realizaron una exposición con aciertos en cuanto al uso del lenguaje matemático, como así activa por parte de los oyentes, manifestando una mayor aprensión del tema en estudio.

**María Pia Yanzón**

[piayanzon@gmail.com](mailto:piayanzon@gmail.com)

**Dra. Alción Alonso Frank**

[alcion88@hotmail.com](mailto:alcion88@hotmail.com)

**Erica Minet Bravo**

[eriminet@hotmail.com](mailto:eriminet@hotmail.com)

**Aida Caliz**

[aidacaliza@hotmail.com](mailto:aidacaliza@hotmail.com)

Cátedra de Matemática de las Carreras de Diseño Industrial y Diseño Gráfico. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan, Argentina (FAUD-UNSJ).

## INTRODUCCIÓN

Con el fin de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje impartido desde las aulas, surge la necesidad de dar respuesta al marco normativo que rige la actividad académica de la FAUD a partir de la vigencia de la Ordenanza N° 14-CS/2014, donde las cátedras pertenecientes a un mismo nivel curricular, deberán articular y coordinar entre sí las actividades obligatorias de los alumnos previstas en sus planificaciones. Dicha integración es exigida por la CONEAU para la aprobación de la carrera.

Debido a esta ordenanza, se plantea la integración con las asignaturas “Morfología General”, “Dibujo a mano alzada”, “Física” e “Introducción al proyecto de Diseño”, donde de común acuerdo entre las cátedras, se tomaron los siguientes nodos articuladores:

- ✓ La **luz** a través de la experimentación.
- ✓ La **exploración de la materialidad**, las sensaciones del **color** y **textura**.
- ✓ **La construcción gráfica y sus generaciones morfológicas**.
- ✓ La forma como dinámica y como proceso. **La forma inestable, en movimiento**.
- ✓ **Necesidad de registros a través de videos, secuencias, animaciones, stop-motion, etc.**
- ✓ Posibilidad de hacer una instancia de evaluación colectiva / encuestas / jornadas de reflexión. Las mismas deben estar protagonizadas por los estudiantes del nivel, con la intención de reformular prácticas, proponer nuevas instancias de articulación, etc.

Al respecto, Miguel de Guzmán plantea que *“actualmente, una corriente en educación matemática sostiene la necesidad de que el aprendizaje de la matemática no se realice explorando las construcciones matemáticas en sí mismas sino en continuo contacto con las situaciones del mundo real, que le dan su motivación”* y que *“en nuestro mundo científico e intelectual tan rápidamente mutante, vale mucho más hacer acopio de **procesos de pensamiento útiles**, que de contenidos que rápidamente se convierten en ideas inertes, ideas que forman un pesado lastre, que no son capaces de combinarse con otras para formar constelaciones dinámicas, capaces de abordar los problemas del presente”* (Guzmán, 1989, 21).

Desde este punto de vista entendemos que la incorporación de cuádricas a la curricula de matemática en las carreras de diseño no sólo tiene por objeto que

el alumno conozca sobre la existencia de estas “nuevas superficies curvas”, sino también consideramos que son esenciales para la interpretación y manejo del espacio.

En esta línea, desde el momento en que se concibe hasta que se presenta ante el consumidor, todo objeto de diseño atraviesa por un proceso creativo. Durante este proceso proyectual la herramienta más básica con la que cuenta el diseñador es el dibujo, aun así este último suele ser insuficiente en ocasiones para comunicar cabalmente el concepto de diseño, por lo cual se suele recurrir a la construcción de modelos y/o prototipos tridimensionales que le permiten mostrar y transmitir holísticamente las ideas, formas o funcionalidades del mismo.

En este marco, como docentes de las carreras de diseño creemos que es fundamental que el alumno en primer año se enfrente a la concepción y el tratamiento del volumen, la corporeidad de los objetos y, finalmente del espacio.

## DESARROLLO

Partiendo de que la percepción y el diseño en tres dimensiones exigen una serie de competencias y habilidades, como cátedra de Matemática de las carreras de Diseño pretendemos que el alumno empiece a tomar conciencia de las mismas. Por ello, en el último tramo del cursado de la asignatura, en el ciclo lectivo 2018, se planteó un trabajo práctico sobre superficies cuádricas y cilíndricas cuyo objetivo era reconocer, representar y analizar analíticamente y gráficamente las distintas superficies, integrando los nodos articuladores arriba enunciados.

Entendemos que el alumno, en el proceso de construcción del trabajo práctico, logra mejorar sus destrezas en el manejo de la geometría, las medidas, el álgebra, el diseño de estrategias y se enfrenta a la necesidad de utilizar la matemática como herramienta para encontrar soluciones proyectuales. Se espera que ello incentive su predisposición hacia la asignatura.

El trabajo práctico se desarrolló en grupos de 3 integrantes como máximo, con el fin de incentivar el trabajo en equipo, promoviendo la discusión y la obtención de conclusiones mediante acuerdos obtenidos a partir de los aportes individuales de cada uno.

El mencionado trabajo tiene como objetivo que los alumnos elijan una superficie cuádrica o cilíndrica, escriban su ecuación, la analicen analíticamente y realicen sus trazas y cortes con planos paralelos a los coordenados. Posteriormente deben materializarla, empleando algún material a elección, teniendo en

cuenta los nodos articuladores: color, textura, luz y sombra. Por último, en la fase exploratoria, se les solicita la búsqueda de ejemplos de la vida cotidiana asociados a las superficies por ellos analizada, estimulando de este modo a la observación y percepción del mundo que los rodea. Dichos ejemplos deben ser analizados geométricamente, indicando las curvas o rectas que lo generan, eje en el que se desarrollan, entre otros.

Finalmente, la exposición del trabajo de cada grupo se desarrolla en un Taller Plenario mostrando, además de la producción, opiniones, sugerencias y experiencias; generándose espontáneamente un debate entre los distintos grupos y profesores.

### RESULTADOS OBTENIDOS

Se presentan a continuación los trabajos realizados por los alumnos, comenzando por la exposición de los mismos (ver Figura 1).



Figura 1: Exposición de los trabajos prácticos.

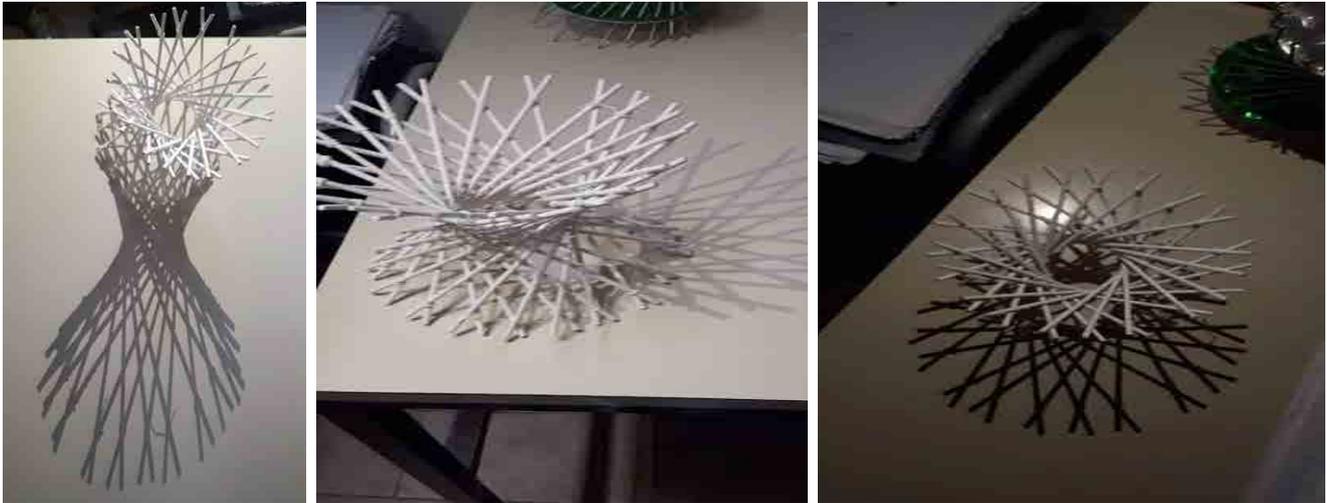


Figura 2: Superficie cuádrlica elaborada por grupo de alumnos.



Figura 3: Superficie cuádrlica elaborada por grupo de alumnos.

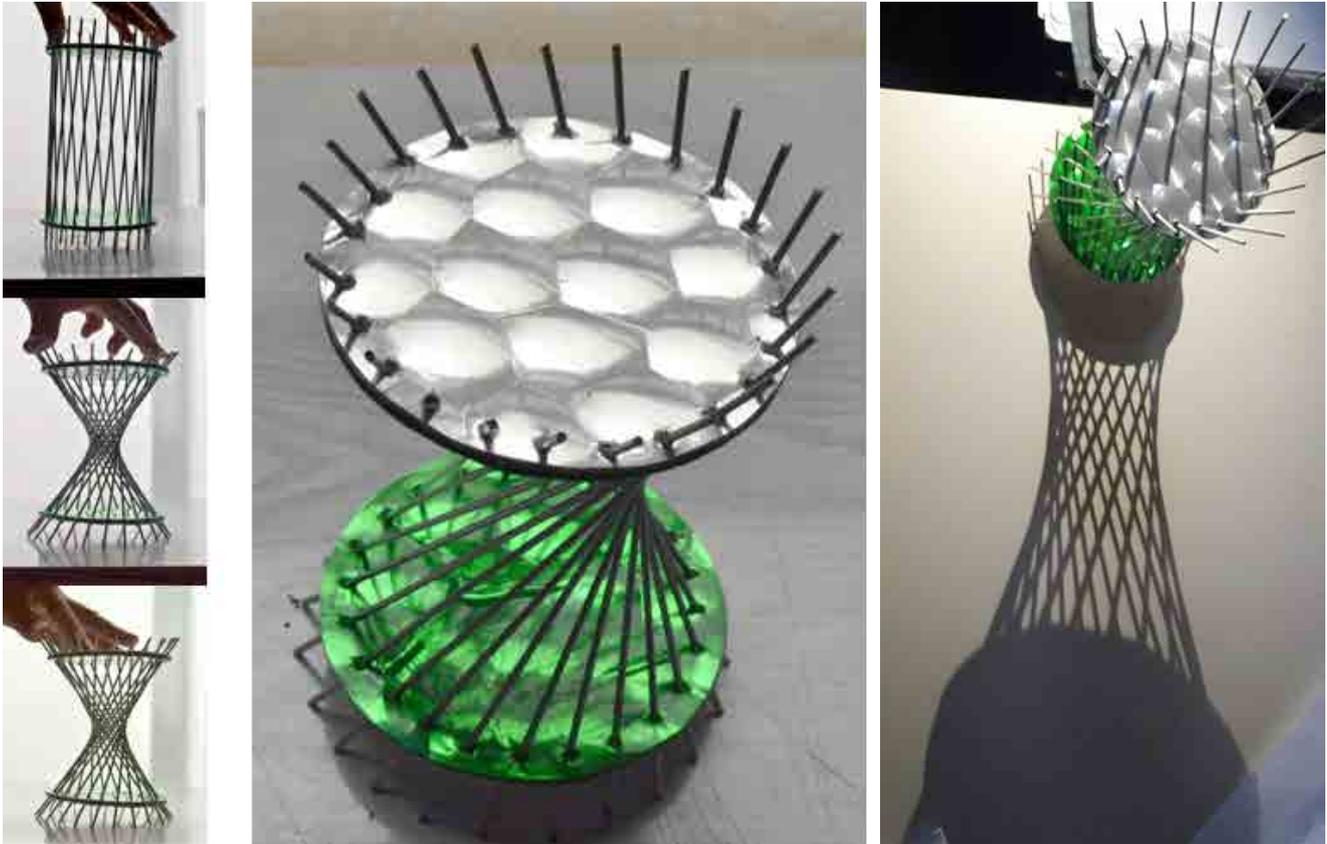


Figura 4: Superficie cuádrica elaborada por grupo de alumnos



Figura 5: Superficie cuádrica elaborada por grupo de alumnos.



Figura 6: Superficie cuádrada elaborada por grupo de alumnos.



Figura 7: Superficie cuádrada elaborada por grupo de alumnos.

En base a los resultados obtenidos se observa que los alumnos pudieron hacer un análisis integral de la superficie, producto de la aplicación no sólo de los contenidos matemáticos, sino también de los nodos articuladores.

Se destaca que en la construcción de las maquetas exploraron el uso de diferentes texturas (suave, lisa, decorativa, opaca, brillante, blanda o dura, entre otras), empleando la luz como recurso, puesto que al incidir sobre la maqueta influye directamente determinando su forma, volumen, textura y color, practicando su proyección en distintos planos, generando sombras con características muy particulares.

### CONCLUSIONES

A modo de síntesis de la presente propuesta se destacan como aspectos positivos:

- ✓ El Trabajo Práctico en grupo planteó la posibilidad del debate entre los compañeros y compartir los conocimientos adquiridos. La exposición frente a profesores y compañeros de curso distiende el ambiente y rompe barreras inhibitorias.
- ✓ Se observó que los alumnos lograron integrar diferentes conceptos en la maqueta, desde lo analítico/geométrico a lo lúdico.
- ✓ Se destaca la variedad y elección de los ejemplos de la vida real por ellos analizados.
- ✓ Dado que los equipos de trabajo estaban en la mayoría de los casos conformados por estudiantes de ambas carreras, se pone en valor la mirada disciplinar en la construcción del conocimiento.

Así mismo, como aspectos a mejorar se tienen:

- ✓ Implementar la obligatoriedad del soporte digital, dado que no sólo enriquece la presentación del trabajo, sino también incentiva a la exploración del geogebra (empleado en las clases por los docentes), en conjunto a diversidad de soportes.
- ✓ La elección de las superficies cuádricas deben ser dadas por los docentes para enriquecer la variedad de los trabajos.
- ✓ Como guía para la elaboración del trabajo práctico consideramos positivo la implementación de una jornada tipo Taller en la cual se trabaje en conjunto con los alumnos de manera de potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## BIBLIOGRAFÍA

Cáliz, A.; Yanzón, P.; Minet Bravo, E.; Alonso Frank, A. (2019). *Apuntes de cátedra*. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, UNSJ. Argentina.

Guzmán, M. (1996). *El rincón en la pizarra. Ensayos de visualización en análisis matemático*, Ed. Pirámide.

Guzmán, M. (1989). Tendencias Actuales de la Enseñanza de la Matemática. *Revista de Ciencias de la Educación* 21, Pag 19-26. España.

## WEBGRAFÍA

<https://ludi-arte.webnode.es/blog/sesto/luz-y-sombra/>

# 03

## La morfología de la trama en el plano

**Erica Minet Bravo, Aída Cáliz, Alción Alonso Frank y María Pía Yanzón**

Universidad Nacional de San Juan, Argentina (FAUD-UNSJ).

### RESUMEN

Ante la constante disociación por parte de los alumnos de las Carreras de Diseño Industrial y Gráfico entre la matemática, la geometría y el diseño, la cátedra de Matemática de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan adopta nuevos modelos didácticos que persiguen favorecer el proceso de enseñanza–aprendizaje de la geometría, entendida ésta como una herramienta elemental en todo proceso proyectual. En este marco, se implementa un trabajo práctico integrador, en el cual el alumno de primer año hace uso de las transformaciones en el plano de forma tal que realice un cubrimiento del mismo, partiendo de una figura geométrica. Dicha figura se obtiene de aplicar a una forma geométrica elegida libremente por el mismo, ciertos criterios geométricos preestablecidos por los docentes. Se destaca que, a modo de experimentación, se sugiere el uso del color como elemento disparador de la creatividad de sus teselados. La presentación del trabajo es en soporte digital y papel. En su exposición y evaluación se prioriza el procedimiento metodológico empleado en la construcción de la figura geométrica con la cual se realiza la composición descrita. De los resultados obtenidos se destaca que el alumno ha ampliado su capacidad de observación en cuanto a la geometrización como elemento compositivo en el quehacer proyectual.

**Erica Minet Bravo**

[eriminet@hotmail.com](mailto:eriminet@hotmail.com)

**Aida Caliz**

[aidacaliza@hotmail.com](mailto:aidacaliza@hotmail.com)

**Alción Alonso Frank**

[alcion88@hotmail.com](mailto:alcion88@hotmail.com)

**María Pía Yanzón**

[piayanzon@gmail.com](mailto:piayanzon@gmail.com)

Cátedra de Matemática de las Carreras de Diseño Industrial y Diseño Gráfico. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan, Argentina (FAUD-UNSJ).

## FUNDAMENTACIÓN ACADÉMICA DE LA PROPUESTA

El presente trabajo tiene por objeto que el alumno de Matemática de las Carreras de Diseño Industrial y Gráfico aprehenda sobre la aplicación de las mismas en el quehacer proyectual. En esa búsqueda, y en el marco de las Jornadas – Taller de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan (FAUD-UNSJ), la presente cátedra se integra con la cátedra de Morfología General. Es de destacar que dichas jornadas tienen por finalidad continuar con el trabajo iniciado en el año 2017 a partir de las observaciones efectuadas por CONEAU en el marco del proceso de acreditación de las carreras. A su vez, persiguen mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje impartido desde las aulas de nuestra facultad; poniendo énfasis en el mejoramiento y optimización de cada uno de los planes de estudios de las tres carreras impartidas desde la FAUD. En cuanto al marco normativo, la propuesta responde a:

*“Las cátedras pertenecientes a un mismo nivel curricular, deberán articular y coordinar entre sí las actividades obligatorias de los alumnos previstas en sus planificaciones. La actividad de coordinación entre cátedras es de carácter vinculante obligatorio y permanente y sus resultados deberán ser consignados en actas labradas a ese fin, las que tendrán carácter de públicas para información de los interesados (VI- 4 - De las actividades de enseñanza-aprendizaje, Artículo 29°, Ordenanza N° 14-cs, 2014)”.*

Por último se destaca que se tiene como fin formalizar la incorporación de la presente práctica, entre otras, en las planificaciones académicas 2019 y efectuar su seguimiento y evaluación.

## MARCO CONCEPTUAL DE LA PROPUESTA

Vivimos en un mundo dominado por las imágenes, en el que la información que nos llega aparece en este formato, películas, televisión, internet, redes sociales, entre otros. Por este motivo la **comunicación visual** asume en la actualidad un rol protagónico en esta *sociedad de la información* donde las imágenes llegan de manera más directa y casi instantánea, y cada elemento gráfico influye al momento de tomar decisiones, llevar a cabo acciones o con un objetivo comunicacional específico.

Se dice que la **comunicación visual** es un sistema que utiliza construcción, difusión y recepción de imágenes como elementos para expresar un mensaje. El significado de estas imágenes debe ser fácilmente comprensible, directo y preferiblemente universal. De esta manera, se convierte en el arte y proceso

de transmitir ideas o alguna información con imágenes, símbolos o signos. Al respecto, es importante destacar que, a diferencia de la comunicación verbal, dentro de la **comunicación visual** el idioma no constituye una barrera, puesto que las imágenes pueden ser comprendidas por cualquier persona en el planeta si se presentan de manera adecuada.

En este contexto, un diseñador gráfico no es sólo un creador de formas, sino un creador de comunicaciones, un profesional que mediante un método específico (diseño) construye mensajes (comunicación) con medios visuales (grafismos). En respuesta a ello, como docentes del primer nivel de la carrera de diseño consideramos que es importante que el alumno tome conocimiento de los elementos básicos estructurantes del lenguaje visual: el punto, la recta y el plano, como así también de la forma, color y textura y realice una composición (una trama) teniendo como soporte la geometría de las formas básicas y las transformaciones en el plano. Por cuanto debe empezar a identificar estos elementos y los principios, reglas y conceptos que intervienen en una composición geométrica, más aun si se lo hace desde la óptica de la Morfología y la Matemática, para que forme un concepto integrador del origen y usos de los mismos (Wong, 1982).

En la búsqueda de motivarlos a descubrir resultados más “creativos, sensibles, intuitivos” y con una intención experimental, en la segunda etapa del trabajo se le pide que rompa con las reglas, como se describe a continuación:

*“El diseñador, en la generación de propuestas, debe contar con dos elementos básicos, que tienen que ver con su formación. Ellos son:*

- *Conocimiento de leyes, principios, normas que permiten construcciones ordenadas y armónicas.*
- *Capacidad creativa para introducir en ellas, transformaciones, alteraciones que le otorguen riqueza expresiva.*

*“para romper con las reglas es necesario conocerlas primero.”*

*Crespi y Ferrari ( pág. 91).*

*“Léxico Técnico de Las Artes Plásticas”.*

El trabajo Práctico pretende, como objetivo más general, que el alumno inicie sus primeros pasos en el camino de su proceso de diseño con la intención de empezar a conocerse en el accionar del mismo, desde un espacio diferente, la Matemática, haciendo visible que esta ciencia también interviene en el acto del diseño.

## TRABAJO PRÁCTICO PROPUESTO

El trabajo práctico propuesto tiene por objeto que el alumno sea capaz de reconocer, analizar y representar geoméricamente las tramas regulares e irregulares, trabajando estos conceptos desde una matemática aplicada a su propio campo disciplinar; que maneje adecuadamente la terminología técnica y científica, inherente al desarrollo de la asignatura, para expresar el proceso en términos geoméricos y matemáticos; que comprenda los diversos procesos de aprendizaje que incluyan desde el análisis y reflexión sobre la propia práctica, hasta el acceso significativo a contenidos y habilidades pertenecientes a distintos ámbitos del conocimiento; que agudice la capacidad de percepción en el mundo que los rodea; y, que entienda que las composiciones en el campo del diseño están sujetas a un orden geométrico.

En este marco, se establece que el mismo sea realizado en forma grupal, de hasta tres integrantes como máximo. La propuesta se presenta en láminas A3 y en soporte digital (video, power point, etc.). A efectos de favorecer el desarrollo del trabajo en equipo de los alumnos, así como su capacidad crítica y autocrítica, se debe exponer el mismo, explicando su desarrollo de manera detallada.

En el trabajo se evalúa el desarrollo de las cualidades y capacidades individuales y grupales, su evolución en el proceso del trabajo práctico conjuntamente con la presentación final que deberá ser acorde al nivel de exigencia académica pretendida por la Asignatura; el proceso de construcción, como así las composiciones finales obtenidas; la utilización de un vocabulario formal adecuado empleado por el alumno en su exposición; creatividad y originalidad en sus trabajos, claridad y prolijidad en su presentación; correcta aplicación de los contenidos estudiados; la puntualidad en la fecha fijada para su presentación.

A tales efectos, se puntualizaron textualmente las siguientes pautas de ejecución:

**ETAPA 1:** Investigue, analice y, con sus palabras, defina los siguientes conceptos referidos a las tramas regulares e irregulares en el plano: Módulo, Estructura, Forma (Medida, Textura, Color), Movimiento (Gradación, Armonía, Concentración), Trama regular y Trama irregular. Ejemplifique de manera gráfica cada uno de ellos, pudiendo emplear fotografías propias, dibujos, esquemas, etc.

**ETAPA 2 - REGULAR:** Diseñe un módulo de 8 cm. de altura por 8 cm. de ancho utilizando las siguientes figuras básicas: **círculo, cuadrado, triángulo equilátero y hexágono regular**, sugiriéndose el uso del blanco y negro o color. Recuerde que cada una de ellas nace de una manera distinta y tiene características geométricas propias (centro, radio, tangente, altura, base, mediana, diagonal, etc.).

Teniendo en cuenta las características descriptas, como así las transformaciones en el plano, defina las leyes geométricas que generan su módulo base. Posteriormente, explique y grafique detalladamente cada uno de los pasos que empleó para su construcción.

Una vez definido el módulo, realice una composición de una trama regular en el formato indicado en las pautas de presentación. En dicha composición puede emplear los conceptos de transformaciones en el plano. Explique y grafique detalladamente cada uno de los pasos que empleó para su construcción.

**ETAPA 2 - IRREGULAR:** Tomando como base el módulo diseñado anteriormente, como así sus leyes de generación, construya un nuevo módulo que rompa con dichas leyes, sugiriéndose el uso del blanco y negro o color. Explique y grafique detalladamente cada uno de los pasos que empleó para su construcción.

Una vez definido el nuevo módulo, realice una composición de una trama en el formato indicado en las pautas de presentación. En dicha composición puede emplear los conceptos de transformaciones en el plano. Explique y grafique detalladamente cada uno de los pasos que empleó para su construcción.

## RESULTADOS

El trabajo fue entregado y expuesto en Junio de 2019. En el mismo se explicitaron los saberes solicitados. A continuación se exponen algunos de los 50 trabajos. De esta manera las Figuras 1 a 3 exponen la síntesis de la fase de investigación.

Figura 1: Fase de investigación. Fuente: Elaboración de los alumnos: Oyarzún, Morán & Oddone (2019).

**MÓDULO:** Son formas en una composición que pueden ser idénticas o similares, funcionan como una unidad. Los módulos pueden presentar diversas transformaciones en el plano de escala, posición, distancia, y

**ESTRUCTURA:** Es la manera en que se organizan una o más formas para crear una estructura. La organización puede ser regular o indefinida. Provoca un ritmo de áreas ilimitado. Podemos aplicar rotación, repetición, transformaciones, etc.

**FORMA [MEDIDA, TEXTURA Y COLOR]**  
Un punto, una línea, un plano se convierte en una forma. Lo cuales estas deben contener una medida, una textura y un color.

**MOVIMIENTO [GRADACIÓN, ARMONÍA, CONCENTRACIÓN]:** A la forma se le aplican movimientos como la gradación, armonía y concentración. La gradación es la forma en constancia ordenadas gradualmente de módulos y figuras. La armonía se encarga de generar nuevas variaciones con el modulo en una composición, rompe la monotonía. La concentración se basa en la distribución de módulos concentrados en un punto.

**TRAMA REGULAR:** Las tramas regulares están constituidas por figuras regulares como el cuadrado, en el triángulo equilátero, hexágono, etc.

**TRAMA IRREGULAR:** Las tramas irregulares están formadas por figuras irregulares.

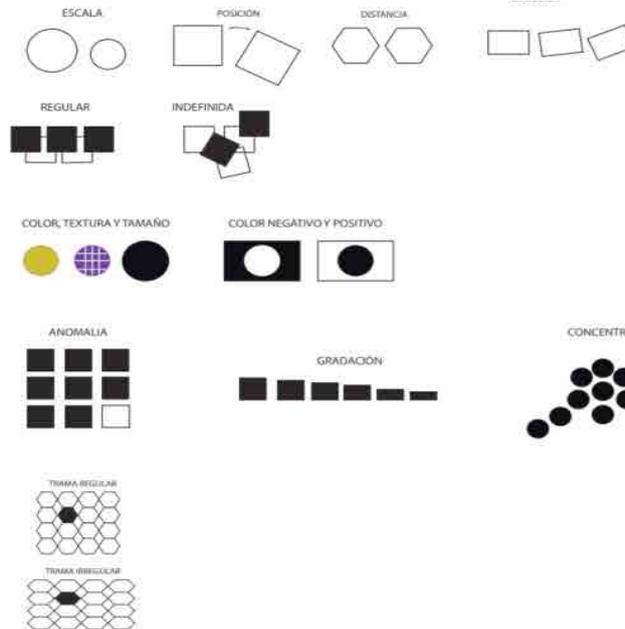


Figura 1: Fase de investigación. Fuente: Elaboración de los alumnos: Oyarzún, Morán & Oddone (2019)

**Módulo:** Fragmento vectorial de todo un sistema, elemento mínimo de una "composición" con una función específica. La vinculación de un conjunto de éstos conforman una obra concluida ya sea material o digital. Ejemplo: Un pixel es un "módulo" de una fotografía digital. Un punto es un "módulo" en un dibujo.

**Forma en cuanto a la percepción:** La forma es código visual por el cual nuestro cerebro asocia una determinada figura a un concepto o a una idea específica, su configuración perceptual está sujeta a leyes específicas como las de la Gestalt.

**Movimiento:** Cambio de posición de un cuerpo o figura respetando un sistema de referencia (como el de las coordenadas cartesianas). El movimiento radial respeta una dirección específica Frontal hacia el observador. El movimiento axial respeta un eje vertical u horizontal. La rotación sigue un sistema coordenadas de grados minutos y segundos.

## Etapa 1: TRAMA

**Conjunto o módulo de un mismo elemento repetido, superpuesto y multidireccional que genera una composición.**

**TRAMA REGULAR:** Estructura compositiva ordenada, los módulos de la misma respetan un margen de separación común o directamente se tocan sin generar desequilibrio visual, el espaciado y proporción de cada módulo ésta medido equitativamente.



**TRAMA IRREGULAR:** Estructura compositiva aleatoria, los módulos de la misma pueden interceptarse y superponerse sin seguir una dirección/movimiento en común, el elemento texturante (módulo) puede variar en tamaño y proporción.



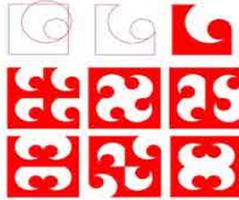
**Bibliografía:**  
"Una molesta introducción al estudio del diseño" Gustavo A Valdés de León.

Apellido y Nombre: <b>Díaz Mariano</b>	DNI/Reg: <b>24642</b>	N° de hoja: <b>1</b>
Apellido y Nombre: <b>Omar Villaruel</b>	DNI/Reg: <b>24254</b>	
Apellido y Nombre: <b>Fabrizio Oviedo</b>	Escuela: <b>24979</b>	
MATEMÁTICA - DISEÑO GRÁFICO E INDUSTRIAL FAUD		

Figura 2: Fase de investigación. Fuente: Elaboración de los alumnos: Díaz, Villaruel & Oviedo (2019).

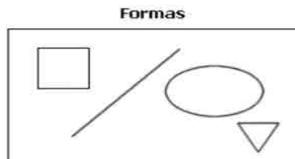
**MODULO:**

TAMBIÉN LLAMADO MOTIVO O MODELO, SON AQUELLAS FORMAS, DENTRO DE UN CONJUNTO, QUE SE PERCIEN IDENTICAS O SIMILARES. ES UN CONJUNTO DE FORMAS O UN CONJUNTO DE ELLAS QUE FUNCIONAN COMO UNIDADES. GENERALMENTE SIGUEN UN LINEAMIENTO COMPOSITIVO EN CONCRETO.



**FORMA:**

ESTÁ DEFINIDA POR LA DISPOSICIÓN GEOMÉTRICA. LA FORMA DE UNA ZONA O CONTORNO NOS PERMITE RECONOCERLAS COMO REPRESENTACIONES DE OBJETOS REALES O IMAGINARIOS.



**TRAMA IRREGULAR:**

SON AQUELLAS QUE POSEEN MOTIVOS Y ESTRUCTURA DESIGUAL. ESOS MOTIVOS ESTÁN COMPUESTOS POR FIGURAS TALES COMO: TRAPEZOIDE, HEPTÁGONO IRREGULAR, TRIANGULO ESCALENO. POR EJEMPLO: MAPA URBANO.



**ESTRUCTURA**

ES LA DISCIPLINA QUE ESTÁ POR DEBAJO Y PREDDMINA LA DISPOSICIÓN DE LAS FORMAS EN UNA COMPOSICIÓN. EL DISEÑADOR PUEDE FORMAR EL MENSAJE VISUAL TENIENDO DEFINIDO CON ANTERIORIDAD UNA ESTRUCTURA O BIEN, PUEDE DARSE EN FORMA INCONSCIENTE POR LA SUMA DE DIVERSOS CRITERIOS APLICADOS INDIVIDUALMENTE.

UNA ESTRUCTURA INFORMAL ES AQUELLA EN LA QUE LA COMPOSICIÓN NO SIGUE LINEAMIENTOS PREESTABLECIDOS. LA DISTRIBUCIÓN ES LIBRE O INDEFINIDA.



**TRAMA REGULAR:**

SON AQUELLAS QUE POSEEN UN MOTIVO IGUAL Y REPETIDO: ESTOS MOTIVOS ESTÁ COMPUESTO POR FIGURAS TALES COMO: TRIANGULO EQUILÁTERO, CUADRADO, HEXÁGONO. POR EJEMPLO: EL PANAL.



**MOVIMIENTO:**

EN EL DISEÑO GRÁFICO, EL MOVIMIENTO APORTA DINAMISMO, MEDIANTE TÉCNICAS QUE ENGAÑAN AL OJO HUMANO O BIEN USANDO OBJETOS QUE EN LA VIDA REAL, TIENEN MOVIMIENTO PROPIO. UNA DE ESAS TÉCNICAS, ES EL ARTE CINÉTICO, QUE GENERA DISEÑOS QUE DAN LA SENSACIÓN DE MOVIMIENTO. POR EJEMPLO



Figura 3: Fase de investigación. Fuente: Elaboración de los alumnos: Oyarzún, Morán & Oddone (2019).

Las Figuras 4 a 8 exponen tramas regulares realizadas a partir del módulo base elaborado por los alumnos.

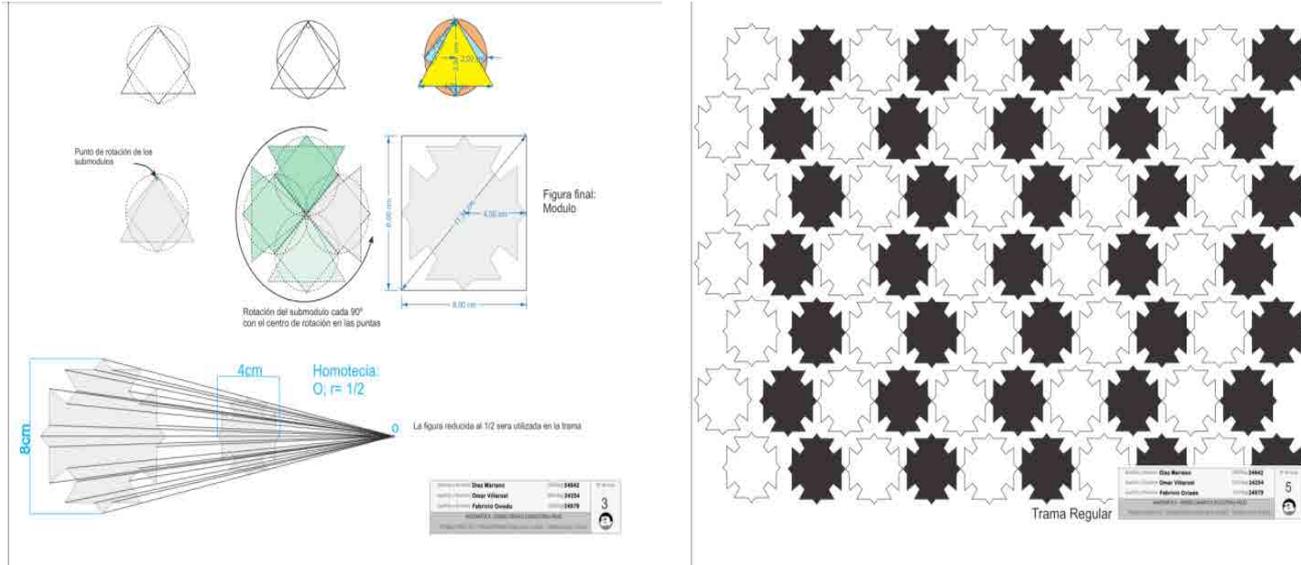
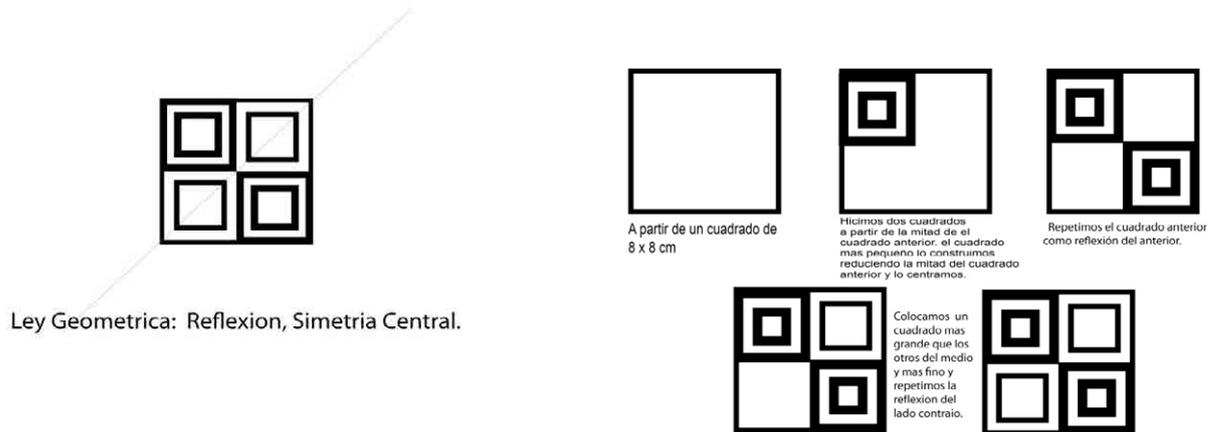
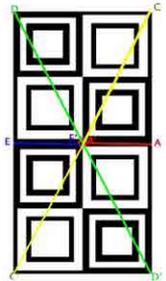


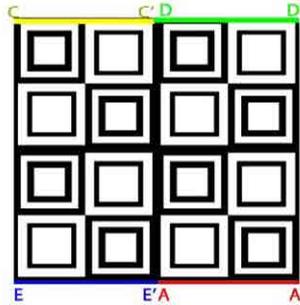
Figura 4: Trama regular. Fuente: Elaboración de los alumnos: Díaz, Villarroel & Oviedo (2019).



Ley Geométrica: Reflexion, Simetria Central.



La primera transformación que usamos fue de Simetría Central con distancia de AO de 4cm. El punto O fue colocado en ese lugar para que las dos formas parezcan formar una



A la forma que se formo con la simetría central le aplicamos una traslacion de 180° con distancia de AA' de 8cm.

Repetimos la traslacion hasta lograr una saturación.

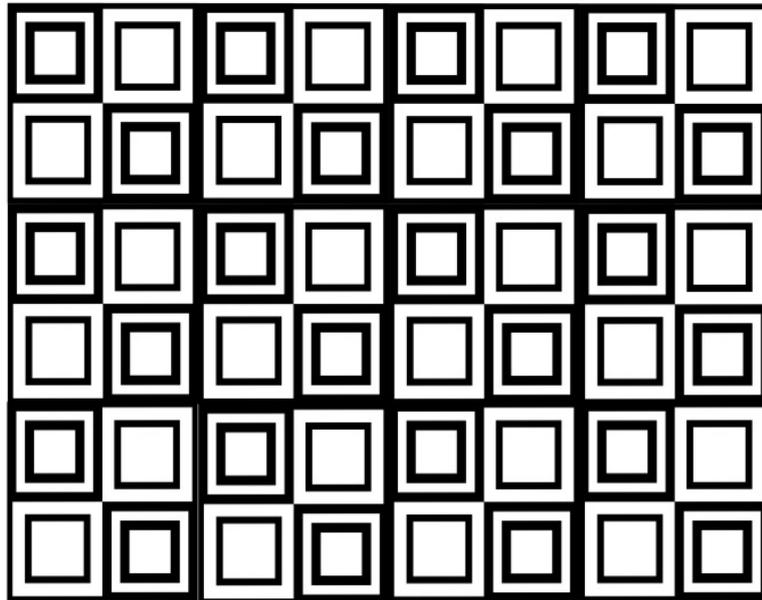


Figura 5: Trama regular. Fuente: Elaboración de los alumnos: Laplagne & Madrid (2019).

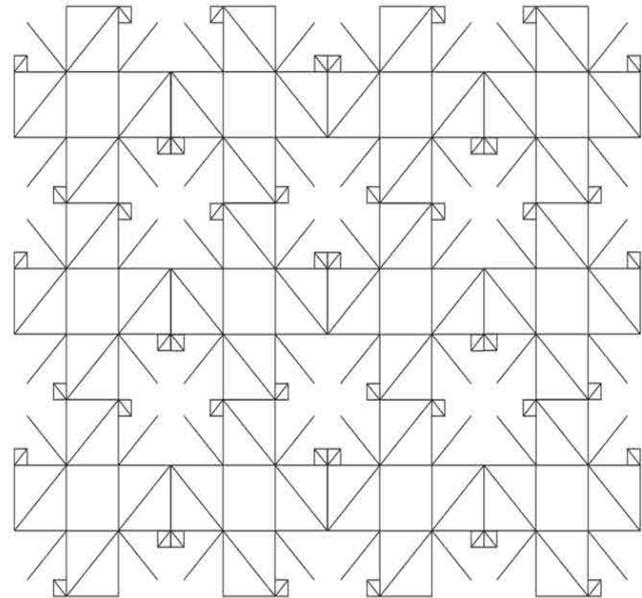
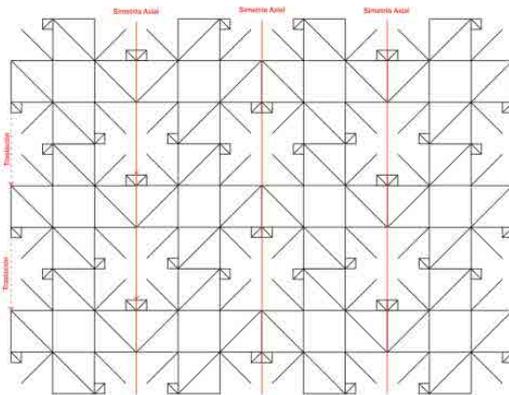
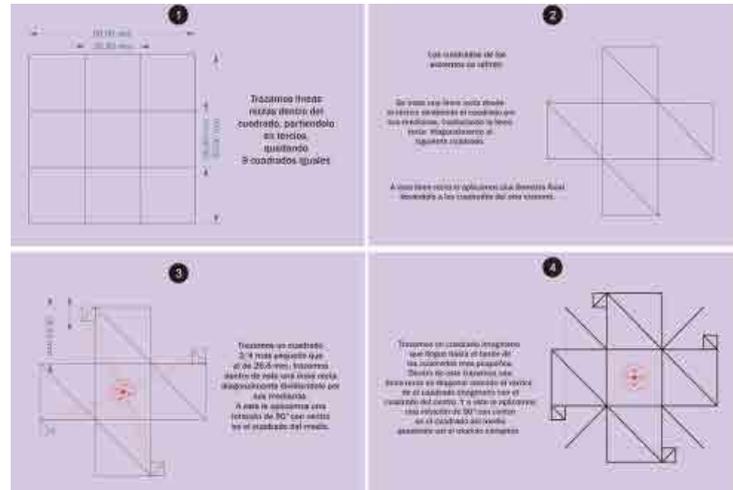
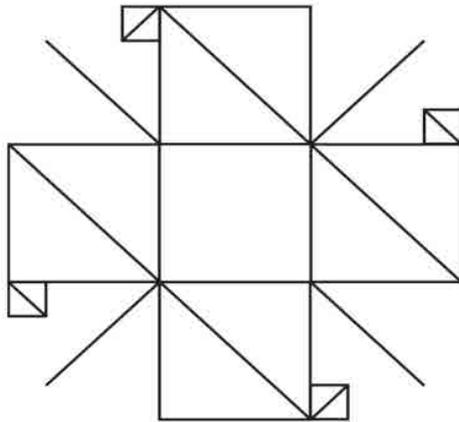


Figura 6: Trama regular. Fuente: Elaboración de los alumnos: López, Illanes & Pérez (2019).

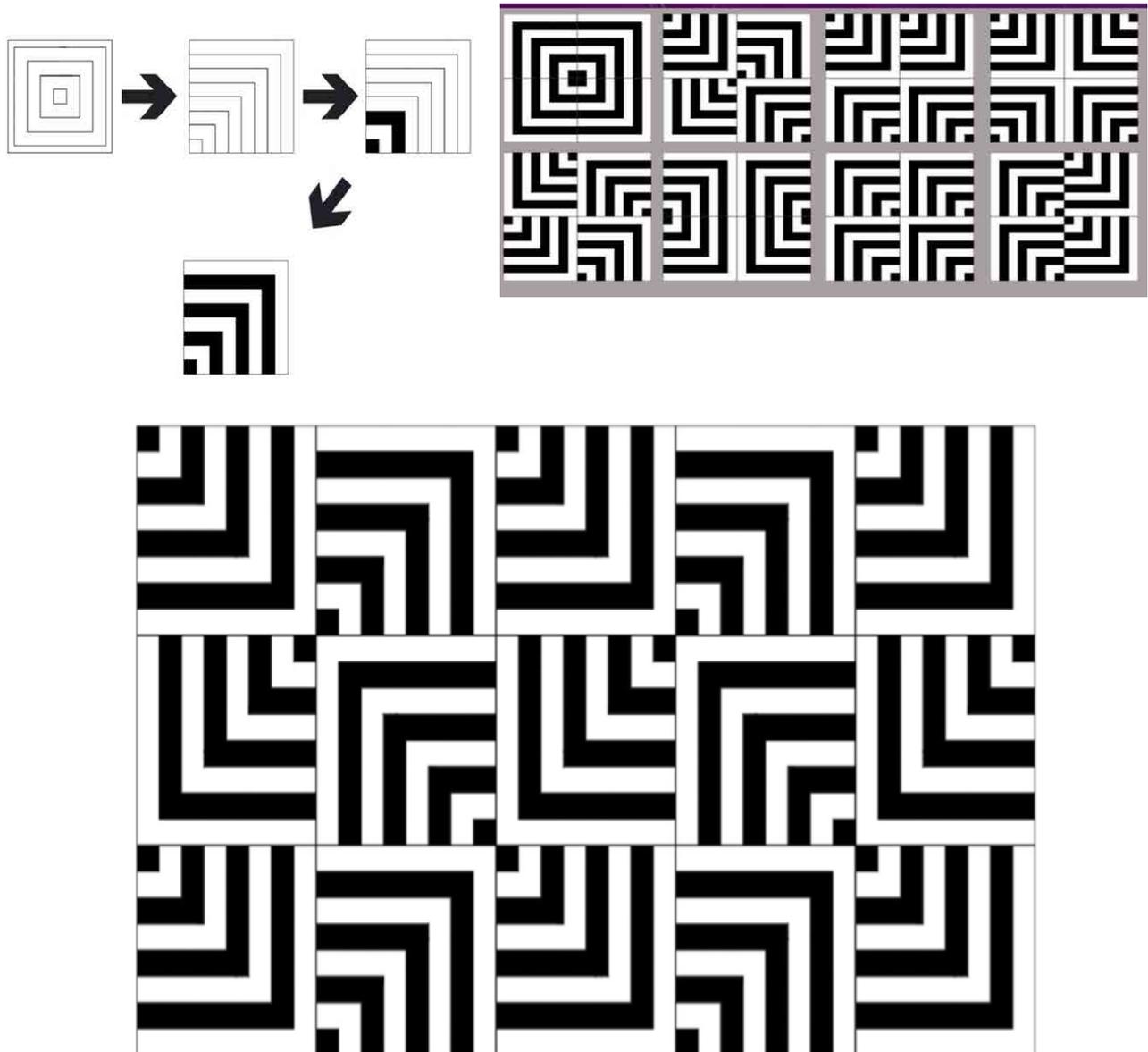


Figura 7: Trama regular. Fuente: Elaboración de los alumnos: Alcota, Brizuela & Carrizo (2019).



Figura 8: Trama regular. Fuente: Elaboración de los alumnos: Suárez & Rivera (2019).

Por último, las Figuras 9 a 13 exponen tramas irregulares realizadas a partir de un nuevo módulo base elaborado por los alumnos.

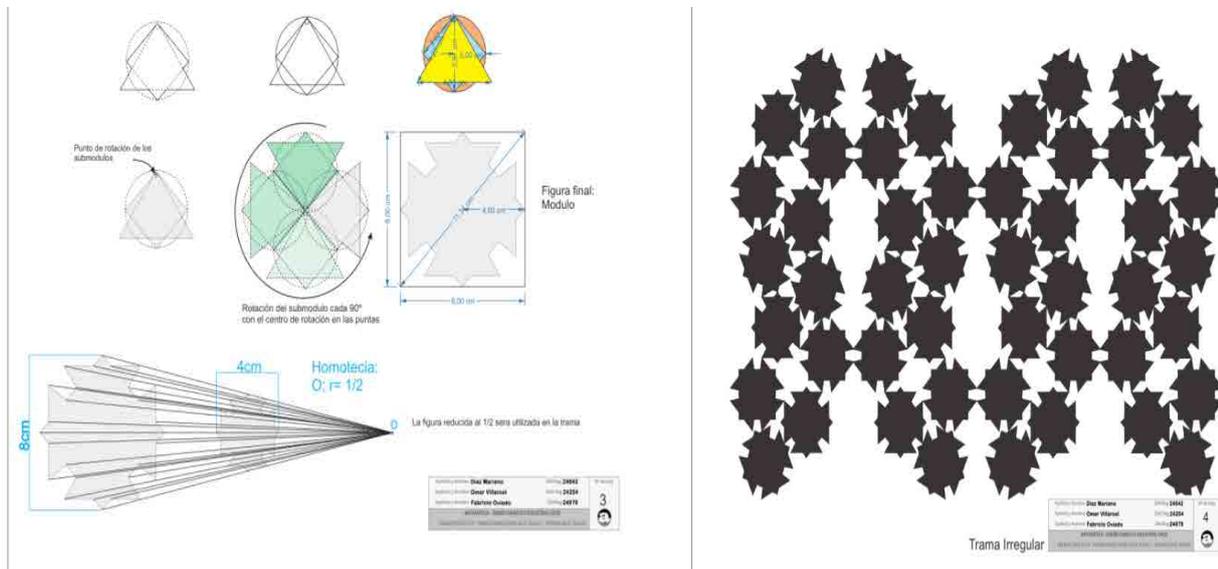
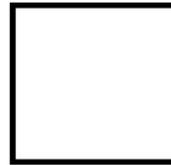
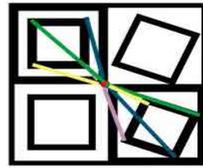
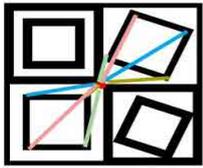
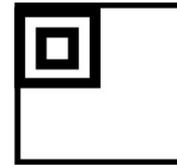


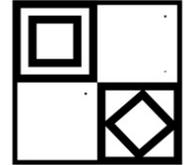
Figura 9: Trama irregular. Fuente: Elaboración de los alumnos: Díaz, Villarroel & Oviedo (2019).



A partir de un cuadrado de 8 x 8 cm

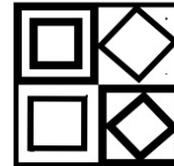


Hicimos dos cuadrados a partir de la mitad de el cuadrado anterior: el cuadrado mas pequeño lo construimos reduciendo la mitad del cuadrado anterior y lo centramos.

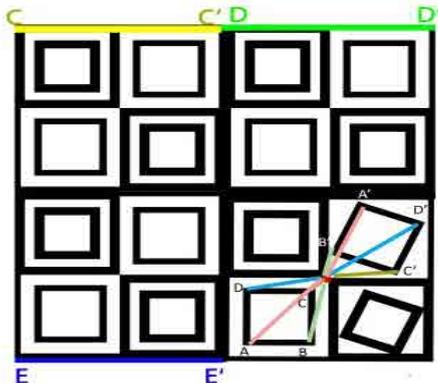


Repetimos el cuadrado anterior como rotación del anterior.

**Ley geometrica: Hometecia y rotación.**



Colocamos un cuadrado mas grande que los otros del medio y mas fino, aplicamos la rotación del lado contrario.



A la forma que se formo con la rotación le aplicamos una hometecia de razon 1 con distancia de AA'.

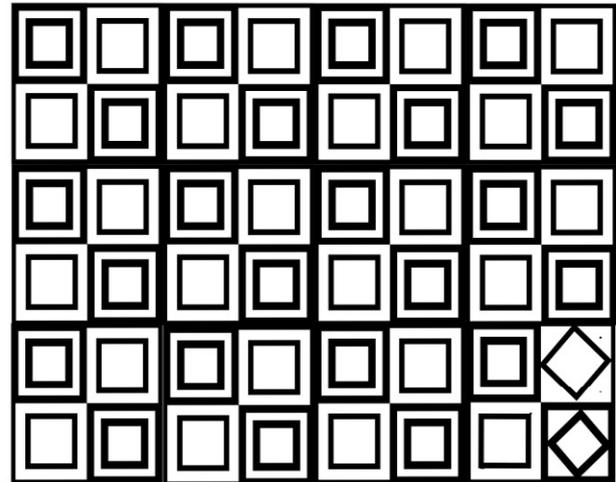


Figura 10: Trama irregular. Fuente: Elaboración de los alumnos: Laplagne & Madrid (2019).

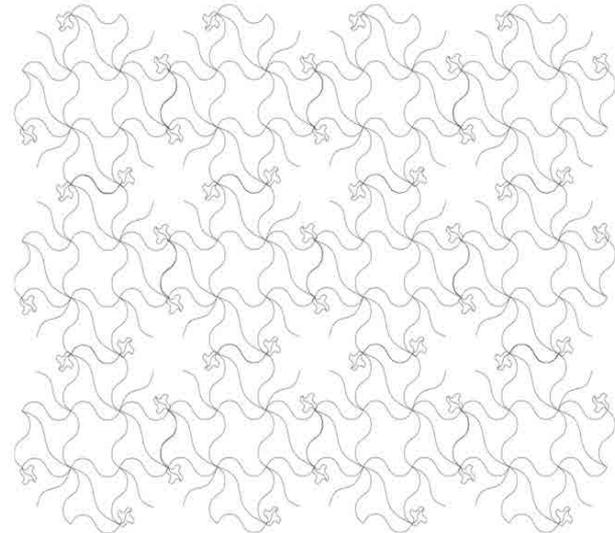
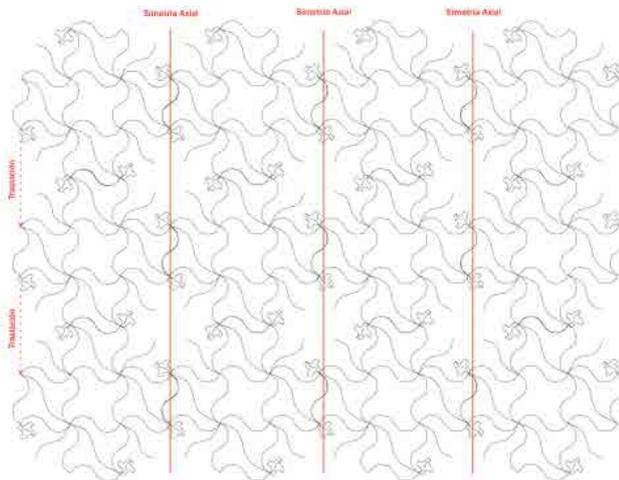
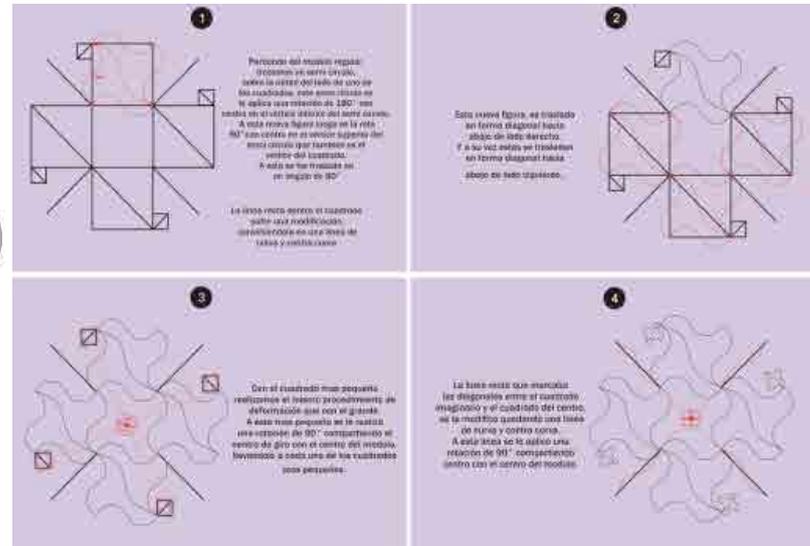
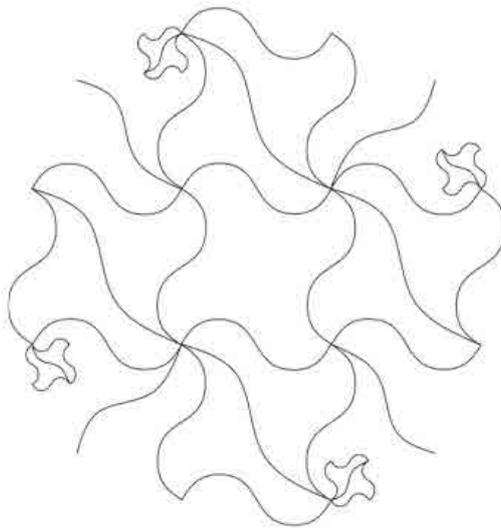


Figura 11: Trama irregular. Fuente: Elaboración de los alumnos: López, Illanes & Pérez (2019).

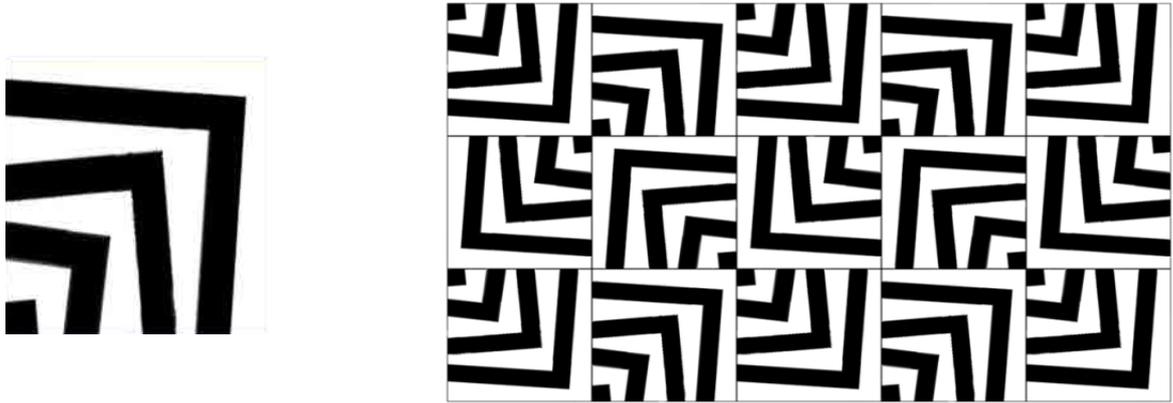


Figura 12: Trama irregular. Fuente: Elaboración de los alumnos: Alcota, Brizuela & Carrizo (2019).

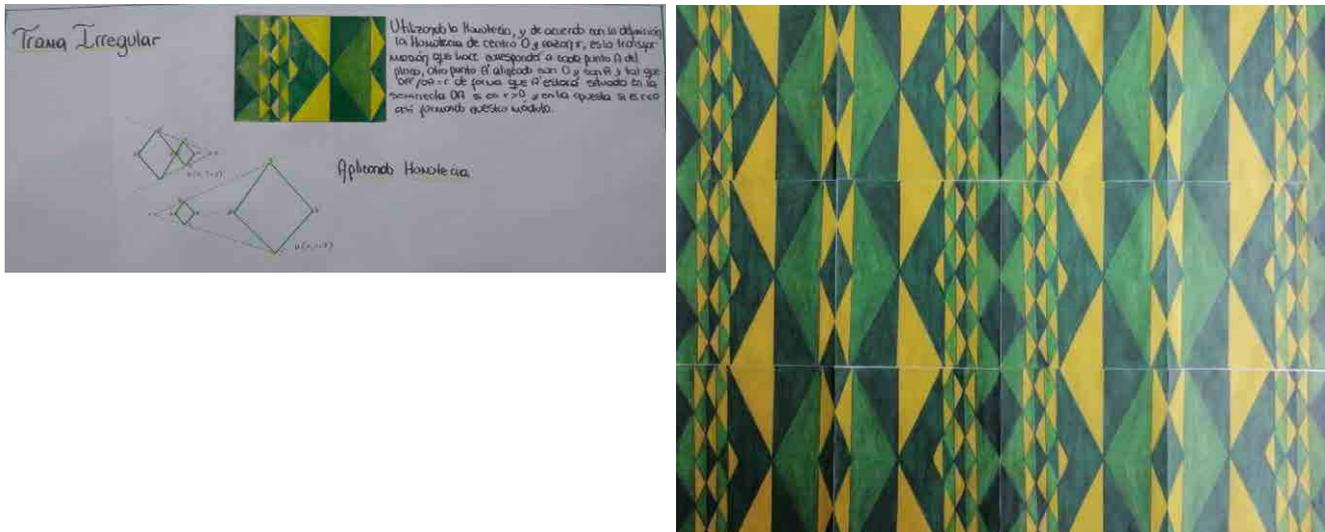


Figura 13: Trama irregular. Fuente: Elaboración de los alumnos: Suárez & Rivera (2019).

## CONCLUSIONES FINALES

A modo de reflexión final se quiere poner en valor el carácter experimental que ha tenido la presente propuesta, en la cual los alumnos demostraron que lograron ver a lo matemático y geométrico como soporte de una composición que es propia que su quehacer proyectual. Se destaca que se ha logrado una buena integración con la cátedra Morfología General, desde la formulación del trabajo práctico, hasta el desarrollo del mismo mediante consulta independiente de los alumnos a sus docentes. No obstante, en esto último consideramos que, para el próximo año, sería positiva la realización de una jornada tipo Taller en la cual ambas cátedras trabajen en conjunto con los alumnos de manera de potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se destaca, así mismo, el muy buen nivel de exposición general de los alumnos, los cuales tuvieron un lenguaje pertinente con elevado grado de desenvolvimiento, rompiendo la barrera inhibitoria característica de un alumno del primer año. A su vez, se ponen en valor los resultados obtenidos en la fase de investigación, en la cual los alumnos lograron poner en palabras propias y ejemplos gráficos los conceptos solicitados; como así, en las fases de elaboración de las tramas, hallando resultados sumamente interesantes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cáliz, A.; Yanzón, P.; Minet Bravo, E.; Alonso Frank, A. (2019). *Apuntes de cátedra*. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, UNSJ. Argentina
- Munari, B. (1972). *Diseño y comunicación visual*. Contribución a una metodología didáctica. Colección Comunicación Visual. Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona.
- Wong, W. (1982). *Fundamentos del diseño bi y tri dimensional*. Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona.

# 04

## Transformación Morfológica-Matemática y Analógica-Digital

**Natacha S. Alsina y Marcelo F. Pérez Orona**

Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM), Argentina

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es compartir la experiencia desarrollada durante el 2° cuatrimestre del 2018, con estudiantes de Matemática Aplicada 2, de 1° Año de la carrera de Arquitectura en la UNLAM, teniendo como enfoque que el estudiante es quien construye su propio conocimiento a través de un desarrollo de investigación, indagación y aplicación de conceptos matemáticos sobre una obra de arquitectura contemporánea.

Las clases se desarrollan en un ámbito de taller en el que los conceptos teóricos-prácticos son desarrollados con utilización de las TIC's, los cuales dan la posibilidad al estudiante de adquirir conceptos en forma autónoma y no, simplemente memorizarlos. Esto lleva a un aprendizaje a través de manipular información, mientras que, al mismo tiempo se opera activamente sobre ella, con un pensamiento crítico y propositivo.

Mediante la utilización de diferentes softwares se lleva adelante el proceso de aprendizaje. Se realiza un estudio de aspectos contextuales, morfológicos y tecnológicos de la obra que les fuera asignada. Una vez comprendida la obra como un hecho sinérgico, se pasa a la etapa de análisis geométrico mediante la utilización específica de un software matemático para luego, a partir de los datos obtenidos, tanto analíticos como gráficos, proponer una transformación morfológica. En esta instancia, se abren algunas opciones de acuerdo con las necesidades y capacidades de cada equipo de estudiantes y de la obra en cuestión. En algunos casos el proceso de transformación es realizado de manera analógica, en otros digital y en varios de manera mixta.

Al finalizar el curso, los equipos habrán desarrollado todas las instancias de aprendizaje para comprender el significado de funciones desde el análisis matemático y como concepto de parametrización, fundamental para el estudio

**Natacha S. Alsina**

[alsinanatacha@gmail.com](mailto:alsinanatacha@gmail.com)

**Marcelo F. Pérez Orona**

[profearq@gmail.com](mailto:profearq@gmail.com)

Matemática Aplicada 1 y 2, 1° Año de la carrera de Arquitectura, Cátedra Toscano, Adjunta a Cargo Alsina S. N., Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional de La Matanza, Florencio Varela 1903 (B1754JEC), San Justo, Buenos Aires, Argentina. <https://www.unlam.edu.ar/>.

de la variabilidad geométrica de funciones en un entorno y lo que posteriormente se podrá emplear al diseño sustentable.

## INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es compartir la experiencia desarrollada durante el 2° cuatrimestre del 2018, con estudiantes de Matemática Aplicada 2, de 1° Año de la carrera de Arquitectura en la Universidad Nacional de La Matanza, teniendo como enfoque que el estudiante es quien construye su propio conocimiento a través de un desarrollo de investigación, indagación y aplicación de conceptos matemáticos sobre una obra de arquitectura contemporánea.

Actualmente en el campo del diseño, los medios digitales se utilizan cada vez menos como un instrumento de representación, y se conciben, en cambio, como una herramienta generativa de la forma y sus transformaciones. La matemática es parte de estas concepciones reforzando el desarrollo del pensamiento espacial y los sistemas geométricos.

Las relaciones habituales entre diseño y representación son reemplazadas por complejidades generadas digitalmente. Estos procesos generativos paramétricos traen nuevos campos para la exploración conceptual, formal y tectónica, ya que permiten plantear una morfología arquitectónica centrada en las propiedades emergentes y configurables de la forma mediante geometrías de construcción complejas.

Se diseña un conjunto de principios codificados según una secuencia de ecuaciones paramétricas,

posibilitando que las instancias específicas del diseño se puedan generar y variar en el tiempo según sea necesario mediante la exploración de variantes infinitas.

## TRANSFORMACIÓN MORFOLÓGICA-MATEMÁTICA Y ANALÓGICA-DIGITAL

La incorporación de elementos informáticos en los procesos proyectuales permite comprender cuáles son los parámetros que crean los espacios, cuáles las generatrices, algoritmos y funciones que determinan y viabilizan las modificaciones de la arquitectura para poder corresponderse con los usos y necesidades de las sociedades actuales.

Empleando conceptos matemáticos junto a la incorporación de softwares matemáticos y de funciones geométricas, la metodología de representación

y modelización 3D, tiene como objetivo, la búsqueda de una interfaz entre la matemática y el diseño, interactuando y desarrollando nuevas morfologías y espacialidades arquitectónicas.

Con la implementación de la informática como una herramienta didáctica se le da acceso al estudiante a explorar una amplia variedad de resultados en un muy corto lapso, mientras se contribuye en la construcción de su propio aprendizaje.

Se desarrolla una marcada búsqueda en resignificar concepciones matemáticas contextualizándolas en el hecho arquitectónico y las variables del hecho proyectual, junto a metodologías didácticas que le permitan al estudiante, la construcción y apropiación de su propio conocimiento. Para lo cual, se destacan la toma de decisiones y la planificación mientras se los introduce al pensamiento complejo desestimando la linealidad conceptual.

Las formas proyectadas se realizan digitalmente a partir de un método de generación computacional que se elige. A través de la proposición de una lógica generativa que permite amplias posibilidades de elección y desarrollo.

Los recursos informáticos utilizados son GeoGebra, Rhinoceros y Grasshopper. Con éstos, cada estudiante hace uso de la observación, indagación y búsqueda personal, cumpliendo una labor específica dentro del proceso de generación del proyecto.

Paralelamente, utilizan como complementos, otros softwares tales como AutoCAD, Revit, SketchUp, Illustrator, Photoshop, CorelDraw, etc. Aquellos con los cuales complementan la información obtenida de la investigación y que les sirva para la organización y edición de los datos conseguidos.

El trabajo se realiza en equipos de a dos estudiantes. En una etapa inicial se lleva a cabo la contextualización del hecho arquitectónico dentro de su paradigma socio cultural y científico mientras se inquiere sobre la obra de arquitectura designada como objeto de estudio en cuestión, con sus lógicas proyectuales, constructivas y estructurales.

Se analiza la documentación de la obra a fin de reconocer las funciones matemáticas generadoras de la forma. Secciones horizontales y verticales son las que se estudian en profundidad en dos dimensiones para luego pasar a las tres dimensiones mediante la administración y manipulación de los datos adquiridos.

Una vez definida la escala en la que se va a trabajar la documentación con GeoGebra, posicionan la misma con referencia a los ejes de replanteo (ejes coordenados cartesianos), y de ser necesario, utilizan ejes coordenados auxiliares (referenciados a los ejes coordenados de origen de la obra).

En el estudio geométrico identifican curvas en 2D y superficies en 3D, de manera gráfica y analítica. Desarrollan las justificaciones que correspondan en cada caso y verifican que los puntos estudiados pertenezcan a las funciones halladas.

Mediante las trazas generadas en los planos y relacionando las funciones matemáticas con las morfologías, determinan las curvas en el espacio y seleccionan aquellas generadoras de superficies. Definen paramétricamente los intervalos de estas, estableciendo los entornos de existencia según el plano en que se encuentren trabajando o espacialmente de acuerdo con las zonas de materialización en obra.

Al momento del rediseño geométrico-morfológico, el equipo debe explicar el proceso desarrollado, de manera gráfica y analítica (2D y 3D), justificándolo matemáticamente.

En esta instancia se abre una serie de caminos alternativos que cada equipo irá transitando mientras explora que herramientas son las más acordes a sus posibilidades y las más apropiadas para la obra en cuestión.

Teniendo en cuenta que los estudiantes son de primer año de la carrera y que recién se están incorporando al mundo de la arquitectura, se desarrollan diferentes estrategias para acercarlos al entendimiento de sus objetos de estudio y su posterior transformación.

Cada obra tiene ciertas disposiciones y cualidades particulares que a través de diferentes procesos de transformación podrán ser desarrolladas mediante un camino analógico, digital o mixto.

En algunos casos, los estudiantes se encaminan por iniciar el proceso desde una maqueta mientras al mismo tiempo operan sobre los materiales con los cuales van construyendo el objeto en sí mismo y familiarizándose con sus propiedades y viabilidades de construcción.

En cuanto a la habitabilidad se considera la disposición de mostrar expresamente la escala humana.

A este grupo de prototipos, podríamos llamarlos “maquetas de configuración”, realizadas como elementos de trabajo durante el proceso de materialización de la idea y en busca de la solución que se plasmará finalmente en el proyecto. En su ejecución se conlleva un tipo de proceso constructivo que en cierto modo emula al que se podría producir con el edificio al que pretende representar.

Esta línea de trabajo de taller a partir de bocetos tridimensionales fructifica hoy fácilmente con la nueva condición de objeto volumétrico complejo que presentan algunas arquitecturas actuales.

En otros casos, directamente arrancan por un modelo virtual tridimensional. Trabajando desde modelos realizados en Autocad, Revit, SketchUp o Rhinoceros hasta Grasshopper.

Con este sistema de concepción, existen mayores posibilidades de experimentalismo (si se partiera de una comparación en igualdad de conocimientos de ambos sistemas) vinculado a los nuevos procesos digitales del dibujo –y el pensamiento– que permitirían pensar objetos no concebibles con anterioridad, por el mero hecho de no ser dibujables.

En todos los casos, la investigación incluye ambas instancias de visualización. La de la obra concreta y la de la transformada.

Posteriormente a obtener las funciones, los programas les otorgan el dominio de manipular estas funciones por medio de la parametrización y así poder articular diferentes elementos intervinientes, modificando morfologías o incorporando otros universos inherentes a su constitución.

Cada uno de estos caminos tiene diferentes exigencias también para el profesor-tutor, y éstas se incrementan al momento de guiar a cada equipo.

Los estudiantes buscan en una demostración una explicación, se esfuerzan en leer la demostración como herramienta para convencerse y convencer a otros mostrando conceptos de geometría sintética, analítica y matemática, holísticamente en relación con las variables, tanto morfológica – proyectuales como tecnológica - constructivas.

La tarea del profesor-tutor consiste en mostrarle al estudiante la debilidad de los argumentos empíricos, por medio de contraejemplos o preguntas que lo conduzcan a pensar en la necesidad del uso de las reglas teóricas. En ningún momento se trata de aprobar o rechazar determinada forma de argumentación, sino de cuestionar su validez y su funcionalidad.

Se produce un razonamiento abstracto que involucra propiedades geométricas paralelamente al desarrollo de un razonamiento deductivo.

La metodología implementada es de tipo cualitativa, buscando el “conocer y actuar” en el entretrejo de técnicas de apropiación y aplicación. Esto se complementa con procesos desde la adquisición de conocimientos hasta los mecanismos para lograr independencia y desarrollo en el estudiante.

La construcción del conocimiento con esta metodología expande ampliamente el campo de conocimiento de todos los actores intervinientes ya que exige una amplitud de mirada que deriva en beneficio de los saberes.

En la manipulación de los datos obtenidos y en la interacción con ellos es que produce la asimilación de conceptos de manera autónoma y un aprendizaje más amplio y eficaz.

## ALGUNOS ESCENARIOS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

### Centro acuático de Londres.

A través del análisis de las curvas estudiadas en las trazas de la obra seleccionada, se reconocen las cónicas halladas y su parametrización. El estudio de las funciones por partes o tramos mediante el uso de la informática es aplicado a la interpretación de la concreción arquitectónica de los elementos matemáticos. (Fig. I)

Todo concepto matemático se contextualiza en sus relaciones con las demás variables del hecho arquitectónico. Las generadoras morfológicas son dependientes de un dominio de variabilidad, basadas en componentes determinantes del proyecto. (Fig. II)

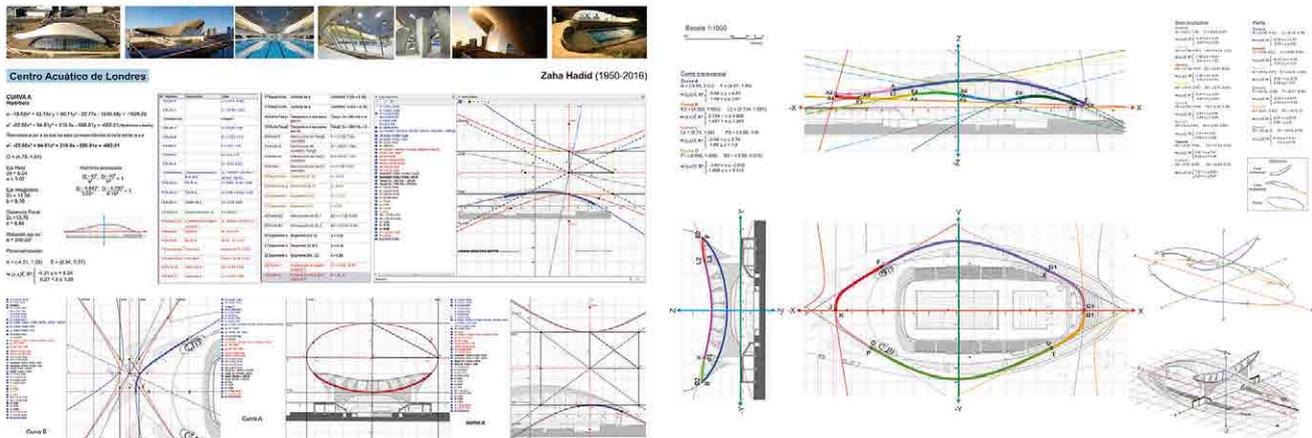


Fig. I

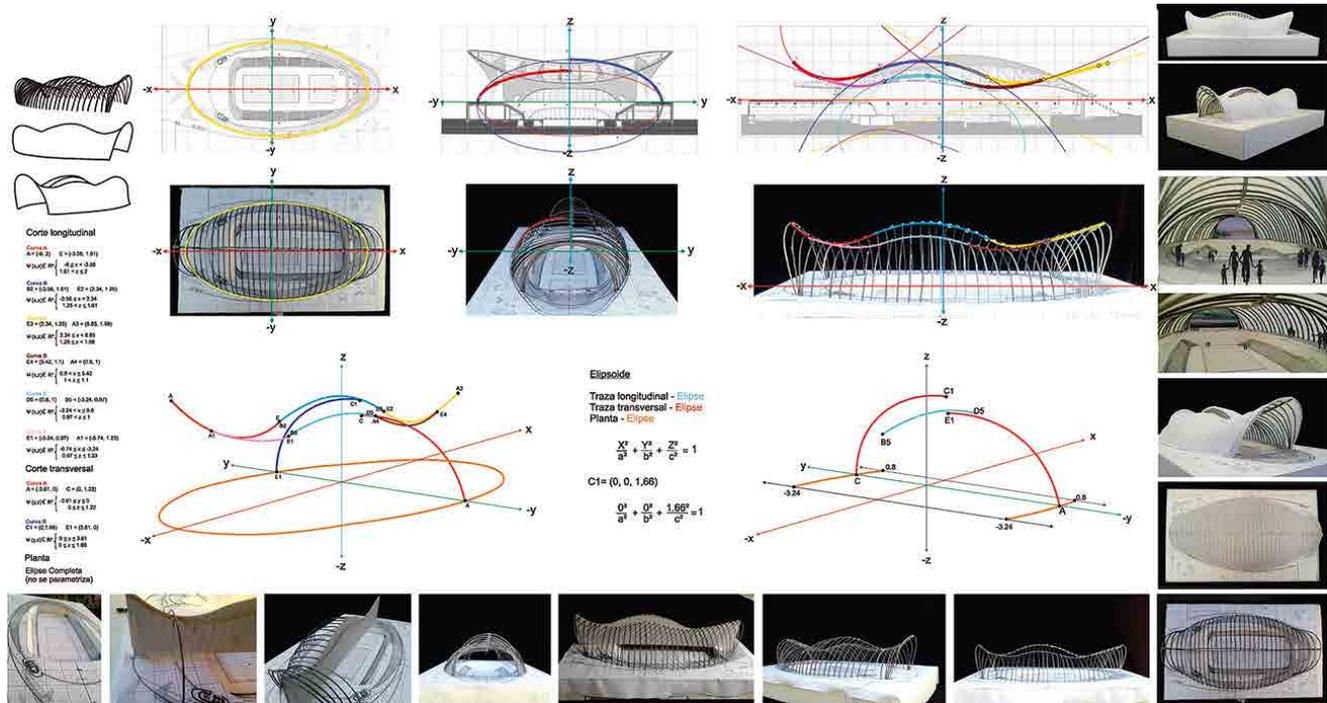


Fig. II

### Centro acuático de Londres (otro caso)

Variabilidad de ecuaciones matemáticas según los planos coordenados cartesianos y su estudio en el espacio, mediante la utilización de herramientas informáticas. (Fig. III)

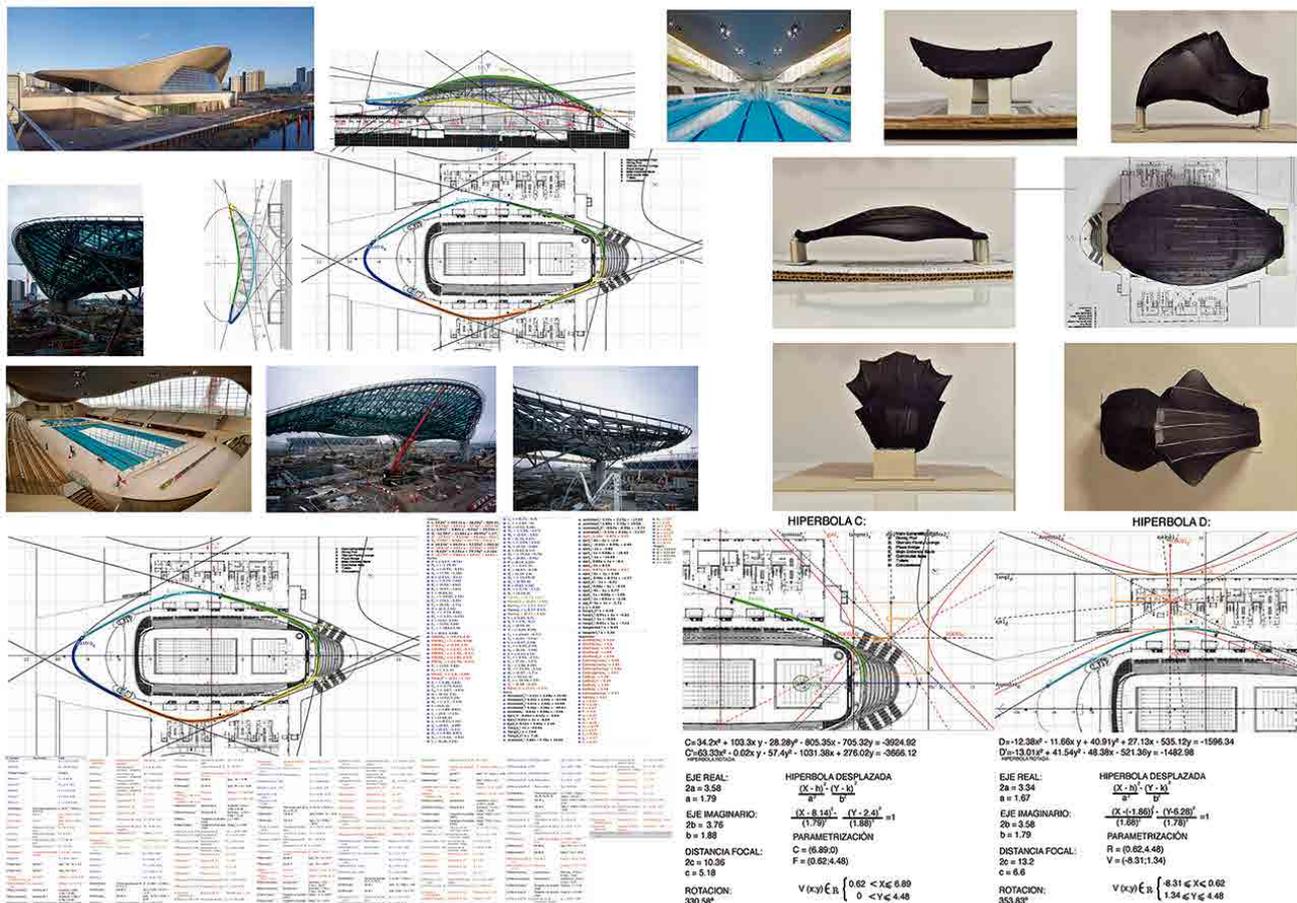
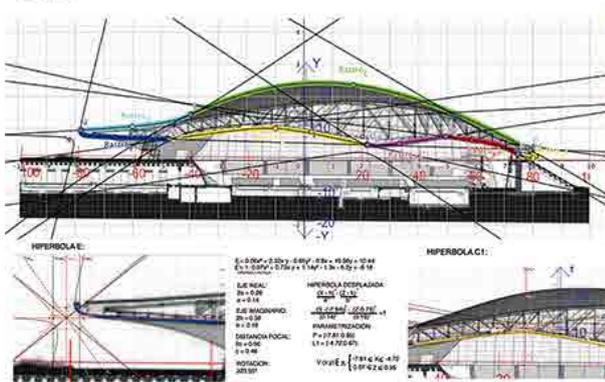


Fig. III

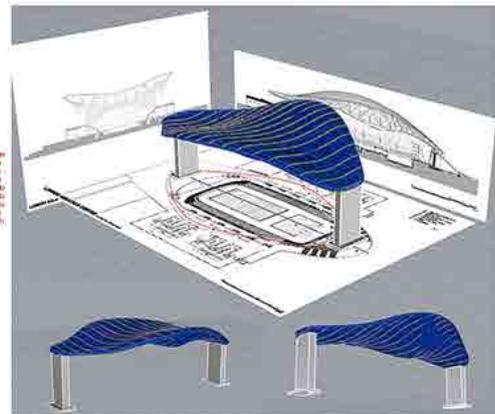
Reconocimiento y verificación de la materialización de dichas ecuaciones por tramos, en la obra de arquitectura estudiada a través del acercamiento al diseño paramétrico en dos y tres dimensiones. (Fig. IV)

CORTE 1

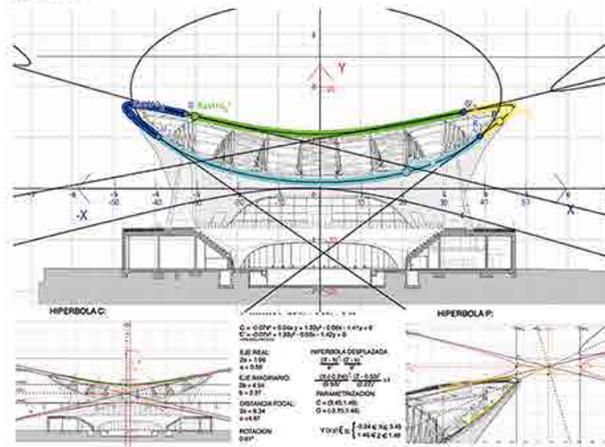


**Corte**

- $C: -0.244x^2 + 1.022xy + 0.648y^2 + 1$
- $C_1: 0.077x^2 - 0.270xy - 0.379y^2 + 1$
- $C_2: -0.889x^2 + 0.2xy + 2.88y^2 + 0.4$
- $C_3: -0.055x^2 + 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_4: 0.889x^2 - 0.2xy + 1.87y^2 + 0.4$
- $C_5: -0.055x^2 - 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_6: 0.889x^2 + 0.2xy - 1.87y^2 - 0.4$
- $C_7: -0.055x^2 + 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_8: 0.889x^2 - 0.2xy + 1.87y^2 + 0.4$
- $C_9: -0.055x^2 - 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_{10}: 0.889x^2 + 0.2xy - 1.87y^2 - 0.4$
- $C_{11}: -0.055x^2 + 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_{12}: 0.889x^2 - 0.2xy + 1.87y^2 + 0.4$
- $C_{13}: -0.055x^2 - 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_{14}: 0.889x^2 + 0.2xy - 1.87y^2 - 0.4$
- $C_{15}: -0.055x^2 + 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_{16}: 0.889x^2 - 0.2xy + 1.87y^2 + 0.4$
- $C_{17}: -0.055x^2 - 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_{18}: 0.889x^2 + 0.2xy - 1.87y^2 - 0.4$
- $C_{19}: -0.055x^2 + 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_{20}: 0.889x^2 - 0.2xy + 1.87y^2 + 0.4$
- $C_{21}: -0.055x^2 - 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_{22}: 0.889x^2 + 0.2xy - 1.87y^2 - 0.4$
- $C_{23}: -0.055x^2 + 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_{24}: 0.889x^2 - 0.2xy + 1.87y^2 + 0.4$
- $C_{25}: -0.055x^2 - 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_{26}: 0.889x^2 + 0.2xy - 1.87y^2 - 0.4$
- $C_{27}: -0.055x^2 + 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_{28}: 0.889x^2 - 0.2xy + 1.87y^2 + 0.4$
- $C_{29}: -0.055x^2 - 1.092xy + 0.426y^2 + 1$
- $C_{30}: 0.889x^2 + 0.2xy - 1.87y^2 - 0.4$



CORTE 2

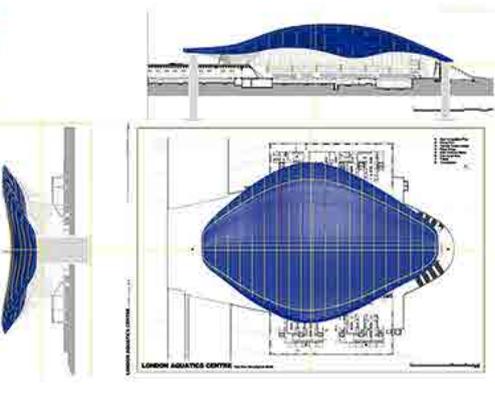


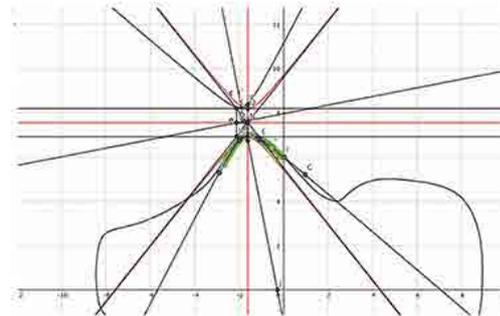
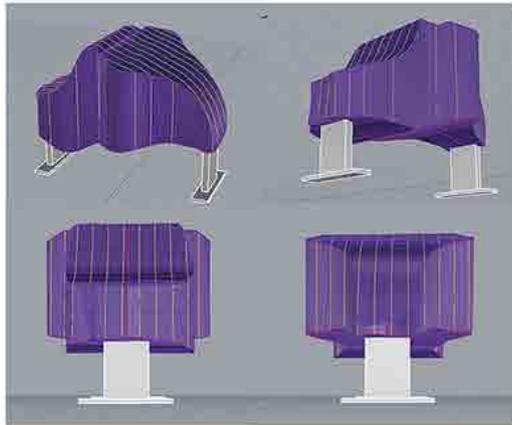
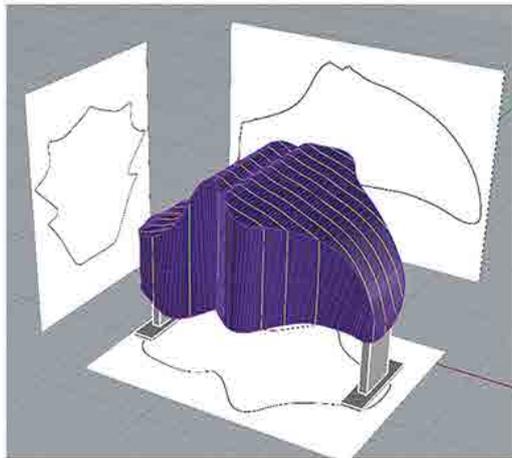
**Corte**

- $C: -0.072x^2 + 0.04xy + 1.33y^2 - 0.0$
- $C_1: -0.27x^2 + 1.33y^2 - 0.03x - 1.42$
- $C_2: -0.18x^2 + 1.84xy + 1.27y^2 + 0.4$
- $C_3: 0.09x^2 - 2.07y^2 + 0.53x + 8.77$
- $C_4: -1.06x^2 + 0.3xy + 22.9y^2 + 0.2$
- $C_5: -1.98x^2 - 0.02xy - 17.6y^2 - 0.3$
- $C_6: -0.32x^2 + 0.99xy + 1.32y^2 - 0.5$
- $C_7: 0.030x^2 - 1.5y^2 - 0.6x - 2.3y + 1$

**Punto**

- $A_1 = (-6.72, -6.73)$
- $A_2 = (-0.38, 0)$
- $A_3 = (5.15, 1.77)$
- $A_4 = (0.6, -0.74)$
- $A_5 = (-2.09, 2.21)$
- $A_6 = (4.68, 1.86)$
- $A_7 = (-4.05, 1.89)$
- $A_8 = (-7.09, 1.83)$
- $A_9 = (4.68, 1.67)$
- $A_{10} = (1.16, 1.31)$
- $A_{11} = (-4.62, 2.21)$
- $A_{12} = (4.63, 1.67)$
- $A_{13} = (-0.38, 1.07)$
- $A_{14} = (-4.62, 1.83)$
- $A_{15} = (-5.61, 1.86)$
- $A_{16} = (4.68, 1.86)$
- $A_{17} = (-0.24, 2.37)$
- $A_{18} = (-1.21, 1.9)$
- $A_{19} = (-0.24, 1.48)$
- $A_{20} = (4.05, 1.89)$





$$C: -5.56x^2 - 3.6x + 3.32y^2 + 7.63x - 57y = -222.59$$

$$C': -5.91x^2 + 3.67y^2 - 19.19x - 55.52y = -192.98$$

HIPERBOLA ROTADA:

EJE REAL:

$$2a = 1.00$$

$$a = 0.5$$

EJE IMAGINARIO:

$$2b = 1.28$$

$$b = 0.64$$

DISTANCIA FOCAL:

$$2c = 3.36$$

$$c = 1.68$$

ROTACION:

$$348.96^\circ$$

HIPERBOLA DESPLAZADA

$$\frac{(X-b)^2}{a^2} - \frac{(Y-k)^2}{b^2} = 1$$

$$\frac{(X-(-1.62))}{(0.5)^2} - \frac{(Y-7.57)}{(0.64)^2} = 1$$

PARAMETRIZACIÓN

$$C = (-2.91; 5.3)$$

$$F = (5.2; 2.02)$$

$$V(x) \in \mathbb{R} \begin{cases} -2.91 < x < 0.00 \\ 5.3 < y < 6.00 \end{cases}$$

$$C: 1478.61x^2 + 8584.20xy + 64.09y^2 - 69482.03x - 91516.25y = -500988.37$$

$$C': 5121.49x^2 + 0.22xy - 3578.6y^2 - 108281.29x + 31644.14y = -431875.12$$

HIPERBOLA ROTADA:

EJE REAL:

$$2a = 6.78$$

$$a = 3.39$$

EJE IMAGINARIO:

$$2b = 8.90$$

$$b = 4.48$$

DISTANCIA FOCAL:

$$2c = 23.0$$

$$c = 11.5$$

ROTACION:

$$8.72^\circ$$

HIPERBOLA DESPLAZADA

$$\frac{(X-h)^2}{a^2} - \frac{(Y-k)^2}{b^2} = 1$$

$$\frac{(X-10.57)}{(3.39)^2} - \frac{(Y-4.47)}{(4.48)^2} = 1$$

PARAMETRIZACIÓN

$$C = (9.56; 2.95)$$

$$F = (0.27; 5.57)$$

$$V(x) \in \mathbb{R} \begin{cases} 0.27 < x < 9.56 \\ -2.95 < y < 5.57 \end{cases}$$

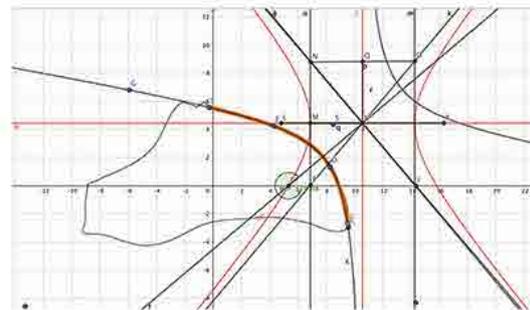


Fig. IV

## Ordos Art & City Museum

Mediante el análisis de cónicas presentes en las curvas de los cortes de la obra asignada, iniciaron la recreación y reinterpretación de los datos obtenidos.

Como primer objetivo querían lograr una similitud a la estructura existente. Para ello, tomaron las curvas de los cortes como líneas directrices y generaron nuevas curvas que se corresponderían con la geometría principal. Luego realizaron una serie de planos paralelos con cónicas similares a las estudiadas, correspondientes a una de las trazas longitudinales y repitieron el procedimiento para con otra traza transversal. De esta manera completaron la planta del museo con costillas geométricas, similares a la de su construcción primaria.

Otro de sus objetivos planteados fue continuar los “planos costilla” sin perder la armonía de las curvas de la obra y dándole terminación a la parte inferior del espacio que estaban generando.

Para ello, los planos curvos se unirían en puntos particularizados según las lógicas previamente utilizadas.

Lo que buscaban era un objeto de estudio variable a partir de una idea base, a través de directrices y generatrices. (Fig. V)

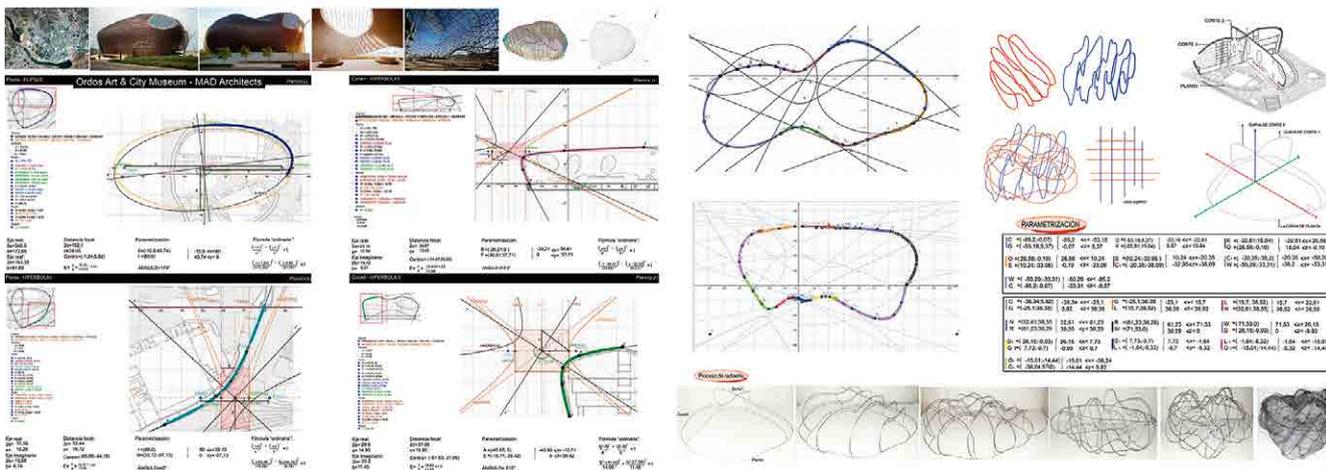


Fig. V

## Terminal de Yokohama

En primer lugar, se obedeció la disposición de las curvas analizadas que conforman la terminal.

Esta obra consta de una curva longitudinal central y una serie de curvas transversales dispuestas alternadamente hacia arriba y hacia abajo que en conjunto forman un sistema de “costillas”.

Se respetó la lógica en cuanto a la conservación del predominio de su longitudinalidad. Se incrementó la altura que alcanzan dichas curvas, se le agregó una tercera curvatura longitudinal central (originalmente la terminal cuenta con dos) y finalmente se dispuso un nuevo orden para aquellas que se encontraban en sentido transversal. (Fig. VI)

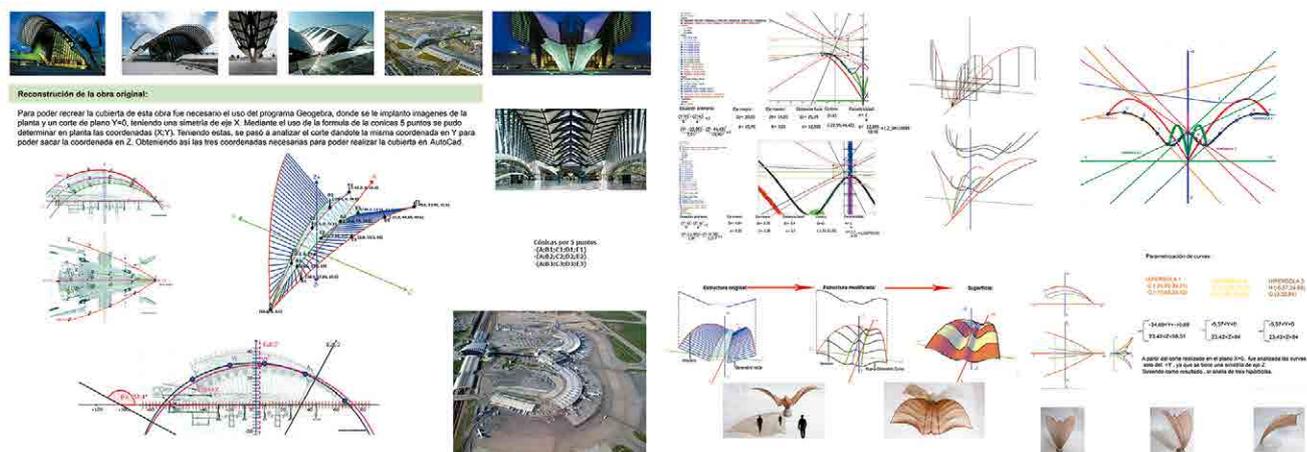


Fig. VI

## Estación de Lyon Saint-Exupéry

En la obra original se reconocieron una serie de Directrices curvas (elipses) en la traza vertical (x;z), que comienzan en un mismo punto y dan forma a la cubierta. Acompañadas de una trama que hace de unión a través de las Generatrices rectas en la traza horizontal (x;y).

De manera metafórica, se relacionó a la forma general con un corazón en el punto de inicio/unión de las directrices. Y a su vez, a cada una de estas directrices con “venas”, que se expanden hacia afuera dándole circulación, y a las generatrices como cada rama de las “arterias”.

A partir de la recopilación de estos datos, se procedió a rediseñar una nueva superficie en donde las generatrices rectas fueron deformadas hasta conseguir Hipérbolas. (Fig. VII)

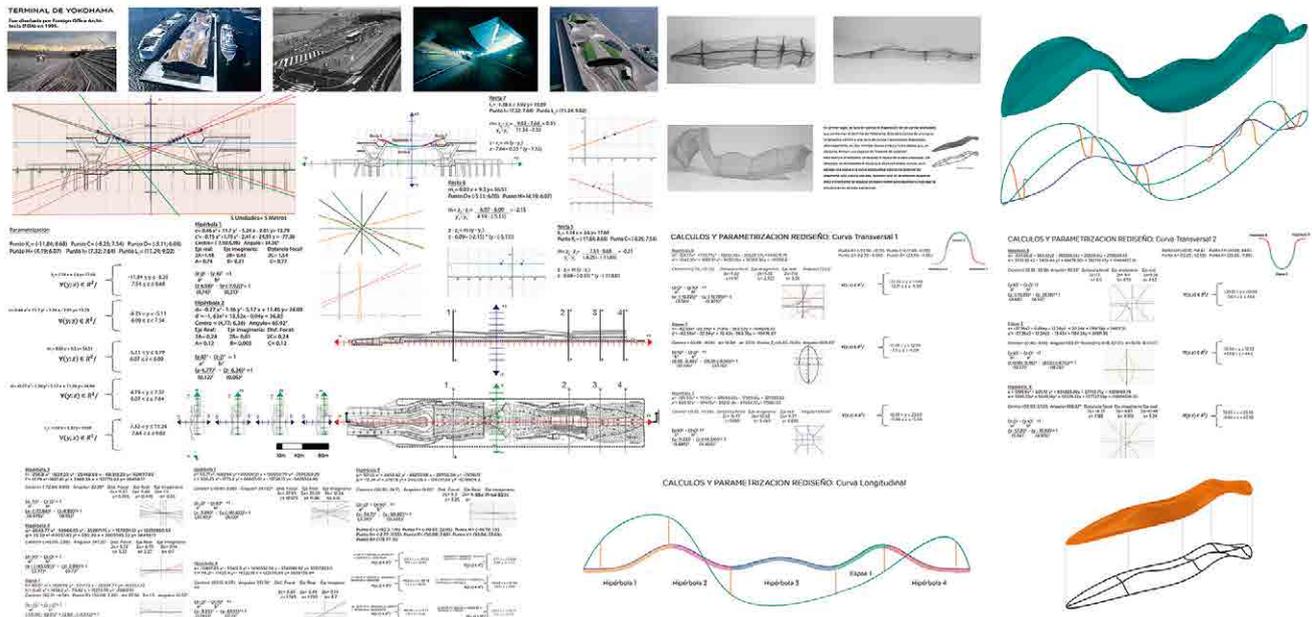


Fig. VII

### Templo de Bahá'í.

Estudio de una obra de arquitectura reconociendo las secciones cónicas y parametrizaciones que aparecen en sus trazas. Verificaciones con la ayuda del software matemático GeoGebra e identificación de los tramos construidos en la obra en cuestión, para luego, realizar una propuesta de rediseño geométrico morfológico que materialice superficies mediante la utilización de una herramienta informática (Rhinceros y Grasshopper). (Figs. VIII, IX y X)

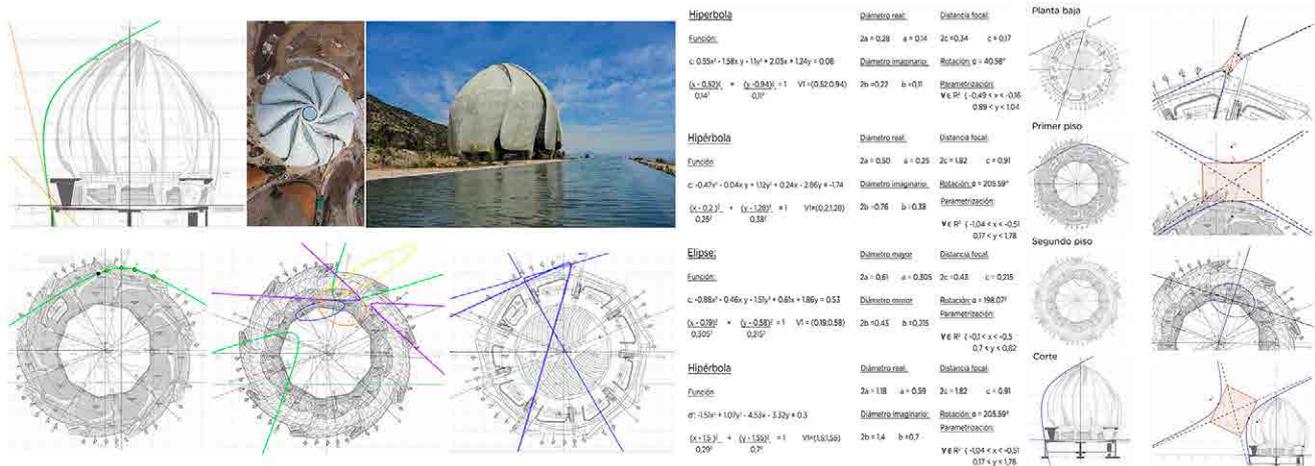


Fig. VIII

A partir del análisis de la obra, pudieron concluir que la forma de los “pétalos” que envuelven el templo, está dada por “caños guía”, los cuales hacen de sostén de dicha envolvente. Para el rediseño se decidieron cambiar el punto de origen, para lo cual ampliaron el radio de la planta en 5 metros y la rotaron 20°, logrando así una contra curvatura en dicho elemento estructural. (Imagen 9)

La investigación, desarrollo y verificación de las geometrías de la obra de arquitectura elegida, permite la obtención de resultados complejos de manera rápida y recalcularlos al instante. La base es la generación de geometría a partir de parámetros iniciales y programaciones entre ellos.

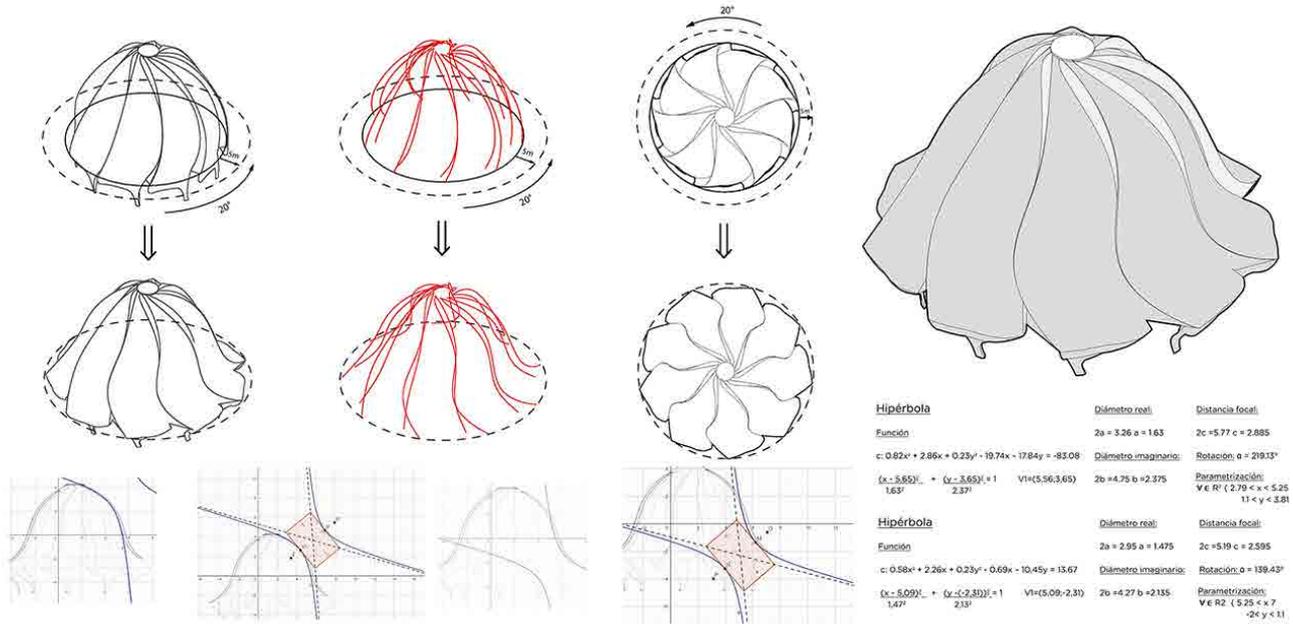


Fig. IX

La utilización de elementos informáticos, en la constitución proyectual de cualquier obra, es importante para poder comprender cuáles son los parámetros que constituyen los espacios, cuáles son las generatrices, algoritmos y funciones que determinan y posibilitan la arquitectura contemporánea.

Esto posibilita tener un cuerpo de estudio flexible, que tiene inherentemente la capacidad de modificar cualquier faceta. (Fig. X)

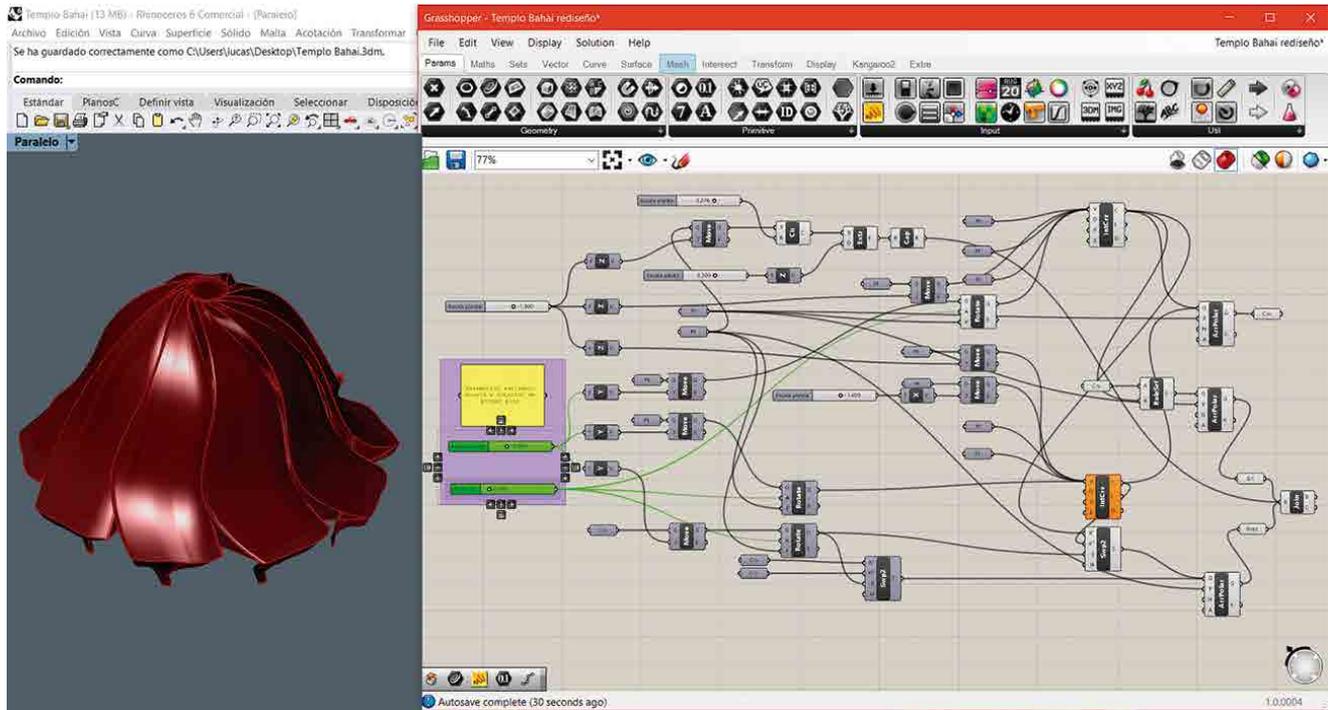


Fig. X

Los conceptos matemáticos manipulados con herramientas informáticas son protagonistas de la arquitectura diagramática. La geometría permite el diseño y la concreción del espacio en sus aspectos morfológicos, constructivos y estructurales.

# 05

## Curvas y transformaciones

**Marcela Carolina Franco**

Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina

### INTRODUCCIÓN

En esta oportunidad propongo reflexionar acerca de la morfología y matemática, considerando que es un campo interesante para contribuir a desdibujar límites precisos y rigurosos entre ambas disciplinas. Por tal motivo presentaremos el desarrollo morfológico de cuatro curvas planas, que hasta el momento presentan un desarrollo predominantemente analítico en el campo de la matemática y no muy difundidas en el campo del Diseño, con la intención de introducirlas a dicho campo.

Para esto inscribimos dichas Curvas planas en dos Modelos de espacialidades denominados Espacio Unitario Recíproco Radial (EUR R) y el Espacio Unitario Recíproco Axial (EUR Axial). Dichos Modelos los utilizamos para teorizar acerca de la Morfología aplicada al Diseño.

Conviene aclarar que el sistema EUR R y A, es la regulación de un espacio y no un sistema de representación del espacio cartesiano.

El sistema EUR R y A contienen en su génesis, espacialidades homogénea y no-homogénea; de modo tal que según donde se inscriba una Forma en dichas espacialidades, éstas adoptan sistemáticamente, disímiles configuraciones, según sea el lugar donde la inscriba.

De la multiplicidad de curvas matemáticas que existen, en ésta oportunidad elegimos las siguientes Curvas: Deltoide, Astroide, Bicornia, Nudo Pajarita.

Aclaremos que no es objetivo del presente desarrollo explicitar la definición geométrica del sistema EUR.

**Marcela Carolina Franco**

[marcelafranco@gmail.com](mailto:marcelafranco@gmail.com)

[forma.franco@gmail.com](mailto:forma.franco@gmail.com)

Docente e Investigadora del Centro de Matemática y Diseño perteneciente al Instituto de la Espacialidad Humana de la Universidad de Buenos Aires. Directora de Investigación en la mencionada Universidad y en el Centro de Altos Estudios de Arquitectura y Urbanismo. Arq. Esp. y Magister de la UBA en Morfología y Doctoranda en Arq. UBA.

Centro de Matemática y Diseño; FADU UBA. Centro de Altos Estudios de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Abierta Interamericana. 1428 CABA, Argentina Universidad de Buenos Aires.

## ESPACIALIDADES DEL EUR RADIAL Y AXIAL

El Espacio Unitario Recíproco Radial y Axial es una propuesta que consiste en el desarrollo de una espacialidad alternativa y diferenciada que refuta conceptual y metafóricamente la uniforme y homogénea espacialidad cartesiana que heredamos de Descartes como legado de la primera modernidad. El sistema propone generación sistemática de Formas a partir de otras lógicas constitutivas espaciales. En donde se entrelazaran conceptos morfológicos, poéticos con una geometría rigurosa. El Espacio Unitario Recíproco R y A, son la regulación de un espacio y no un sistema de representación del espacio cartesiano.

Es objetivo explícito del sistema, la posibilidad de representar entidades del campo del diseño y visualizar un sector con gran nivel de precisión del mismo, es decir sin necesidad de recortar, manteniendo a la entidad contextualizada.

La generación de Formas y sus respectivas transformaciones y seriaciones inéditas constituyen, los productos y los objetivos principales de ésta investigación.

Otra posibilidad interesante que ofrece el EUR R es la experimentación, visualización y representación de formas en el infinito. Conviene aclarar que consideramos la definición de Forma de Giordano / Doberti, “es el estudio del modo en que las culturas producen la apropiación de la espacialidad tanto material como conceptualmente”.

Las espacialidades del EUR responden a una concepción sistemática, definido por funciones homeomórficas es decir, funciones biyectivas y bicontínuas. En ambos casos contienen un espacio central, unitario y homogéneo, es decir es el espacio cartesiano al que estamos habituados y por fuera de éste y envolviéndolo, el espacio no homogéneo.

El EUR R es un disco abierto de centro (0) y radio (2); presenta la espacialidad central y homogénea y por fuera de ésta la espacialidad no homogénea.

El EUR A es un cuadrado abierto de lado (2) que consta de un cuadrado central de lado unitario cuya espacialidad es homogénea y cartesiana; y por fuera de ésta la espacialidad es no homogénea formulada por distintas densidades a saber: los rectángulos de lado adyacente al cuadrado unitario son simplemente recíproco y los cuadrados tangentes por el vértice al espacio central son doblemente recíproco.

Debido a la complejidad, describimos aquí sólo algunas características generales de ambas espacialidades, consideramos que es muy importante visualizar los ejemplos con las formas inscriptas, para observar y sacar conclusiones de la lógica espacial presente en cada caso.

### FAMILIAS DE CURVAS MATEMÁTICAS

De la multiplicidad de curvas matemáticas que existen, en ésta oportunidad elegimos las siguientes Familias de Curvas a saber: Deltoide, Astroide, Bicornia, Nudo Pajarita.

Son cuatro curvas simples, bidimensionales y cerradas, que inscriptas en las espacialidades alternativas del EUR R y A adoptan disímiles configuraciones.

### CURVA ASTROIDE

La Familia de curvas inscriptas en el EUR R Y A Fig. 1 y 2 respectivamente, se transforman de curvatura positiva a curvatura negativa. A medida que las curvas se aproximan al infinito pierden los 4 puntos de inflexión y también pierden los puntos singulares y las curvas se convierten en diferenciables (suave).

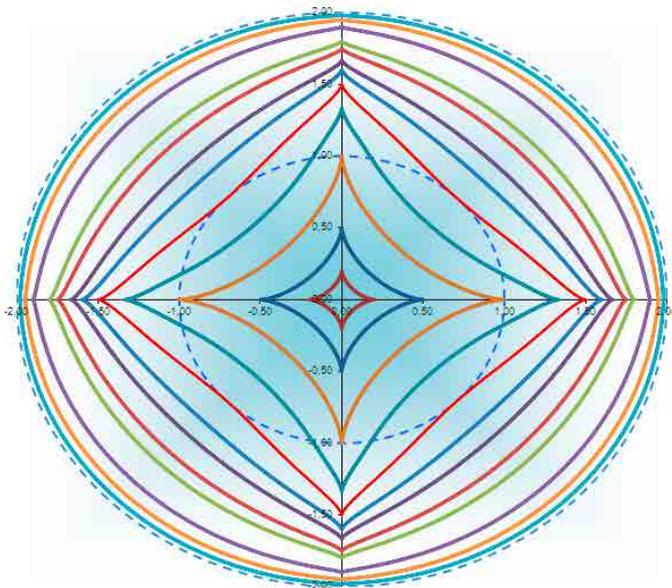


Fig. 1. Familia de Curvas Astroide inscriptas en el EUR R

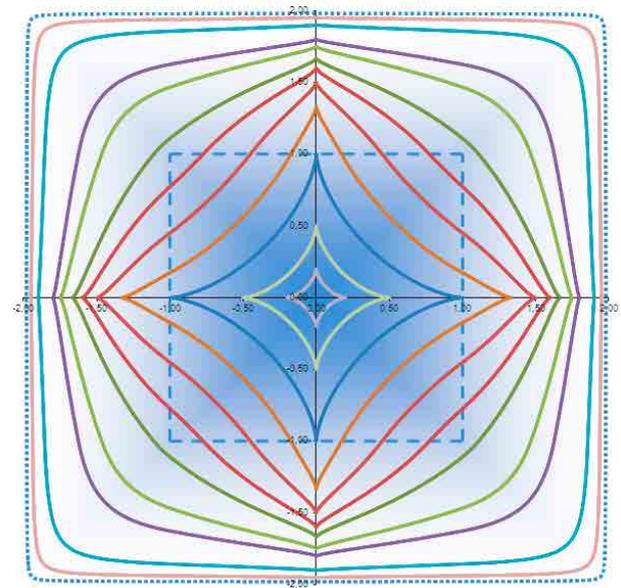


Fig. 2. Familia de Curvas Astroide inscripta en el EUR A

### CURVA BICORNIA

Curva conocida también como el sombrero de Napoleón, inscriptas en el EUR R (Fig. 3) se convierten en lúnulas y en el EUR A (Fig. 4) las curvas se convierten en segmentos rectos. En ambas espacialidades conservan los vértices o puntos puntos singulares.

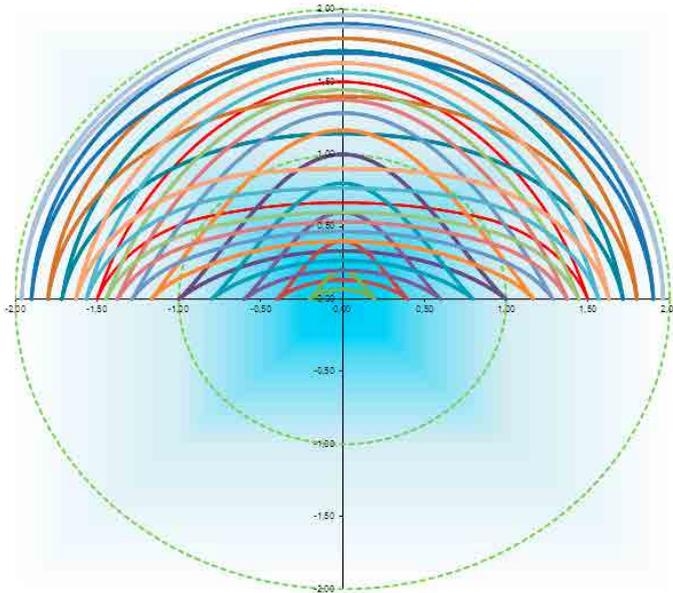


Fig. 3 Familia de Curvas Bicornia inscriptas en el EUR R

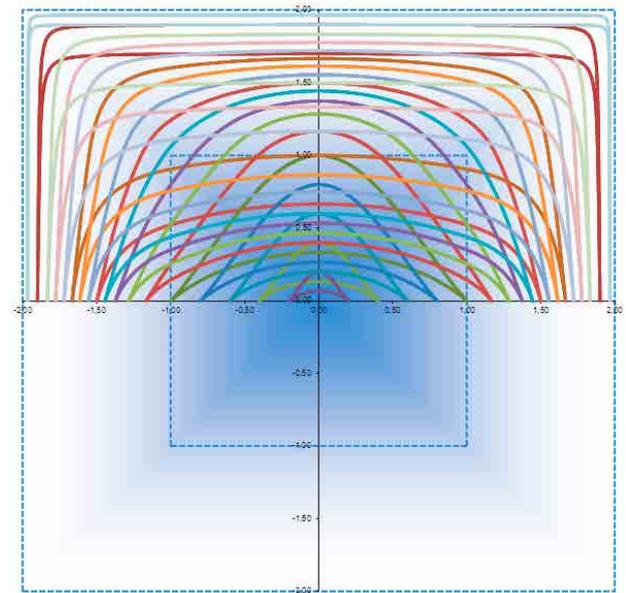


Fig. 4 Familia de Curvas Bicornia inscriptas en el EUR A

### CURVA DELTOIDE

Las curvas inscriptas en el EUR R (Fig. 5) al aproximarse al infinito pierden los puntos de inflexión, las curvas se transfiguran en diferenciables, es decir gráficamente se transforma en una curva suave. Al igual que la precedente se transfigura de curvatura positiva a negativa. En el caso del EUR A las curvas al aproximarse al infinito (Fig. 6) conservan sólo dos puntos singulares, en ésta lógica espacial las curvas son diferenciables.

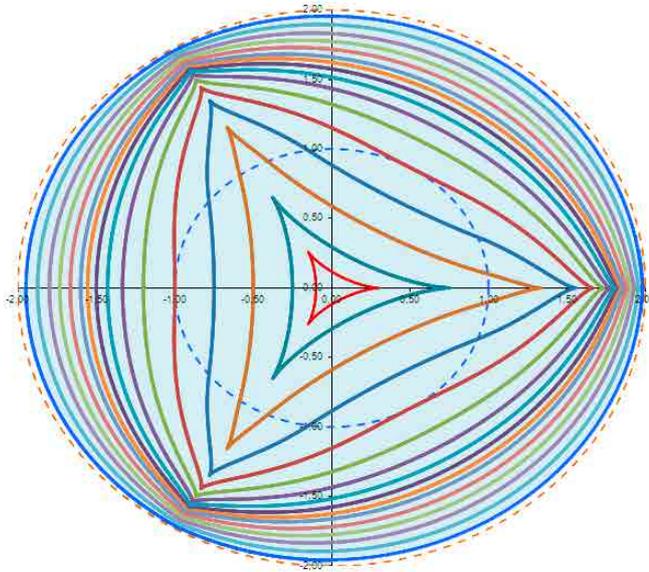


Fig. 5. Familia de Curvas Deltoide, inscriptas en el EUR R

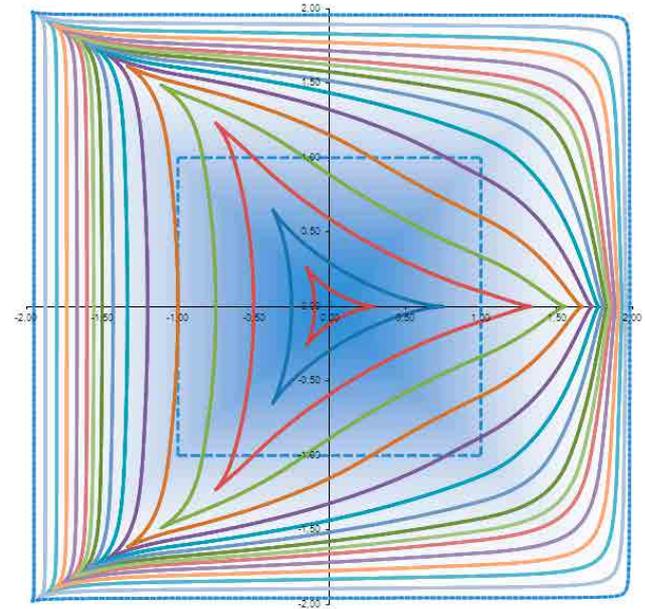


Fig. 6. Familia de Curvas Deltoide inscriptas en el EUR A

### CURVA NUDO PAJARITA

Familia de curvas Nudo Pajarita presenta situaciones antagónicas en ambas espacialidades de los EUR.

Esta Familia de curvas en el espacio homogéneo es una curva suave, es decir matemáticamente diferenciable. Inscriptas en el EUR R (Fig. 7) conservan dicha propiedad.

En cambio inscriptas en el EUR A (Fig. 8) se convierten en curvas no diferenciables al presentar 4 puntos singulares al aproximarse al infinito.

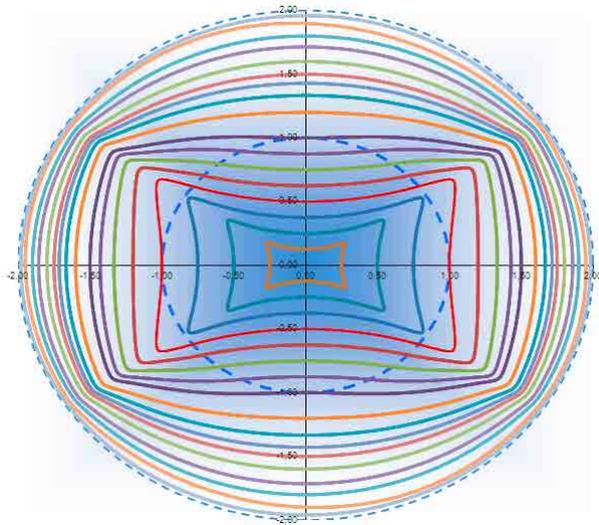


Fig. 7. Flia. de curvas Nudo Pajarita inscritas en el EUR R

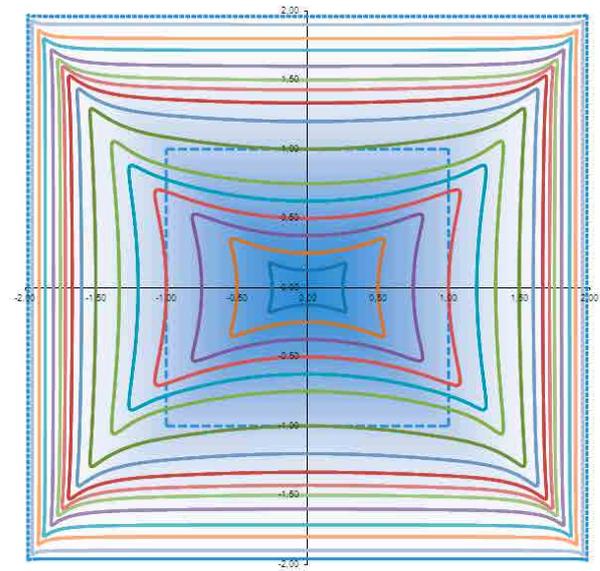


Fig. 8. Flia. de curvas Nudo Pajarita inscritas en el EUR A

## BIBLIOGRAFÍA

- Borges, Jorge Luis (2009). *Obras Completas: 1923-1949*. Buenos Aires. Ed. Emecé
- Doberti, Roberto. (2008) *Espacialidades*. Buenos Aires (Argentina). Ed. Infinito.
- Doberti, Roberto. (1997) *Relatos de la Forma y la Teoría*. (s.d.) Buenos Aires: CP 67
- Franco, Marcela, Carolina. (2010) Superficies Espaciales en el Espacio Unitario Recíproco Radial. Encuentro de Docentes de Matemática en Carreras de Arquitectura y Diseño de Universidades Nacionales del Mercosur. (V: Resistencia, Chaco) FAU-UNNE, Resistencia, Chaco. Em2. (col.)
- Franco, Marcela, Carolina. (2010) Forms in the Radial Reciprocal Unitary Space: International Conference on Geometry and Graphics. (14th: Kioto, Japan)
- Formas en el Espacio Unitario Recíproco Radial de Doberti. Cilindros Transfinitos. En: Congreso Nacional e Internacional de la Sociedad de Estudios Morfológicos de la Argentina SEMA, Mar del Plata, FAU.
- Hawking, Stephen. (2005) *El Universo en una Cáscara de Nuez*. Barcelona, España. Ed. Crítica. Tr. David Jou. Título original: The Universe in a Nutshell)

# 06

## Al compás de la mirada

**Mariana Talamonti Baldasarre**

Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina

### RESUMEN

Poseedor de un particular lenguaje artístico basado en la Matemática, Salvador Dalí (1904-1989) no solo ha hecho uso de ella como técnica sino que más bien la ha incorporado como forma de expresión artística.

En *El sacramento de la última cena* (1955) ha pincelado al óleo la armonía y el equilibrio que buscaba en Matila Ghyka, plasmando en cada fibra de este lienzo- de 167 cm por 268 cm- aquellos conocimientos que por el estudio de la geometría supo adquirir.

Como actividad interdisciplinar se propone analizar la obra bajo la mirada de la proporción áurea para lograr:

- Identificar al menos 4 construcciones geométricas que acusen su presencia.
- Fundamentar adecuadamente la relación entre dichas construcciones y el número de oro.
- Marcar trazados reguladores de la obra, en especial aquellos que permitan relacionar la simetría evidente con las secciones áureas.
- Relacionar la obra con el espacio arquitectónico que la acoge

**Mariana Talamonti Baldasarre**

[marianatalamonti@yahoo.com.ar](mailto:marianatalamonti@yahoo.com.ar)

Docente ACD en la Cátedra Matemática y Física de 1er año Fileni-Diaz-Toscano de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata.

### ANÁLISIS DE LA OBRA

**1-** El lienzo sobre el cual Dalí pintó al óleo *El sacramento de la última cena*, es un rectángulo cuyas dimensiones se hallan, con una diferencia imperceptible<sup>1</sup>, en proporción áurea, por lo cual podríamos decir que estamos en presencia de un **rectángulo áureo**.

A saber, sus lados menor y mayor son respectivamente:

m= 167 cm

M= 268 cm

Módulo del rectángulo:  $M/m = 268 \text{ cm} / 167 \text{ cm} \rightarrow M/m = \phi$

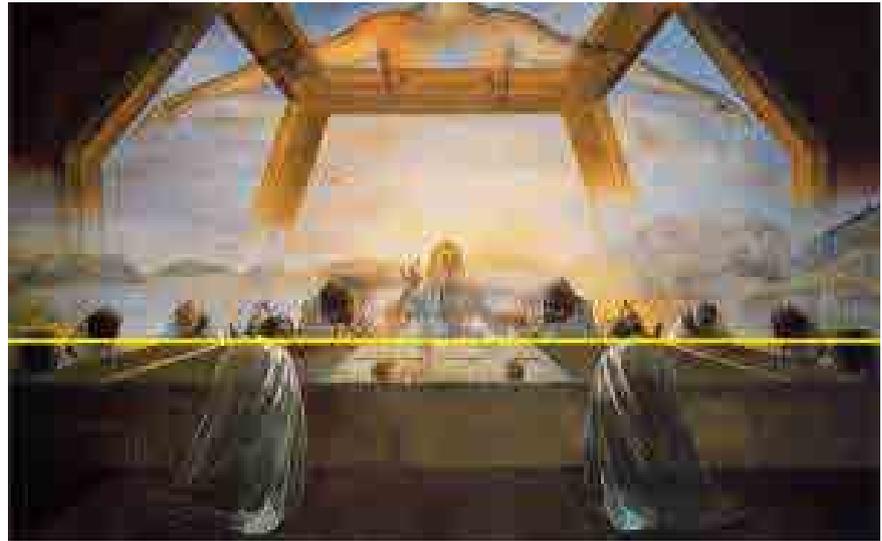


Fig.1 *El sacramento de la última cena*. Salvador Dalí, 1955 Galería Nacional de Arte -

<sup>1</sup> La diferencia es aproximadamente de 0,59 cm en el largo y 1 cm en el alto.

2- La línea de la mesa más cercana a la imagen de Cristo, divide en media y extrema razón al segmento altura del rectángulo; dejando a Cristo y a diez de sus discípulos- los que no están de espaldas- por sobre la sección áurea de la altura. Simplemente considerando las medidas a escala podríamos mostrarlo, o bien considerando las particiones del rectángulo áureo en otros de igual proporción en los que se observan las propiedades de las diagonales que lo particionan.

Asimismo puede fundamentarse teniendo en cuenta que un rectángulo áureo puede descomponerse en un cuadrado y en un rectángulo, también áureo como se explicará a continuación y así ir observando cómo se van concatenando las figuras áureas permaneciendo invariantes sus propiedades.



*Fig.2 División en media y extrema.*

3- Teniendo en cuenta que:

- un gnomon es cualquier figura que añadida (o restada) a una figura original produce una figura semejante a ella;
- y que el gnomon del rectángulo áureo es un cuadrado de lado igual a la dimensión mayor del mismo,

podemos por esta transferencia reiterada de la divina proporción, determinar los siguientes rectángulos áureos:

1-El gnomon AGJD dará origen al rectángulo áureo GHIJ.

A su vez el gnomon GHKL dará origen al rectángulo áureo LKIJ.

2-Simétricamente sucederá que el gnomon BHIC dará origen al rectángulo áureo ABCD, y a su vez, el gnomon ABEF generará el rectángulo áureo FECD.

Los mismos rectángulos podrían obtenerse con el procedimiento a detallar en el punto 4°.

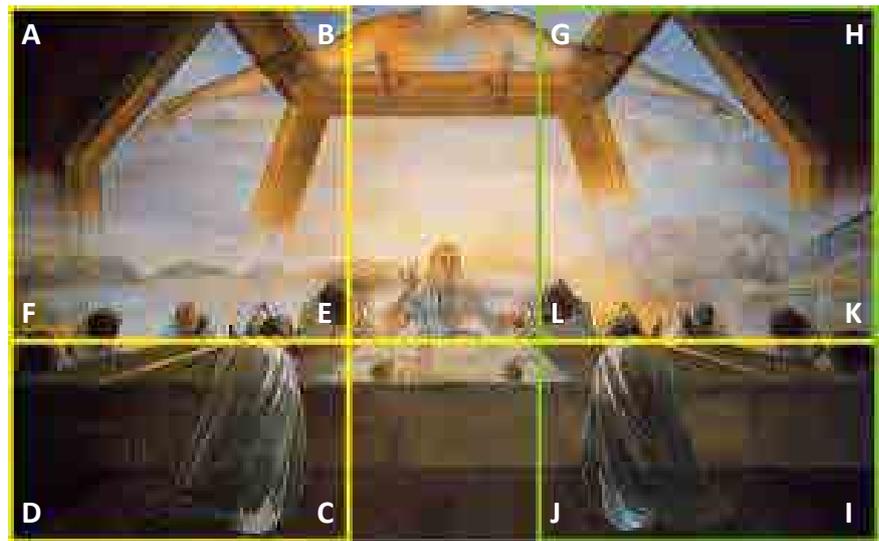


Fig.3 Rectángulos áureos por gnomones.

4- Las diagonales del rectángulo y los segmentos perpendiculares a ellas desde cualesquiera de sus vértices, generan una partición muy utilizada en la composición geométrica de una obra, sea ésta pictórica o arquitectónica.

Así, los rectángulos ABCD y GHIJ podrían haberse obtenido aplicando esta propiedad, la cual da origen al rectángulo MNLE, cuyos vértices M y N determinan con J y C el rectángulo áureo MNJC y, los vértices E y L junto a B y G determinan el BGLE, también áureo.

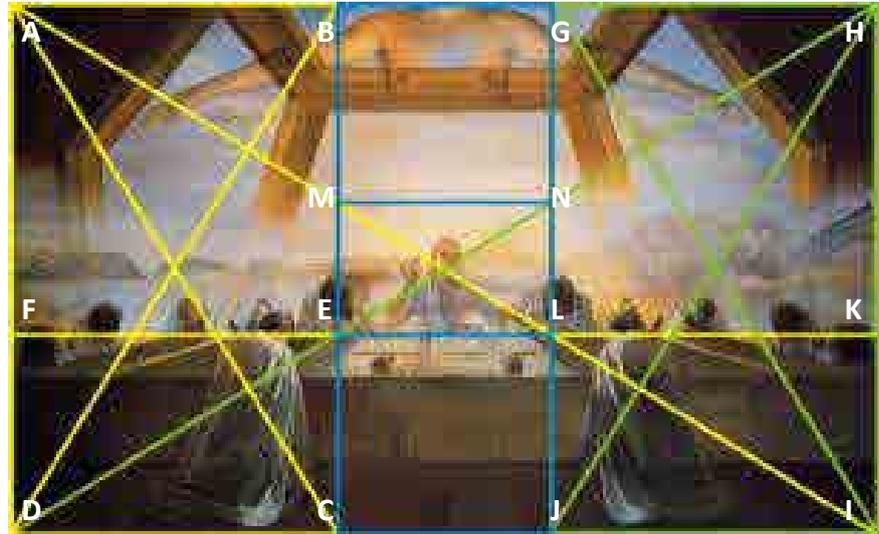


Fig.4 Rectángulos áureos por diagonales y perpendiculares.

5- La composición geométrica trazada hasta ahora puede sintetizarse en la siguiente imagen:

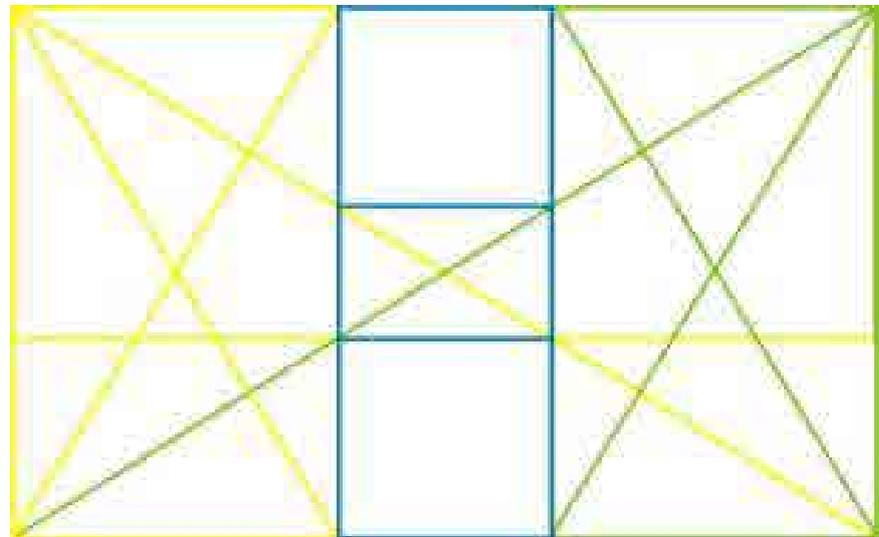


Fig.5 Primera síntesis geométrica.

6- Un segundo elemento geométrico que acusa presencia de la divina proporción es el **dodecaedro regular**, cuerpo platónico que posee el germen del número de oro en sus caras pentagonales, por ende, en su área y en su volumen; quinta esencia que sustenta en su ser a todas las demás, significado cosmológico por el que se cree que Salvador Dalí envuelve en él esta composición pictórica.



Fig.6 Dodecaedro.

7- Doce discípulos, doce pentágonos regulares: “la comunión debe ser simétrica”, rezaba su autor: En cada uno de estos doce **pentágonos regulares** florece espontánea la divina proporción, en ellos la razón entre diagonal y lado también es  $\phi$ .

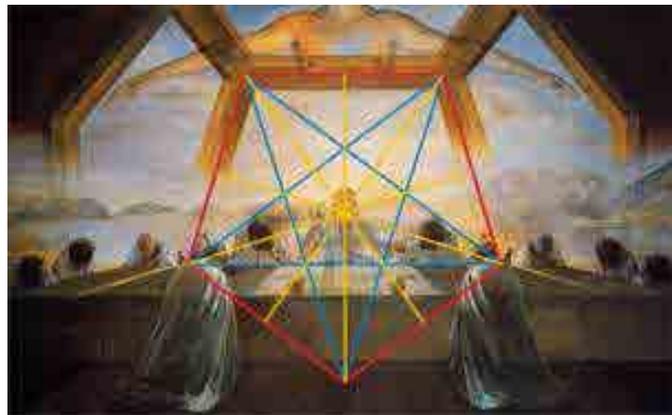


Fig.7 Pentágonos regulares y estrellados.

8- Pero no solo eso, en el pentágono estrellado inscrito en él, cada segmento está en proporción áurea con el 'siguiente' segmento más pequeño; así es como el pentágono regular y el **pentágono estrellado**, son tercero y cuarto partícipes geométricos en este descubrir de  $\phi$ . Y aquí se dejará el análisis pudiendo continuar esta pesquisa con los triángulos isósceles del pentágono o con la circunferencia que lo inscribe.

Nuevamente se observa como la unidad se logra en la diversidad, siendo en este caso  $\phi$  el generador de esta unidad, el elemento unificador de este todo que es la obra. La síntesis final de la composición se ve en las siguientes imágenes:



Fig.8 Segunda síntesis geométrica sobre la imagen.

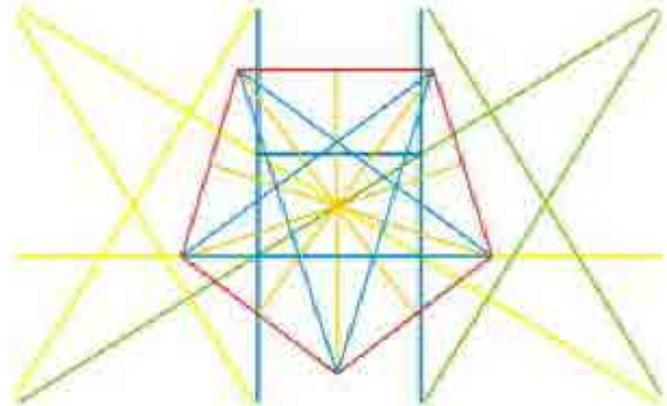


Fig.9 Segunda síntesis geométrica.

9- La Galería Nacional de Arte de Washington, ubicada en el National Mall, cuenta con una de las colecciones más importantes de pinturas, esculturas y artes decorativas que hay en el mundo.

Conformada por un edificio neoclásico diseñado por John Russell Pope, y por un espectacular edificio postmoderno diseñado por Ieoh Ming Pei, hacen de este museo un importante exponente artístico y cultural. Ambos edificios están unidos por un pasaje subterráneo.

El edificio original, conocido como West Building, que se inauguró el 17 de marzo de 1941 posee un pórtico con columnas, una bóveda que recuerda el Panteón de Agripa y unas alas simétricas a ambos lados de la cúpula.

Alberga una extensa colección de pinturas y esculturas de maestros europeos, que abarca obras desde la época medieval hasta el siglo XIX, con algunos trabajos de artistas norteamericanos.

El edificio del arquitecto Ieoh Ming Pei conocido como East Building, inaugurado en 1978, es de estilo postmoderno y parte de figuras geométricas precisas, se centra en arte moderno y arte contemporáneo. ¡Allí está la obra que se ha analizado!. En la parte occidental del edificio oeste, se encuentra el Jardín de esculturas que despliega alrededor de una fuente circular grandes volúmenes geométricos

### RELACIÓN CON LA OBRA.

Se destacan la simetría y el número de oro que están presentes de un modo evidente, tanto en la obra pictórica como en la arquitectónica.

Esos 'diamantes entrelazados' que sugiere la cubierta pentagonal, presenta a la proporción áurea de una manera sublime, tanto como Dalí en su obra.



## BIBLIOGRAFÍA

- Alsina, C. (2009) – *Geometría para turistas. Una guía para disfrutar de 125 maravillas mundiales y descubrir muchas más*. Barcelona, España: Editorial Ariel S.A.
- Corbalán, F. (2010) – *La proporción áurea. El lenguaje matemático de la belleza*. Buenos Aires, Argentina: EDITEC
- Federico, C.V., Díaz, N.A. y otros (1997) – *El arte de la geometría + la geometría del arte. GEOMETRIZarte*. La Plata, Argentina: Editorial universitaria de La Plata.
- García Martínez, J.A. (1977) – *Dimensiones de la creación estética*. Buenos Aires, Argentina: Hachette Ediciones
- Gardner, M. (1991) – *Nuevos Rompecabezas mentales*. Creativos y fascinantes pasatiempos intelectuales. México DF, México: Editorial Selector.
- Obarrio de Aguirre, A. (1991) - *Secretísima ciencia. Ponencia de los números sobre el origen metafísico de la divina proporción*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Carlos Lohlé.
- Palacios, A. R. (2004) – *Interdisciplinariamente. Una propuesta metodológica para aprender a ser*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones CONSUDEC.
- Rodríguez Vidal, R. y otros (1986) – *Cuentos y cuentas de los matemáticos*. Barcelona, España: Editorial Reverté.
- Vignale, P.J. (1937) - *Composición geométrica. Ensayo sobre su concepto*. Buenos Aires, Argentina: Academia Ediciones
- Arq.com.mx – (feb. 2012) Arquitectura: Museos del mundo: La Galería Nacional de Arte de Washington. Recuperado de <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/12697.html>

# 07

## Actitud hacia la Matemática de los estudiantes ingresantes de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la FADU-UNL

**María Graciela Imbach, Miriam Bessone y Stella Vaira**

Universidad Nacional del Litoral (UNL), Argentina

### RESUMEN

Considerando que la Matemática cumple un rol cada vez más importante dentro de la Arquitectura y teniendo en cuenta la preocupación que genera el mito, ampliamente difundido entre los estudiantes, sobre las dificultades que el aprendizaje de la Matemática lleva implícito y que genera en ellos intensos bloqueos ante las actividades que guardan relación con la misma, se propuso investigar sobre la actitud hacia esta Ciencia de los estudiantes ingresantes a la carrera de Arquitectura. En este trabajo se describirá la investigación y se presentarán sus resultados.

Distintos investigadores han puesto de manifiesto que los afectos (emociones, actitudes y creencias) de los estudiantes son factores claves en la comprensión de su comportamiento en matemática.

Las actitudes son adquiridas, se aprenden y pueden ser modificadas o cambiadas, por lo que es fundamental que al momento en el cual los estudiantes ingresantes a la carrera toman contacto con la Matemática se les pueda proporcionar información y experiencias que provoquen un cambio de actitud, desmitificando la dificultad de la Matemática; y que apoyen su utilidad en el quehacer arquitectónico.

El objetivo general de la investigación fue conocer la actitud hacia la Matemática de los estudiantes ingresantes y analizar los distintos factores constitutivos de la misma. Se utilizó una metodología cuantitativa, descriptiva y correlacional. Se diseñó un instrumento para medir la actitud hacia la Matemática (escala tipo Likert).

**María Graciela Imbach<sup>1</sup>**

*graciela.imbach@gmail.com.ar*

**Miriam Bessone<sup>1</sup>**

*mbessoneyarqcolaborativas@yahoo.com.ar*

**Stella Vaira<sup>2</sup>**

*stella.vaira@gmail.com*

<sup>1</sup>Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo / Universidad Nacional del Litoral

<sup>2</sup>Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas / Universidad Nacional del Litoral Ciudad Universitaria UNL (S30001XAI) Santa Fe, Argentina

Se encontró que globalmente hay un leve predominio de una actitud positiva (52,10%), frente a una actitud neutral (47,90%). En base a los datos se puede afirmar que los estudiantes reconocen en un alto porcentaje la utilidad de la Matemática para el desarrollo de su carrera y futura vida profesional (74,47%), que se sienten confiados (68,83%) y motivados (57,40%) ante el estudio de la Matemática, pero les provoca cierta ansiedad trabajar con problemas matemáticos.

## INTRODUCCIÓN

El Profesor Luis Balbuena, especialista en educación Matemática, en un artículo publicado el 23 de abril de 2017 en el diario La Opinión de Tenerife respecto a las Matemáticas para el siglo XXI expresaba: “En estos tiempos, creo que ya no es necesario dar argumentos a nadie para dejar clara la importancia de las matemáticas tanto en la formación de las personas como de su incidencia en el progreso científico y tecnológico”.

La Matemática cumple un rol que nadie discute dentro de las carreras universitarias con perfil profesional relacionado con el diseño en general, puntualmente con el arquitectónico.

Es un hecho que en la Educación Superior, en la Argentina en particular, se vienen realizando diferentes actividades para abordar la problemática de la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática, introduciendo modificaciones en el trabajo del aula para que los estudiantes logren desarrollar potencialidades aplicables en su quehacer como futuros profesionales.

Distintos investigadores han puesto de manifiesto que los afectos (emociones, actitudes y creencias) de los estudiantes son factores claves en la comprensión de su comportamiento en matemática. Marchesi y Hernández Gil (2003) señalan que los factores que mejor explican el fracaso académico son, por un lado, la falta de conocimientos y habilidades cognitivas y, por otro, la ausencia de motivación, interés y afectos positivos. Para Gómez-Chacón (2000) la abundancia de fracasos en el aprendizaje de las matemáticas, en diversas edades y niveles educativos, puede ser explicada, en gran parte, por la aparición de actitudes negativas debidas a factores personales y ambientales, cuya detección sería el primer paso para contrarrestar su influencia negativa con efectividad.

Para Auzmendi (1992), la actitud hacia la matemática resulta un elemento importante porque un estudiante con actitud positiva hacia la matemática mostrará conductas de aproximación hacia esta asignatura, con consecuencias

favorables en su rendimiento académico y, por el contrario, un estudiante con actitud negativa hacia la matemática probablemente mostrará conductas de rechazo hacia la asignatura con consecuencias adversas en su rendimiento académico.

Poder identificar los factores constitutivos de las actitudes presentes en los alumnos ingresantes, resulta de gran importancia ya que estos, adecuadamente medidos, tienen implicaciones directas sobre la planificación de actividades de enseñanza y aprendizaje. Las actitudes son adquiridas, se aprenden y pueden ser modificadas o cambiadas, por lo que es fundamental que al momento en el cual los alumnos ingresantes a la carrera toman contacto con la Matemática se les pueda proporcionar información y experiencias que provoquen un cambio de actitud, desmitificando la dificultad de la Matemática; y que apoyen su utilidad en el quehacer arquitectónico.

Se propuso, en la investigación responder los siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las actitudes de los alumnos ingresantes de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la FADU-UNL hacia la Matemática? y ¿Cómo intervienen los distintos factores constitutivos en las mismas?

## MARCO TEÓRICO

### Dominio afectivo en el aprendizaje de la Matemática

El Psicólogo estadounidense George Mandler (1924-2016) ha realizado grandes aportes a este tema a través de su teoría de la discrepancia en el proceso de las emociones.

Para Mandler la perspectiva de la emoción es una interacción compleja entre sistema cognitivo y sistema biológico, y destaca el papel indiferenciado de la activación fisiológica en la producción de la emoción (Gómez-Chacón, 2000).

La teoría de la discrepancia de Mandler explica la forma en que las creencias de los estudiantes y su integración con situaciones de resolución de problemas en matemática conducen a respuestas afectivas, pues, según él, cuando la instrucción en la clase es totalmente diferente de lo que el estudiante espera, ellos experimentan discrepancia entre sus expectativas y sus experiencias, y estas discrepancias son probablemente el resultado de fuertes respuestas emocionales. Según Gómez-Chacón (2000), si las reacciones emocionales resultan de discrepancias entre qué se espera y qué es actualmente experimentado, debería ser posible rastrear y localizar las reacciones afectivas desde las creencias y las expectativas que las originan.

El matemático estadounidense Douglas B. McLeod, precursor en el ambiente matemático de esta perspectiva, basó sus investigaciones en las ideas de la teoría de Mandler.

McLeod (1992) identifica tres conceptos utilizados en la investigación en afecto en educación matemática: creencias, actitudes y emociones. Entendiendo a las creencias como una amalgama diversa de conocimiento y sentimientos subjetivos sobre un cierto objeto o persona; son las ideas individuales, mantenidas en el tiempo, que se tienen sobre la materia, sobre uno mismo como estudiante, o sobre el contexto social en que se realiza el aprendizaje. Para dicho autor, mientras las emociones son respuestas inmediatas positivas o negativas producidas cuando se estudia Matemática, las actitudes son respuestas relativamente más estables, o sentimientos más intensos que se forman por repetición de respuestas emocionales y que se automatizan con el tiempo.

Gómez-Chacón (2000) sostiene que las cuestiones afectivas juegan un papel esencial en la enseñanza y aprendizaje de la matemática, y que algunas de ellas están fuertemente arraigadas en el sujeto y no son fácilmente desplazables por la instrucción. La autora agrega que entre el aprendizaje matemático y los factores del dominio afectivo existe una relación cíclica que Estrada Roca (2002) sintetiza en el siguiente esquema:

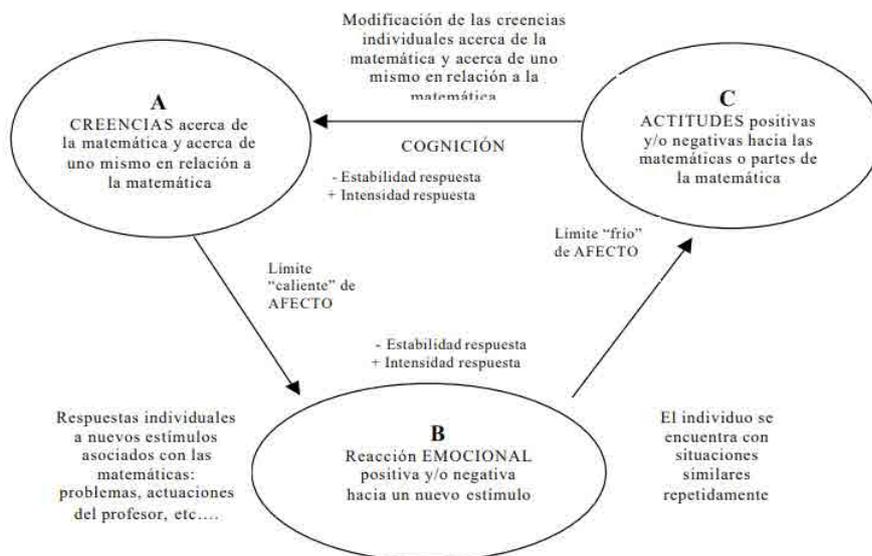


Figura 1.  
 Descriptores del dominio afectivo (tomado de Estrada Roca, 2002)

El diagrama interpreta los descriptores específicos del dominio afectivo en Matemática, donde se muestra que el estudiante, ante una situación de aprendizaje matemático reacciona positiva o negativamente, según sean sus creencias acerca de sí mismo y de la asignatura. Si la situación se reitera, produciéndose el mismo tipo de reacción afectiva (frustración, satisfacción, etc.) ésta puede convertirse en actitud. Estas actitudes y emociones así generadas influyen en las creencias y contribuyen a su formación.

De los descriptores mencionados interesó para la investigación la actitud, entendiéndola como el descriptor más específico de la dimensión afectiva, ya que ésta actúa como motivadora de las acciones de los sujetos. El desarrollo de una actitud positiva a través del fomento de sentimientos y emociones positivas facilitará un cambio de creencias y expectativas hacia la Matemática, favoreciendo el acercamiento a la misma. (Gómez Chacón, 2000)

### Actitud hacia la Matemática

La actitud hacia la Matemática se entiende como un constructo multidimensional que se concibe integrado por distintas componentes: cognitiva, afectiva y comportamental; y se la considera como una predisposición evaluativa, tanto positiva como negativa, que condiciona al estudiante a percibir y a reaccionar de un modo determinado ante la Matemática y las situaciones con las que se relaciona.

Se asume que las actitudes son adquiridas y que la forma en que se presentan es variada, pues provienen de experiencias positivas o negativas con el objeto de la actitud y/o modelos que pudieron surgir de compañeros de clase, docentes, materiales de estudio, etc. Se relacionan, además, con el comportamiento que se mantiene en torno a los objetos a que se hace referencia. Así, si la actitud de un individuo es favorable hacia un objeto determinado probablemente se comportará favorablemente hacia dicho objeto.

### METODOLOGÍA

Se utilizó una metodología cuantitativa, descriptiva y correlacional. Se buscó describir y relacionar las dimensiones de un fenómeno: la Actitud hacia la Matemática (AHM) de los estudiantes ingresantes a la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la FADU-UNL.

### Sujetos

Estudiantes del primer año de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la FADU-UNL de la cohorte 2015 (n = 94) que se encontraban cursando el Taller Introdutorio, primera asignatura de la carrera, y que accedieron voluntariamente a responder el cuestionario.

### Variables

Los elementos de estudio que se consideraron en la investigación son dos: - las componentes sociodemográficas y el estado previo que tienen los estudiantes ingresantes a la carrera, y - la actitud hacia la Matemática de éstos.

### Instrumento

Para la recolección de los datos se diseñó un cuestionario cerrado autoadministrado con dos secciones.

La primera sección con los datos que permitieran caracterizar a la población: edad, sexo, lugar de procedencia, terminalidad del título secundario, tipo de colegio en que cursó, si trabaja o no, nivel de estudio de los padres, y si aprobó o no el curso de articulación disciplinar “Matemática”.

La segunda sección con la escala diseñada para medir las actitudes hacia la matemática. Para la elaboración de la escala de actitud hacia la Matemática (EAHM), se decidió trabajar con los siguientes factores constitutivos (descriptores) que caracterizan el constructo estudiado:

**Factor I:** Utilidad (valor que otorga el alumno a la Matemática para el desarrollo de su carrera y futura vida profesional), con 5 ítems.

**Factor II:** Motivación (lo que siente el alumno hacia el estudio y utilización de la Matemática), con 3 ítems.

**Factor III:** Confianza (sentimiento de confianza que provoca la habilidad en Matemática), con 3 ítems.

**Factor IV:** Ansiedad (temor que el alumno manifiesta ante la Matemática), con 1 ítem.

**Factor V:** Agrado (disfrute que provoca el trabajo matemático), con 4 ítems.

En la EAHM los estudiantes señalaron su grado de acuerdo o desacuerdo con cada ítem (medidos en escala tipo Likert) según: TA (totalmente de acuerdo), A (de acuerdo), N (neutral, ni de acuerdo, ni en desacuerdo), D (en desacuerdo) y TD (totalmente en desacuerdo).

### Análisis estadístico de los datos

La fiabilidad de la EAHM se determinó mediante el cálculo del alfa de Cronbach. El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0,70; valores inferiores denotan que la consistencia interna de la escala utilizada es baja. El valor máximo esperado, por otra parte, es 0,90; valores superiores a dicho valor significa que hay redundancia o duplicación, es decir, que varios ítems están midiendo lo mismo y por ende deben eliminarse. Comúnmente, se prefieren valores de alfa entre 0,80 y 0,90. (Oviedo y Campo-Arias, 2005).

El coeficiente Alpha de Cronbach ( $\alpha$ ) en su etapa previa de validación resultó de 0,274 y una vez validado, bajo las mismas condiciones, con 15 ítems definitivos (24 iniciales) logró un valor de  $\alpha = 0,8009$ .

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El instrumento se aplicó a 94 estudiantes, 47 mujeres (50%) y 47 hombres (50%), de primer año de la carrera de Arquitectura y Urbanismo que cursaban el taller introductorio en el primer cuatrimestre de 2015 cuya edad oscilaba entre 17 y 43 años con un promedio de 19 años con dos valores atípicos (31 y 43 años). 27 de los cuales eran de la ciudad de Santa Fe, 28 del interior de la provincia de Santa Fe, 36 de la provincia de Entre Ríos, 2 procedían de otras provincias y 1 no informó procedencia. 47 provenían de colegios estatales, 45 de colegios privados y 2 no informaron tipo de colegio. Con respecto a si trabajan, de este grupo de alumnos únicamente 17 de ellos (18%) informa que trabaja, de los cuales solo 3 informan un trabajo formal. En cuanto a si tenían o no aprobado el curso de articulación disciplinar de Matemática, 56 (60%) informaron que aprobaron el curso, 37(39%) que no aprobaron y solo 1 no informó al respecto.

La Tabla 1 muestra los porcentajes de respuesta para cada uno de los ítems de la EAHM, organizados por factor. Se detalla además el carácter positivo o negativo de la afirmación.

Factor I: Utilidad (valor que otorga el alumno a la Matemática para el desarrollo de su carrera y futura vida profesional)						
AFIRMACIÓN	TA	A	N	D	TD	S/D
A1. La matemática es importante para mi formación como futuro arquitecto. (+)	58,5	26,6	11,7	1,1	2,1	--
A3. Saber Matemática incrementaría mis posibilidades de trabajo. (+)	21,3	42,6	31,9	2,1	--	2,1
A6. Quiero llegar a tener un conocimiento más profundo de la matemática. (+)	21,3	36,1	37,2	1,1	3,2	1,1
A7. La matemática es base para el desarrollo de otros conocimientos. (+)	20,2	56,4	20,2	1,1	2,1	--
A10. La matemática mejora el pensamiento, da exactitud y ayuda a resolver problemas. (+)	35,1	52,1	10,6	1,1	--	1,1

Tabla 1-a. Porcentajes de respuesta para cada uno de los ítems del factor I: Utilidad para la cohorte 2015

Factor II (F2): Motivación (lo que siente el alumno hacia el estudio y utilización de la Matemática)						
AFIRMACIÓN	TA	A	N	D	TD	S/D
A5. La matemática tiene relación con la vida diaria y por eso es útil. (+)	16,0	54,2	23,4	6,4	--	--
A9. No me atrae resolver problemas matemáticos. (-)	7,5	21,3	23,4	31,9	13,8	2,1
A13. La matemática puede ser útil para otras carreras, pero no es útil para Arquitectura. (-)	1,1	2,1	10,6	28,8	57,4	--

Tabla 1-b. Porcentajes de respuesta para cada uno de los ítems del factor II: Motivación para la cohorte 2015.

Factor III: Confianza (sentimiento de confianza que provoca la habilidad en Matemática)						
AFIRMACIÓN	TA	A	N	D	TD	S/D
A2. No soy bueno en Matemática. A2 (-)	9,6	12,8	29,8	32,9	14,9	--
A12. Me provoca una gran satisfacción el llegar a resolver un problema en Matemática. (+)	42,6	37,2	8,5	5,3	5,3	1,1
A14. Si me lo propusiera creo que llegaría a dominar bien la Matemática. (+)	39,4	48,9	8,5	3,2	--	--

Tabla 1-c. Porcentajes de respuesta para cada uno de los ítems del factor III: Confianza para la cohorte 2015.

Factor IV: Ansiedad (temor que el alumno manifiesta ante la Matemática)						
AFIRMACIÓN	TA	A	N	D	TD	S/D
A15. Me altero cuando tengo que trabajar con problemas en matemática. (-)	5,3	15,0	37,2	31,9	10,6	--

Tabla 1-d. Porcentajes de respuesta para el ítem del factor IV: Ansiedad para la cohorte 2015.

Factor V: Agrado (disfrute que provoca el trabajo matemático)						
AFIRMACIÓN	TA	A	N	D	TD	S/D
A4. Me gusta resolver los ejercicios de Matemática. (+)	11,7	29,7	38,3	12,8	6,4	1,1
A8. La Matemática es agradable y estimulante para mí. (+)	8,5	23,4	43,6	16,0	8,5	--
A11. Utilizar la matemática es una diversión para mí. (+)	5,3	11,7	40,4	23,4	18,1	1,1

Tabla 1-e. Porcentajes de respuesta para cada uno de los ítems del factor V: Ansiedad para la cohorte 2015.

En la Figura 2 se muestran los histogramas de Frecuencias Absolutas de la suma de puntuaciones para cada uno de los Factores.

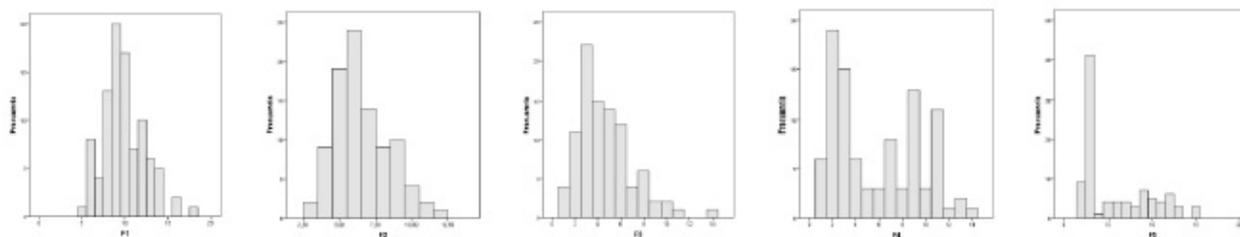


Figura 2. Histogramas de Frecuencias Absolutas de la suma de puntuaciones por factores.

Según la distribución se observa que los factores FI (Utilidad), FII (Motivación) y FIII (Confianza) presentan el mayor número de casos en los valores desde Totalmente de Acuerdo hacia un puntaje de Acuerdo. Para el factor FIV (Ansiedad) se observa una distribución en donde se identifican tres grupos: suma de puntuaciones bajas, sumas de puntuaciones medias y sumas de puntuaciones altas. Este comportamiento puede deberse a la presencia de un solo ítem en este factor.

Respecto al factor FV (Agrado) hay claramente más de la mitad de los casos con suma de puntuaciones bajas.

A partir del número de afirmaciones por factor y puntuaciones posibles en el instrumento, se determinaron los intervalos de positividad, negatividad y neutralidad para cada uno de los factores, así como para el total de la EAHM, resultando lo expresado en la Figura 3.

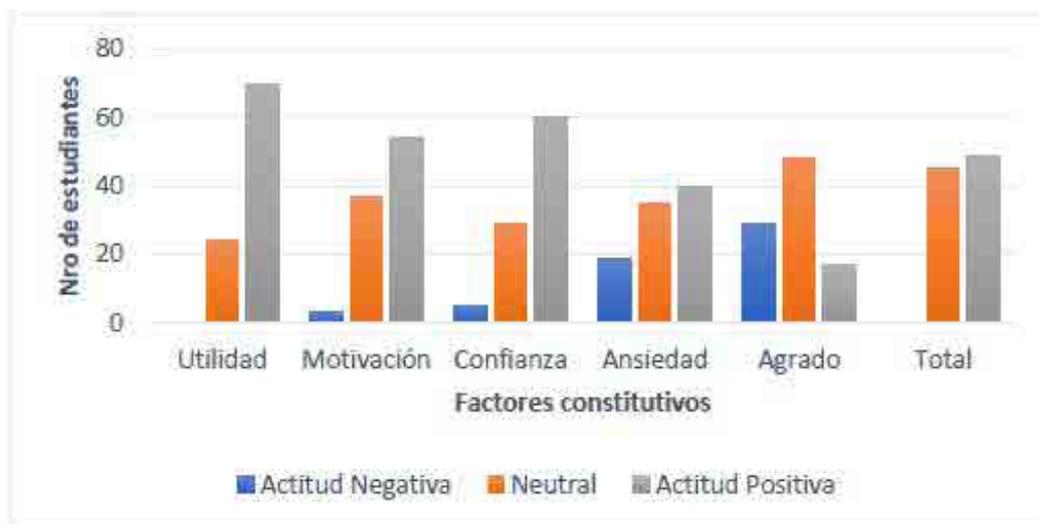


Figura 3. Número de estudiantes con actitud positiva, neutral y negativa global y en los cinco factores constitutivos del constructo para la cohorte 2015.

En la misma figura se observa un predominio de una actitud positiva respecto a los factores Utilidad, Motivación y Confianza. En el caso del Factor Ansiedad, que quedó con un solo ítem, se observa un porcentaje levemente superior en la actitud positiva respecto a la actitud neutral, mientras que la actitud predominante respecto a el factor Agrado es neutral. En cuanto a las Puntuaciones Globales (categoría Total) no aparece una actitud negativa, se podría decir que fue absorbida por la actitud neutral que es la que aquí predomina, aunque con una diferencia leve respecto al número de estudiantes con actitud positiva (45 y 49 respectivamente).

### Relaciones entre los factores constitutivos entre sí y con las características socioeducativas

Se aplicó la prueba chi-cuadrado para relacionar las actitudes de los estudiantes entre los diferentes factores constitutivos. En la tabla 3 se muestra la asociación entre los factores constitutivos a través del estadístico chi cuadrado de Pearson y su correspondiente significancia estadística.

Estadístico de asociación* (valor p)	F1 Utilidad	FII Motivación	FIII Confianza	FIV Ansiedad	FV Agrado
F1 Utilidad		3,769 (0,152 NS)	9,616 (0,008 Alt.Sig.)	0,571 (0,758 NS)	10,233 (0,005 Alt.Sig.)
FII Motivación			11,555 (0,021 Sig.)	9,152 (0,057 NS)	14,461(0,006 Alt.Sig.)
FIII Confianza				15,464 (0,004 Alt.Sig.)	45,993 (<10-3 Alt. Sig.)
FIV Ansiedad					49,677 (<10-3 Alt. Sig.)
FV Agrado					

\*El estadístico Chi-cuadrado de Pearson o Contraste de Independencia de Razón de Verosimilitudes. NS: no significativo, Sig.: significativo, Alt.Sig.: altamente significativo.

Tabla 3. Relación entre factores constitutivos de la escala de actitudes.

Se observa una relación altamente significativa entre el factor Utilidad con los factores Confianza y Agrado, una relación significativa del factor Motivación con el factor Confianza y altamente significativa con Agrado. El factor Confianza posee una relación altamente significativa con el factor Ansiedad y con Agrado. Por último, se observa una relación altamente significativa entre Ansiedad y Agrado.

Se analizaron, además, otras relaciones que se consideraban de interés como la relación entre el tipo de Actitud respecto a la aprobación o no del curso de articulación disciplinar "Matemática" que se resumen en la tabla4 y figura 3.

Aprobado		Curso de articulación		Total
		No Aprobado		
Actitud	Neutral	18 (32,1%)	28 (75,7%)	46
	Positiva	38 (67,9%)	9 (24,3%)	47
Total		56 (100%)	37 (100%)	93

Tabla 4. Relación entre Actitud y Curso de articulación disciplinar “Matemática” para la cohorte 2015.

Se encontró una asociación altamente significativa. Estadístico chi-cuadrado de Pearson igual a 15,194 ( $p < 10^{-4}$  Alt.Sig.) entre las variables actitud y la aprobación o no del curso de articulación disciplinar “Matemática”.

Además, se encontró que la relación es no significativa entre las variables Actitud y las variables: Sexo. ( $p$ -valor=0,837), Tipo de colegio ( $p$ -valor=0,532), Nivel educativo del padre ( $p$ -valor=0,924) y Nivel educativo de la madre ( $p$ -valor=0,170).

## CONCLUSIONES

Los datos muestran que globalmente hay un leve predominio de una actitud positiva (52,10%) hacia la Matemática, frente a una actitud neutral (47,90%), no habiendo estudiantes con actitud negativa.

Al considerar la actitud hacia la Matemática por cada factor constitutivo, se puede decir que en los estudiantes ingresantes hay un predominio de una actitud positiva respecto a los factores Utilidad, Motivación y Confianza; y en el caso del Factor Ansiedad, que en la escala validada quedo con un solo ítem, hay un porcentaje levemente superior de estudiantes con actitud positiva respecto a los con actitud neutral, mientras que la actitud predominante en los estudiantes respecto al factor Agrado es neutral.

Se puede afirmar que los estudiantes reconocen en un alto porcentaje la utilidad de la Matemática para el desarrollo de su carrera y futura vida profesional (74,47%), que se sienten confiados (68,83%) y motivados (57,40%) ante el estudio de la Matemática, pero les provoca cierta ansiedad trabajar con problemas matemáticos.

Dentro de los ítems con los cuales los estudiantes han manifestado, en promedio, estar totalmente de acuerdo o de acuerdo se encuentran:

- La matemática es importante para mi formación como futuro arquitecto.
- La matemática mejora el pensamiento, da exactitud y ayuda a resolver problemas.
- Si me lo propusiera creo que llegaría a dominar bien la Matemática.
- Me provoca una gran satisfacción el llegar a resolver un problema en Matemática.

y en desacuerdo (D) o totalmente en desacuerdo (TD) con:

- La matemática puede ser útil para otras carreras, pero no es útil para Arquitectura.

Lo que manifiesta el reconocimiento que, gran parte de los estudiantes, hacen de la Matemática para su formación como futuros arquitectos. Reconociendo, además, a la Matemática como una vía para mejorar el pensamiento, tener exactitud y resolver problemas, como también que les provoca satisfacción llegar a resolver problemas. Esto resulta de importancia ya que evidencia que las dificultades que presenta el estudio de las matemáticas al momento de cursarlas no pasan por el no reconocimiento de ésta sino por otras causas que se deberían considerar al momento de diseñar estrategias de enseñanza y aprendizaje.

A partir del análisis de las relaciones entre los distintos factores constitutivos se destacan: Utilidad y Confianza, Utilidad y Agrado, Motivación y Agrado, Confianza y Agrado, Confianza y Ansiedad, Ansiedad y Agrado.

Al relacionar la variable Actitud y la aprobación o no del curso de articulación disciplinar “Matemática” resultó que de los estudiantes que habían aprobado el curso, el mayor porcentaje se corresponde con una actitud positiva, en tanto de los que no habían aprobado solo un cuarto del total con una actitud positiva hacia la Matemática.

La investigación permitió realizar el diagnóstico correspondiente respecto a la actitud hacia la matemática de los estudiantes ingresantes a la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la FADU-UNL, en particular para la cohorte 2015.

El desarrollo de la investigación posibilitó generar un instrumento que aporta una escala de medida con sólidas propiedades psicométricas que permite clarificar la estructura interna del constructo Actitud hacia la Matemática. La escala ha mostrado suficientes evidencias tanto de validez como de fiabilidad,

lo que permite concluir que se deja un instrumento de medida de las actitudes hacia la matemática sólido y robusto, y de una gran potencialidad para su uso en ingresantes de nuevas cohortes de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la FADU-UNL.

Resulta relevante identificar la actitud predominante, porque constituye información valiosa tanto para la planificación e implementación de los procesos de enseñanza por parte de los docentes, como para el desarrollo de los procesos formativos a generar en los estudiantes, quienes van a seguir interactuando con la Matemática no solo en el ámbito académico, sino también posteriormente en el laboral.

La investigación aporta información respecto a la importancia de considerar la dimensión afectiva en los procesos de enseñanza y aprendizaje, que podría ser extrapolable a otros campos.

### BIBLIOGRAFÍA

Alemaný, I.; Lara, A. I. (2010). Las actitudes hacia las matemáticas en el alumnado de la ESO: un instrumento para su medición. *Publicaciones*, 40, 49-71.

Auzmendi, E. (1992). Las actitudes hacia la matemática-estadística en las enseñanzas media y universitaria. *Características y medición*. Bilbao-España. Mensajero.

Bernal Salazar, A. (2009). Relación de las actitudes de los estudiantes hacia la matemática antes y después de haber cursado y aprobado los programas de cálculo diferencial e integral en la universidad Sergio Arboleda. Tesis de maestría.

[http://ima.usergioarboleda.edu.co/pelusa/pelusa\(2\)/documentos/Tesis\\_Alejandro%20Bernal.pdf](http://ima.usergioarboleda.edu.co/pelusa/pelusa(2)/documentos/Tesis_Alejandro%20Bernal.pdf)

Blanco Nieto, L.; Caballero Carrasco, A.; Piedehierro, A.; Guerrero Barona, E.; Gómez del Amo, R. (2010). El dominio afectivo en la Enseñanza/Aprendizaje de las Matemáticas. Una revisión de investigaciones locales. *Campo abierto: Revista de educación*, ISSN 0213-9529, Vol. 29, Nº 1, 2010, págs. 13-31.

Estrada Roca, M.A. (2002). Tesis doctoral: *Análisis de las actitudes y conocimientos estadísticos elementales en la formación del profesorado*. Barcelona.

<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/4697/maer1de3.pdf?sequence=1>

Gairín, J. (1990). Las actitudes en educación. Un estudio sobre la educación matemática. Barcelona. Editorial Boixareu Universitaria.

- García, R. M. (1995). Contraste Chi-cuadrado. Cuadernos de UADE nº 123, Departamento de Matemática y Métodos Cuantitativos, UADE, 1995, ISBN 987-519-1-012-8, pág. 27. Buenos Aires.
- Gómez Chacón, I.M. (2000). Matemática Emocional: Los Afectos en el Aprendizaje Matemático. Narcea Ediciones. Madrid.
- Hernández Sampieri, R.; Fernández-Collado, C.; Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la Investigación. Cuarta Edición. Editorial McGraw Hill. México. México.
- Marchesi, A.; Hernández Gil, C. (2003). *El fracaso escolar. Una perspectiva internacional*. Madrid. Editorial Alianza Ensayo.
- Martínez Padrón, O.J. (2008). Actitudes hacia la Matemática. SAPIENS [online], vol.9, n.1, pp. 237-256. ISSN 1317-5815.  
[http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1317-8152008000100013&lng=es&nrm=iso](http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1317-8152008000100013&lng=es&nrm=iso)
- McLeod, D.B. (1992). Research on affect in mathematics education. A reconceptuaization. En A. Grouws Douglas (Ed) Handbook of research on Mathematics teachings and Learning. New York. Macmillan. 575-596.
- Summers, G.F. (1975). Medición de actitudes. México. Trillas.

# 08

## Nuevos paradigmas en los procesos de enseñanza y aprendizaje: de los contenidos a las competencias y su aplicación en la enseñanza de la Matemática

**Clarisa Lanzillotto y Miriam Agosto**

Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina

### RESUMEN

Como docentes de Matemática en la Carrera de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba, y en el marco de investigaciones y capacitaciones realizadas pensamos en proponer una nueva forma de enseñar y aprender en la búsqueda de mejores resultados, un mayor rendimiento de nuestros estudiantes y el logro de aprendizajes eficaces.

La masividad, la edad de nuestros alumnos, sus procesos de adaptación, los nuevos contextos y las formas de aprender cambian año a año. Por ello, el docente, además de manejar con solvencia el conocimiento específico de la materia, debe ser un guía, un orientador, informado, dinámico y flexible, con capacidad para la adaptación y facilitador del desarrollo de las capacidades de sus estudiantes. El estudiante por su lado, debe intentar ser gestor y protagonista de su propio aprendizaje.

Somos conscientes que los contenidos que enseñamos deben adecuarse a las nuevas necesidades, donde lo importante es además del conocimiento, lo que nuestros estudiantes puedan hacer con ese conocimiento. ***Saber y saber qué hacer con ese saber.***

Esto significa que será importante generar motivación y pasión en los alumnos enseñando el desarrollo de sus habilidades y capacidades blandas que les permitan adaptarse amigablemente a un mundo en constante evolución.

Esta propuesta, basada en modalidades de enseñanza combinadas, pretende abrir un nuevo panorama en donde docentes y alumnos estudiemos Matemática

**Arq. Clarisa Lanzillotto**

[infolanz@yahoo.com.ar](mailto:infolanz@yahoo.com.ar)

**Arq. Miriam Agosto**

[arqagosto@hotmail.com](mailto:arqagosto@hotmail.com)

Docentes Cátedra Matemática IA y  
Matemática IIA- Carrera Arquitectura.  
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y  
Diseño. Universidad Nacional de Córdoba.  
Córdoba, Argentina.

aplicada a la Arquitectura priorizando **la comunicación, la creatividad, el pensamiento crítico y la colaboración** como elementos y habilidades requeridas para desempeñarse en su vida profesional futura.

El **aprendizaje por competencias** y la **evaluación de los mismos desde el lugar de las habilidades** que alcance el estudiante de Arquitectura en nuestra Universidad, es un desafío que la cátedra de Matemática IA y IIA se propone trabajar.

## INTRODUCCIÓN

Desde hace un tiempo nuestra Universidad y especialmente nuestra FAUD atraviesa procesos de permanente adecuación y mejora con el objetivo de adaptarse a las exigencias y necesidades del medio y la sociedad en su conjunto. Es por ellos que trabajamos, de manera continua, en procesos de revisión de contenidos y cargas horarias de las asignaturas, repensando nuestras asignaturas y creando espacios para nuevas modalidades de cursado. Siempre respetando los contenidos mínimos y las cargas horarias establecidas en el Plan de Estudios 2007 que nos rige.

Este proceso exige, desde lo académico y desde las cátedras, entender la necesidad de formar a nuestros estudiantes ofreciendo nuevas alternativas a la hora de enseñar y aprender, lo que implica pensar en innovación en educación como otra forma de entender el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La capacitación para un docente universitario es la clave de la excelencia académica a la cual se aspira en un nivel de formación de estas características, teniendo en cuenta las exigencias y requerimientos que en estos tiempos significa la formación de un futuro profesional. El docente que hoy está frente a las aulas, debe ser un docente comprometido con su tarea y por ello es fundamental su formación integral y continua para ofrecer así a sus estudiantes las mejores condiciones académicas, para que aprenda más y mejor.

Se constituye en un aspecto importante entonces, proponer, programar y organizar espacios y actividades que favorezcan la formación académica y pedagógica de los docentes, en este caso particular, en carreras de diseño, con el objetivo de mediar entre el **saber disciplinar, el saber a enseñar, el saber enseñado y el saber aprendido**. Es necesario comprender la importancia que tiene la preparación del docente en el campo de la didáctica, más aun si lo que enseñamos son disciplinas proyectuales, las que se caracterizan por su complejidad y particularidad. Enfocarse como **docente situado**, es la clave para comprender y afrontar las demandas de los nuevos tiempos.

Como docentes, es importante pensar en relación a las competencias o qué objetivos perseguimos en la formación de un estudiante de Arquitectura. Se trata de una reflexión sobre nuestra realidad social y la Universidad como parte de ella y de cómo llevamos adelante nuestra tarea. La Universidad debe ser el espacio que permita, además de la formación intelectual de los futuros profesionales, el lugar para la reflexión sobre los problemas y las necesidades de la sociedad a la que da respuestas.

El Arquitecto como profesional comprometido con esa realidad, no solo requiere información para su formación, sino también espacios de reflexión, participación y creatividad. En relación a ello, los docentes debemos generar en el alumno **aprendizajes significativos y operativos, tendientes a la formación integral – social del futuro profesional arquitecto.**

**Debemos preparar un estudiante que piense, reflexione, recupere contenidos y los pueda aplicar libremente e integrarlos con las diversas áreas de conocimiento que forman parte de una carrera como Arquitectura y Diseño Industrial.** Lo importante es , además del conocimiento, lo que nuestros estudiantes puedan hacer con ese conocimiento. *Saber y saber qué hacer con ese saber.*

### DESARROLLO DEL TRABAJO

La propuesta que presentamos pretende abrir un nuevo panorama empleando modalidades de **enseñanza combinadas**. Para llevar a cabo la misma se establecieron los siguientes objetivos:

- Proponer el estudio de una Matemática aplicada a la Arquitectura priorizando **la comunicación, la creatividad, el pensamiento crítico y la colaboración** como elementos y habilidades requeridas para desempeñarse en la vida profesional futura.
- Fortalecer el **aprendizaje por competencias** y la **evaluación de los mismos desde el lugar de las habilidades** que alcance el estudiante de Matemática IA y IIA de la carrera de Arquitectura..
- Proponer una **experiencia de trabajo** que capitalice el uso de la diversidad de recursos tecnológicos ( Aula Moodle, Google Classroom, etc.) para el desarrollo de la **EXPERIENCIA 2019** basada en el formato de **AULA INVERTIDA**

## CARACTERÍSTICAS DE LA EXPERIENCIA 2019

**-Generalidades:** Para esta experiencia de trabajo, las autoras en sus roles de Profesora Titular y Profesora Adjunta de las cátedras de Matemática IA y Matemática IIA, tomamos una comisión de cursado de 40 alumnos incluidos aleatoriamente según la lista general de inscriptos enviada por Despacho de alumnos de la asignatura Matemática IIA. La misma pertenece a Nivel III de la carrera de Arquitectura. El grupo para realizar la experiencia estuvo a cargo de ambas docentes.

La asignatura es de cursado cuatrimestral y tiene carácter presencial con una carga horaria de 3 horas reloj semanales. De esa carga horaria, la mitad del tiempo se destina al dictado de clase Teórica y luego Prácticas en talleres con los Profesores Asistentes. La carga horaria total de la asignatura es de 42 hs, incluyendo 2 evaluaciones parciales y 1 recuperatorio. Todos los alumnos desarrollan un Trabajo Práctico integrador de contenidos. Es una asignatura por promoción. La matrícula en el corriente año fue de 960 inscriptos.

**-Grupo de alumnos Experiencia 2019:** La modalidad de enseñanza para este grupo parte de trabajar el concepto del **aula invertida** en donde el estudiante estudia en su casa y va al taller presencial de práctica a consultar dudas, ejercitar e interactuar haciendo síntesis con sus compañeros. La propuesta de este formato de trabajo nos obligó a repensar el rol que el docente debe cumplir en el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje, **trabajando con** estas premisas:

- Diagnosticar la necesidad de los estudiantes.
- Presentar recursos didácticos generadores de materiales de estudio potencialmente significativos para los estudiantes.
- Mantener clases presenciales con climas educativos favorables, ámbitos de bienestar estimulando la participación activa de los estudiantes.
- Evaluar las actividades cooperativamente.
- Promover la investigación de temas relacionados con los contenidos.

En función de estas premisas, las acciones se centraron en:

-Creación del Aula virtual de Matemática 2A en la plataforma educativa **GOOGLE CLASSROOM** que hoy dispone la FAUD junto con la Plataforma Moodle. Es una plataforma de fácil acceso y navegabilidad amigable. El docente y los estudiantes tienen participación activa a través de mensajes que pueden enviarse desde la página principal (Tablón) o desde cada Actividad o Tarea planteada (Trabajo de clase).

-Elaborar un Diseño Didáctico presentado a los estudiantes en el aula que contiene el pensamiento de los docentes en relación a esta Experiencia, los Objetivos, la Metodología, las evaluaciones.

-Elaborar e incluir en el aula el Cronograma a seguir en el cursado.

-Incluir un Instructivo para navegar el aula.

-Diseñar en el Aula un formato sencillo de trabajo, organizando las actividades semana a semana. Bajo este concepto, cada clase representa una semana de trabajo, un tema específico del contenido a estudiar y una organización de actividades perfectamente pautadas que siguen la siguiente lógica:

- ✓ **Actividades para antes de la clase (modalidad virtual)**
- ✓ **Actividades a desarrollar durante la clase (modalidad presencial)**
- ✓ **Actividades a realizar después de la clase. ( virtual/ presencial)**

Estos tres momentos ordenan las tareas a realizar sin generar confusión ni presentar dificultad para el estudiante. Las figuras subsiguientes Fig. 1, Fig.2 , Fig.3 y Fig.4 muestran estos aspectos en el Aula.



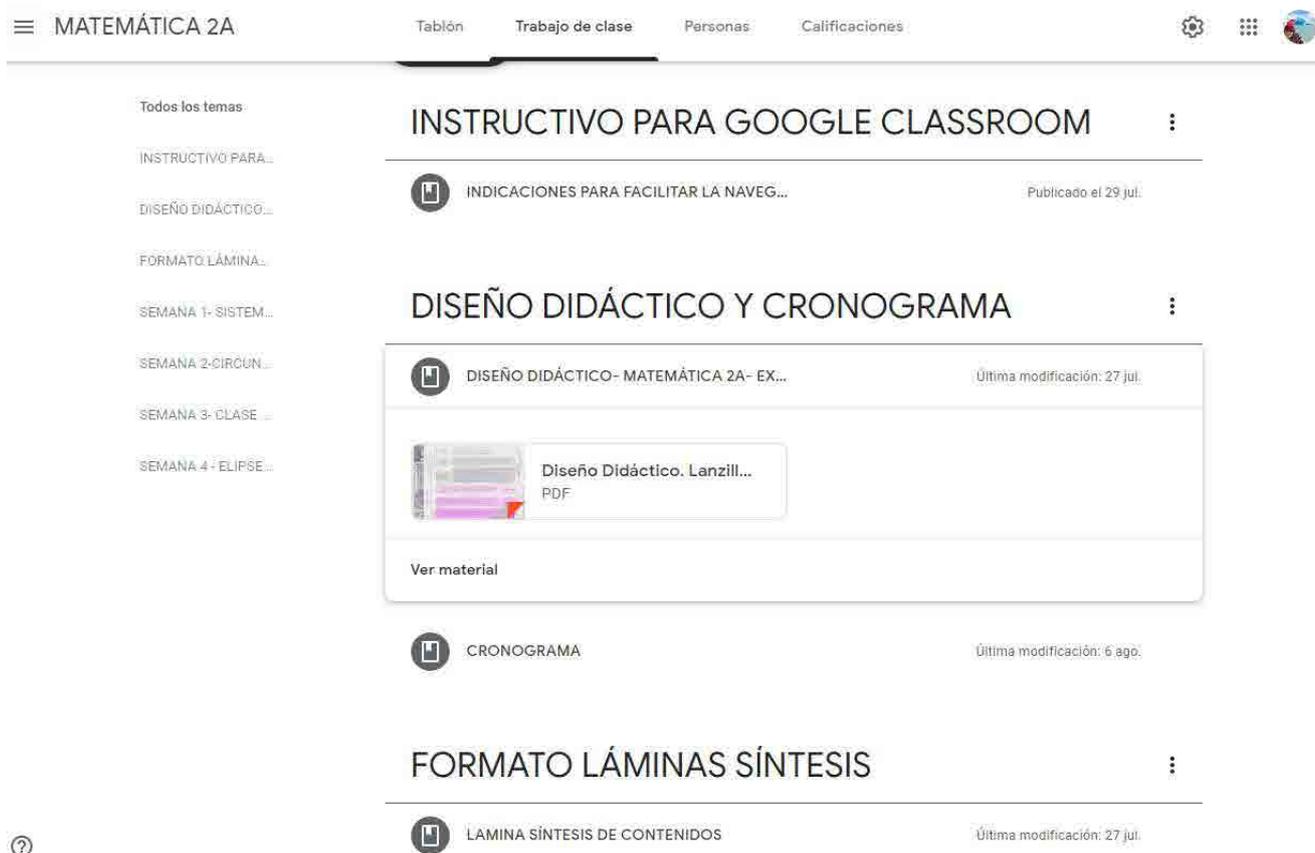
The screenshot shows the main interface of the Classroom Matemática 2A. At the top, there is a navigation bar with the title "MATEMÁTICA 2A" and several tabs: "Tablón", "Trabajo de clase", "Personas", and "Calificaciones". To the right of the tabs are icons for settings, a grid, and a profile picture. Below the navigation bar is a large banner for "MATEMÁTICA 2A" with the subtitle "Para estudiantes de Arquitectura". The banner includes a class code "xcmb4z" and options to "Seleccionar tema" and "Subir foto".

Below the banner, there are several sections:

- Fecha de entrega próxima:** Fecha de entrega: lunes, 0:00 - ANTES DE LA CLA... [Ver todo](#)
- Comparte algo con tu clase...** (with a share icon)
- clarisa lanzillotto** (14 ago.): BUENAS TARDES A TODOS! YA ESTÁN LISTAS LAS ACTIVIDADES QUE DEBEN REALIZAR ANTES DE LA CLASE PRESENCIAL DEL 20/8 EN LA SEMANA 4- TEMA : ELIPSE Y ELIPSOIDE. LAS INSTRUCCIONES ESTÁN DESCRIPTAS PREVIAMENTE A LAS ACTIVIDADES. SALUDOS!
- Añadir un comentario de clase...**
- Miriam Agosto** (12 ago.): Muy interesantes y valiosas las actividades que enviaron! Todo ello servirá de insumo para elaborar las síntesis. Alentamos a todos a trabajar cada semana los contenidos estudiados y así arribar, con seguridad, a excelentes resultados!

A help icon (?) is visible in the bottom left corner of the interface.

Fig 1: Página principal de Classroom Matemática 2A. En el Tablón se escriben las novedades.



EMAT 2A

Tablón Trabajo de clase Personas Calificaciones

Todos los temas

- INSTRUCTIVO PARA...
- DISEÑO DIDÁCTICO...
- FORMATO LÁMINA...
- SEMANA 1- SISTEM...
- SEMANA 2-CIRCUN...
- SEMANA 3- CLASE ...
- SEMANA 4 - ELIPSE...

## INSTRUCTIVO PARA GOOGLE CLASSROOM

INDICACIONES PARA FACILITAR LA NAVEG... Publicado el 29 jul.

## DISEÑO DIDÁCTICO Y CRONOGRAMA

DISEÑO DIDÁCTICO- MATEMÁTICA 2A- EX... Última modificación: 27 jul.

Diseño Didáctico. Lanzill... PDF

Ver material

CRONOGRAMA Última modificación: 6 ago.

## FORMATO LÁMINAS SÍNTESIS

LAMINA SÍNTESIS DE CONTENIDOS Última modificación: 27 jul.

Fig.2: El Trabajo de clase presenta la organización por temas y las tareas a realizar por el estudiante.

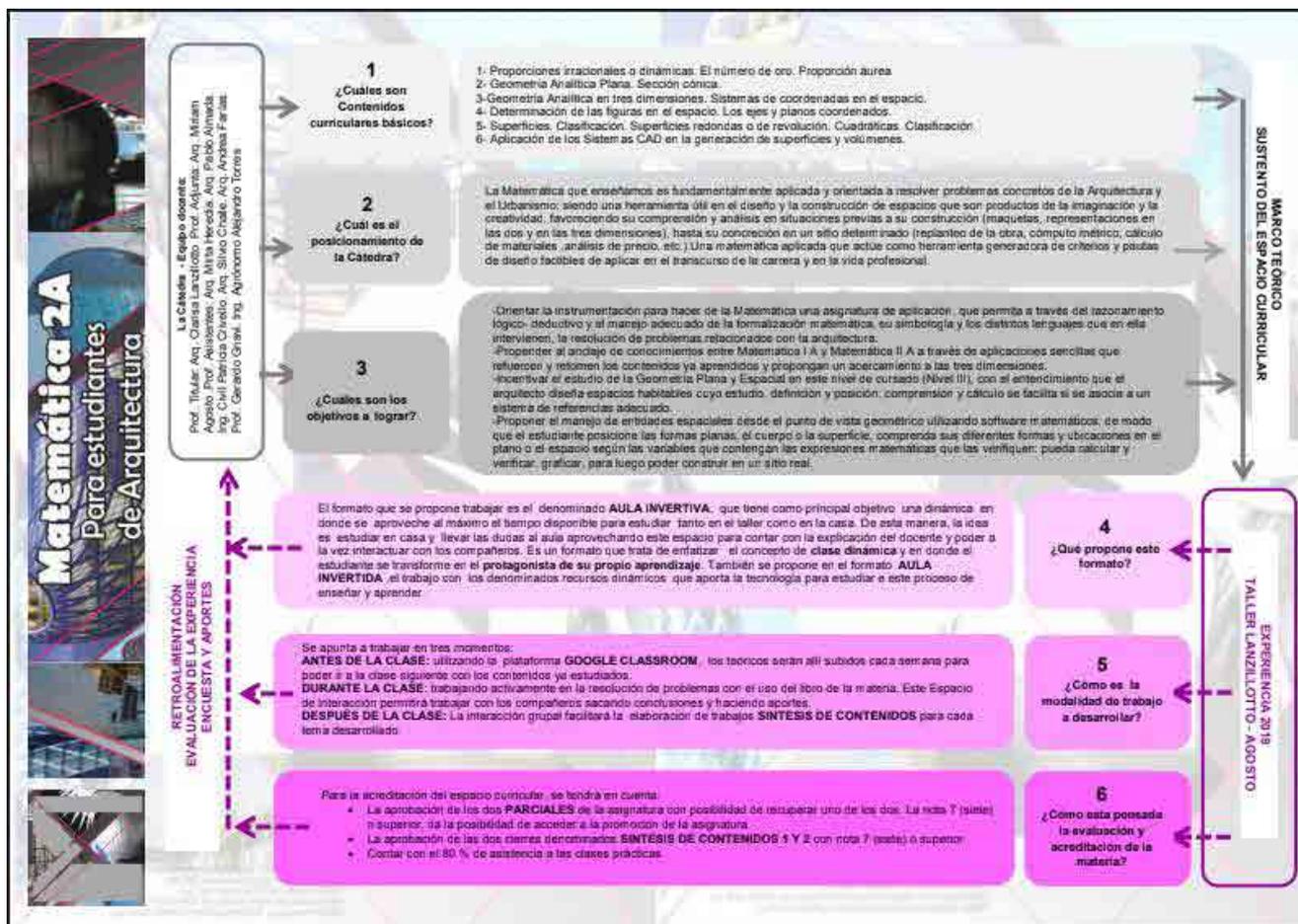


Fig.3-Diseño Didáctico disponible para los alumnos y docentes.

<b>CONCEPTOS MATEMÁTICOS</b>		<b>GOMETRÍA ANALÍTICA</b>		<b>EJERCICIO DE TRANSFERENCIA</b>		
				<b>APLICACIÓN A LA ARQUITECTURA</b>		
<b>M2A</b>	<b>MATEMÁTICA 2A</b>		<b>2019</b>		<b>GRUPO: APELLIDO Y NOMBRE -DNI- CORREO ELECTRÓNICO</b>	
	<b>SÍNTESIS DE CONTENIDOS Nº1</b>					
	Taller: LANZILLOTTO - AGOSTO.					

Fig.4-Formato lámina para síntesis de contenidos

**Actividades para antes de la clase (modalidad virtual):** Consiste en subir con una semana de anticipación, el **teórico** correspondiente a la semana siguiente para que el estudiante lo pueda ver y escuchar las veces que sea necesario, y tomar nota de las dudas o dificultades que el tema nuevo le plantea. También se suben **videos** referidos al tema que se está desarrollando y se agrega una **autoevaluación** que los estudiantes deben responder una vez que han estudiado el material teórico. Dicha autoevaluación se envía a los docentes desde el aula como una manera de registrar la asistencia y participación del estudiante en la actividad, y fundamentalmente comprobar cuánto entendió o no del tema dado y el estudiante mismo reforzar los conceptos. Si bien las auto evaluaciones están programadas con fecha límite de envío, pueden enviarse con retraso y realizarse las veces que el estudiante desee. Las figuras siguientes muestran lo antedicho: Fig. 5 y Fig. 6.

La plataforma permite subir archivos de diversos formatos ( presentaciones, documentos, videos, formularios, enlaces web) .

Cada tarea contiene un instructivo para el estudiante.

*Fig.4-Formato lámina para síntesis de contenidos*

Tablón

Trabajo de clase

Personas

Calificaciones

## SEMANA 1- SISTEMAS DE COORDENADAS



clarisa lanzillotto ha publicado nuevo material: CLASE TEÓRICA Y ARCHIVO SÍNTESIS CON ...

Publicado el 27 jul. (Última modificación: 29 jul.)

COMO LA PRIMERA CLASE ES PRESENCIAL Y DE PRESENTACIÓN DEL NUEVO ENTORNO, SE SUBE AQUÍ EL TEÓRICO DEL TEMA FORMADO POR DOS VIDEOS PARA REPASAR EN CASO DE NECESIDAD. SE SUBE TAMBIÉN UNA SÍNTESIS DEL TEMA Y EJERCICIOS DESARROLLADOS.

LA EJERCITACIÓN REFERIDA AL TEMA SE DESARROLLA EN TALLER. MATERIAL DE TRABAJO: LIBRO MATEMÁTICA 2A para estudiantes de Arquitectura

ESTE MATERIAL PODRÁ SER ÚTIL PARA LA LÁMINA SÍNTESIS DEL TEMA



Inicio de sesión de Adob...  
<http://faudi.adobeconnect.co...>



Inicio de sesión de Adob...  
<http://faudi.adobeconnect.co...>



SÍNTESIS Y EJERCITACIÓ...  
 PowerPoint

Fig.5: En la solapa Trabajo de clase, se crean e incluyen tareas por semana

[Tablón](#)   [Trabajo de clase](#)   [Personas](#)   [Calificaciones](#)

---

## SEMANA 4 - ELIPSE Y ELIPSOIDE

---

 **Miriam Agosto ha publicado una nueva tarea: ANTES DE LA CLAS...** Fecha de entrega: 19 ago 0:00

---

Publicado el 11 ago. (Última modificación: 14 ago.)

Debes realizar las siguientes actividades:

- 1- MIRAR EL BREVE VIDEO REFERIDO AL CONCEPTO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA ELIPSE , SUS ELEMENTOS Y APLICACIONES EN LA ARQUITECTURA.
- 2-MIRAR Y ESCUCHAR COMPRENSIVAMENTE LOS VIDEOS REFERIDOS A:
  - ELIPSE: CONCEPTO Y ELEMENTOS.
  - ELIPSE: ECUACIÓN Y EJERCICIO REFERIDO A LA ARQUITECTURA
  - ELIPSOIDE: CONCEPTO, ECUACIÓN, TRAZAS. APLICACIONES EN LA ARQUITECTURA
- RETENER CONCEPTOS Y COMPRENDER ECUACIONES.
- 3-ESCRIBIR EN PAPEL LAS DUDAS QUE SURJAN DE LOS VIDEOS PARA LLEVAR A CLASE
- 4-RESOLVER LA AUTO EVALUACIÓN DEL TEMA- FECHA LÍMITE PARA ENVIAR: LUNES 19/8- 0:00 HS. RECORDAR ENVIAR LA AUTOEVALUACIÓN, COPIAR EL LINK Y PEGARLO PARA ENVIAR LA TAREA ASIGNADA DESDE ESTE ENTORNO. NO OLVIDAR LLEVAR EL LIBRO DE LA CÁTEDRA PARA LA CLASE PRESENCIAL.

1

Ha presentado la tarea

37

Asignadas

 <p><b>AUTOEVALUACIÓN 2-ELI...</b> Formularios de Google</p>	 <p><b>Elipses y Elipsoides</b> Video de YouTube 6 minutos</p>
 <p><b>Adobe Connect™</b> <a href="http://faudi.adobeconnect.co...">http://faudi.adobeconnect.co...</a></p>	 <p><b>Adobe Connect™</b> <a href="http://faudi.adobeconnect.co...">http://faudi.adobeconnect.co...</a></p>
 <p><b>Adobe Connect™</b> <a href="http://faudi.adobeconnect.co...">http://faudi.adobeconnect.co...</a></p>	

Fig.6: Organización de actividades y tareas para antes de la clase de Elipse y Elipsoide- Instrucciones y materiales

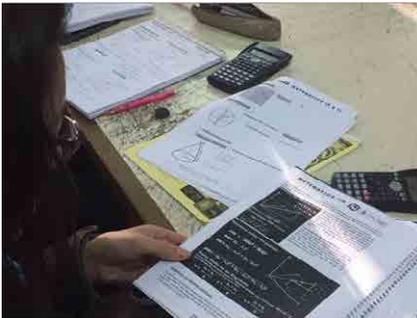


Fig. 7 y Fig. 8- Grupos de estudiantes trabajando y resolviendo la ejercitación. Pueden llevar sus notebooks, verificar resultados utilizando Geogebra, investigar sobre los contenidos. Trabajo colaborativo.

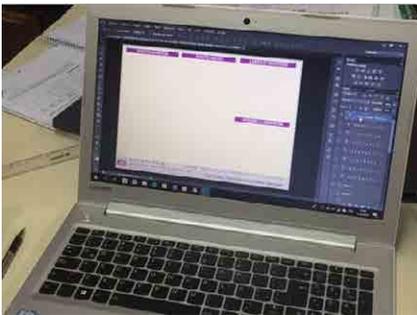


Fig.9: Trabajando en la síntesis de uno de los temas

**Actividades a desarrollar durante la clase (modalidad presencial):** En el taller asignado en Sede FAUD Ciudad Universitaria, las tres horas son aprovechadas para trabajar sobre la práctica y transferencia. La clase presencial se organiza de la siguiente forma:

-En los primeros 30 minutos se efectúan consultas de las dificultades que presentó el teórico, videos y material de apoyo ofrecidos en el Classroom. Se realiza una puesta en común respecto del tema estudiado.

-En los 90 minutos siguientes se da curso a la ejercitación intensiva tomando como base el Libro de Matemática 2A elaborado por la cátedra.

-En los 60 minutos restantes se realiza un trabajo grupal de síntesis de cada uno de los temas vistos a lo largo de cada clase y de toda la cursada de la materia.

El docente guía a los grupos de trabajo, se propende al trabajo colaborativo y a la participación activa buscando que el alumno no pierda el rol protagonista. Las figuras que siguen muestran el trabajo en el taller. Fig. 7 y Fig. 8. **Actividades a realizar después de la clase( presencial/ virtual):**

Los grupos formados por 3 o 4 estudiantes trabajan elaborando 6 láminas síntesis a lo largo del cuatrimestre , y que se corresponden con los siguientes temas: **COORDENADAS EN EL ESPACIO, CIRCUNFERENCIA Y SUPERFICIE ESFÉRICA, ELIPSE Y ELIPSOIDE, HIPÉRBOLA E HIPERBOLOIDE, PLANO, PARÁBOLA Y PARABOLOIDE.**

Estos seis trabajos síntesis se entregan a modo de muestra o colgada colectiva en dos momentos previstos durante el desarrollo del curso. Los Trabajos Prácticos Integradores son evaluados como resultado de un proceso (Evaluación Formativa) que incluye, además de las valoraciones por planteos y resultados correctos, otros parámetros que miden la investigación, el uso de recursos, la participación activa, la toma de decisiones, la opinión entre pares. Esta evaluación define la condición final del estudiante junto con la aprobación de parciales (Evaluación Sumativa) y la asistencia a las clases.

Para facilitar el armado de las Síntesis, se diseñó un formato de lámina organizando el trabajo sobre la misma, que contempla cuatro aspectos esenciales a estudiar para cada uno de los seis temas planteados:

- El desarrollo de **CONCEPTOS MATEMÁTICOS.**
- El estudio desde la **GEOMETRÍA ANALÍTICA.**
- La elección de una **OBRA DE ARQUITECTURA** como aplicación.
- La elaboración de un **EJERCICIO DE TRANSFERENCIA y ARTICULACIÓN.**

La Fig.9 muestra a una alumna trabajando en la Síntesis.

En todo momento se promueve entre los grupos de trabajo la aplicación de software matemático, como una herramienta importante para la generación de gráficos y resoluciones analíticas. Durante las clases, docentes y estudiantes trabajamos con graficadores como Geogebra, bajado a los teléfonos celulares para comprender con facilidad la complejidad de los gráficos en el espacio.

En el entorno virtual también se propone parte de la actividad de síntesis que los alumnos pueden continuar, proponer nuevos ejemplos, etc. y enviar a los docentes desde la plataforma. La fig. 10 muestra la propuesta, la Fig.11 el trabajo de un estudiante y la Fig. 12. cómo llegan los trabajos al docente.


ANTES DE LA CLASE: SECCIONES CÓNI...

Fecha de entrega: 5 ago. 23:...


DESPUÉS DE LA CLASE PRESENCIAL: SECCI...

Fecha de entrega: 10 ago.

Publicado el 29 jul. (Última modificación: 30 jul.)

1-GENERAR UN EJERCICIO SENCILLO REFERIDO A UNA OBRA DE ARQUITECTURA DONDE ESTÉ PRESENTE LA CIRCUNFERENCIA O LA SUPERFICIE ESFÉRICA-EL EJERCICIO DEBE TENER:  
ENUNCIADO DEL PROBLEMA- PLANTEO Y SOLUCIÓN  
ARMAR UN ARCHIVO CON EL EJERCICIO CONSIGNANDO DATOS DE LA OBRA Y UNA IMAGEN.SUBIR EL ARCHIVO.  
ESTA TAREA SERÁ CALIFICADA CONCEPTUALMENTE POR EL DOCENTE.

10  
Han presentado la tarea

28  
Asignadas

[Ver tarea](#)

SEMANA 3- CLASE 13/8 PRESENCIAL EN TALL...

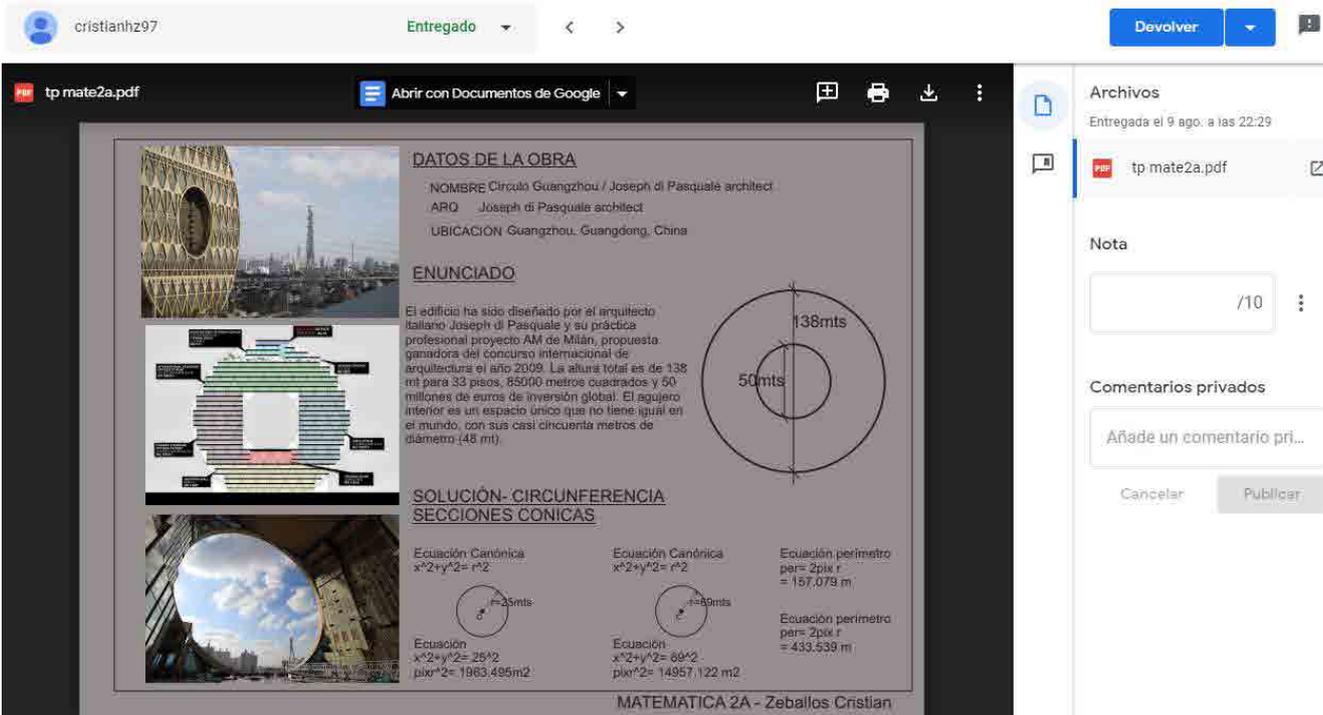
---


ASISTIR A CLASE. NO FALTAR. CONTINUAR...

Publicado el 11 ago.

Fig.10:Propuesta de ejercicio.

DESPUÉS DE LA CLASE PRESENCIAL: SECCIONES CÓNICAS CERRADAS Y SUPERFICIES- CIRCUNFERENCIA Y SUPERFI...



**DATOS DE LA OBRA**

NOMBRE: Círculo Guangzhou / Joseph di Pasquale architect  
 ARQ: Joseph di Pasquale architect  
 UBICACION: Guangzhou, Guangdong, China

**ENUNCIADO**

El edificio ha sido diseñado por el arquitecto italiano Joseph di Pasquale y su práctica profesional proyecto AM de Milán, propuesta ganadora del concurso internacional de arquitectura el año 2009. La altura total es de 138 mt para 33 pisos, 85000 metros cuadrados y 50 millones de euros de inversión global. El agujero interior es un espacio único que no tiene igual en el mundo, con sus casi cincuenta metros de diámetro (48 mt).

**SOLUCIÓN- CIRCUNFERENCIA SECCIONES CÓNICAS**

<p>Ecuaón Canónica  <math>x^2 + y^2 = r^2</math></p> <p><math>r = 35\text{mts}</math></p> <p>Ecuaón  <math>x^2 + y^2 = 25^2</math>  <math>\text{pi}x^2 = 1963,495\text{m}^2</math></p>	<p>Ecuaón Canónica  <math>x^2 + y^2 = r^2</math></p> <p><math>r = 49\text{mts}</math></p> <p>Ecuaón  <math>x^2 + y^2 = 49^2</math>  <math>\text{pi}x^2 = 14957,122\text{m}^2</math></p>	<p>Ecuaón perímetro  <math>\text{pe} = 2\text{pi} r</math>  <math>= 157,079\text{m}</math></p> <p>Ecuaón perímetro  <math>\text{pe} = 2\text{pi} r</math>  <math>= 493,539\text{m}</math></p>
--	---	---

MATEMATICA 2A - Zeballos Cristian

Fig11- Trabajo de estudiante.

Instrucciones

Trabajo del alumno



## DESPUÉS DE LA CLASE PRESENCIAL: SECCIONES CÓNICAS CERRADAS Y SUPERFICIES- CIRCUNFERENCIA Y SUPERFICIE ESFÉRICA

10

Han presentado la tarea

28

Asignadas

Todas



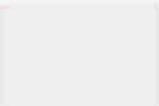
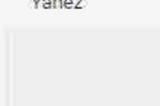
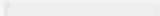
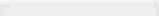
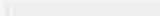
 cristianhz97  tp mate2a.pdf Tarea entregada	 Micaela  CIRCUNFERENCIA Y S... Tarea entregada	 Aylen Taverna  EJERCICIO MATEMÁT... Entregado con retraso	 Victoria Tissera  matematica.docx Tarea entregada
 Melisa Tolaba  TP1 TURNO TARDE- T... Tarea entregada	 Luciana Tolosa  agripa ejercicio.pdf Entregado con retraso	 Florencia Torres  Sin archivos adjuntos Entregado con retraso	 Daniela Fernanda Yañez  Sin archivos adjuntos Tarea entregada
 sofia zarif 	 Gonzalo Zuñiga 	 Zuloaga Nicolas 	 Fausto Cofone 

Fig12: Recepción de trabajos por parte del docente

## PALABRAS FINALES

*“Uno de los fines de la educación es formar una conciencia crítica y responsable de su rol existencial, en el ámbito universitario, es además, formar intelectuales comprometidos con su hacer profesional y con su rol en la sociedad”. (La Enseñanza de las Disciplinas Proyectuales/ Mazzeo – Romano - pág.23).*

Teniendo claro este concepto, se entiende que nuestra tarea como docentes es un camino que se recorre todos los días en las aulas y talleres de nuestra Facultad. Un camino que se nutre en esa interacción que además nos obliga a la formación continua pero no solo en lo profesional, sino más enfáticamente en lo pedagógico y lo didáctico disciplinar.

Debemos aprender a enseñar si queremos que nuestros estudiantes logren buenos resultados.

En este momento , esta experiencia está en pleno curso. Seguramente es el inicio de un camino que hasta ahora está dando buenos resultados. Al final del año podremos evaluar y establecer las debilidades y fortalezas, generando acciones para suplir las debilidades. En ello importará la evaluación que los estudiantes hagan de la experiencia.

*“Queremos que nuestros alumnos aprendan lo mejor posible y para hacerlo tenemos que enseñar de la mejor forma y este es un camino que no se recorre sólo con buenas intenciones”. (La Enseñanza de las Disciplinas Proyectuales/ Mazzeo –Romano- pág.23).*

## BIBLIOGRAFIA

- MAZZEO, Cecilia y ROMANO Ana María –La enseñanza de las disciplinas proyectuales: hacia la construcción de una didáctica para la enseñanza superior-Primera edición- Buenos Aires – Nobuko – 2007.
- RAMIREZ ROJAS, Carlos J. - *Aprender a Enseñar* – Chile-Universidad Católica de Valparaíso- Instituto de Educación –1988.
- KLIMOVSKY, Gregorio - *Las desventuras del Conocimiento Científico* - Bs. As. -A-Z Editora - 1994.
- CORBELLA, Elsa – *Metodología de la Investigación- Especialidad en Tecnología Arquitectónica- Maestría en Tecnología Arquitectónica. Escuela de Graduados- F.A.U.D.I. – U.N.C.- 2005.*
- SANCHEZ INIESTA, Tomás – *La construcción del Aprendizaje en el Aula- Aplicación del enfoque Globalizador a la enseñanza. Buenos Aires- Editorial Magisterio del Río de la Plata – 1995.*
- PAEZ, Roberto –*Problemática de la Enseñanza de la Tecnología en Arquitectura Especialidad en Tecnología Arquitectónica- Maestría en Tecnología Arquitectónica. Escuela de Graduados- F.A.U.D.I. – U.N.C.- 2007.*
- LOGARES, Sergio y ECHEGARAY, Renato- *Taller de Diseño didáctico - Módulo PAMEG-FAUD-UNC- 2019*
- GOOGLE CLASSROOM | NOVEDADES 2018 - 2019 - Actualización-<https://youtu.be/jgmed4mmvX0>
- GOOGLE CLASSROOM Docentes 2019-<https://youtu.be/KP34rQKue5Y>
- GOOGLE CLASSROOM para Estudiantes 2019-<https://youtu.be/qo1zDxvuPSk>

# 09

## Arquitectura desde un Laboratorio de Informática

**Silvia Natacha Alsina y Lorena Belfiori**

Universidad Nacional de Avellaneda (UNDAV), Argentina

### RESUMEN

El presente trabajo expondrá la experiencia de cátedra llevada a cabo durante el primer cuatrimestre del 2019 con estudiantes de la asignatura Matemática Aplicada 1, en la carrera de Arquitectura en la UNDAV.

Con la utilización de los laboratorios de informática, se busca garantizar la inclusión de todos los estudiantes al acceso de los avances tecnológicos. Mediante un enfoque integral de los conceptos matemáticos dentro del hecho arquitectónico y junto con la participación de herramientas informáticas, se pretende desarrollar habilidades como la colaboración, el trabajo en equipo, la innovación, toma de decisiones y la solución de problemas, contribuyendo a un progreso sostenible. Por ello, es que el rol del docente como guía, aspira a provocar procesos de aprendizaje que orienten a cada estudiante hacia la creación de su propio conocimiento a partir de la disponibilidad de información sobreabundante brindadas por las TIC.

El curso se desarrolla con actividades didácticas multimediales, utilización de redes, acceso a internet y softwares tanto matemáticos como de diseño para que, al manipular dichas herramientas, cada estudiante incorpore los conceptos de manera independiente en vez de memorizarlos.

Los temas son: Geometría Generadora de Lenguaje Arquitectónico, Geometría de Regla y Compás en la Arquitectura, Ocupación del Plano, Sistemas de posicionamiento en el Espacio y Geometría en el Espacio.

La modalidad es presencial. Los contenidos teóricos y los desarrollos de los trabajos prácticos son enteramente digitales. Esto implicó un cambio significativo en el funcionamiento del taller, en las instancias de correcciones parciales y en el intercambio entre estudiantes. También influyó en las evaluaciones parciales y

**Natacha S. Alsina**

[alsinanatacha@gmail.com](mailto:alsinanatacha@gmail.com)

**Lorena Belfiori**

[lorenabelfiori@gmail.com](mailto:lorenabelfiori@gmail.com)

Docentes en Cátedra Alsina Matemática Aplicada 1, carrera de Arquitectura, Cátedra Alsina, Departamento de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad Nacional de Avellaneda, Sede Piñeyro: Mario Bravo 1460 esq. Isleta, Piñeyro, Avellaneda, Buenos Aires, Argentina.

<http://www.undav.edu.ar/>

finales permitiendo a los estudiantes desarrollar la autocorrección y autocrítica constructiva como recurso fructífero al dejar de lado el error como una problemática para abrirle vía libre a la investigación en favor de la construcción del propio conocimiento.

## INTRODUCCION

Las nuevas tecnologías desafían a los profesionales de la arquitectura y el urbanismo a un empleo cada vez mayor de los conceptos matemáticos estructurados dentro del hecho sinérgico que constituye la obra.

Se resignifican los conceptos matemáticos pasando a ser una variable más de lo proyectual. Cada uno de éstos, deben ser considerados con sus implicancias morfológicas, estructurales y constructivas.

Un fundamento importante en el proceso de diseño y utilización de TIC en matemáticas es la necesidad de generar recursos tecnológicos para que la “experimentación matemática” se vuelva protagonista del propio proceso de aprendizaje. Este proceso es autónomo en la variación de los parámetros asociados al concepto que se estudia y en las transformaciones que se le pretende dar al objeto de estudio mientras se comporta como un “juego”.

Con TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) nos referimos a computadoras, sistemas audiovisuales, calculadoras científicas o básicas, internet, celulares o cualquier otro dispositivo que permita un trabajo tecnológico integrador. Como con todo recurso para la enseñanza, su incorporación debe considerar una labor previa de reflexión respecto del lugar que ocuparán en la planificación de los contenidos previstos, con cuáles de ellos convendrá utilizarla, qué espacios, qué tiempos y qué condiciones se instaurarán para su uso. Además de pensar en cómo las TIC entrarán en diálogo con las herramientas habituales (papel, lápiz, regla, compás, etc.), en qué casos favorecen el aprendizaje, de qué manera se pueden complementar y/o acompañar una a la otra o cuál se adaptada mejor a la construcción de un conocimiento determinado.

En la actualidad las necesidades de formación demandan un conjunto de competencias que comprenden desde las capacidades individuales para la autoconstrucción del conocimiento, hasta las habilidades y actitudes para la construcción colaborativa, unido a la destreza en la comunicación.

En el hecho puntual de la enseñanza y aprendizaje de la matemática, desarrollar estas competencias requiere dejar de lado el modelo tradicional y afrontar al desafío de la resolución de cuestiones contextualizadas en la realidad del

estudiante, el desarrollo del razonamiento, la argumentación y la construcción interactiva del conocimiento.

El aprendizaje se da en forma colaborativa con los demás actores del proceso. Esto plantea una dinámica para los procesos de enseñanza/aprendizaje que ramifica el aprendizaje individualista y memorístico hacia una construcción conjunta del conocimiento.

### CONTEXTO

Hasta el pasado año, el curso se realizaba en las mismas aulas que el resto de las asignaturas de la carrera. Estos espacios utilizados como aula-taller son, donde se desarrollan la mayor parte del tiempo, las prácticas de las asignaturas. Las mesas y sillas pueden disponerse de diferentes maneras con el fin de desarrollar actividades en diversas escalas. Trabajos individuales, en equipos por mesa o cada 2 mesas, por docente, etc. (Fig. 1)

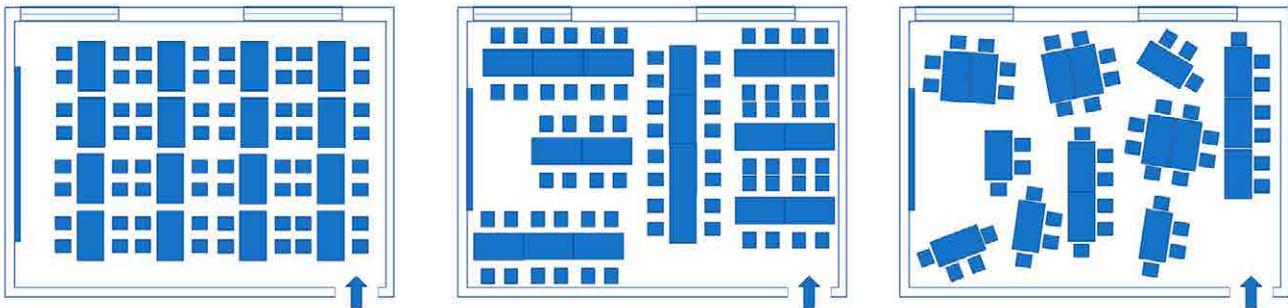


Fig. 1

Las ejercitaciones eran pensadas, en su mayoría, para trabajar sobre documentaciones impresas. Las correcciones grupales respondían a las “enchinchadas”, es decir, se pegaban en las paredes laws láminas en las que se estaba trabajando y se iban recorriendo con aclaraciones y correcciones generales para poder responder los interrogantes más frecuentes.

Las entregas parciales eran impresiones en tamaño A3 y eran llevadas por los docentes para corregirlas y devolverlas a la semana siguiente. De manera similar sucedía con las entregas finales, con la salvedad de que se corregían y devolvían el mismo día.



Fig. II

Aquellos estudiantes que poseían y podían traer su notebook aportaban a los equipos una herramienta superior para la realización de los trabajos y con ello, las problemáticas que comenzaban a surgir tenían más que ver con cuestiones de conectividad y computación que con asuntos de la asignatura en sí misma. (Fig. II)

En estos casos, se observaba que quienes utilizaban herramientas informáticas se entusiasmaban con las actividades, compartían más y producían un efecto de contagio positivo sobre el resto de los participantes.

Luego de algunas averiguaciones y coordinaciones, surge entonces, la posibilidad de acondicionar los laboratorios de informática de la Universidad. (Fig. III)



Fig. III

### PROPUESTA

Para llevar adelante la propuesta, se pusieron a punto los equipos de los laboratorios que iban a ser asignados y se instalaron aquellos programas que se utilizarían no solamente en la asignatura nuestra, como sería el caso del GeoGebra, sino también los que se utilizaran en la carrera, como podían ser el Paquete Office, Photoshop, Illustrator, Autocad, Revit, SketchUp, Rhinoceros y Grasshopper, para poder disponer también de ellos cuando se necesitaran.

El curso se desarrolló con actividades didácticas multimediales, utilización de redes, acceso a internet y softwares tanto matemáticos como de diseño para que, al manipular dichas herramientas, cada estudiante incorpore los conceptos de manera independiente y sin recurrir a la memorización.

Las teóricas estaban disponibles como videos online en un sitio de Facebook, previamente a las clases en las que se desarrollarían los temas y de ahí en adelante para cuando las necesitaran.

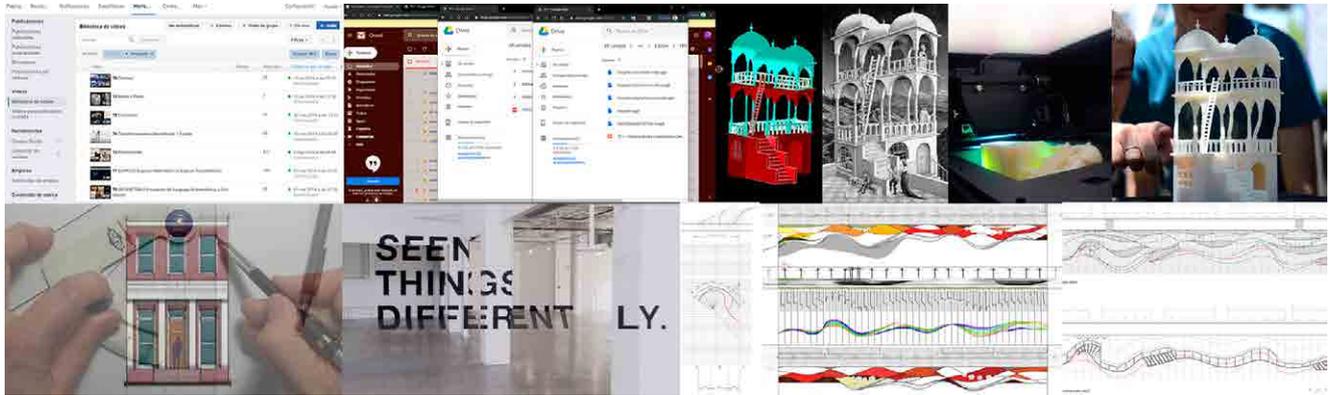


Fig. IV

Las explicaciones se complementaban con casos de estudio particulares que analizábamos docentes y estudiantes en el momento como situaciones específicas, videos de aplicación, imágenes referenciales, etc. (Fig. IV)

El curso se dividió en 3 instancias temáticas que se corresponderían con 3 trabajos prácticos/casos de estudio, los cuales dispondrían de una parte grupal y otra individual en la que cada estudiante pudiera aportar variables de las aplicaciones matemáticas mientras se incentivaba la creatividad y el desarrollo colaborativo.

Cada trabajo práctico constó de 2 apoyos complementarios, además de las instancias conceptuales generales, que acompañaban a los estudiantes en su progreso.

Una “guía/resumen” de los temas que aparecían en el práctico y un “caso de estudio referencial”.

Las temáticas fueron: Geometría Generadora de Lenguaje Arquitectónico, Geometría de Regla y Compás en la Arquitectura, Ocupación del Plano, Sistemas de posicionamiento en el Espacio y Geometría en el Espacio.

Ahora bien, a la hora de pensar en cómo repartir los equipos, surgió la imposibilidad de modificar el ordenamiento de las mesas y sillas, como estábamos acostumbrados a disponer, por cuestiones de “conexiones”. Es decir, dependíamos del entramado de cables que nos permitirían estar “más o menos conectados”.

Se conformaron así, equipos de a cuatro estudiantes que dispondrían de 2 computadoras y por supuesto, quien quisiera podría incorporar su propia notebook. (Fig. V)

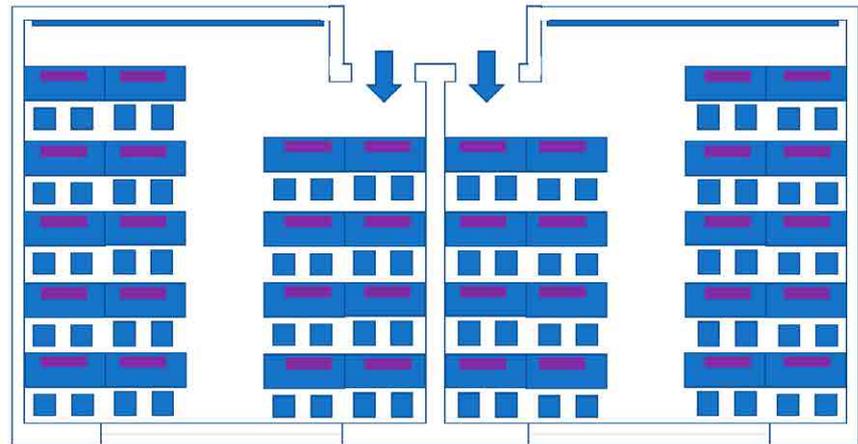


Fig. V

Todas las clases fueron prácticas. Inclusive en aquellas que se vieron temas teóricos, se pasaba rápidamente a la aplicación de los conceptos vistos.

Tanto en el 1<sup>er</sup> trabajo que consistía en establecer la relación “tridimensional–espacialidad” (cuestión básica para el desarrollo de todo el curso), como en el 3<sup>ro</sup>, se utilizó el software GeoGebra como herramienta mínima obligatoria, ya que, el empleo de esta herramienta permite la representación de campos vectoriales en 2D y 3D, lo cual aporta la enseñanza desde un punto de vista gráfico y dinámico.

En el 2<sup>do</sup> trabajo en cambio, cada estudiante eligió o combinó aquel/las herramientas que consideraban les aportarían mejor resolución a los casos de estudio. Entre algunos utilizados estuvieron: Autocad, Revit, SketchUp e Illustrator e inclusive PowerPoint.

Mientras esto sucedía, se mostraban los elementos geométricos como ordenadores del diseño, y se transmitía el concepto de que las matemáticas son un elemento de concreción y comunicación dentro de la unidad sinérgica que constituye el hecho proyectual.

Para la organización de la información generada se utilizaron programas de edición y se realizaron las presentaciones finales de dichos prácticos, los cuales fueron enteramente digitales.

Las prácticas se volvieron con el paso de las semanas, cada vez más dinámicas y productivas. El interés fue en aumento clase a clase y la reciprocidad de conocimiento se potenció.

Este intercambio de saberes se realizaba ya no sólo en la clase, sino también, de manera virtual. Las comunicaciones y relaciones entre los asistentes al curso se expandieron aportando mayores y mejores experiencias de aprendizaje como así también, una comunicación más fluida.

El factor económico también estuvo presente, o más bien casi ausente (con respecto a la asignatura en sí misma), en cuanto a que no tuvieron gastos de impresión en toda la cursada.

La plataforma en donde se realizaron las entregas fue Gmail y Drive (compartido). Se creó una casilla exclusiva de respuestas automáticas para la recepción de los trabajos. Lo cual permitió disponer de un plazo más amplio para las prácticas, ya que no restó tiempo de impresión y demás cuestiones particulares de estas instancias.

Esto resultó, por supuesto, en una nueva forma de corrección de esas entregas. Nos encontramos con inconvenientes de conectividad, peso de las imágenes, calidad de resolución, antivirus, archivos compartidos, etc. Cuestiones todas ellas, no aplicables a una entrega impresa al momento de su revisión.

Hubo que aprender a trabajar en/con una “pantalla”. Cuestión que originó en varios cambios como, por ejemplo, que ya no podíamos escribir en detalle todas las correcciones o sugerencias que estábamos acostumbradas a hacer, derivando en potenciar y desarrollar las guías/planillas de correcciones, que en cursos previos utilizábamos como complementarias. (Fig. VI)

TP1 - Sistema de Ejes Coordinados Cartesianos	Práct. Planis y Espacio	Fecha:	Evaluación Final:	Fecha:
<p><b>Objetivo:</b> Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis de los sistemas de ejes cartesianos en el plano y en el espacio, así como la capacidad de representación gráfica de los mismos.</p> <p><b>Contenido:</b> Ejes cartesianos en el plano y en el espacio. Ejes cartesianos en el espacio.</p> <p><b>Metodología:</b> Clase teórica y práctica. Resolución de ejercicios y problemas. Trabajo en grupo.</p> <p><b>Evaluación:</b> Prácticas y examen final.</p>				
<p><b>Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación de los ejes cartesianos en el plano y en el espacio.</li> <li>• Representación gráfica de los sistemas de ejes cartesianos en el plano y en el espacio.</li> <li>• Resolución de ejercicios y problemas.</li> <li>• Trabajo en grupo.</li> </ul>				
<p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Libro de texto de Matemática II.</li> <li>• Material de apoyo.</li> <li>• Software de geometría.</li> </ul>				
<p><b>Observaciones:</b></p>				
UNMDP - Matemática Aplicada 1 - Eje 1 (2019) - Guía TP1 - Ana Alsina N.	Ejercicio V	Fecha 19/11/19	Práctica 1	

TP1 - Sistema de Ejes Coordinados Cartesianos	Práct. Planis y Espacio	Fecha:	Evaluación Final:	Fecha:
<p><b>Objetivo:</b> Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis de los sistemas de ejes cartesianos en el plano y en el espacio, así como la capacidad de representación gráfica de los mismos.</p> <p><b>Contenido:</b> Ejes cartesianos en el plano y en el espacio. Ejes cartesianos en el espacio.</p> <p><b>Metodología:</b> Clase teórica y práctica. Resolución de ejercicios y problemas. Trabajo en grupo.</p> <p><b>Evaluación:</b> Prácticas y examen final.</p>				
<p><b>Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación de los ejes cartesianos en el plano y en el espacio.</li> <li>• Representación gráfica de los sistemas de ejes cartesianos en el plano y en el espacio.</li> <li>• Resolución de ejercicios y problemas.</li> <li>• Trabajo en grupo.</li> </ul>				
<p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Libro de texto de Matemática II.</li> <li>• Material de apoyo.</li> <li>• Software de geometría.</li> </ul>				
<p><b>Observaciones:</b></p>				
UNMDP - Matemática Aplicada 1 - Eje 1 (2019) - Guía TP1 - Ana Alsina N.	Ejercicio V	Fecha 19/11/19	Práctica 1	

TP2 - Análisis Geométrico de Órbitas	Práct. Planis y Espacio	Fecha:	Evaluación Final:	Fecha:
<p><b>Objetivo:</b> Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis de los sistemas de ejes cartesianos en el plano y en el espacio, así como la capacidad de representación gráfica de los mismos.</p> <p><b>Contenido:</b> Ejes cartesianos en el plano y en el espacio. Ejes cartesianos en el espacio.</p> <p><b>Metodología:</b> Clase teórica y práctica. Resolución de ejercicios y problemas. Trabajo en grupo.</p> <p><b>Evaluación:</b> Prácticas y examen final.</p>				
<p><b>Actividades:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretación de los ejes cartesianos en el plano y en el espacio.</li> <li>• Representación gráfica de los sistemas de ejes cartesianos en el plano y en el espacio.</li> <li>• Resolución de ejercicios y problemas.</li> <li>• Trabajo en grupo.</li> </ul>				
<p><b>Recursos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Libro de texto de Matemática II.</li> <li>• Material de apoyo.</li> <li>• Software de geometría.</li> </ul>				
<p><b>Observaciones:</b></p>				
UNMDP - Matemática Aplicada 1 - Eje 1 (2019) - Guía TP2 - Ana Alsina N.	Ejercicio V	Fecha 19/11/19	Práctica 1	

Fig. VI

Algo nuevo que permitió esta modalidad y que obró en beneficios, fue que, los archivos de cada entrega no eran simplemente los resultados finales, sino además y, de forma trascendente, los archivos originales donde estaba todo lo que habían desarrollado. El “cómo” de lo que habían producido. Es decir, teníamos disponibles los “procesos”. (Fig.VII)

Lo que ahora podíamos conocer con más y mejores herramientas, era de alguna manera, el camino de aprendizaje que cada estudiante, en forma individual y a la vez grupal, aquello que había ido recorriendo, indagando. Esto apuntaló la evaluación de procesos que veníamos desarrollando como una valoración continua e integral.

Sin dejar de perder especificidad en las resoluciones matemáticas, se consiguió que sus aplicaciones fueran los temas de conversación e intercambio. Lentamente fueron quedando a un lado las cuestiones de los clásicos temores y rechazos a “ciencia dura y fría” e incorporándose los conceptos de geometría sintética, analítica y matemática, necesarios para fundamentar los conocimientos específicos, tanto “morfológico/proyectuales” como “tecnológico/constructivos”. (Fig. VIII)



Fig. VII

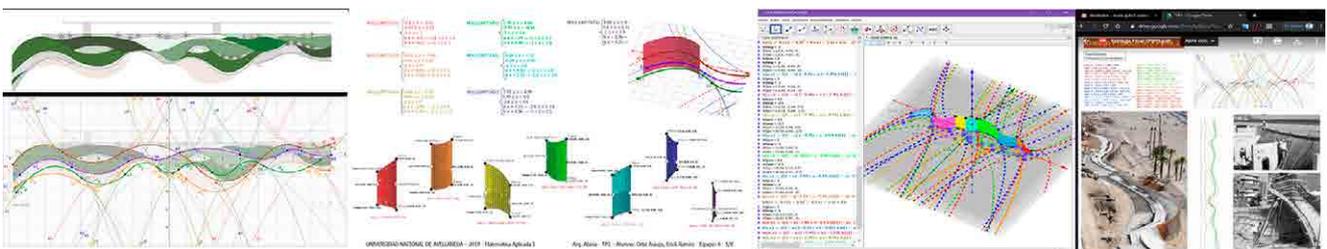


Fig. VIII

Esto repercutió en una mejor predisposición a la autocorrección y autocrítica constructiva por parte de los estudiantes, dejando a un lado el error como una problemática traumática y dándole paso a la incertidumbre e indagación en favor de la construcción del propio conocimiento.

El trabajo de equipos con más integrantes acentuó las conversaciones sobre las implicancias de las aplicaciones (por ejemplo, en lectura geométrica de obra: cónicas) de los conceptos en las obras de arquitectura y profundizó el desarrollo de indagación sobre las variables posibles al relacionar geometría, morfología y concreción. (Fig. IX)



Fig. IX

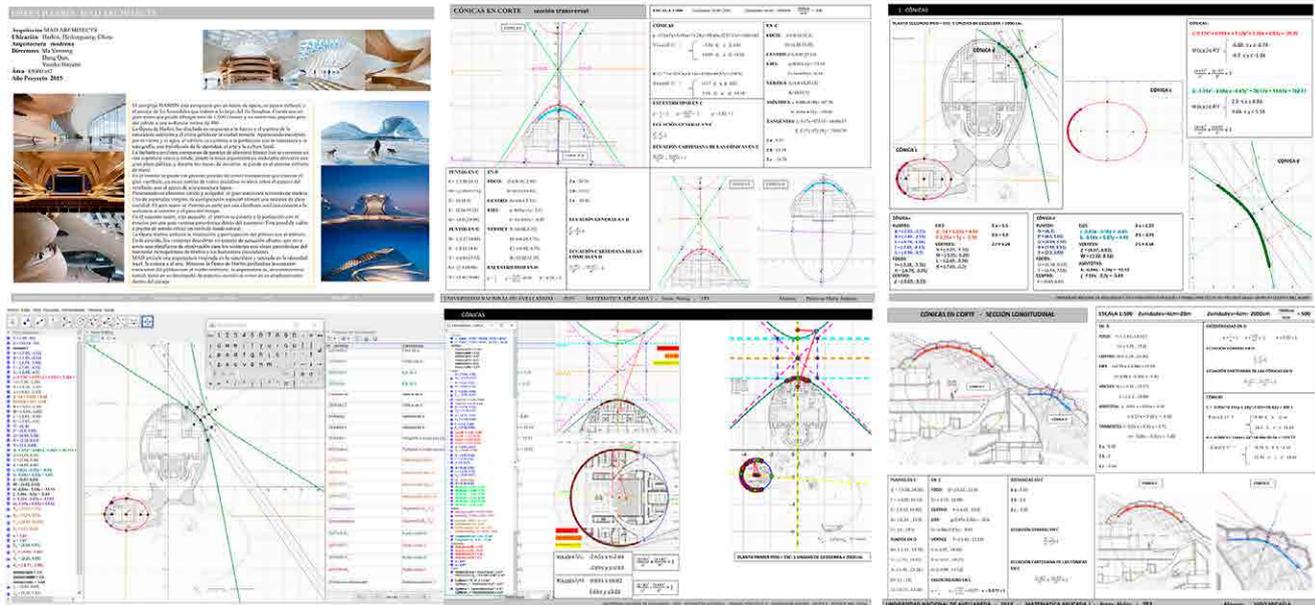


Fig. X

Cada integrante tenía a su cargo el estudio de alguna parte de la obra (planta/s ó sección/es dependiendo de la complejidad) que les había sido asignada como equipo, y aportaba su visión particular al análisis de ese hecho sinérgico que ahora pasaba a ser “el tema” de debate, logrando la integración de conceptos matemáticos como parte inherente al proyecto. (Fig. X)

## CONCLUSIONES

Con la utilización de estos nuevos espacios, se buscó garantizar la inclusión de todos los estudiantes al acceso de los avances tecnológicos mediante un enfoque integral de los conceptos matemáticos dentro del hecho arquitectónico y junto con la participación de herramientas informáticas, procurando desarrollar habilidades como la colaboración, el trabajo en equipo, la innovación, toma de decisiones y la solución de problemas, contribuyendo a un progreso sostenible.

Las impresiones obtenidas de este primer curso enteramente digital desde un laboratorio de informática son visiblemente satisfactorias. Además de los avances positivos ya enumerados, los porcentajes de las evaluaciones finales también ahondaron en mejoras significativas a la hora de las estadísticas de cierre de actas. En ambos turnos de cursada, aumentó significativamente el número de estudiantes que promocionaron el curso y disminuyó la deserción.

Podemos suponer que la creación de conocimiento colectivo se desarrolló más fluidamente y de manera efectiva, al mismo tiempo que con desarrollos contextualizados y con contenidos relevantes o afines se motivó con mayor fuerza el aprendizaje colaborativo.

En esta modalidad de “enseñanza-aprendizaje activa/o”, el docente está comprometido directamente con el aprendizaje del estudiante mediante el proceso de dar ejemplos y otras representaciones, hacer preguntas que requieren más que la sola memorización, entre otras cosas.

Por ello, es que el rol del docente como guía ó coordinador, aspira a provocar procesos de aprendizaje que orienten a cada estudiante hacia la construcción de su propio conocimiento a partir de la disponibilidad de información sobreabundante brindadas por las TIC.



Fig. X

### REFLEXIONES

Las TIC son flexibles en procesos de representación y visualización de los conceptos matemáticos y acercan al estudiante a fortalecer sus esquemas intuitivos, creando en él un desarrollo de reconocimiento y aprehensión. (Fig. XI)

El docente debe estar disponible para brindar retroalimentación, así como información general durante la mayor parte del proceso colaborativo. Además de encausar discusiones que se salgan del tema principal, activar y promover el debate, ayudar en la creación de relaciones y brindar confianza a los estudiantes.

La promoción del aprendizaje mediante el empleo de variadas herramientas tecnológicas posibilita el desarrollo de las inteligencias múltiples y los estilos de aprendizaje. La adaptación a estos estilos de cada estudiante repercute en una demanda de una educación que incluya métodos que los preparen para ser partícipes de una sociedad que se ha vuelto más exigente.

Los estudiantes, bien en solitario, bien en colaboración con otros, van construyendo de un modo procesual y continuo sus propios espacios digitales donde integran recursos, portales, herramientas, o redes que utilizan habitualmente para aprender, comunicarse o desarrollar sus actividades.

Las TIC son herramientas y materiales que conceden el desarrollo de distintas habilidades, estilos y ritmos de experiencias por parte de los estudiantes, y a los docentes los estimula a generar propuestas metodológicas innovadoras y creativas que mejoren la cognición y el proceso de aprendizaje. Estas herramientas también permiten la secuencialidad, claridad y dificultad graduada, ofreciendo retroalimentación, comprensión y disposición hacia la materia.

La utilización de las TIC como mirada didáctica tiene más posibilidades de lograr la movilización en los estudiantes, potenciando sus aprendizajes. Repensar en la incorporación de estas, promueve el desarrollo de prácticas como la anticipación, la explicación, la confirmación o modificación de resultados de procesos en la resolución de problemáticas.

Los entornos fructíferos en tecnología exigen asumir mayor responsabilidad en el aprendizaje y conllevar la utilización de la investigación junto a las capacidades de colaboración.

# 10

## EL BLOG: UNA NUEVA HERRAMIENTA EN EL AULA

**Aída Cáliz, Alción Alonso Frank, María Pía Yanzón y Erica Minet Bravo**

Universidad Nacional de San Juan, Argentina (FAUD-UNSJ).

### RESUMEN:

Frente a un cambio de paradigma en la educación en la cual el sujeto de aprendizaje proviene de una generación denominada “nativos digitales” caracterizada por su acceso al conocimiento a través de internet y las redes sociales y que deja en un segundo plano la consulta del libro impreso, los docentes de la Cátedra de Matemática del Ciclo Básico Común de las Carreras de Diseño Industrial y Gráfico de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan, nos propusimos el desafío de integrar las nuevas tecnologías en la práctica docente. En este marco elaboramos para el ciclo 2019 un blog de cátedra académico inserto en la página web de la Universidad, el cual tiene como finalidad brindar un espacio de notificaciones periódicas, el contenido teórico-práctico curricular de la materia con apoyatura audiovisual, la lista de evaluaciones, trabajos prácticos de años anteriores y actuales y un espacio de consulta permanente que, en conjunto, extiende las fronteras del aula en donde el aprendizaje se da en cualquier lugar y momento, haciendo que el tiempo áulico sea relativo. Se concluye que el blog consigue democratizar el conocimiento al permitir el acceso al mismo por parte de los alumnos.

**Arq. Aida Caliz**

[aidacaliza@hotmail.com](mailto:aidacaliza@hotmail.com)

**Arq. Dra. Alción Alonso Frank**

[alcion88@hotmail.com](mailto:alcion88@hotmail.com)

**Arq. María Pia Yanzón**

[piayanzon@gmail.com](mailto:piayanzon@gmail.com)

**Arq. Erica Minet Bravo**

[eriminet@hotmail.com](mailto:eriminet@hotmail.com)

Cátedra de Matemática de las Carreras de Diseño Industrial y Diseño Gráfico. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan, Argentina (FAUD-UNSJ).

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad nos encontramos frente a un cambio de época, un cambio de paradigma en la educación, donde el actual sujeto de aprendizaje se caracteriza por ser una generación considerada “nativos digitales”, la cual se define principalmente por su acceso al conocimiento a través de internet y redes sociales, dejando en un segundo plano la consulta del libro impreso. Los mismos obtienen información cualquier día, a cualquier hora, acortan distancia, se comunican constantemente, prefieren un ambiente de autoaprendizaje.

Tradicionalmente, el término “alfabetización” hacía referencia a la capacidad de leer y escribir, pero en la actualidad la lecto-escritura es insuficiente puesto que sólo nos permite acceder a una parte de la información en nuestra sociedad, esto es, la que está escrita. Es en esto último donde encontramos hoy el desafío a nivel universitario.

En este contexto, el impacto de las “nuevas tecnologías” resignifican el concepto de la modalidad de enseñanza, puesto que hay un cambio en el espacio y tiempo en nuestra práctica docente. El aprendizaje se da en cualquier lugar y momento, de manera que se extienden las fronteras del aula y el tiempo es relativo.

Como respuesta desde la Universidad, el Blog es una herramienta formal que nos permite acercarnos a esta nueva generación de alumnos, desarrollando contenidos no sólo mediante el uso de textos sino también utilizando medios audiovisuales, que les permitan conocer la información a través de los distintos sentidos. Al respecto, como cátedra consideramos que este tipo de recursos tecnológicos están incluidos dentro de los entornos de enseñanza-aprendizaje y que son aplicaciones informáticas con fines educativos de manera que están diseñados para facilitar la comunicación dentro de los procesos pedagógicos. Una de las características principales, es que ponen énfasis en la interactividad como estrategia para favorecer dichos procesos. Por ello, es de suma importancia que su diseño provea la versatilidad suficiente para permitir un amplio abanico de posibilidades adaptándose en función del tipo de disciplina para el que esté siendo empleado: *“lo importante es que el diseño tecnológico acompañe al modelo pedagógico, sin perder de vista que la herramienta tecnológica por sí sólo no garantiza el cumplimiento de los procesos educativos”* (Ferreira Szpiniak & Sanz, 2007).

En este nuevo panorama educacional, el equipo docente destaca como fundamental la necesidad de reformular la “comunicación” (desde la planificación, evaluaciones, como así las notificaciones diarias) entendida de esta manera como una comunicación pedagógica. Ello se fundamenta, a nivel teleológico,

en entender que formamos profesionales críticos, capaces de comprender la situación actual y modificarla para el bienestar propio y de la sociedad y, a nivel antropológico, en entender al alumno como un ser activo. Con respecto a esto último, compartimos en nuestro posicionamiento lo definido por Freire *“En el fondo, no somos sólo lo que heredamos ni únicamente lo que adquirimos, sino la relación dinámica y procesal de lo que heredamos y lo que adquirimos”* (Freire, 1993: 103). Por cuanto concebimos al conocimiento como una permanente construcción, en donde el aprender supone, en el alumno, el movimiento de estructuras conceptuales en un proceso interno. El docente en su rol de mediador debe ser un buen comunicador, de ahí nuestro interés en emplear el blog como herramienta de comunicación.

Por último, en relación a las disciplinas proyectuales, compartimos nuevamente con Freire que *“Enseñar no es transferir conocimiento, sino crear las posibilidades para su propia producción o construcción”* (Freire, 1996: 57). En esta línea sostenemos que la matemática aporta herramientas de lógica proyectual a las disciplinas ligadas al diseño. El producto final del mismo es el resultado de un proceso de ideación, formalización, proyectación, construcción y apropiación; donde podemos percibir que la Matemática se encuentra presente en cada una de las fases de este proceso (Díaz Reinoso *et al.*, 2017). Por lo tanto, como docentes estamos convencidos que no debemos transferir conocimientos o conceptos aislados de la matemática y la geometría sin darle su aplicación dentro de la disciplina o la vida real. A su vez, tenemos que darles las herramientas necesarias para que puedan construir su propio conocimiento para desenvolverse y aplicarlas en el futuro en la vida profesional.

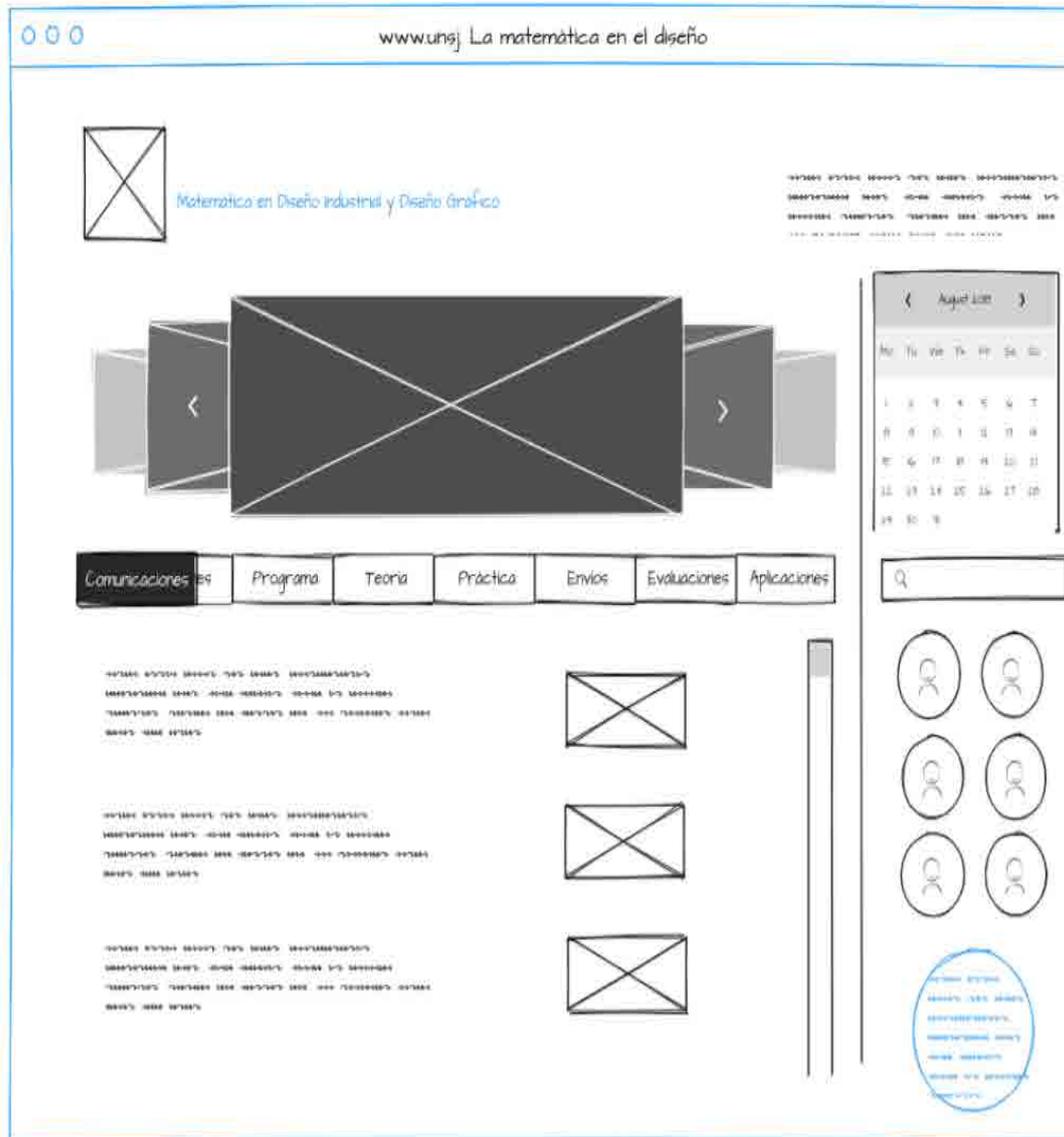
## DESARROLLO

Numerosos autores exponen que hoy urge la necesidad de abrir canales de comunicación (wforos, chats, listas, etc.) entre profesores y estudiantes con el objeto de alcanzar prácticas educativas mediadas por la tecnología en las cuales se rompa con el esquema de “caja horaria” mediante la “participación digital activa”. En este marco, y ante la general falta de predisposición de los alumnos de diseño para el estudio de la matemática, se utilizarán estrategias para: Proporcionar, al alumno, un espacio de comunicación de la cátedra de tipo permanente; Proporcionar, al alumno, un espacio de consulta permanente; Facilitar los contenidos teóricos de la cátedra; Facilitar los ejercicios prácticos como así la resolución (paso a paso) de algunos de ellos; Brindar ejemplos de aplicación de la matemática en el Diseño Industrial y Gráfico, mediante expresiones gráficas

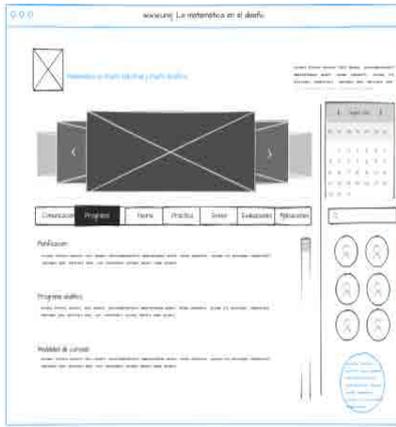
y videos, a efectos de vencer la indiferencia hacia la matemática y despertar su interés por su estudio; Conseguir la comprensión de los temas explicados, para su aplicación en los ejercicios propuestos; y conseguir que los alumnos puedan comprender que la matemática tiene una integración de contenidos en forma vertical y horizontal con otras asignaturas del Plan de Estudios. Ello sustentado en que la alfabetización tiene implicaciones de comprensión de un lenguaje que hoy es audiovisual, un lenguaje que es abierto y compartido y no sólo de comprensión, sino de construcción con este lenguaje.

En relación a lo anteriormente enunciado, se tiene como designios para el blog que sirva como herramienta de comunicación permanente; informe sobre todos los contenidos teórico-prácticos; colabore para vencer la indiferencia hacia la matemática y despertar su interés por su estudio; contribuya a la comprensión de los temas explicados, para su aplicación en los ejercicios propuestos; ayude a que puedan comprender que la matemática tiene una integración de contenidos en forma vertical y horizontal con otras asignaturas del Plan de Estudios; conduzca a que comprendan que la matemática interviene en un proceso creativo de diseño; y, logre un ámbito de consulta fuera del aula como así de entrega y evaluación de los trabajos prácticos. A su vez, que esté diagramado de forma clara y coherente con el contenido de la cátedra; el diseño resulte atractivo, con un equilibrio de la información según la jerarquía; haya una identificación institucional, presentación del equipo de cátedra, año académico y fecha de actualización; Mayor interacción docente-alumno; Posibilidad de vincular con otras plataformas, compartir; Incluir accesos rápidos por temáticas (a través de nubes de etiquetas, índice de temas u otros recursos); Facilidad para la navegación; Organización por pestañas; Rapidez y claridad en la búsqueda; Inclusión de un buscador; Estructura simple; Organización del contenido en dos columnas; y, secuencia corta de pasos para llegar a la información.

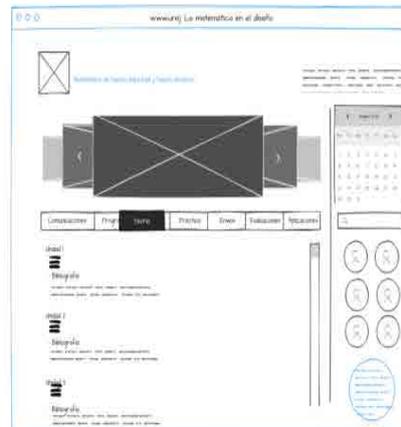
Finalmente, para dar respuesta a lo arriba descripto, se hace uso de la aplicación web Mockflow que permite diagramar la estructura del sitio completo (mapa del sitio) y elaborar una maqueta de las páginas que integraran el mismo. La Figura 1 expone el maquetado elaborado. Se propone como nombre del Blog “La matemática en el diseño”.



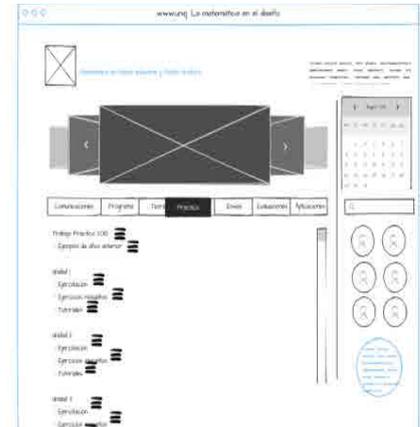
Página de inicio: Pestaña "Comunicación"



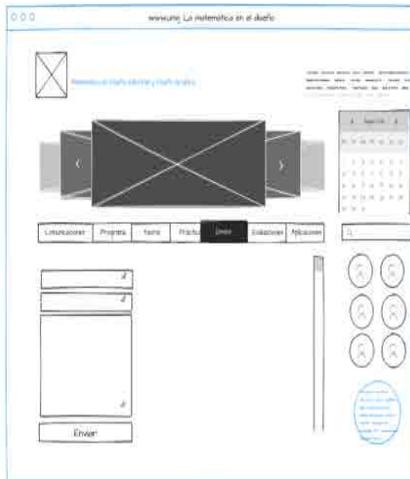
Pestaña "Programa"



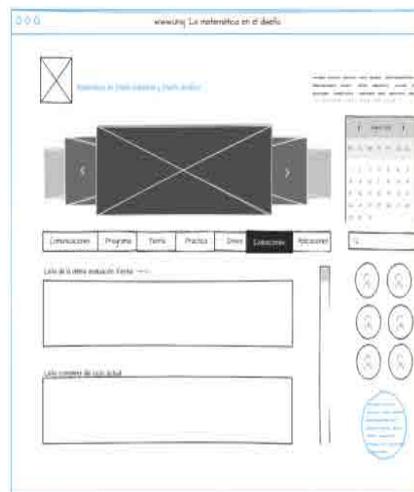
Pestaña "Teoría"



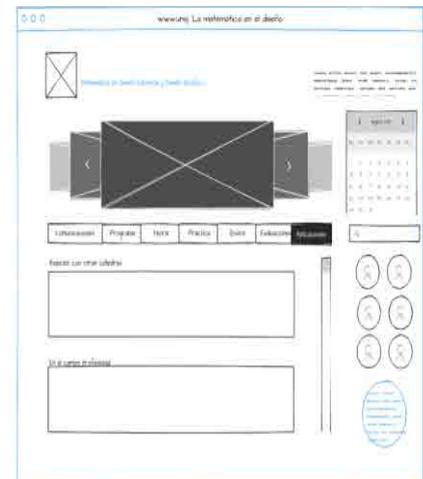
Pestaña "Práctica"



Pestaña "Envíos"



Pestaña "Teoría"

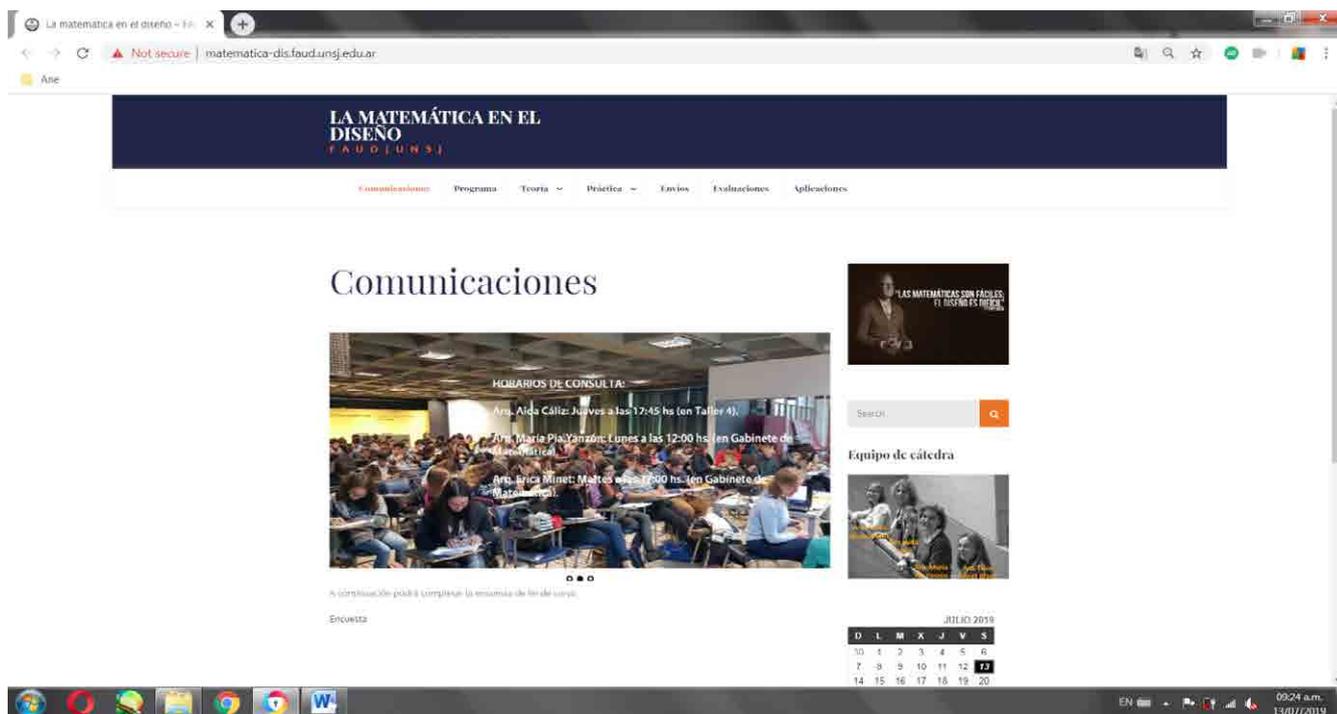


Pestaña "Aplicaciones"

Figura 1: Maquetado del Blog de Cátedra.  
 Fuente: Elaboración propia, 2019.

## RESULTADOS

En correspondencia a lo arriba descrito, se destaca que la secuencia didáctica desarrollada a la fecha es recién el primer paso de acercamiento a los medios digitales. Como equipo de cátedra estamos convencidas de que se requiere de una constante adecuación del blog a efectos de adaptarse a las necesidades de los nuevos alumnos. La Figura 2 exhibe el diseño actual realizado con Wordpress, al cual se puede acceder desde el sitio web de la Universidad o directamente desde: <http://www.matematica-dis.faud.unsj.edu.ar/>



Página de inicio: Pestaña "Comunicación"



Pestaña "Programa"



Pestaña "Teoría"



Pestaña "Práctica"



Pestaña "Envíos"



Pestaña "Evaluaciones"



Pestaña "Aplicaciones"

Figura 2: Blog de Cátedra.  
Fuente: Elaboración propia, 2019.

Consideramos que se ha logrado coherencia entre la producción realizada y los objetivos planteados, a partir de la estructura establecida y de los plugins instalados. No obstante, aún se sigue actualizando el mismo, quedando completar la pestaña “Aplicaciones” (actualmente está en elaboración). Como impacto a futuro se espera una transformación/evolución de la práctica docente producto de la construcción del conocimiento.

A modo de estrategia de mantenimiento y apropiación del sitio, hay un docente a cargo del blog (comunicación y envíos) y el ayudante alumno se encarga de cargar las evaluaciones. A su vez, todo su contenido y rediseño es consensuado en equipo, acorde a las necesidades del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por último se destaca que si bien la FAUD cuenta con conexión Wi-Fi libre para los alumnos, de manera que los mismos pueden tener acceso al sitio web desde el celular o notebook personal, les hemos informado en clase, como así a través del Blog, que también pueden acceder desde el espacio de Biblioteca (con las computadoras que allí se encuentran) y desde el espacio disponible en el Gabinete de Computación. Ello posibilita el acceso a aquellos alumnos que no cuenten con PC e internet en su hogar.

## CONCLUSIONES

Ante la falta de predisposición de los alumnos de las carreras de diseño para el estudio de la matemática, como equipo de cátedra perseguimos cambiar la práctica docente desarrollada hasta el momento. En este marco, el blog tiene por objeto que la práctica educativa esté mediada por la tecnología acorde a lo demandado por las nuevas generaciones (“nativos digitales”). Éstas requieren que el proceso de enseñanza-aprendizaje esté sustentado en un lenguaje audiovisual, abierto y compartido, que sea construido en conjunto por el docente y el alumno. De esta manera el blog propuesto posibilita salirse de la “caja horaria” mediante la “participación digital activa” en donde los textos se encuentren conjugados con contenidos audiovisuales, a la vez de propiciar canales de comunicación de carácter permanente.

Como conclusión, en relación a los objetivos propuestos, el blog actualmente se constituye como nuestra herramienta de comunicación permanente, resaltando su carácter formal (al accederse desde la página de la UNSJ). El mismo ha logrado romper la barrera espacial y temporal, principalmente gracias al grado de apropiación de los alumnos, los cuales se familiarizaron rápidamente. Ello fue promovido desde el primer día de clases puesto que se les solicitó la inscripción a

la asignatura a través de un formulario dispuesto en el sitio. Esto último permitió a su vez el armado de la lista desde un comienzo, agilizando la carga de datos (asistencias, controles de información, evaluaciones, entre otros), como así su inmediata disposición en el blog (en la pestaña “evaluaciones”).

A efectos de conocer los aspectos a mejorar es que se elaboró una encuesta de evaluación del equipo docente y del blog, la cual será completada por los alumnos al finalizar el cursado 2019.

### BIBLIOGRAFÍA

Díaz Reinoso, V., Minet Bravo, E., Galdós, I. (2017). “El rol de los entornos virtuales en las disciplinas proyectuales: AULA extendida PARA el ingreso a las carreras de la FAUD UNSJ 2017”. XXXVI Encuentro y XXI Congreso de Escuelas y Facultades Públicas de Arquitectura del Mercosur | San Juan. Argentina.

Ferreira Szpiniak, A., Sanz, C. (2007). “Hacia un Modelo de Evaluación de Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje”. La importancia de la Usabilidad. XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. CACIC 2007. Entre Ríos: Universidad Nacional del Nordeste.

Freire, P. (1996). “Pedagogía de la autonomía. Saberes necesarios para la práctica educativa”, Siglo XXI Editores, pp. 47-87.

Freire, P. (1993). “Octava carta de la serie Cartas a quien pretende enseñar.” Biblioteca Digital Paulo Freire.

# 11

## Una experiencia en la virtualidad: Evaluaciones en plataforma Moodle. Matemática 2A Curso intensivo de Verano. FAUD-UNC

**Clarisa Lanzillotto**

Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina

### RESUMEN

Los instrumentos de evaluación son parte importante en todo proceso de enseñanza- aprendizaje. Si bien los mismos se ajustan a criterios basados en el programa educativo vigente y particular de cada institución, se flexibilizan según la postura pedagógica y los planteos didácticos de cada cátedra, sus objetivos generales y particulares , consideración de la masividad, modalidad de dictado, tiempo de cursado, carga horaria y régimen de la asignatura, el tema específico a evaluarse, etc.

En la planificación de los instrumentos de evaluación deben incorporarse principios que posibiliten una evaluación ajustada a los objetivos formativos que favorezca el aprendizaje. La evaluación debe ser coherente con el proceso cognitivo. Las didácticas orientadas a prácticas experimentales para resolver problemas están en línea con la evaluación de competencias ( Sumativa) y para el desarrollo de competencias (Formativa).

Como docente de Matemática IA y 2A de la carrera de Arquitectura de la FAUD-UNC y miembro del grupo de investigación en TICs , es viable afirmar que el uso pedagógico innovador de las TICs en las prácticas docentes y particularmente las referidas a la educación superior es un desafío a corto plazo para dar respuesta a los requerimientos y características de la sociedad y del estudiante de hoy, verdadero protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En este contexto **los instrumentos de evaluación no tradicionales** constituyen un campo de estudio muy particular. La plataforma Moodle , disponible para todas las carreras en la UNC, ofrece la Actividad Cuestionario para evaluaciones sumativas,

**Arq. Clarisa Lanzillotto**

[infolanz@yahoo.com.ar](mailto:infolanz@yahoo.com.ar)

Docente Cátedra Matemática IA y Matemática IIA- Carrera Arquitectura. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.

de diagnóstico o de proceso .En esta ponencia se presentará la elaboración de modelos de exámenes de acuerdo a los objetivos formativos a alcanzar por los estudiantes en el Curso intensivo de verano asignatura **Matemática 2A**, la oferta del instrumento a los alumnos , la muestra de resultados obtenidos en esta experiencia y las acciones a futuro.

## INTRODUCCIÓN

Desde el comienzo de las investigaciones realizadas desde el equipo de investigación en TICs constituido a partir del año 2006 en la FAUD-UNC, la incorporación de las TICs al ámbito educativo tuvo un impacto creciente, ofreciendo nuevas oportunidades a la hora de enseñar y aprender. Impacto que se traduce en el avance vertiginoso de los sistemas comunicacionales disponibles en la web que permiten transmitir y disponer de grandes volúmenes de información, aparición de aplicativos amigables para ser utilizados en entornos educativos flexibles, de bajada gratuita, acceso inmediato a múltiples canales con oferta de cursos de formación en multiplicidad de disciplinas, etc.

En el ámbito educativo en general y universitario en particular, los docentes abordamos nuevos desafíos que invitan a re-pensar los modos de enseñar y aprender. La Universidad pública se ve atravesada, además, por situaciones que inciden negativamente en la generación de aprendizajes significativos: la masividad, las dificultades de traslados de un lugar a otro, los espacios físicos insuficientes, por mencionar algunas.

Paralelamente, las casas de estudios van incorporando nuevos recursos, herramientas e instrumentos de comunicación e información disponibles para el ejercicio docente, en algunos casos gestionados desde la institución hacia la comunidad académica, otras por solicitud de docentes y equipos de investigación que impulsan la adquisición y uso de los mismos.

En el ámbito de la FAUD, la creación y puesta en funcionamiento del laboratorio CIPTICs (Capacitación e Investigación permanente en TICs) permite vincular la comunidad educativa a las nuevas tecnologías, a los procedimientos operacionales asistidos para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, incursionando en metodologías y estrategias educativas novedosas que aportan positivamente a enriquecer la formación de docentes e investigadores y a la generación de mejores resultados académicos curriculares y extracurriculares en los estudiantes.

En este contexto, el equipo de investigación en TICs inicia en 2016 un nuevo proyecto basado en el estudio de Plataformas Educativas en la WEB y sus Herramientas de Evaluación.

La investigación se centró en los sistemas de comunicación E-Learning más apropiados para implementar en las carreras de Arquitectura y Diseño Industrial, considerando las características propias de cada disciplina, sus actividades curriculares, métodos pedagógicos, didácticos y recursos tecnológicos instalados, para lograr innovar y fortalecer los procesos de cognición de nuestros estudiantes. Se analizaron ventajas y desventajas de distintas Plataformas Educativas comparando resultados para su eficaz implementación e integración con los entornos existentes.

Los recursos didácticos estudiados en los entornos seleccionados se incorporaron a métodos didácticos y prácticas educativas para desarrollar los contenidos de las asignaturas elegidas para la experiencia, para luego difundir a la comunidad educativa de la FAUD.

### LA INTERVENCIÓN ÁULICA. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Las investigaciones se capitalizan cuando las experiencias se transfieren a las prácticas docentes, dando un verdadero sentido a la tarea desarrollada.

En el caso particular de las asignaturas Matemática IA y Matemática 2A de la carrera de Arquitectura, desde 2010 en adelante se dispone de dos entornos virtuales que actúan en sincronía con la presencialidad y en los que se vuelcan los resultados de las investigaciones: Aula Virtual asincrónica, un aula para cada asignatura bajo Plataforma Moodle y Aula Virtual Sincrónica, un aula para cada asignatura bajo Plataforma Adobe Connect Pro.

En el año 2017 y a partir de profundizar los instrumentos de evaluación propuestos por la Plataforma Moodle, disponible para todas las carreras de la Universidad Nacional de Córdoba, comienza a gestarse la experiencia piloto para el curso intensivo de Matemática 2A, curso de verano a dictarse en febrero de 2018.

El objetivo fue generar una asignatura de cursado virtual, incluyendo las evaluaciones parciales. Para las clases en línea, se programó el uso de tableta, bamboo paper, videos, presentaciones, encuestas en línea. Para los parciales, se elaboraron Cuestionarios en Plataforma Moodle, iniciando el estudio pormenorizado de este instrumento de evaluación. La Fig. 1 muestra la portada del aula en Plataforma Moodle y la Fig.2 la pantalla de una clase en línea en Plataforma Adobe Connect Pro.

**Matemática II A - Curso de verano**

Página Principal > Mis cursos > mat\_ii\_vera > General

Buscar en los foros

Búsqueda avanzada

Actividades

- Cuestionarios
- Recursos

General Geometría Analítica Superficies y Secciones Cónicas GRABACIONES 2019

AUTOEVALUACIONES PARCIALES Y RECUPERATORIOS

**LA PRESENCIA DE LA MATEMÁTICA EN LA OBRA DE ARQUITECTURA**

El análisis de los edificios desde un área matemática nos permite el desarrollo de un espacio de participación en el interior del tiempo lejano con una clara intención de rescatar valores y a un lugar de encuentro de gracias. En los siglos por venir se siguen las mismas.

Algunos de los ejemplos de edificios que se muestran son: una imagen visual para observar el evento.

Se ha hecho este proyecto con el fin de mostrar los resultados en el cual se pueden realizar diferentes aplicaciones concretas:



**NIVEL III- MATEMÁTICA 2A**  
**curso VERANO**  
**BIENVENIDOS AL AULA VIRTUAL!!**

Lista de asistentes (84) Compartir Curso del Ángel Lanzillotto

Anfitriones (1)

- Clarisa del Ángel Lanzillotto

Presentadores (0)

Participantes (83)

- Agustina María Picco
- Agostina Nefasí Allende
- Agostina Toszini
- Aguirre Leonardo
- agus.germanetto07@gmail.com
- Ana Ben Pretto
- ANA LAURA DANIELUCCI
- Ana Marlene Segovia
- Ana Shamy Nahum 2
- Anabel Dinolfo

Chat (Todos)

Pablo Guillermo Hajdu: gracias prof.  
 Florencia Di Natale: dice que tengo que estar habilitado por el administrador  
 agus.germanetto07@gmail.com: okay  
 Florencia Di Natale: sí pero no deja  
 Agustina María Picco: sí  
 Rocio Moretta: sí sí prof.  
 Lucio Navozotti: sí  
 Axel Medina: sí  
 Camila Díaz: sí  
 Florencia Di Natale: sí  
 Agustina Nefasí Allende: sí  
 Karen Marcela Carosay: sí  
 Ludmila Marmo: sí  
 Belen Schulz: sí prof.  
 Pablo Guillermo Hajdu: sí es

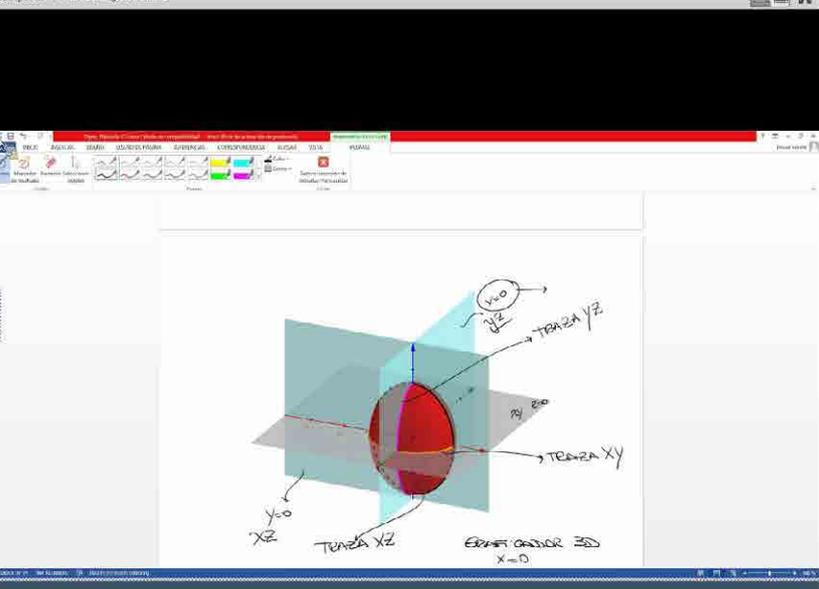


Fig.1 y Fig.2: Aula Moodle Curso de Verano Matemática 2A y Plataforma Adobe Connect Pro clase en línea

## PLATAFORMA MOODLE. LA ACTIVIDAD CUESTIONARIO

Como se expresara al comienzo, la evaluación es parte esencial en el proceso de enseñanza- aprendizaje. Los instrumentos de evaluación, si bien responden a criterios institucionales generales, deben ser flexibles, adaptarse a los planteos didácticos de cada asignatura, de cada tema en particular. El evaluador debe potenciar el carácter abierto y transformador de la evaluación que busca mejorar el aprendizaje y enriquecer la enseñanza. La devolución o el informe de evaluación son parte del proceso formativo.

La configuración de exámenes en Moodle, a partir de la actividad Cuestionario ofrece características interesantes, para el docente y para el estudiante.

Para el docente:

- Ofrece la alternativa de configurar evaluaciones sumativas, de diagnóstico o de proceso proporcionando el tipo específico de retroalimentación que se desee dar a los estudiantes. Hay varias maneras de configurar la retroalimentación: en cada pregunta o en forma general.
- Proporciona evaluaciones para auto-estudio que no son calificadas.
- Posibilita configurar exámenes que permitan intentos múltiples. Cada intento de contestar una pregunta es calificado automáticamente, y se puede optar por dar retroalimentación o mostrar las respuestas correctas.
- En un examen se pueden seleccionar automáticamente preguntas aleatorias y/o específicas desde diferentes categorías de preguntas.
- Las configuraciones del examen ofrecen distintos métodos de visualización. Se pueden aleatorizar las preguntas y aleatorizar el orden en que se muestran las respuestas para cada estudiante.



La fig.3 muestra cómo se presenta la actividad en la plataforma.

El docente puede elegir cómo se comportan las preguntas durante el examen.

- Una amplia variedad de Reportes de examen (además de las Calificaciones) están disponibles para ser usados por el docente.

Para el estudiante:

- Puede identificar qué conoce o sabe bien y qué necesita aprender más.
- Recibe retroalimentación inmediata.
- Puede realizar múltiples intentos y hacer revisiones antes de enviar el examen.

## Categorías de pregunta para 'Curso: Matemática II

### A - Curso de Verano ' 2018 y 2019

- circunferencia (12) X \* ↓
  - elipse (11) X \* ↑ ↓ →
  - hipérbola (8) X \* ↑ ↓ →
  - parábola (8) X \* ↑ ↓ →
  - Por defecto (75)
- Categoría por defecto para las preguntas.
- X \* ↑ →
  - Clarisa Lanzillotto\_2 (3) X \* ← ↓
  - ELIPSOIDE (0) X \* ← ↓
  - HIPERBOLOIDE DE DOS HOJAS (0) X \* ← ↓
  - HIPERBOLOIDE DE UNA HOJA (0) X \* ← ↓
  - Su nombre\_Apellido (0) X \* ← ↓
  - Moodle (8) X \* ←

Fig. 4-Categorías creadas

**Banco de preguntas**

Seleccionar una categoría:

Categoría por defecto para las preguntas.  
 No se está aplicando ningún filtro por etiquetas.

Filtrar por etiquetas...

Mostrar el enunciado de la pregunta en la lista de preguntas

Opciones de búsqueda

Mostrar también preguntas de las sub-categorías

Mostrar también preguntas antiguas

Página: 1 2 3 4 5 (Siguiente)

Pregunta	Creado por	Última modificación por
	Nombre / Apellido(s) / Fecha	Nombre / Apellido(s) / Fecha
1	CLARISA LANZILLOTTO 27 de January de 2019, 01:21	CLARISA LANZILLOTTO 3 de February de 2019, 03:07

- La fuente elíptica situada frente al patio Olimos se ubica con respecto a un sistema de ejes con origen en un  $A = (13,747; 26,558; 12,605^\circ)$  y siendo el ojo mayor de la fuente de 8 m, deducir el área de la fuente, en m<sup>2</sup>.

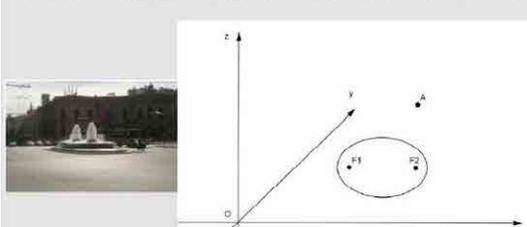


Fig. 5-Banco de preguntas- Cada pregunta es un ejercicio.

## CONFIGURACIÓN DE CUESTIONARIOS CURSO INTENSIVO MATEMÁTICA 2A VERANO- AÑOS 2018 y 2019

La primera tarea abordada fue la de incluir ejercicios en el BANCO DE PREGUNTAS. El docente crea, previsualiza y edita preguntas dentro de una Base de Datos de categorías de preguntas. Las preguntas en una categoría se agregan a un Examen mediante un proceso de exportación. Cada curso tiene una categoría llamada "Por defecto (Default)". Pueden incluirse preguntas en esta categoría o crear más categorías para organizar las preguntas y facilitar encontrarlas. Las categorías pueden ordenarse por jerarquía. En el curso de verano, para agregar preguntas se crearon las categorías: CIRCUNFERENCIA-ELIPSE-HIPÉRBOLA-PARÁBOLA-ELIPSOIDE-HIPERBOLOIDE DE UNA HOJA-HIPERBOLOIDE DE DOS HOJAS- SUPERFICIE ESFÉRICA- PLANO

La Fig.4 muestra las categorías creadas y la Fig.5 muestra parte del Banco de preguntas. En ambas se observan los botones para editar las preguntas, como también las categorías creadas a partir de los contenidos del programa de Matemática 2A.

## LAS PREGUNTAS EN EL BANCO DE PREGUNTAS:

La Plataforma ofrece variedad de tipos de preguntas que se seleccionarán de acuerdo al objetivo de la evaluación, Fig.6. En el curso, para los exámenes Parciales y Parcialitos de ambientación en el uso de Cuestionarios se utilizaron:

-Preguntas de múltiple opción

-Verdadero/Falso

-Preguntas de Respuesta numérica

Para las Auto evaluaciones se usaron:

-Verdadero/Falso

En todos los casos, las preguntas incorporaron retroalimentaciones como forma de afianzar el aprendizaje:

La Fig.7 muestra un ejemplo de comprobación de resultados y



Fig. 6-Tipos de preguntas

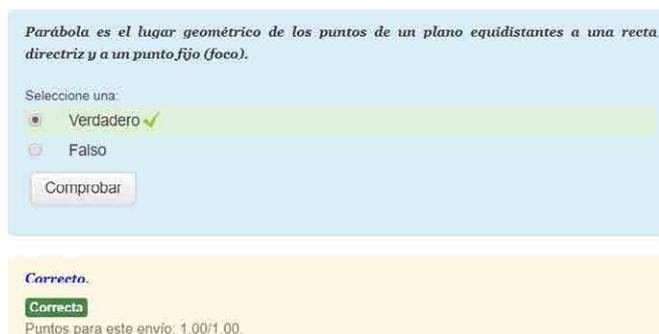


Fig. 7-Pregunta con retroalimentación

la Fig.8 un ejemplo de configuración de una Pregunta de Respuesta numérica.

Fig.8: Campos obligatorios en la configuración de una pregunta-

Pregunta de Respuesta numérica-Respuesta correcta y margen de error.

### CONFIGURACIÓN DE LOS CUESTIONARIOS

Como anticipáramos, para el Curso intensivo de Verano de Matemática 2A se prepararon Auto evaluaciones, Parcialitos, Exámenes Parciales y Recuperatorios. Cada examen implica la configuración de un Cuestionario. Cada Cuestionario tiene un nombre y puede incluir una descripción. Se programa su temporalización, cuándo se habilitará y se cerrará como también cuánto tiempo estará abierto. En el caso de los exámenes Parciales y Recuperatorios, se programó su apertura y cierre el día establecido para cada examen y se establecieron 2 horas de límite de tiempo para efectuar las pruebas. Cada estudiante debió finalizar y enviar el examen antes que se cumpla el tiempo establecido. De lo contrario, no puede ser evaluado. En el caso de los Parcialitos de aprestamiento y de las auto evaluaciones, se programaron para que estén visibles y disponibles en forma permanente.

También se configura, entre otros aspectos, la calificación para aprobar el cuestionario; cuántos intentos se permiten realizar; el comportamiento de las preguntas: si tendrán retro alimentación, si las respuestas se ordenan al azar o no; la apariencia del cuestionario, etc.

Las Fig.9 y 10 muestran algunos aspectos en la Configuración de un Cuestionario

## General

Categoría actual: Por defecto (75)  Usar esta categoría

Guardar en categoría: Por defecto (75)

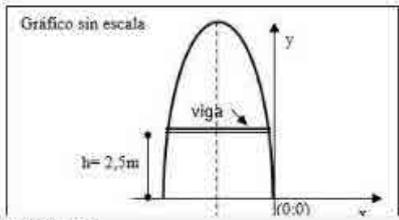
Nombre de la pregunta: 2019- PARÁBOLA 5

Enunciado de la pregunta:
 

En un focal de corte parabólico se desea colocar un entrepiso a una altura de 2,5 m del nivel de piso. ¿Cuál será la **longitud de la viga** señalada en la figura sabiendo que la ecuación de la parábola es:

$$y = -x^2 - 10x?$$

Gráfico sin escala



Ruta: p » span

Puntuación por defecto: 2

Retroalimentación general:
 

Párrafo

Ruta: p

## Respuestas

Respuesta 1

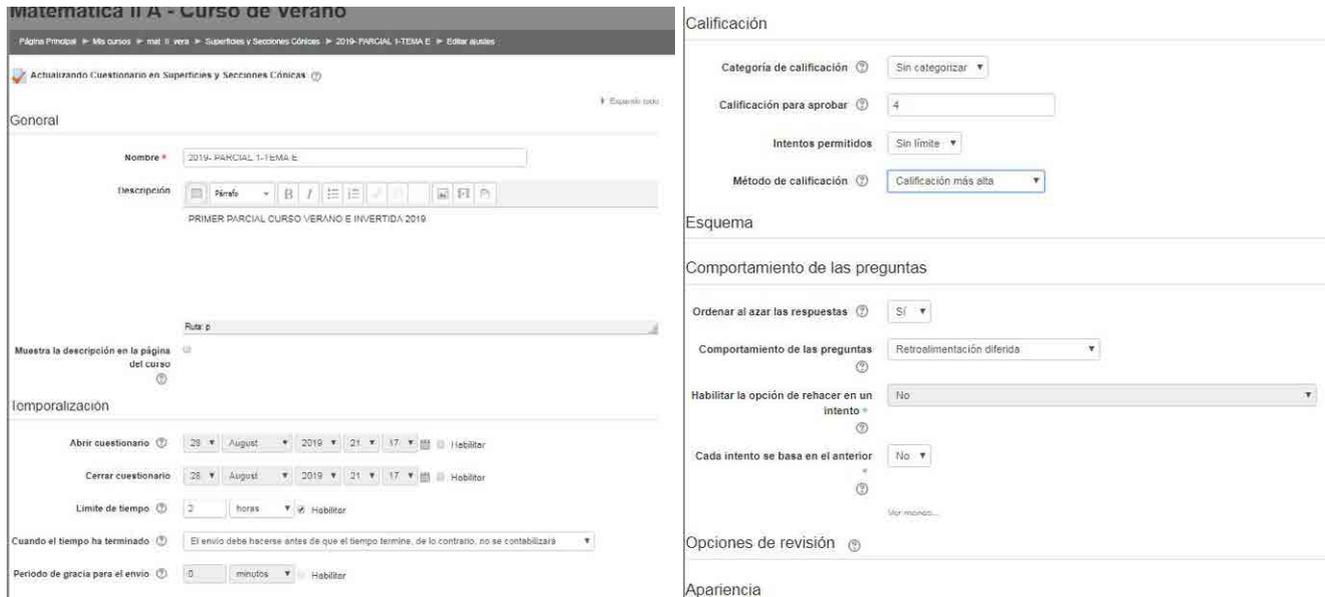
9.487

Error: 0.11

Calificación

100%

Fig.8: Campos obligatorios en la configuración de una pregunta- Pregunta de Respuesta numérica-Respuesta correcta y margen de error.



**matemática II A - Curso de verano**

Página Principal > Mis cursos > mat II vera > Superficies y Secciones Cónicas > 2019- PARCIAL 1-TEMA E > Editar examen

Actualizando Cuestionario en Superficies y Secciones Cónicas

General

Nombre \* 2019- PARCIAL 1-TEMA E

Descripción   
 PRIMER PARCIAL CURSO VERANO E INVERTIDA 2019

Ruta p

Muestra la descripción en la página del curso

Temporalización

Abrir cuestionario 28 August 2019 21:17 Habilitar

Cerrar cuestionario 28 August 2019 21:17 Habilitar

Límite de tiempo 2 horas Habilitar

Cuando el tiempo ha terminado El envío debe hacerse antes de que el tiempo termine, de lo contrario, no se contabilizará

Periodo de gracia para el envío 0 minutos Habilitar

Calificación

Categoría de calificación Sin categorizar

Calificación para aprobar 4

Intentos permitidos Sin límite

Método de calificación Calificación más alta

Esquema

Comportamiento de las preguntas

Ordenar al azar las respuestas Sí

Comportamiento de las preguntas Retroalimentación diferida

Habilitar la opción de rehacer en un intento No

Cada intento se basa en el anterior No

Opciones de revisión

Apariencia

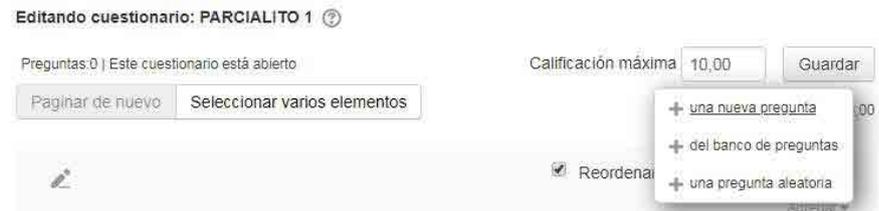
Fig.9 y Fig.10: Configuración de un Cuestionario-Aspectos principales

### AGREGAR PREGUNTAS AL CUESTIONARIO

Luego de configurar cada Cuestionario, se procedió a agregar preguntas del Banco de Preguntas, extraídas de las categorías creadas previamente. También se pueden crear preguntas desde el Cuestionario o agregar preguntas aleatorias.

Puede establecerse la paginación del Cuestionario, cuántas preguntas se presentarán por página.

La Fig. 11 muestra cómo agregar preguntas al Cuestionario.



Editando cuestionario: PARCIALITO 1

Preguntas: 0 | Este cuestionario está abierto

Calificación máxima 10,00 Guardar

Página de nuevo Seleccionar varios elementos

Reordenar

- + una nueva pregunta
- + del banco de preguntas
- + una pregunta aleatoria

Fig. 11: Agregar Preguntas al Cuestionario

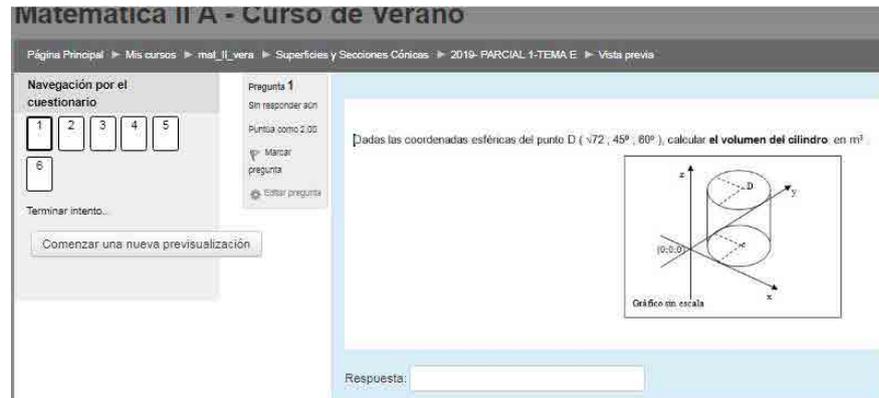
## PRESENTACIÓN DEL CUESTIONARIO- VISUALIZACIÓN PARA RESOLVERLO Y ENVÍO

Finalizado el armado del Cuestionario, tras introducir las preguntas y terminar la configuración, el Cuestionario ya está listo para utilizarse. Los estudiantes ingresan al mismo al ser habilitados por el docente.

En el Aula de Matemática 2A Curso de Verano están permanentemente visibles las auto evaluaciones y los Parcialitos. Los estudiantes pueden resolverlos las veces que deseen.

En ambos casos permiten al estudiante repasar contenidos, definiciones y resolver ejercicios similares al de los exámenes Parciales y Recuperatorios, pudiendo reforzar conocimientos y corregir errores de cálculo o conceptuales. Pudo comprobarse que aquellos estudiantes que resolvieron los Parcialitos y las Auto evaluaciones alcanzaron mejores resultados en los Exámenes Parciales que aquellos que no lo hicieron.

En tanto, los exámenes Parciales y los Recuperatorios se habilitan el día y hora previstos en el Cronograma de la asignatura. Las Fig. 12 muestra cómo el estudiante visualiza el Cuestionario a la hora de resolverlo. Se ejemplifica el modelo de un examen Parcial.



*Fig.12: Examen Parcial- El estudiante puede navegar libremente por las preguntas en el tiempo asignado a la prueba. Luego de colocar las respuestas que considera correctas puede revisar hasta la hora de enviar el examen.*

### ENVÍO DEL CUESTIONARIO Y CONTROL DE RESULTADOS:

**Navegación por el cuestionario**

1  2  3  4  5

6

Mostrar una página cada vez

Finalizar revisión

AGOSTINA NEFTALI ALLENDE

Comenzado el	Friday, 15 de February de 2019, 09:25
Estado	Finalizado
Finalizado en	Friday, 15 de February de 2019, 10:05
Tiempo empleado	40 minutos 33 segundos
Puntos	10,00/11,00
Calificación	9,09 de 10,00 (91%)

**Pregunta 1**

Correcta

Puntúa 2,00 sobre 2,00

Editar pregunta

Dada la ecuación  $X^2/4 + Y^2/36 + Z^2/16 = 1$ . Nombre la superficie. ¿Cuáles son sus puntos de intersección con los ejes coordenados? Dar las coordenadas cartesianas de los mismos.

Determinar el área encerrada por la traza (en  $m^2$ ) en el plano YZ.

Seleccione una:

a. Ninguna de las respuestas dadas

b. Elipsoide de no revolución  
 $a1(2;0;0)$   $a2(-2;0;0)$   $b1(0;6;0)$   $b2(0;-6;0)$   $c1(0;0;4)$   $c2(0;0;-4)$   
 Área= 25,1327  $m^2$

c. Elipsoide de revolución  
 $a1(2;0;0)$   $a2(-2;0;0)$   $b1(0;4;0)$   $b2(0;-4;0)$   $c1(0;0;6)$   $c2(0;0;-6)$   
 Área= 75,3982  $m^2$

d. Elipsoide de revolución  
 $a1(2;0;0)$   $a2(-2;0;0)$   $b1(0;6;0)$   $b2(0;-6;0)$   $c1(0;0;4)$   $c2(0;0;-4)$   
 Área= 37,699  $m^2$

e. Elipsoide de no revolución  
 $a1(4;0;0)$   $a2(-4;0;0)$   $b1(0;6;0)$   $b2(0;-6;0)$   $c1(0;0;4)$   $c2(0;0;-4)$   
 Área= 75,3982  $m^2$

f. Elipsoide de no revolución  
 $a1(2;0;0)$   $a2(-2;0;0)$   $b1(0;6;0)$   $b2(0;-6;0)$   $c1(0;0;4)$   $c2(0;0;-4)$   
 Área= 75,3982  $m^2$  ✓

Respuesta correcta

La respuesta correcta es: Elipsoide de no revolución  
 $a1(2;0;0)$   $a2(-2;0;0)$   $b1(0;6;0)$   $b2(0;-6;0)$   $c1(0;0;4)$   $c2(0;0;-4)$

Fig.13: Cuestionario enviado- Resultados

Según se programe, luego de enviar un Cuestionario, el estudiante recibe una calificación y podrá controlar los errores a partir de las retroalimentaciones.

También podrá acudir al docente en caso de dudas sobre algún aspecto de la prueba. El docente puede acceder a cada uno de los cuestionarios luego de recibir los envíos. La Fig. 13 muestra un examen Parcial finalizado y cómo lo visualiza un estudiante.

Las casillas verdes reflejan las preguntas respondidas correctamente y la roja la pregunta con respuesta incorrecta.

### REPORTES

El docente puede acceder a tablas de resultados de todos los estudiantes. En el apartado CALIFICACIONES encontrará variedad de posibilidades de generación de informes de resultados.

Los informes pueden descargarse en Planillas, por ejemplo en hojas de Cálculo para luego imprimirse.

El Informe de Calificaciones, además de mostrar el resultado obtenido en los Cuestionarios, permite acceder a cada una de las pruebas para relevar temas y contenidos a reforzar. Fig. 14

 LUCAS NATANAEL AISAMA	10,00 	8,00 	6,00 
 AGOSTINA NEFTALI ALLENDE	10,00 		10,00 
 JERONIMO ALLENDE PINTO	8,00 	8,00 	
 RAMIRO FACUNDO ARAMAYO MEZANZA	10,00 	7,00 	
 PATRICIA NATALIA ARECO	6,00 		
 JULIETA LUCÍA ARENA ROSALES	8,00 	8,00 	7,00 

Fig.14 -Calificaciones por estudiante. La lupa al lado de la calificación permite acceder a cada Cuestionario

Los resultados de cada estudiante pueden obtenerse con Respuestas Detalladas o Estadísticas.

La Fig.15 muestra un ejemplo extraído del curso de Verano. Pueden observarse las respuestas correctas e incorrectas y la calificación final por alumno.

AGOSTINA NEFTALI ALLENDE Revisión del intento	agostinaallende5@gmail.com	Finalizado	9,09	✓ 207,77	✓ 3,125	✗ 1,7115	✓ X2 + Y2	✓	✓ 1,021
							-42X-36Y + 777= 0 A(26,24) B( 26,14) C(16,14) D( 16,24)	ELIPSOIDE DE NO REVOLUCIÓN A1(2;0;0) A2(-2;0;0) B1(0;6;0) B2(0;-6;0) C1(0;0;4) C2(0;0;-4) ÁREA= 75,3982 M2	
ROCIO EVELYN MORETTA Revisión del intento	roci_moretti@hotmail.com	Finalizado	4,55	✗ 169,64	✗ 19,53	✓ 5,13	✓ X2 + Y2	✓	✗ 3,21
				M3	M		-42X-36Y + 777= 0 A(26,24) B( 26,14) C(16,14) D( 16,24)	ELIPSOIDE DE NO REVOLUCIÓN A1(2;0;0) A2(-2;0;0) B1(0;6;0) B2(0;-6;0) C1(0;0;4) C2(0;0;-4) ÁREA= 75,3982 M2	M3
JIMENA GISELLE SCIANCA Revisión del intento	jimena.scianca@gmail.com	Finalizado	8,18	✓ 207,773	✓ 3,125	✓ 5,13	✓ X2 + Y2	✗	✓ 1,021
							-42X-36Y + 777= 0 A(26,24) B( 26,14) C(16,14) D( 16,24)	ELIPSOIDE DE REVOLUCIÓN A1(2;0;0) A2(-2;0;0) B1(0;6;0) B2(0;-6;0) C1(0;0;4) C2(0;0;-4) Área= 37,699 m2	

Fig. 15- Ejemplo Respuestas detalladas

También el docente puede acceder a un Informe General que detalla el rendimiento de cada estudiante durante todo el cursado. Fig.16



Nombre del curso	Calificación
Matemática II A - Curso de Verano	80,00

Fig. 16- Informe General por estudiante.

### CONCLUSIONES:

Los resultados obtenidos en los Cursos de Verano de Matemática 2A años 2018 y 2019 fueron altamente satisfactorios. Con una matrícula de 70 y 90 alumnos respectivamente, las pruebas se llevaron a cabo en las aulas de Informática de la FAUD-UNC.

Se tomaron dos exámenes parciales y un Recuperatorio.

Los estudiantes valoraron este instrumento de evaluación muy positivamente, tanto por la rapidez de obtener el resultado de un examen como también comprender rápidamente dónde estuvieron los errores, a partir de las retroalimentaciones.

No se registraron inconvenientes en cuanto a caídas de la Plataforma durante las dos horas previstas para cada examen.

La combinación de distintos tipos de Cuestionarios también tuvo un valor agregado para el estudiante como para el docente, realizando un seguimiento del estudiante durante el cursado, su participación y su desempeño al resolver las auto evaluaciones y los Parcialitos.

En cuanto a las calificaciones obtenidas, más del 70% de los estudiantes alcanzaron la promoción de la materia. No se registraron alumnos en condición de Libres.

Queda aún mucho por indagar y aprender de este instrumento. Abordar otro tipo de preguntas: De respuesta corta y algebraica para introducir ecuaciones en las respuestas, entre otras y potenciar aún más su uso. Prontamente, los Exámenes Parciales de los alumnos de la comisión Aula Invertida de Matemática 2A curso regular 2019 serán tomados en este entorno virtual y con este instrumento de evaluación.

Para concluir esta ponencia transcribo una frase del texto *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*: “No existen formas de evaluación que sean absolutamente mejores que otras. Su calidad depende del grado de pertinencia al objeto evaluado, a los sujetos involucrados y a la situación en la que se ubiquen”.

## BIBLIOGRAFÍA

Camilioni A., Celman S., Litwin E., Palou de Maté M.- *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*- Edit. Paidós- Buenos Aires

Anijovich R., González C.-*Evaluar para aprender: Conceptos e instrumentos*- Aique educación

Escuela Internacional Cavila- Elaboración de Cuestionarios en Moodle 2017

Cacciagu V., Martínez M-*Cuestionarios en Moodle- Módulo Aula Virtual -Curso PAMEG 2019- FAUD-UNC*

[https://docs.moodle.org/all/es/Tipos\\_de\\_preguntas](https://docs.moodle.org/all/es/Tipos_de_preguntas)- Configuración de Preguntas en Moodle

[https://docs.moodle.org/all/es/Configuraciones\\_de\\_calificaci%C3%B3n](https://docs.moodle.org/all/es/Configuraciones_de_calificaci%C3%B3n)- Calificaciones en Moodle

# 12

## Hacia una construcción integral del conocimiento. *Diseño y nuevas tecnologías, aplicados a la enseñanza de matemática en arquitectura*

**León Nicolás Pagnutti, Juan Manuel Faroux y Marcelo Fileni**

Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina

### RESUMEN

El presente trabajo, basado en la Teoría Constructivista del Conocimiento, la cual considera a la realidad como una construcción desarrollada por el observador; y donde introduce la necesidad de entregar las herramientas necesarias al alumno que lo habiliten a construir sus propios conocimientos y procedimientos en función de la resolución de situaciones problemáticas propuestas, lo que posibilita que sus ideas se modifiquen y continúe aprendiendo; propone que el alumno sea capaz de diseñar un espacio arquitectónico a partir de la conjunción de herramientas matemáticas brindadas por la cátedra en ambos niveles de enseñanza (Nivel I y Nivel II) con herramientas informáticas.

Se formula el uso de nuevas tecnologías que hagan factible la “materialización” de un diseño teórico construido por el alumno. A partir de desarrollos matemáticos “en papel”, softwares específicos de matemática y diseño, puedan implementar una impresión 3D del espacio ideado que concluya de forma real y tangible el trabajo de diseño.

De esta manera el alumno realiza un extenso recorrido, que parte de la construcción de una Tesela (Nivel I) a partir de trazados reguladores con rectángulos áureos y sus transformaciones en el plano y continúa con la propuesta de trabajo de este proyecto.

Propuesta Nivel II. Proyección en el espacio, agregando un nuevo eje coordenado, a partir de la intersección con distintas superficies cuádricas, generando espacios (glorietas, casa de cuidadores, ambientes de seguridad, obras artísticas, etc)

**Ing. León Nicolás Pagnutti**

[leonpagnutti@gmail.com](mailto:leonpagnutti@gmail.com)

**Juan Manuel Faroux**

[juanmanuelfaroux@hotmail.com.ar](mailto:juanmanuelfaroux@hotmail.com.ar)

**Marcelo Fileni**

[mefileni@hotmail.com](mailto:mefileni@hotmail.com)

Cátedra de Matemática N°1 “Díaz-Fileni-Toscano” Nivel II Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de La Plata

sobre la tesela diseñada y concluya con la impresión 3D del volumen generado (transformación de un modelo matemático a modelado 3D).

Así el alumno además de haber adquirido conocimientos matemáticos como informáticos, se ha vuelto protagonista en su proceso de enseñanza- aprendizaje y ha aplicado estos conocimientos en función de un diseño y la construcción de un espacio, lo cual creemos de vital importancia en la enseñanza de la arquitectura.

### FUNDAMENTACIÓN

Le Corbusier desarrolló su sistema de proporcionalidad, el Modulor, para ordenar “las dimensiones de aquello que contiene y de lo que es contenido”. Consideró los medios de medida de los griegos, egipcios y otras civilizaciones como algo “infinitamente rico y sutil, pues formaban parte de las matemáticas del cuerpo humano, ágil, elegante y sólido, fuente de la armonía que nos mueve, la belleza”. Por consiguiente asentó su medio de medición, el Modulor, en las matemáticas (las dimensiones estéticas de la sección áurea y la serie de Fibonacci) y en las proporciones del cuerpo humano (las dimensiones funcionales).

Para Le Corbusier, el Modulor no era una simple serie numérica provista de una armonía intrínseca, si no un sistema de medidas que podía gobernar sobre las longitudes, las superficies y los volúmenes, y “mantener la escala humana en todas partes”. Podía “prestarse a infinidad de combinaciones, garantizar la unidad en la diversidad... el milagro de los números”.

Teniendo en cuenta la teoría constructivista del conocimiento, la cual considera a la realidad como una construcción realizada por el observador, y donde se introduce la necesidad de entregar las herramientas necesarias al alumno que lo habiliten a construir sus propios procedimientos en función de una resolución de una situación problemática propuesta, lo que posibilita que sus ideas se modifiquen y continúen aprendiendo, proponemos para favorecer el proceso de aprendizaje que el alumno sea capaz de diseñar un determinado espacio a partir de las herramientas matemáticas brindadas por la cátedra, y que el mismo pueda ser transformado en algo tangible que permita su visualización y una comprensión de los contenidos más profunda.

Es con esta visión que se propone el uso de nuevas tecnologías que hagan factible esta “materialización” de un diseño teórico construido por el alumno. A partir de softwares específicos de matemática y diseño, se puede implementar una impresión 3D del espacio ideado que concluya de una forma real y tangible el trabajo de diseño.

De esta manera el alumno realiza un extenso recorrido que parte de la construcción de un mosaico a partir de la proporción áurea, continúa con su proyección en el espacio, agregando un nuevo eje coordenado, y su intersección con una superficie cuádrlica, generando un espacio que tenga como “techo” el mosaico ideado; y concluye con la impresión 3D del volumen resultado. Así el alumno además de haber adquirido conocimientos tanto matemáticos como informáticos, se ha vuelto protagonista en su proceso de enseñanza y ha aplicado estos conocimientos en función de un diseño y la construcción de un espacio, lo cual es de vital importancia en la enseñanza de la arquitectura.

### INTRODUCCIÓN. ESTADO DEL ARTE

Hoy día la Cátedra de Matemática 1 Nivel 1 realiza como parte de su proceso curricular de enseñanza - aprendizaje un trabajo de aplicación basado en la construcción por parte de los alumnos de un mosaico a partir de la utilización de distintas teselas obtenidas a partir del “modulado” del promedio de las distintas mediciones de las partes del cuerpo de los alumnos (El Modulor - Le Corbussier), y la aplicación en el diseño de la creatividad de los alumnos (formas y colores).

En el nivel 2 como parte del proceso de continuidad de contenidos se lleva a cabo como trabajo de integración, la generación de una “obra - espacio físico” a través de la materialización tridimensional del mosaico con una cubierta cuádrlica como cobertura de dicho espacio. Es decir que ese diseño plano del mosaico (piso) de la obra debe reflejarse en un “techo” acotado por la intersección de planos coordenados y paralelos (paredes) sobre una cuádrlica elegida por los alumnos.

En el Nivel 1 de Matemática se realiza la construcción de un mosaico basado en la rotación o traslación de distintas teselas confeccionadas a partir de la reconstrucción de lo trabajado por Le Corbussier sobre la proporción áurea y el cuerpo humano. Este mosaico es utilizado en el Nivel 2, el cual se procede a proyectarlo en una superficie cuádrlica, a elección del alumno, de manera que el mosaico sea la base de un espacio diseñado por el alumno. Lo que vamos a ver a continuación es cómo el alumno luego de proceder a los cálculos matemáticos respectivos, puede modelizar en 3D utilizando el programa GeoGebra y luego con los programas pertinentes poder imprimir en 3D y así materializar su diseño.

### DESARROLLO. ACTIVIDAD PROPUESTA. NIVEL II

#### 1° Etapa. Desarrollo Matemático.

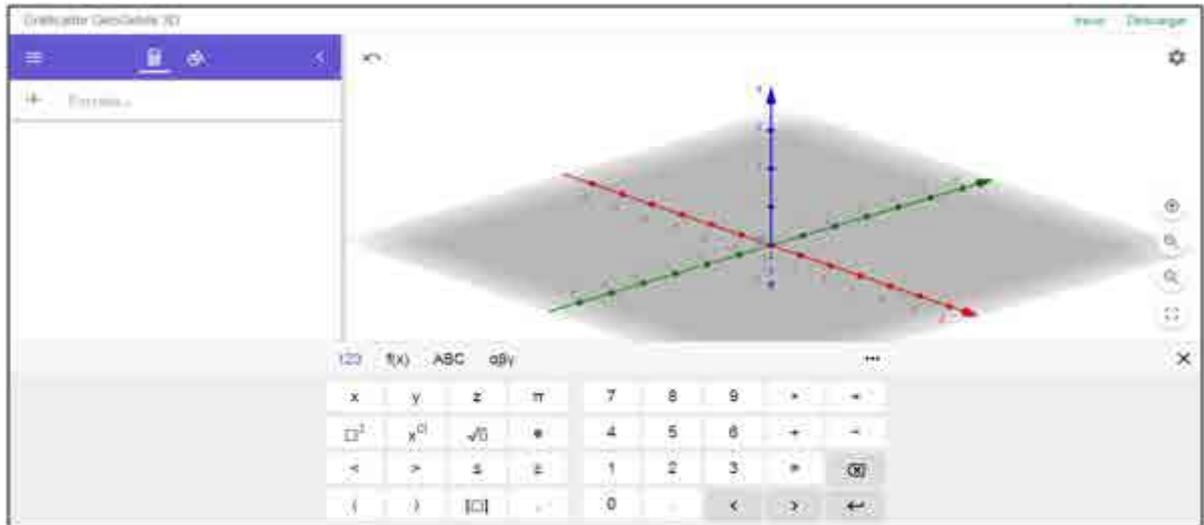
Los alumnos proceden a la realización de los cálculos matemáticos de intersección de planos coordenados y planos paralelos con la cuádrlica elegida, de esta

forma se logra la delimitación vertical de las “paredes” (obtención de arcos) y la elección de puntos significativos sobre el mosaico, necesarios para la proyección (intersección) sobre la cúspide para la traslación de la base (mosaico) al techo (cuádrica).

## 2° Etapa. Modelado en GeoGebra

Ejemplo con GeoGebra (el alumno podrá elegir cualquier programa que permita el modelado de las expresiones matemáticas y luego su conversión a archivos imprimibles).

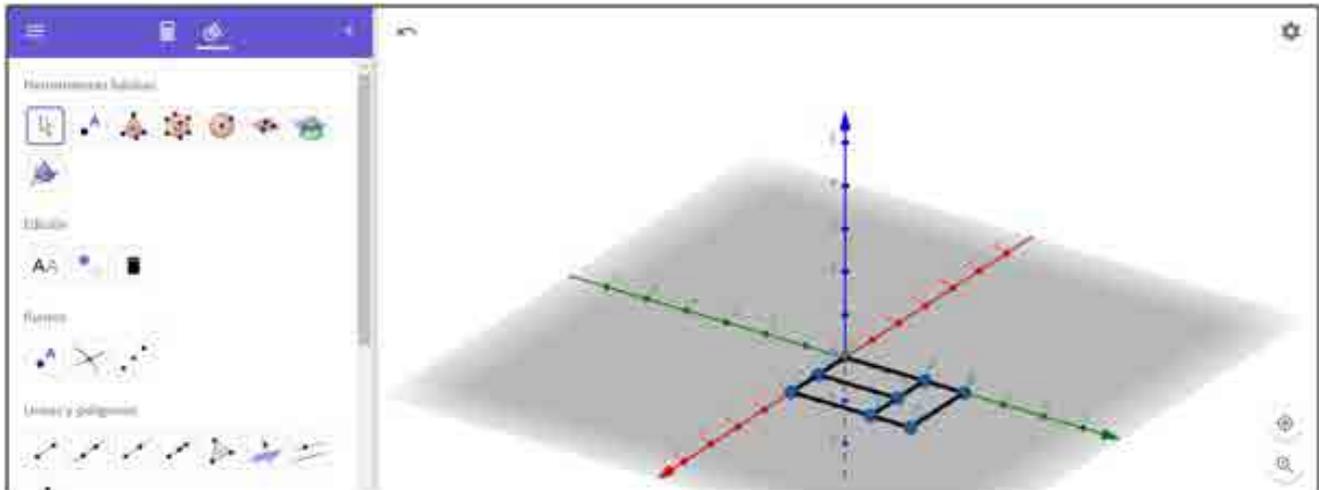
1. Abrimos GeoGebra 3D. Nos encontraremos con la siguiente pantalla:



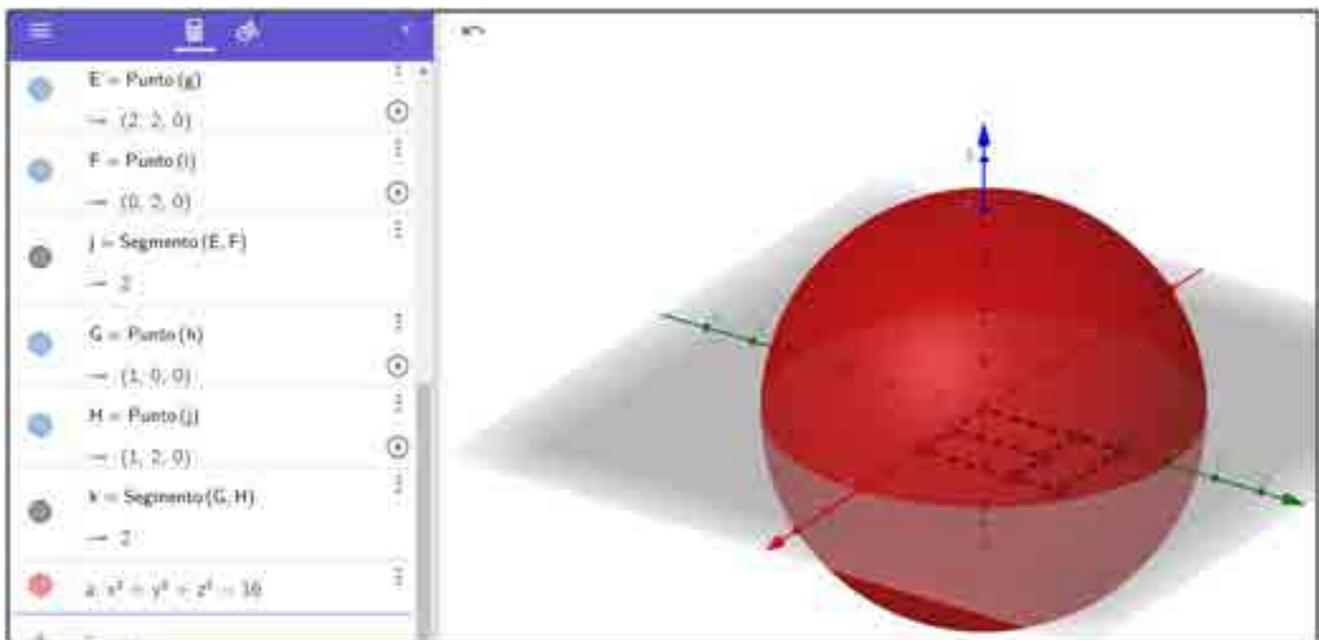
Se pueden visualizar claramente los tres ejes, x, y, z. En el lugar donde dice entrada es donde se van a escribir las ecuaciones de las superficies que utilizaremos.

2. Partiremos de la generación de un rectángulo que representará el mosaico creado por el alumno. (Cabe aclarar que las dimensiones que se utilizarán en este trabajo, por una cuestión de practicidad para la explicación, pueden no respetar la proporcionalidad áurea).

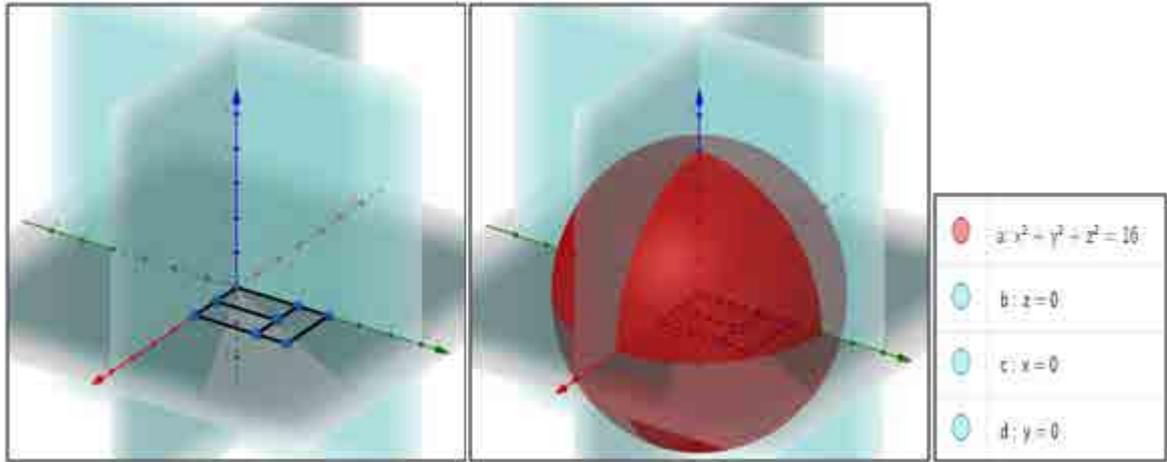
Con la funciones “Punto” y “Segmento” dibujaremos los cuatro vértices del rectángulo (A,B,C,D) y luego se marcarán las teselas.



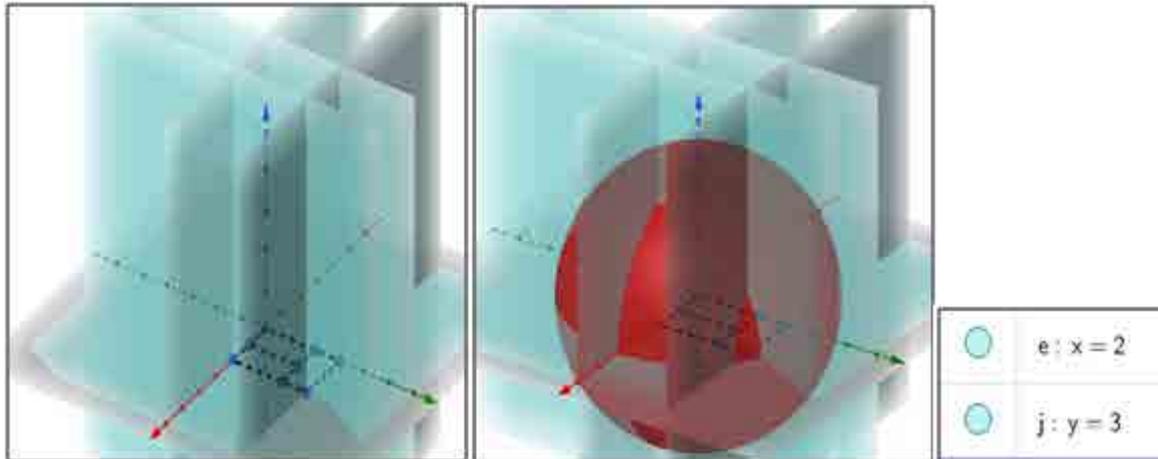
3. A continuación generaremos la superficie sobre la cual proyectaremos el mosaico. En este ejemplo se utilizará una esfera de radio 4. El GeoGebra permite escribir la ecuación de superficie de la misma forma que utilizan los alumnos en clase: .



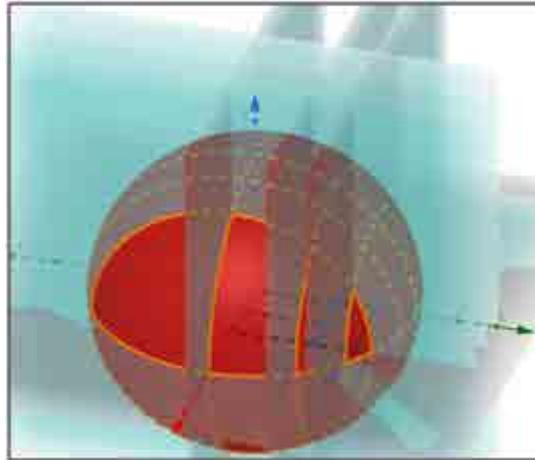
4. Una vez construida la superficie se marcarán los planos coordenados que comienzan a dar forma al espacio. El plano  $z=0$  será el piso, el plano  $x=0$  la pared trasera y el plano  $y=0$  la pared lateral izquierda.



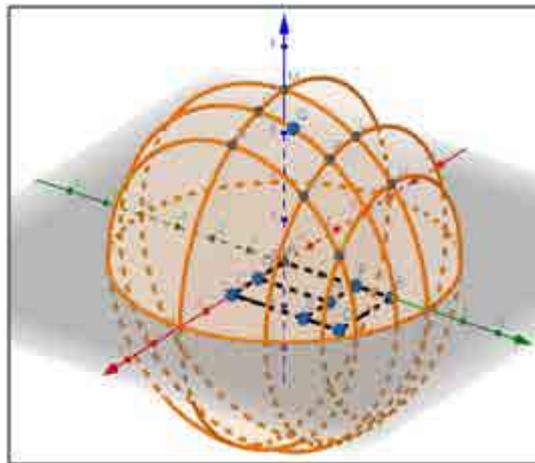
5. De acuerdo a las dimensiones del mosaico generaremos los planos que representaran las paredes faltantes. En este ejemplo serán el plano  $x=2$  que es la pared delantera, el plano  $y=3$  que es la pared lateral derecha y los planos que representan las paredes internas del mosaico. En este ejemplo son los planos  $x=1$ ,  $y=2$  e  $y=2.5$



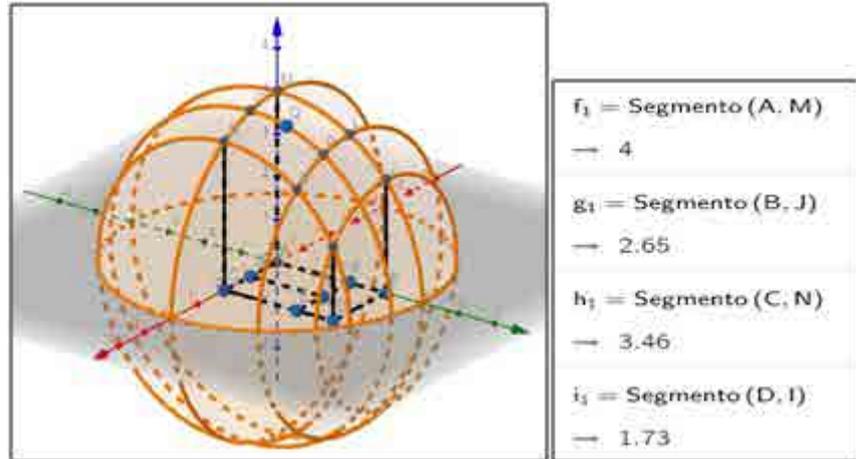
6. Con la herramienta “Intersección de dos superficies” Cortaremos, de a una por vez, a la esfera con cada uno de los siete planos. En la imagen siguiente la intersección se muestran en amarillo.



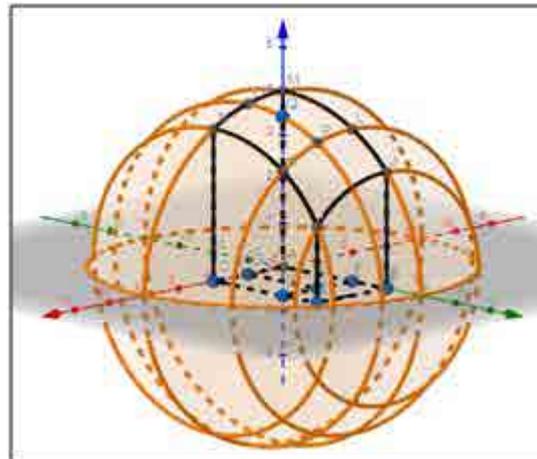
7. Marcaremos a continuación, con la función “Punto” las cuatro intersecciones que representarán los ocho vértices relevantes del techo (puntos I,J,K,L,M,N,O,P) y un punto arbitrario (Q) que luego servirán para el trazado de los arcos. Ocultaremos las superficies para que solo se vean las intersecciones y los puntos.



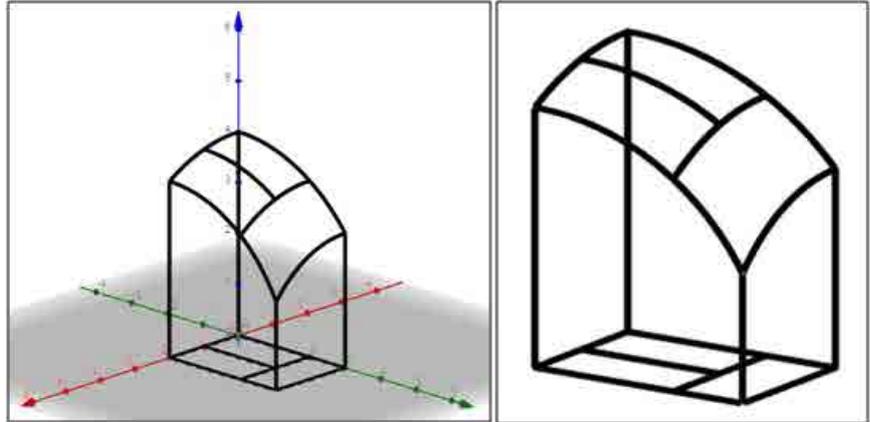
8. Con la función “Segmento” uniremos los puntos correspondientes para generar los contornos de las paredes de la volumetría.



9. Utilizando las herramientas “Arco de circunferencia” y “Arco tres puntos” marcaremos los arcos que generarán el techo.

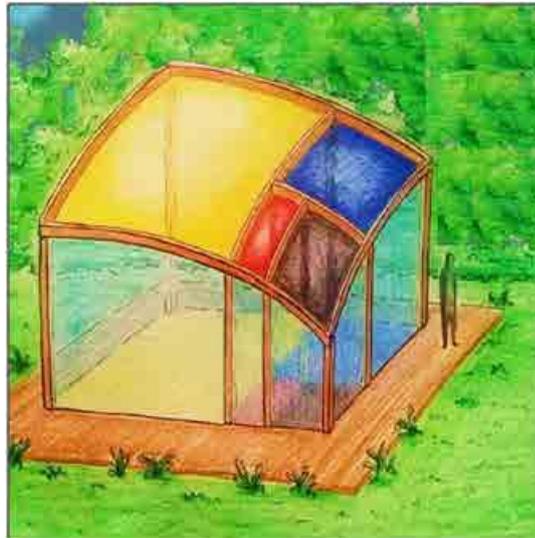


10. Por último ocultamos todos los puntos y las intersecciones resultantes de los cortes para poder ver el espacio terminado.



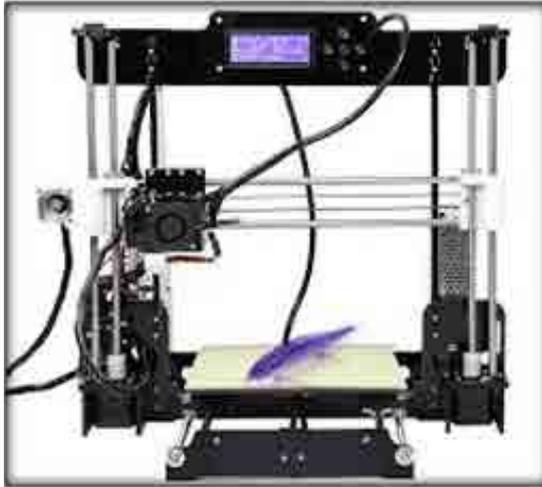
### 3° Etapa. Diseño

En esta etapa se busca que los alumnos trabajen en distintos programas de diseño, a elección, para transformar el formato "frio" matemático obtenido mediante el programa GeoGebra convirtiendolo en una obra arquitectónica.



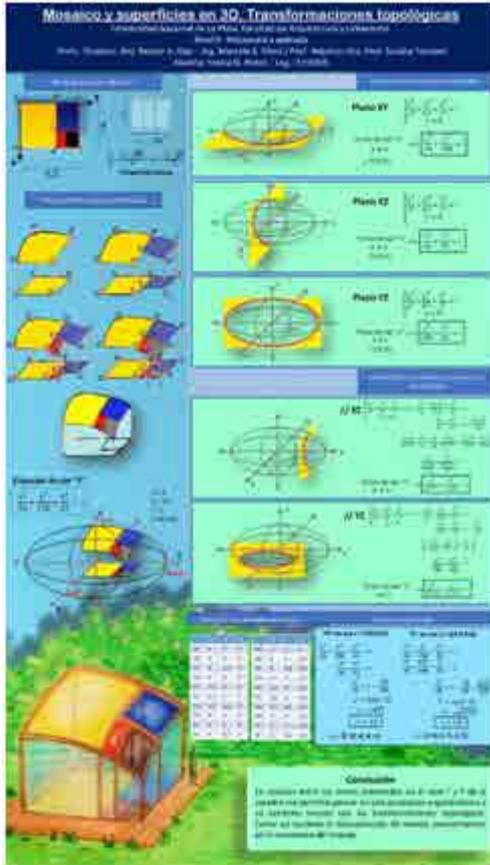
#### 4° Etapa. Materialización del Modelo

A partir de la utilización de softwares específicos se exportan (convierten) estos diseños arquitectónicos a formatos de programación reconocidos por las impresoras 3D, siendo el más utilizado la extensión "STL".



#### RECORRIDO PEDAGÓGICO





## CONCLUSIÓN

Es importante destacar que la enseñanza de Matemática en Arquitectura no puede estar limitada a la simple transmisión de fórmulas, resultados, o teoremas, sino que debe representar una posibilidad de desarrollo de las capacidades creativas y espaciales del alumno, invitándolo a imaginar, diseñar y construir nuevos espacios haciendo uso inteligente de estrategias matemáticas aprendidas. En vista de lo expuesto a lo largo del trabajo se puede ver claramente que las nuevas tecnologías, ya sean softwares de aplicación matemática, dibujo o diseño, impresión 3D y otros representan la posibilidad de materializar en algo real y tangible el diseño de un espacio, y su utilización es clave en la formación del estudiante de arquitectura. De ésta manera el alumno recibe una formación integral al estar adquiriendo conocimientos tanto teóricos como informáticos y el hecho de ponerlos en juego en la creación de un espacio hace que dichos conocimientos se resignifiquen para él y sean más que fórmulas y superficies vacías.

Y como resultante de este trabajo final, y del proceso de investigación, podemos remarcar como hecho significativo que con la existencia de una nueva posibilidad tecnológica de gran valía como la que presentamos en este trabajo, no existen herramientas informáticas que cumplan con los requerimientos en su totalidad. Es decir hay que conjugar una variada gama de programas para poder desarrollar en plenitud esta actividad. Encontramos también que esta inquietud por nuestra parte, informada a las páginas en cuestión (Geogebra, OpenJscad, etc) es una inquietud normal entre docentes que buscan utilizar estas herramientas para llevar a cabo un proceso de innovación en sus clases.

## RECURSOS

### Imágenes

- Imágenes generadas por los docentes participantes del proyecto en GeoGebra.
- Poster presentados por alumnos de la Cátedra.

### Webs utilizadas

- [www.rioja2.com](http://www.rioja2.com)
- [www.anayaeducacion.es](http://www.anayaeducacion.es)

[www.youtube.com](http://www.youtube.com)  
[www.socrative.com](http://www.socrative.com)  
[www.geogebra.com](http://www.geogebra.com)  
[www.OpenJscad](http://www.OpenJscad)

### Referencias a webs utilizadas en el trabajo

<http://www.imprimalia3d.com/tags/educaci-n>  
<http://myfpschool.com/category/impresion3d/>  
<https://www.tinkercad.com>  
[http://impresion3denelictp.files.wordpress.com/2014/03/ilustrar-las-matemc3a1ticas-usando-impresoras-3d\\_knill-slavkovsky.pdf](http://impresion3denelictp.files.wordpress.com/2014/03/ilustrar-las-matemc3a1ticas-usando-impresoras-3d_knill-slavkovsky.pdf)  
<http://imprimalia3d.com/recursosimpresion3d/ilustrar-matem-ticas-usando-impresoras-3d>  
<http://entresd.es/blog/impresoras-3d-y-educacion>  
<http://www.mundodigital.net/los-beneficios-de-las-impresoras-3d-en-la-ensenanza/>  
<http://impresora3dprinter.com/ciencia/2013/07/14/>  
<http://bitnavegante.blogspot.com.es/2013/02/impresion-3d-de-favoritosde-arquimedes.html>  
<http://www.elmundo.es/economia/2014/10/20/54416791268e3e65718b4589.html>  
<http://www.chaval.es/chavales/educacion/las-impresoras-3d-como-recursos-educativos>  
<http://www.argenieros.com/22805-JUDITH-matematica-3D-para-disminuidos-visuales.html>  
<http://www.imprimalia3d.com/recursosimpresion3d/libros-t-ctiles-impresos-3d-ni-os-ciegos>  
<http://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2014/10/mapas-impresos-em-3d-prometem-acessibilidade-aos-deficientes-visuais.html>  
[https://www.youtube.com/watch?v=2IHID7g\\_MYE](https://www.youtube.com/watch?v=2IHID7g_MYE)

# 13

## Vinculo del cálculo diferencial con obras contemporáneas de la ciudad de San Juan

**Erica Natalia Minet Bravo, Ventura Alejandro Paci, María Pía Yanzón, Gladys Juana Santiago y Luciana Dacuña**

Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), Argentina

### RESUMEN

Como docentes de la Cátedra de Matemática de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, de la UNSJ, observamos que los alumnos de primer año no logran relacionar la lógica del cálculo diferencial con su posible aplicación a su futura práctica profesional.

Debido a este motivo, se buscaron formular nuevas alternativas didácticas, tendientes a mejorar la calidad del aprendizaje, diseñando actividades que estimulen la participación y el compromiso de los alumnos, generando espacios que promuevan la adquisición de conocimientos, demostrando que la matemática es una herramienta fundamental en las disciplinas proyectuales.

En la búsqueda de nuevas herramientas que permitan mejorar su comprensión y su aplicación en el campo de la arquitectura, se propuso un trabajo práctico que facilite tanto la asimilación de los contenidos y la importancia del cálculo en la concreción de una obra.

El trabajo propuesto se desarrolló en tres etapas. La primera fue de carácter exploratoria, consistiendo en un relevamiento de dos obras recientes de la provincia de San Juan. En una segunda etapa, el alumno procesó los datos para asociar la información obtenida con la función generadora de la forma y realizando la gráfica correspondiente a escala. La tercera, consistió en el cálculo diferencial aplicado a la ecuación correspondiente, tomando como ejemplo de la propia práctica profesional, el caso de un eventual cómputo de materiales, basado estrictamente en las matemáticas.

**Erica Natalia Minet Bravo**

*eriminet@hotmail.com*

**Ventura Alejandro Paci**

*eriminet@hotmail.com*

**María Pía Yanzón**

*piayanzon@gmail.com*

**Gladys Juana Santiago**

*gladysantiago@yahoo.com.ar*

**Luciana Dacuña**

*ludacu24@gmail.com*

Docentes de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la UNSJ. Asignaturas: Matemática (Diseño Gráfico e Industrial), Matemática (Arquitectura), Matemática Aplicada (Diseño Industrial) y Estadística Aplicada. Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño- Universidad Nacional de San Juan

El objetivo fue lograr que los estudiantes comprendieran las matemáticas y construyeran activamente el nuevo conocimiento a partir de su aplicación dentro de la disciplina. Tomando para su desarrollo un ejemplo propio de la arquitectura, guiando al alumno a conocer el razonamiento lógico- matemático empleado en la obra arquitectónica. Vinculando, de esta manera, los temas que se encuentran en el programa de estudio y justificando la importancia de su estudio dentro de la carrera.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo principal describir el diseño de un Trabajo Practico de la asignatura matemática, en el primer año de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan.

Los alumnos de Matemática, son estudiantes que recién ingresan a la Universidad, con un nivel de contenidos previos muy diversos, tanto en matemática como en otras disciplinas.

Una de las características de este perfil de estudiante es que están acostumbrados desde la escuela secundaria a una enseñanza extremadamente conductista, que trae serios problemas de adaptación al encontrarse con la característica “libertad” de la enseñanza universitaria.

Se ha observado desde nuestra experiencia docente, que a la gran mayoría de los alumnos les cuesta encontrar y valorar la importancia de los contenidos dictados tanto en el desarrollo de los años posteriores de la carrera como en el futuro desempeño profesional como arquitectos.

También se ha detectado que los estudiantes tienen serias dificultades para defender oralmente los distintos trabajos realizados, no solo en Matemática, sino también en otras asignaturas

Además, los alumnos presentan un esquema de resolución de problemas muy estructurado que les dificulta encontrar distintos caminos de razonamiento para la resolución de los mismos.

La asignatura de Matemática es de cursado anual, distribuida en dos grandes bloques temáticos: la geometría descriptiva y el análisis matemático.

La distribución temporal suele ser marcada por los semestres, iniciando el dictado de la materia con Geometría para luego continuar los contenidos de análisis matemático, en el segundo semestre. Sin embargo, este año se decidió invertir el orden para aprovechar la Unidad 1 que contiene saberes básicos de la

formación del nivel medio más vinculados a la parte del análisis matemático que a la geometría descriptiva.

Como antecedente didáctico y pedagógico se debió considerar el primer Trabajo Práctico desarrollado en forma grupal durante el primer semestre del presente año. El mismo consistió en una presentación escrita de una ejercitación sobre contenidos de trigonometría, funciones cuadráticas y funciones lineales. Los ejercicios propuestos en ese momento giraban en torno al cálculo de longitudes de barras de una cercha reticulada y la parametrización de una función referente al llenado de una pileta con pendiente.

### DESCRIPCION DEL TRABAJO PRÁCTICO PROPUESTO

El Trabajo Práctico propuesto se realizó con exposición oral utilizando una presentación en soporte digital. y en forma grupal de hasta tres integrantes, para promover el trabajo en equipo solidario, promoviendo un acercamiento a la realidad profesional que exige siempre el trabajo mancomunado.

Los objetivos particulares que se plantearon fueron:

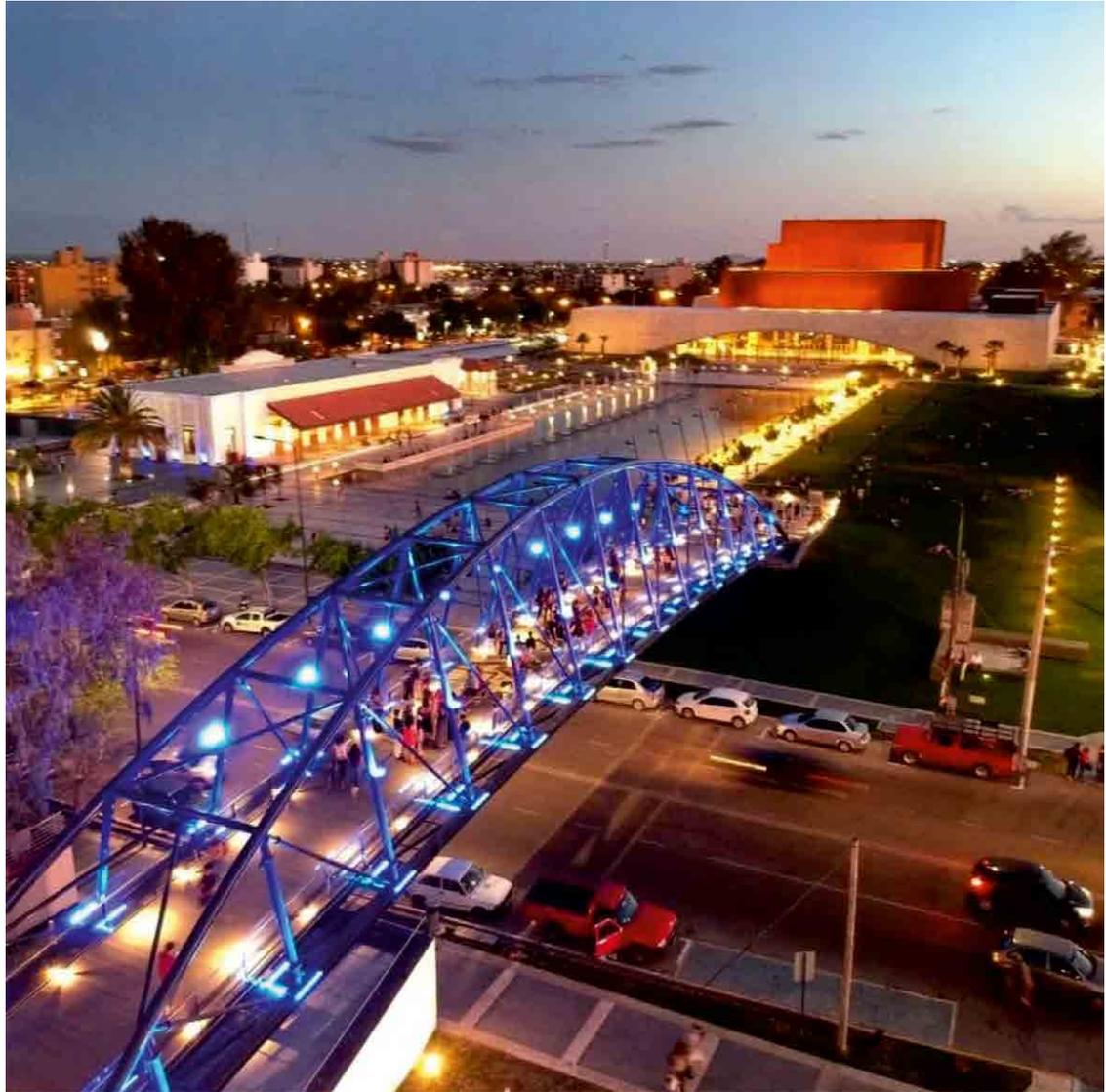
- Valorar la importancia de los contenidos teóricos y prácticos desarrollados en la materia durante el cursado de la primera mitad del año, haciendo hincapié en su utilidad en el campo del diseño arquitectónico.
- Tomar conciencia de las distintas herramientas matemáticas que poseen a la hora de concretar materialmente sus eventuales proyectos como profesionales.
- Razonar en forma independiente y desde distintas secuencias los procedimientos matemáticos referidos a las aplicaciones de las integrales en la arquitectura, formulando diferentes alternativas para resolver problemas aplicados, utilizando la capacidad de observación, el juicio crítico, argumentando la solución empleada.
- Integrar y relacionar los conocimientos inherentes a las integrales con algunos de los contenidos dictados previamente.
- Plantear, modelar y resolver problemas aplicados a situaciones reales a la disciplina.
- Manejar adecuadamente la terminología técnica y científica, inherente al desarrollo de la asignatura.
- Transferir el conocimiento de la matemática al estudio de otras ciencias.

Se les facilita a los alumnos una guía modelo, donde se indica los objetivos específicos del trabajo; las pautas generales a seguir respecto al contenido del práctico, de la presentación, de las consultas, como así también las distintas etapas de presentación y corrección; y el criterio de la evaluación a seguir.

El trabajo propuesto se dividió en tres etapas bien marcadas. La primera, de carácter exploratoria, consistió en un relevamiento de dos obras ejecutadas recientemente en el "Gran San Juan". Los edificios seleccionados fueron:



*Teatro del Bicentenario (obra finalizada en el 2016)*



*Puente Cívico (obra finalizada en el 2018)*

El criterio de selección de las obras a analizar fue por la obtención de información gráfica y técnica actual y por las líneas curvas que presentan su diseño, facilitando la aplicación de cálculo integral.

La segunda etapa, comprendió el procesamiento de los datos relevados para después asociar la información obtenida con la función generadora de la forma, dada por los docentes de la cátedra, para poder realizar la gráfica correspondiente a escala.

$$y = -\frac{4f}{l^2}x^2 + f \quad \text{Siendo:}$$

l : luz      f: flecha

En el **Teatro del Bicentenario** las consignas se referenciaron directamente a la fachada de acceso las cuales consistieron en calcular:

- 1- La superficie vidriada del acceso descontando los márgenes laterales ciegos. (Figura 1)
- 2- La superficie de travertino necesaria para el revestimiento de la fachada principal.(Figura 1)
- 3- El volumen del alero de hormigón que separa la superficie vidriada de la de travertino.

En el ejercicio 3, se pretendió que el alumno relevara las medidas en obra del espesor y profundidad del alero. También se les pidió que investigara herramientas informáticas para el cálculo de las integrales. Figura 1

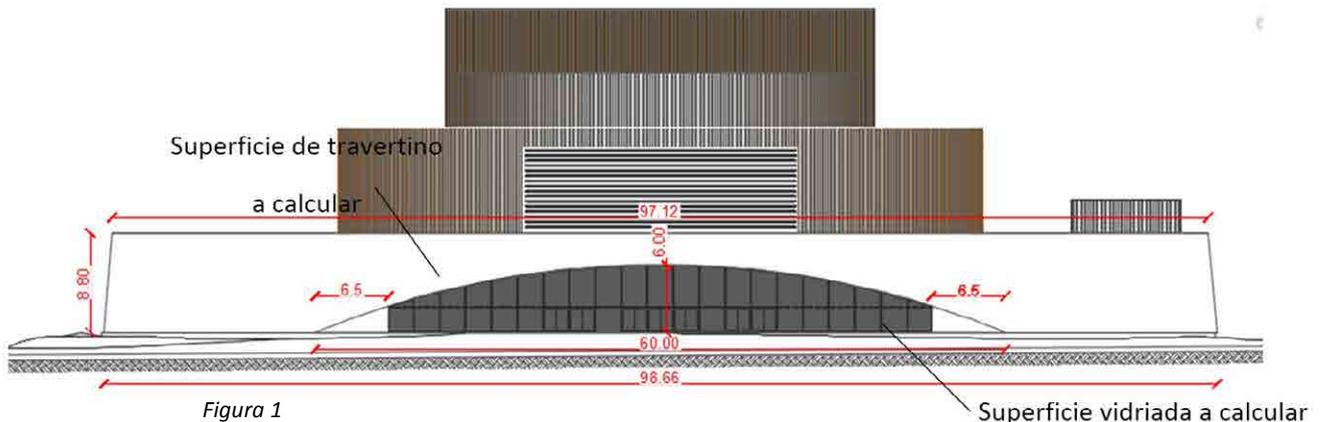




Figura 2

En el **Puente Cívico** se utilizaron los cordones metálicos superior e inferior característicos de su estructura. Las consignas consistieron en calcular:

- El área entre las curvas correspondientes al cordón superior e inferior. (Figura 3)
- La longitud de la curva del cordón inferior, la superficie de vidrio requerida para la baranda y la cantidad de material necesario para cubrir el ancho de la pasarela, para lo cual debieron relevar tanto la altura de la baranda como el ancho de la mencionada pasarela. (Figura 3)

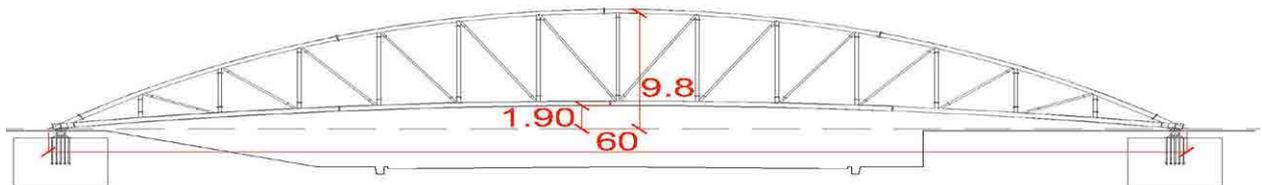


Figura 3



Figura 4

La tercera parte consistió en el cálculo diferencial aplicado de dicha función. Aquí el alumno debe aprender a construir modelos matemáticos que formen parte de su propio proceso de aprendizaje. La resolución de los problemas deben ser interpretados en función al modelo matemático planteado. En esta etapa hay que resaltar la claridad en los conceptos, el orden lógico, el análisis, la capacidad de abstracción y generalización. De manera el alumno comprende la matemática de una manera más clara, sin resolver ejercicios en forma sistemática y memorizada.

Una vez finalizada cada una de las etapas mencionada, los alumnos entregaron el trabajo en una carpeta formato A4. También realizaron una exposición detallada de la experiencia apoyándose en el soporte digital solicitado para su presentación.

Para la evaluación se armaron tres grupos simultáneos de exposición, donde los docentes iban haciendo preguntas y realizando las observaciones correspondientes.

Los alumnos relataron la experiencia utilizando un vocabulario formal, el juicio crítico y argumentando la solución empleada.



## CONCLUSIONES

A raíz de la participación y comentarios de los alumnos, hemos llegado a la conclusión que los objetivos planteados en el trabajo práctico se cumplieron satisfactoriamente, observando que los alumnos pudieron asimilar el concepto de integrales en un ejemplo concreto.

El diseño de este tipo de situaciones problemáticas favorece el desarrollo de la actividad matemática en el estudiante, quien interviene, formula, construye modelos, lenguajes, conceptos y teorías. En contraposición con la propuesta tradicional que privilegia una actividad memorística y repetitiva del estudiante.

Cabe destacar que si bien en algunos casos se presentaron errores en los cálculos, el alumno pudo detectarlos y exploró diferentes caminos para su correcta resolución. Algunas producciones erróneas de los estudiantes, no indican desconocimiento de conceptos, sino una comprensión diferente del mismo.

Si bien el cálculo de integrales es un tema abstracto y de difícil interpretación por parte del alumnado, el poder relacionarlo con un ejemplo concreto de arquitectura fue motivante y enriquecedor a la hora de asimilar este concepto.

La variedad en la utilización de diferentes herramientas informáticas, tanto en las soluciones como en las gráficas presentadas (Geogebra, MathLab, Sketchup, Autocad, Calculadora integral online, etc), superando nuestras expectativas.

Una propuesta de aprendizaje matemático por medio de grupos de discusión participativos permite que los estudiantes sean autónomos en la construcción de su saber, puesto que los conocimientos y competencias a los que deben arribar, son indispensables para llegar a resolver satisfactoriamente la situación planteada.

Se comprobó un cambio de actitud por parte de los alumnos, puesta de manifiesto en un mayor interés sobre temas de Matemática, al comprobar su utilidad a lo largo de la carrera y posterior actividad profesional. Así también por parte de los integrantes del equipo, ya que esta metodología tiende a romper la inercia de las estructuras preestablecidas, introduciendo nuevos modos de actuar frente a prácticas pedagógicas que aparecen como inadecuadas o ineficaces.

### BIBLIOGRAFÍA

- Fernandez, Veremundo y otros. (1999). *Educación Matemática para no Matemáticos*. Editorial Fundación U.N.S.J.
- Guzmán, Miguel de (1989). Tendencias Actuales de la Enseñanza de la Matemática. Revista de *Ciencias de la Educación* 21, España. Pag 19-26.
- Guzmán, Miguel de (1992). *Tendencias Innovadoras en la Educación Matemática*. OMA. Bs. As.
- Pacheco, Norma E (2005). *Comprensión y aprendizaje en Matemática*. Editorial Facultad de Educación Elemental y Especial. Mendoza, Argentina.
- Polya, G. (1970). *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas. México.

# 14

## Plegados corrugados con aplicaciones en arquitectura

**Keiko E. Saito, Ramón A. Palisa y Martín Bordato**

Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina

### RESUMEN

En la asignatura electiva, Arquitectura de Formas Plegadas de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de UNT se realiza una experiencia académica con los sistemas plegados integrados al Taller de Diseño Arquitectónico (Taller Combes).

En el presente trabajo se desarrollan aplicaciones arquitectónicas de plegados corrugados simples con el objetivo de enriquecer el diseño de los proyectos desarrollados en la práctica de Taller de cuarto y quinto nivel de la carrera. E implementar estrategias comunes de elaboración y evaluación del mencionado proceso de diseño.

En el plegado corrugado se alternan la paridad de pliegues en surco o valle y cresta o montaña. Se distinguen las corrugaciones simples donde las líneas de pliegues están alineadas en una sola dirección. Y corrugaciones dobles que tiene una variedad de orientaciones, con al menos dos en el plano ( $x$  e  $y$ ).

En geometría, un patrón corrugado se puede definir como la repetición de una región fundamental, donde la construcción de todos los corrugados puede estar en tres y sólo tres estados de dobleces, valle, montaña o plana, y una superficie generalizada que incluye varias formas dependiendo de sus parámetros. Se representa en un plano subyacente que describe su configuración gráfica con segmentos diferenciados por tipos de pliegues, líneas de articulación, un núcleo y una cadena.

La clasificación por tipos de estos patrones, según su geometría y criterios de interés arquitectónico, desarrollados con procedimientos de generación formal mediante técnicas digitales permite instrumentar su uso en la etapa conceptual del proceso de diseño.

**Keiko E. Saito<sup>1</sup>**

[keikosaito0@gmail.com](mailto:keikosaito0@gmail.com)

**Ramón A. Palisa<sup>2</sup>**

[ramonpalisa@hotmail.com](mailto:ramonpalisa@hotmail.com)

**Martín Bordato<sup>3</sup>**

[arqbordato@gmail.com](mailto:arqbordato@gmail.com)

<sup>1</sup> Profesor adjunto. Laboratorio de Sistemas de Diseño y Técnicas Digitales II. LSD. FAU. UNT.

<sup>2</sup> Profesor adjunto. Taller de Proyecto Arquitectónico. FAU. UNT

<sup>3</sup> Ayudante estudiantil. Laboratorio de Sistemas de Diseño y Técnicas Digitales II. LSD. FAU. UNT

## INTRODUCCION

Una superficie simplemente corrugada tiene una apariencia sencilla, sin embargo, la variación de los parámetros que definen tales superficies brindan una gran gama de posibilidades de diseño final.

Una definición general de los plegados corrugados es que se trata de patrones donde se alternan la paridad de pliegues en surco o valle, y en cresta o montaña (Escánder, Saito, 2013)

En geometría, un patrón corrugado se puede definir como la repetición de un núcleo o una región fundamental, donde la construcción de todos los corrugados puede estar en tres y sólo tres estados de dobleces, valle, montaña o plana, y una superficie generalizada que incluye varias formas dependiendo de sus parámetros (Miura, 2002).

Los pliegues se representan en un plano subyacente que describe su configuración gráfica con segmentos diferenciados por tipos de dobleces, líneas de articulación, un núcleo y una cadena (Mitra, 2009). (Fig.1).

La línea de articulación es el lugar geométrico definido por puntos o nodos donde se encuentran 4 o más pliegues o líneas de plegados. Esta controla la forma y la longitud de la corrugación en el espacio euclidiano 3D. Pueden ser recta, zigzag, curvilínea, parabólica, elíptica o circular.

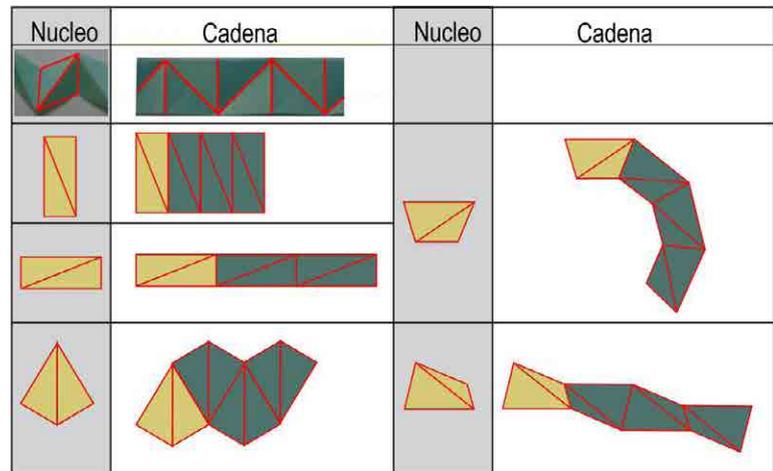
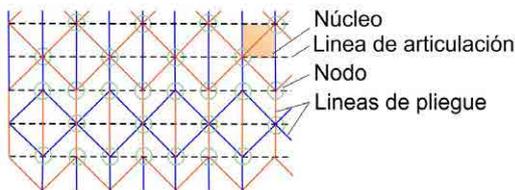


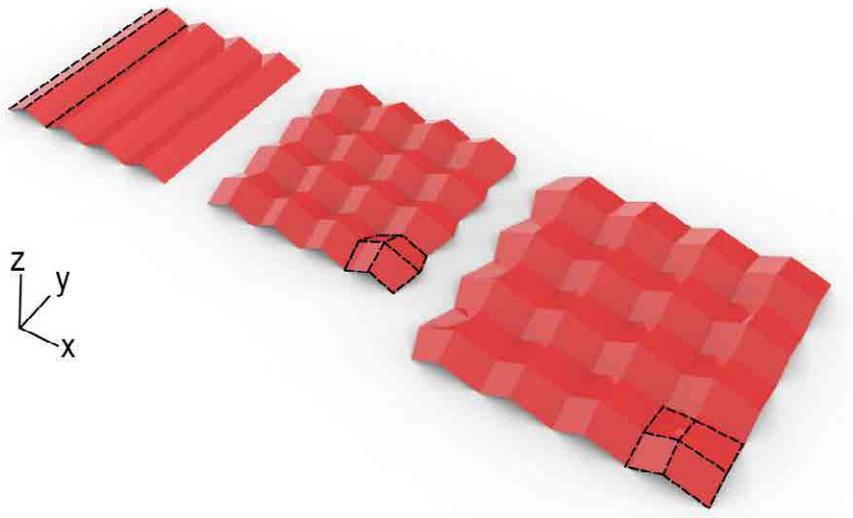
Figura 1. Núcleo, Línea de articulación, de pliegues y nodo.

Figura 2. Formas geométricas posibles de núcleos y cadenas.

En un Patrón de Pliegue (PP), el núcleo siempre es un cuadrilátero limitado entre dos líneas de articulación. En una superficie de plegado corrugado las posibles formas geométricas del núcleo pueden ser rectangular, cuadrada, cuadrilátera (quiral), trapezoidal o cuadrilátera arbitraria. Es una unidad elemental que puede estar formada por dos triángulos unidos en sus hipotenusas o en el lado más largo. En un patrón de plegado Corrugación Doble (CD), puede haber solamente una secuencia de núcleo entre dos líneas de articulación.

Una cadena es una tira continua de núcleos conectados, basadas en reglas de adición y limitada entre dos líneas de articulación. (Fig. 2)

De acuerdo a las orientaciones de las líneas de pliegues, una Corrugación puede ser Doble (CD) o Simple (CS). En las CS las líneas de pliegues están alineadas en una sola dirección. En cambio, se refieren con el termino de CD a las que tiene una variedad de orientaciones en 3 dimensiones, con al menos dos en el plano (direcciones X e Y) (Figs.1). En el campo de *Origami* se conocen como *Miura-Ori*. (Fig. 3).



Figuras 3. Patrones de Corrugación Simple –CS- y Doble –CD.

## SUPERFICIE SIMPLEMENTE CORRUGADA

A priori parece muy básico diseñar una superficie simplemente corrugada, los parámetros que definen tales superficies son limitados, sin embargo, las posibilidades de variar el diseño son ricas y caracterizan fuertemente la geometría del diseño final.

Para la obtención de corrugaciones simples, la forma más básica de doblar un papel es crear una sucesión de pliegues paralelos valles y montañas. La orientación de un pliegue define si un pliegue es pliegue montaña o pliegue valle.

Las superficies corrugadas simples con pliegues paralelos se caracterizan por un único perfil de corrugación. Este perfil es constante a lo largo de la superficie. Sin embargo, los pliegues sucesivos pueden ser oblicuos entre sí. En este tipo de corrugación simple, los pliegues no se cruzan dentro de la superficie, sino fuera de la misma o en su borde.

Las tres configuraciones típicas que se pueden observar son: *desplegado*, *parcialmente plegado* y *completamente plegado*.

a) *Desplegado o completamente desdoblado*, el papel es plana. Los pliegues son una serie de líneas en un plano  $xy$  horizontal. El papel tiene su máxima extensión.

b) *Completamente doblado*, el papel tiene su extensión mínima. Todos los pliegues son líneas en el plano vertical  $xz$ .

c) *Parcialmente plegada*, entre los dos estados anteriores el papel puede adoptar muchas formas intermedias diferentes.

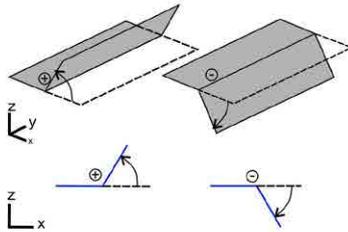


Figura 4: notación de pliegues cóncavo (+) y convexo (-). Fuente: Buri, 2010, pp. 54

Para la descripción geométrica se puede denotar el pliegue montaña como convexa y el pliegue valle como cóncavos. En un espacio de tres dimensiones con coordenadas dadas  $x$ ,  $y$  y  $z$  corresponde a la orientación trigonométrica. La lectura de izquierda a derecha, los pliegues convexos están marcados con (-), ya que la rotación de una cara a otra es una rotación negativa (giro a la derecha). Los pliegues cóncavos están marcados con (+) puesto que la rotación de una cara a otra es positiva (rotación en sentido antihorario).

Los parámetros que caracterizan un perfil corrugado son (Fig. 5):

*Línea media (LM) corrugación*, que describe la forma general de la corrugación.

*Amplitud (Ap)* indica la amplitud de cada arista corrugada y las caras correspondientes.

*Amplitud Total (A<sub>max</sub>)* indica la amplitud de toda la corrugación.

**Ángulo de inclinación ( $\alpha$ )** indica la inclinación de las aristas y las caras correspondientes. Es el ángulo entre un eje horizontal y la arista de corrugación. Su valor es absoluto.

**Intervalo ( $i$ )** indica la distancia horizontal entre dos aristas de corrugación.

**Ancho ( $A$ )** es la medida de longitud de las aristas corrugadas y el ancho de las caras, respectivamente.

**Orientación (+/-)** indica si los pliegues son cóncavos (+) o convexa (-).

### PROCEDIMIENTOS DE GENERACIÓN DE SUPERFICIE CORRUGADA SIMPLE

Se ejemplifican procedimientos de generación de pliegues paralelos y oblicuos.

Los *pliegues paralelos* se caracterizan por un único perfil de corrugación de secciones paralelas a lo largo de la superficie. Dicho perfil es constante a lo largo de las dos secciones paralelas y los pliegues son paralelos entre sí. Para definir una superficie de pliegues paralelos se puede extruir un perfil de corrugación a lo largo de un vector (carril) que indica el ancho de la geometría plegada. (Fig.6).

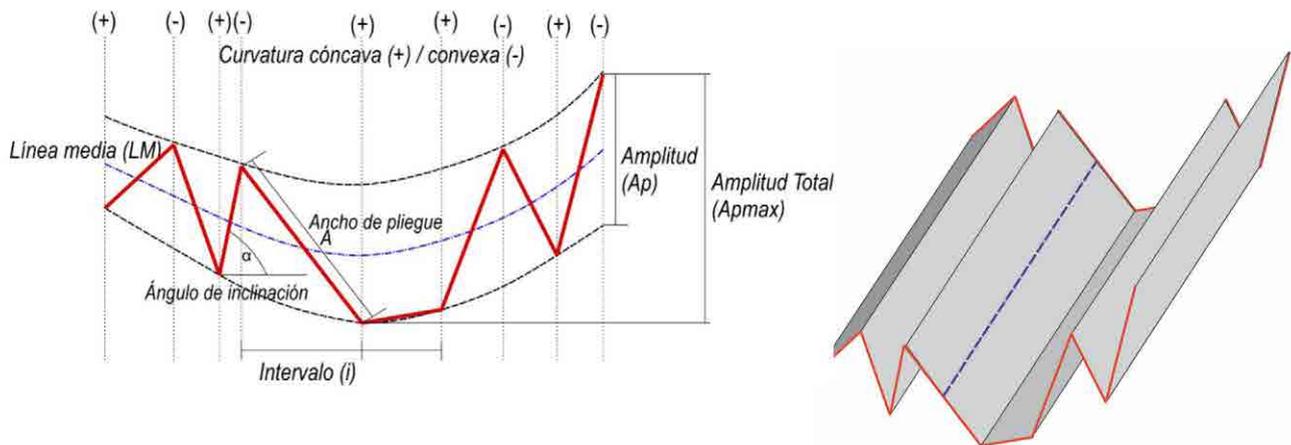


Figura 5: parámetros característicos del perfil corrugado simple. Fuente: Buri, 2010, pp. 58

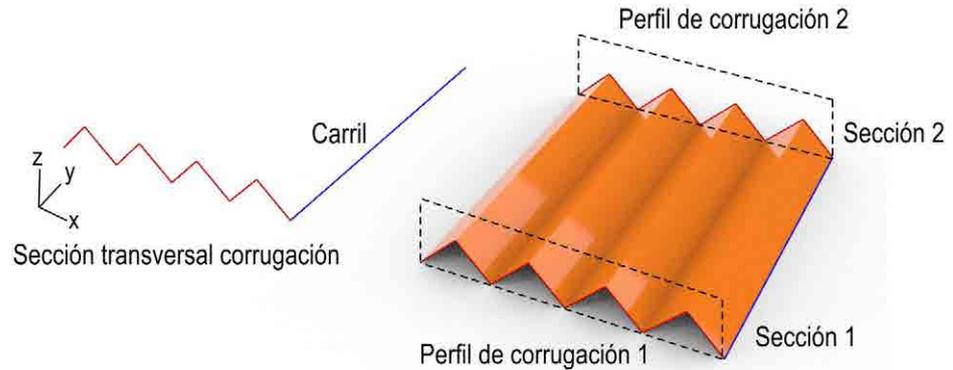


Figura 6: Descripción de pliegues paralelos

*Los pliegues oblicuos* se definen como superficies desarrollables compuestas por caras planas triangulares o cuadrangulares con aristas de pliegados no paralelas.

Dos bordes adyacentes de pliegues se cruzan, ya sea fuera de la superficie plegada o en su borde.

Dos secciones transversales paralelas muestran perfiles de corrugación con aristas paralelas, pero con diferentes anchos<sup>1</sup>. Los parámetros de estos perfiles son los mismos que los pliegues paralelos. (Fig. 7).

<sup>1</sup> El perfil de corrugación de pliegues no paralelos no representa necesariamente los ángulos diedros entre las caras. El ángulo diedro de dos caras se encuentra en un plano normal a la arista del pliegue. En pliegues oblicuos la sección transversal que representa el perfil de corrugación no es perpendicular a las aristas de pliegue.

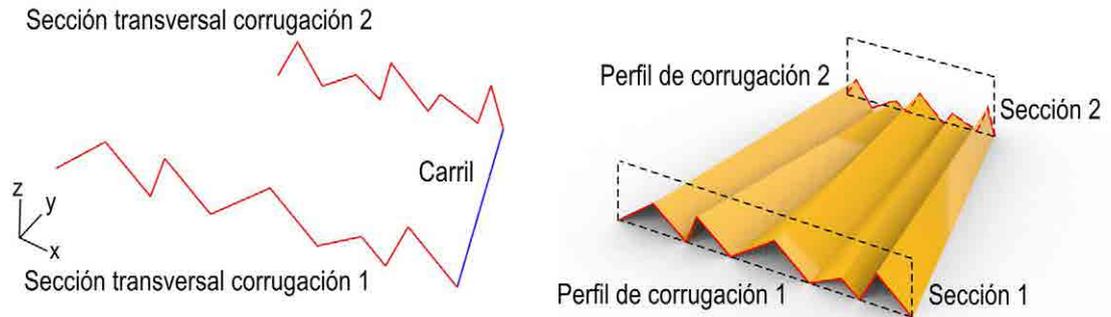


Figura 7: Descripción de pliegues oblicuos.

A su vez los pliegues oblicuos pueden ser *concéntricos*, donde las aristas correspondientes permanecen paralelas al primer perfil, pero tienen diferentes anchos ( $A$ ) e intervalos ( $i$ ). (Fig. 8)

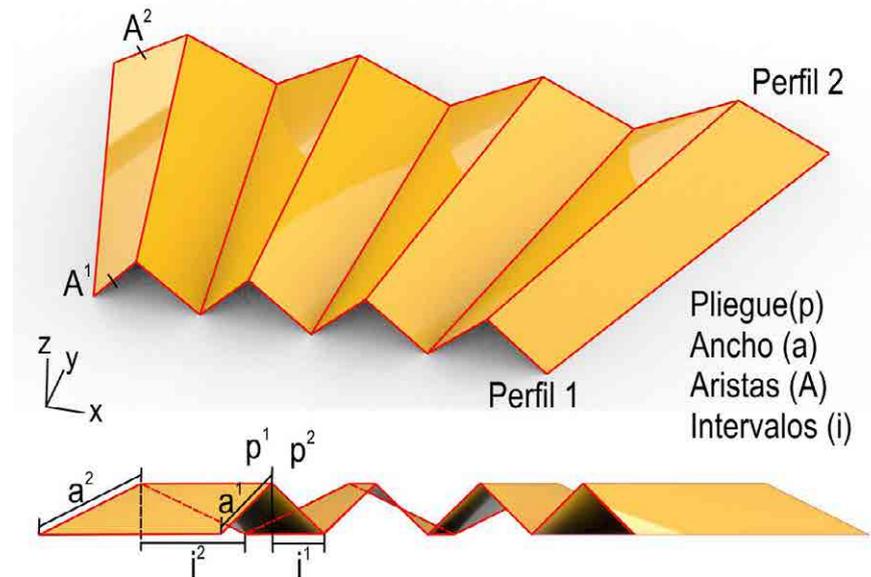
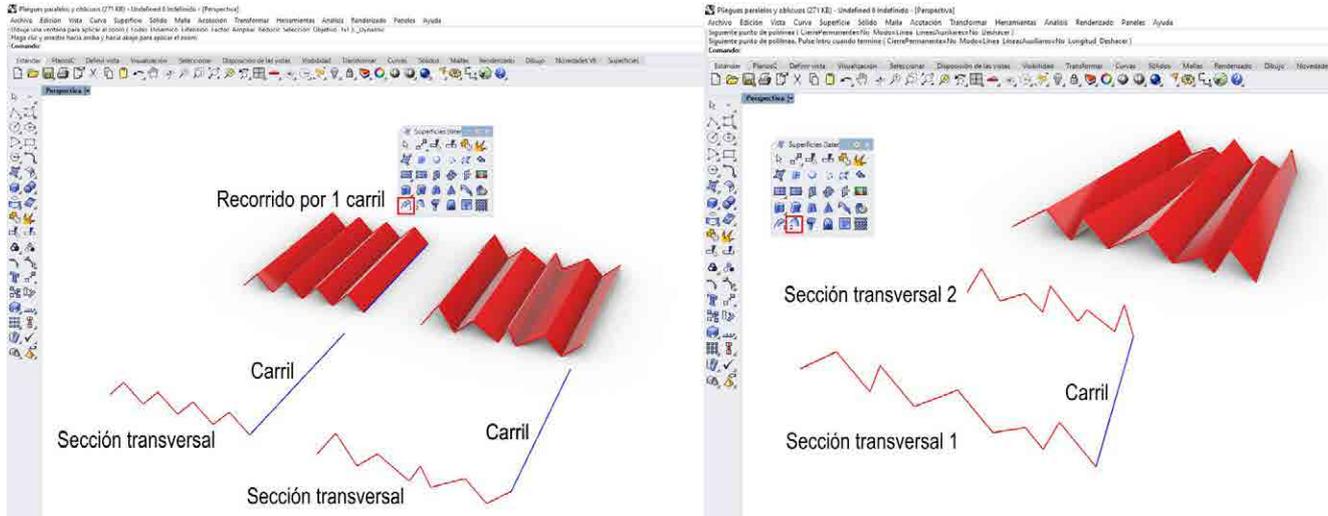


Figura 8: Descripción de pliegue oblicuo concéntrico.

Se pueden generar a través de:

- 1.- Perfil de poli-superficie corrugada de 2 secciones paralelas.
- 2.- Perfil de poli-superficie corrugada de 2 secciones variables.



Figuras 9: Procedimientos de generación. Pliegues paralelos y oblicuos

Las alternativas de generación de superficie corrugada simple se pueden obtener variando algunos parámetros. A continuación, se ejemplifican posibles casos.

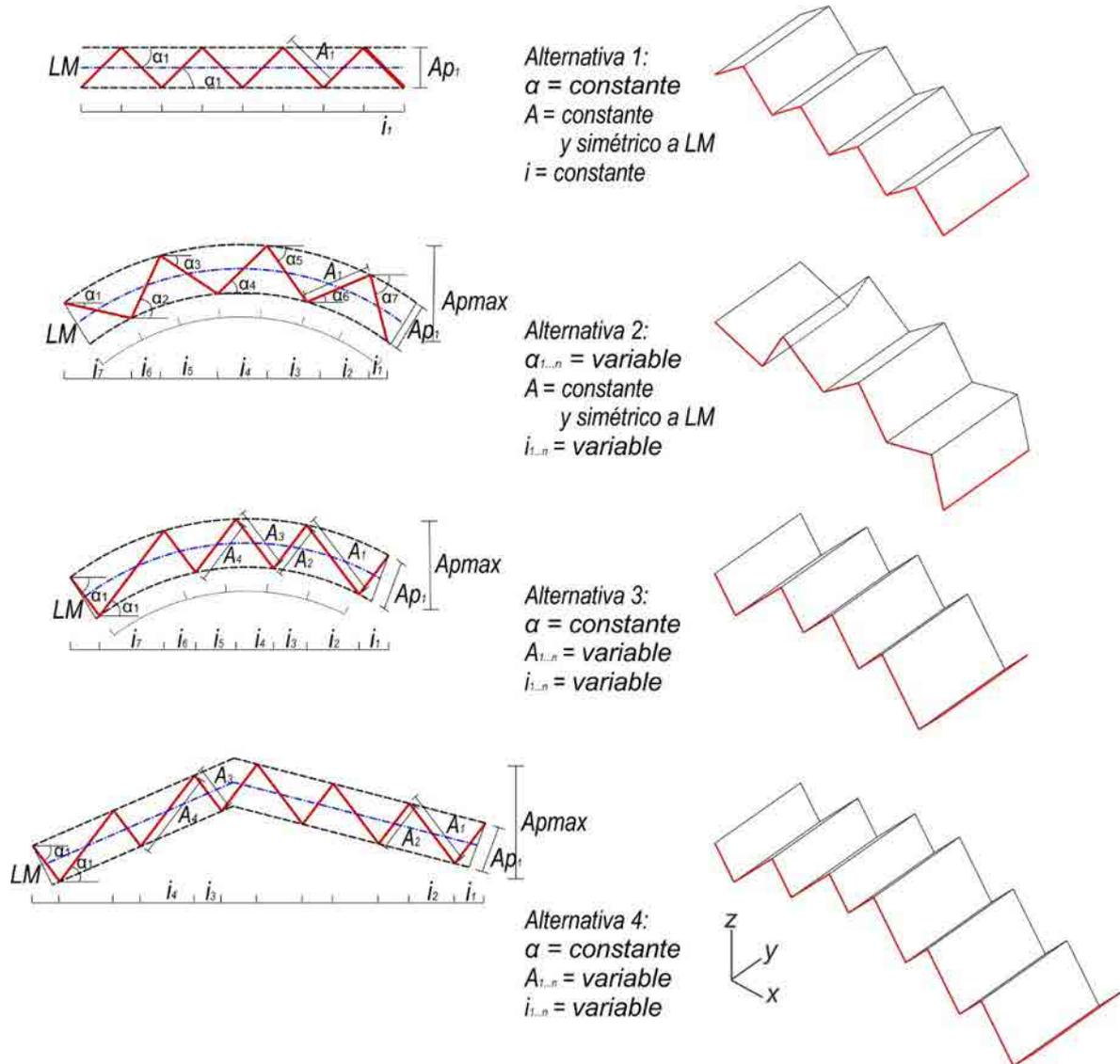
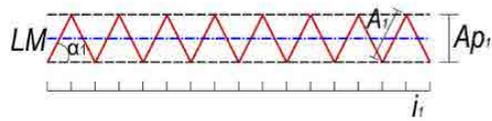
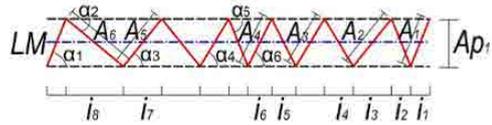
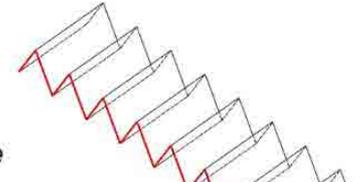


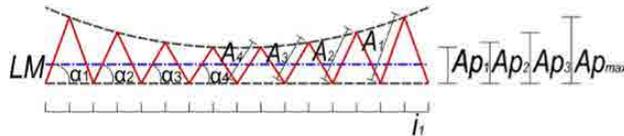
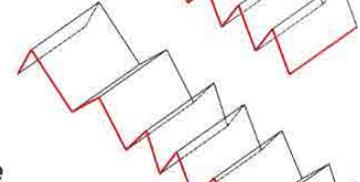
Figura 10: Alternativas con respecto a LM. Fuente: Buri, 2010, pp. 59-60



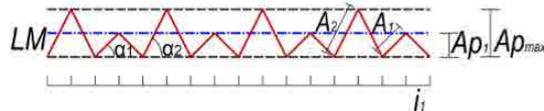
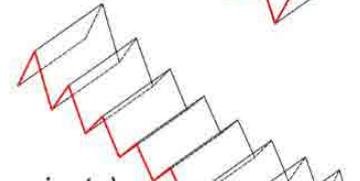
Alternativa 1:  
 $\alpha = \text{constante}$   
 $i = \text{constante}$   
 $A = \text{constante}$   
 $Ap = \text{constante}$



Alternativa 2:  
 $\alpha = \text{variable}$   
 $i = \text{variable}$   
 $A = \text{variable}$   
 $Ap = \text{constante}$



Alternativa 3:  
 $\alpha = \text{variable}$   
 $i = \text{constante}$   
 $A = \text{variable}$   
 $Ap = \text{variable}$   
(decreciente/creciente)



Alternativa 4:  
 $\alpha = \text{variable}$   
 $i = \text{constante}$   
 $A = \text{variable}$   
 $Ap = \text{alternada}$

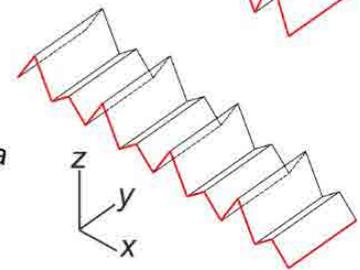


Figura 11: Alternativas de acuerdo a la orientación de los pliegues (+) y (-).  
Fuente: Buri, 2010, pp. 59-60

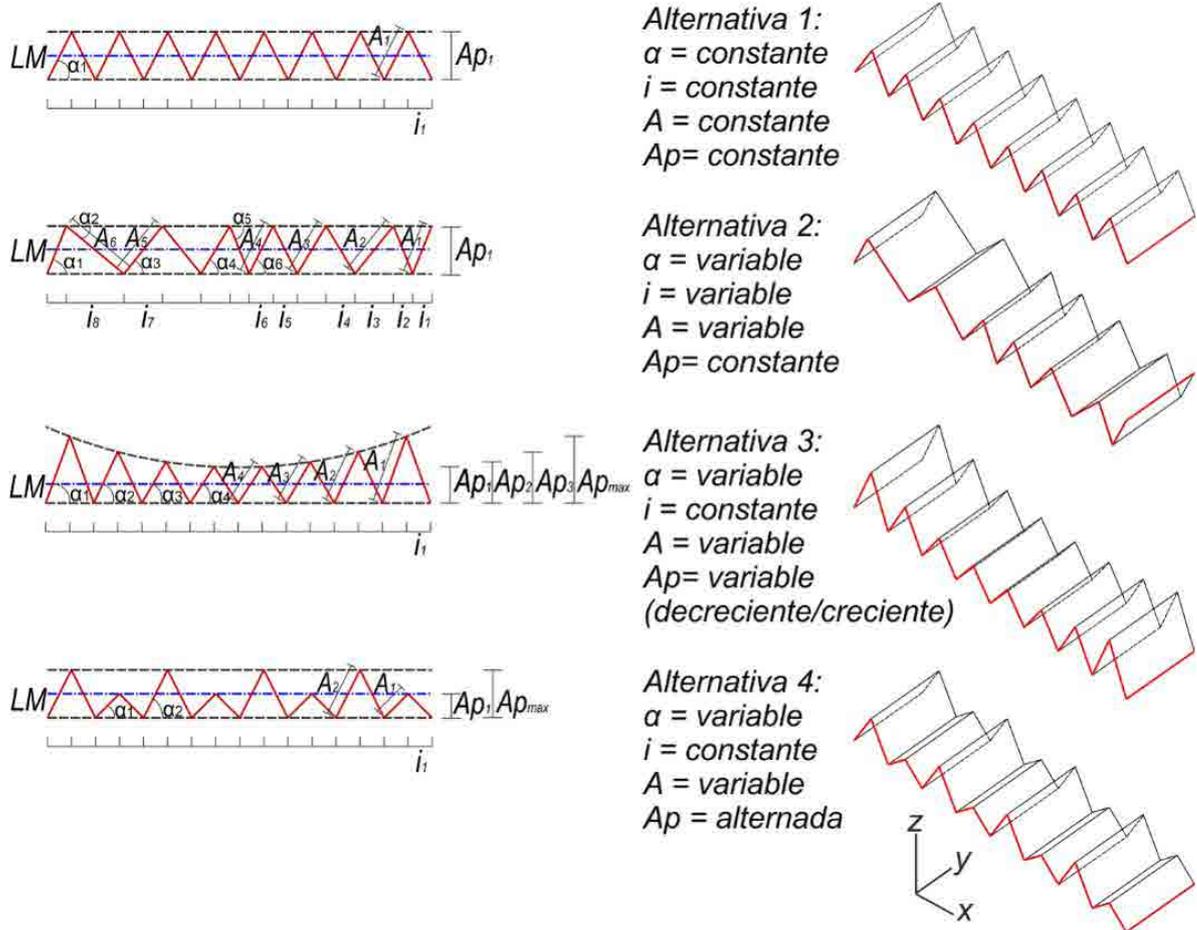
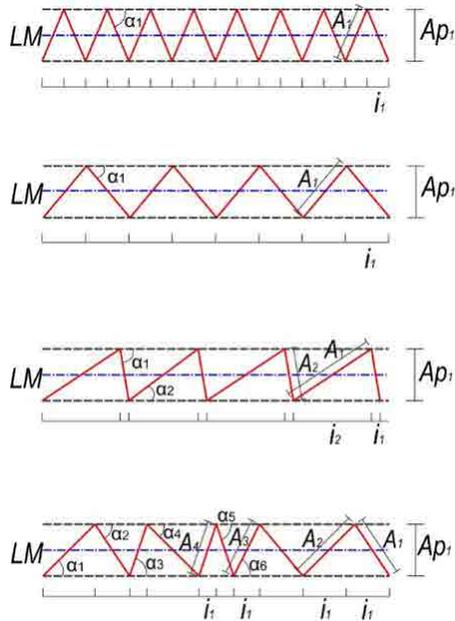


Figura 12: Alternativas de amplitud de los pliegues. Fuente: Buri, 2010, pp. 61-62



Cuando la Amplitud ( $A_p$ ) es constante, ángulo ( $\alpha$ ) y el intervalo ( $i$ ) están estrechamente relacionados

Alternativa 1 y 2:  
Amplitud  $A_p =$  constante,  
Intervalo  $i =$  incrementa y  
Ángulo  $\alpha =$  disminuye,  
Ancho  $A =$  constante

Alternativa 3:  
 $A_p =$  constante,  
 $\alpha_{1...n} =$  variable y alternado,  
 $i_{1...n} =$  variable y alternado,  
 $A_{1...n} =$  variable y alternado

Alternativa 4:  
 $A_p =$  constante  
 $\alpha_{1...n} =$  variable  
 $i_{1...n} =$  variable  
 $A_{1...n} =$  variable.

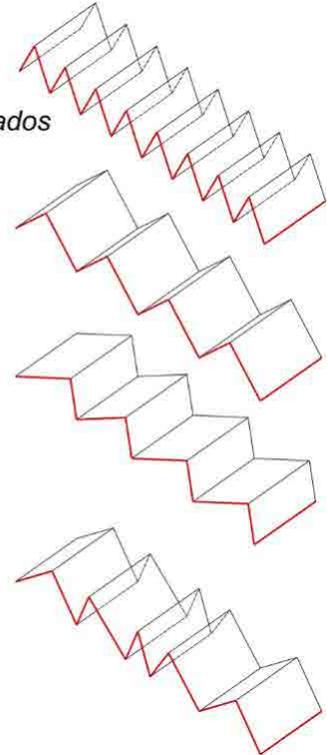


Figura 13: Alternativas de acuerdo al ángulo de inclinación e intervalo.  
Fuente: Buri, 2010, pp. 61-62

## APLICACIONES ARQUITECTÓNICAS DE PLEGADOS CORRUGADOS

Como aplicación se desarrollan alternativas para cubierta de un stand de exposiciones con plegado corrugado simple.

1.- Perfil de poli-superficie corrugada, intervalo constante y carril recto. (fig.14)

1a.- Perfil de poli-superficie corrugada curvo, intervalo constante y carril recto. (fig.14)

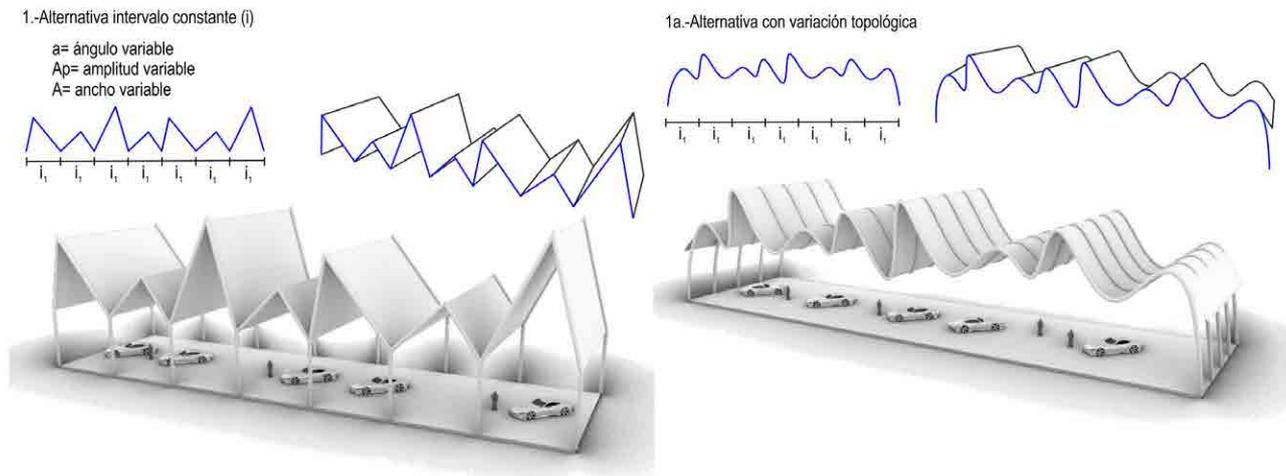


Figura 14: Alternativas y su variación en la aplicación arquitectónica.

## 2. Variando todos los parámetros y el carril (Fig. 15).

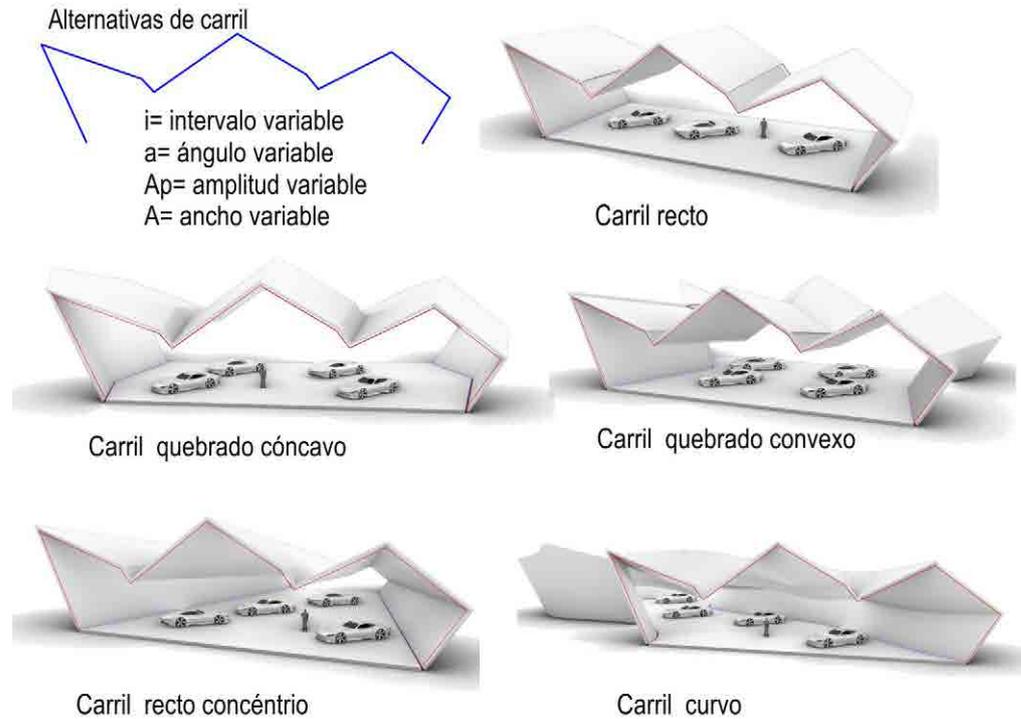


Figura 15: alternativas formales del corrugado simple variando todos los parámetros.



Figura 16: desarrollo de aplicación de corrugado simple a un stand de exposiciones.

## CONCLUSION

La aplicación del plegado corrugado simple, en arquitectura, permite obtener alternativas de superficies variando sus parámetros con procedimientos sencillos mediante técnicas digitales. Sin embargo, se puede observar que su riqueza formal y espacial es sorprendente con una gran gama de posibilidades de diseño final.

La instrumentación de la variación de los parámetros en la etapa conceptual del proceso de diseño, posibilita la evaluación con la producción de prototipos de fabricación digital, y concretar sobre la consideración real de posibles materiales constructivos.

La conclusión en el marco de la experiencia docente de la asignatura electiva de arquitectura de formas plegadas y del Taller de diseño fue la posibilidad de sistematizar los procesos de generación, facilitando el desarrollo de la aplicación de este tipo de plegado con su respectivo análisis y evaluación posterior de los aspectos favorables y desfavorables.

En el intento de experimentar la complementación de las dos asignaturas con sus respectivas evaluaciones se puede concluir que resulta provechoso y factible realizar diseño de aproximaciones arquitectónicas desde una perspectiva más cercana a las competencias profesionales, alentando el desarrollo creativo superadora de las habituales prácticas con la consideración de las limitaciones del contexto local.

## REFERENCIAS

- Buri, H.U. (2010). *Origami - Folded Plate Structures*, Tesis de doctorado de École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suiza. Pp. 57-69.
- Escánder, F.E. Saito, K.E. (2013). Libro de ponencias IX Congreso Nacional / VI Internacional, *Plegados corrugados móviles como una propuesta sustentable. Cubierta para un estadio*. Mar del Plata: Edición Sema. Octubre de 2013. E-Book ISBN 978-987-544-531-4.
- Mitra, A. (2009). *The grammar of developable double corrugations (for formal architectural applications)* Dissertation report MSc. Adaptive Architecture & Computation, University College London.
- Miura, K. (2002) *The Application of Origami Science to Map and Atlas Design*, en *Origami3 – Third International Meeting of Origami Science, Mathematics, and Education*, ed. Thomas Hull, A.K Peters Publications, Natwick, Massachusetts.

# 15

## La iluminación artificial proyectual

**Julio Marañón Di Leo, Viviana Cappello, Arrarás Stella Marias,  
Marcelo Giulietti y Mariano Trifilio**

Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina

### RESUMEN

La tecnología no es la solución al problema de la enseñanza y aprendizaje de la matemática y la física. La enseñanza no se puede automatizar y el profesor no se puede reemplazar. No obstante, las nuevas tecnologías abren espacios en los que el estudiante puede vivir experiencias difíciles de reproducir con los medios tradicionales como el lápiz y el papel. En estas experiencias el estudiante puede realizar actividades de exploración en las que es posible manipular directamente los objetos y sus relaciones y en las que él puede construir una visión más amplia y más potente del contenido matemático y físico.

A partir de la aparición de las herramientas informáticas, se han expandido las posibilidades en el diseño y proyecto de las edificaciones, desde el dibujo propiamente dicho, como así también de otros aspectos que hacen al diseño arquitectónico integral.

Desde siempre se ha realizado el análisis sobre la iluminación natural en vistas a un proyecto integral, en el trabajo del diseño de edificaciones. Sin embargo, es necesario que los estudiantes, futuros profesionales de la arquitectura, reconozcan las limitaciones de la iluminación natural y la importancia de proyectar las necesidades de iluminación mediante luminarias artificiales.

El presente trabajo tiene como objeto mostrar las posibilidades y capacidades disponibles hoy en día sobre la temática de iluminación artificial. Existen diversas herramientas informáticas de uso profesional (requieren licencias pagas) y otras de uso libre. Entre las últimas se encuentra el software libre DIALux evo, que nos brinda una amplia capacidad de realizar proyectos de iluminación, incluyendo la iluminación interior y exterior de una edificación.

**Julio Marañón Di Leo**

[jmaranon@ing.unlp.edu.ar](mailto:jmaranon@ing.unlp.edu.ar)

**Viviana Cappello**

[vcappello@gmail.com](mailto:vcappello@gmail.com)

**Arrarás Stella Marias**

[arraras\\_s\\_m@yahoo.com.ar](mailto:arraras_s_m@yahoo.com.ar)

**Marcelo Giulietti**

[marcelogiulietti@gmail.com](mailto:marcelogiulietti@gmail.com)

**Mariano Trifilio**

[jtrifi22@hotmail.com](mailto:jtrifi22@hotmail.com)

Cátedra N°4 de Matemática Arrarás -  
Marañón Di Leo. Facultad de Arquitectura  
y Urbanismo. Universidad Nacional de  
La Plata

La propuesta de aplicación de esta herramienta informática está enmarcada en la expansión de actividades del desarrollo, por parte de los estudiantes, del trabajo integrador de las asignaturas de matemática y física, en la Cátedra de Matemática 4.

## INTRODUCCIÓN

### CONCEPTOS BÁSICOS DE ILUMINACIÓN

La iluminación es un tema sustancial en el campo del diseño del hábitat, y para su estudio se deben diferenciar dos formas particulares. Una de ellas es la iluminación artificial, la cual es creada por el hombre mediante diferentes artefactos que la producen, basados en distintas técnicas. La otra forma es la iluminación natural, que es la originada por el Sol, para lo cual se deberá realizar un análisis de aberturas y orientación de la edificación en función de su posición relativa al Norte en la localización que se encuentre en el planeta, con el fin de lograr el mejor aprovechamiento de dicha fuente. (Nottoli, 2007)

Pero para poder analizar las características de la iluminación es necesario definir los conceptos básicos que refieren a este fenómeno. Daremos por conocido el fenómeno natural que le da origen, la luz.

En nuestro caso nos enfocaremos al análisis de la iluminación artificial, que aplicada a un espacio es una de las características más sobresalientes que define el ambiente nocturno donde las personas viven, trabajan y desarrollan sus actividades.

Para empezar, se van a describir una serie de conceptos básicos que nos ayudarán en nuestra tarea.

Cuando prendemos una lamparita (fuente de luz) el 10% de la energía emitida la percibimos por el ojo en forma de luz, mientras el 90% restante de la energía emitida se pierde en calor. La energía total emitida por la lamparita se denomina potencia radiante o flujo radiante.

Las radiaciones electromagnéticas de longitud de onda comprendidas entre 380 nm. (Ultravioleta) y 780 nm. (Infrarrojos) son percibidos por el ojo. Fuera de este rango de longitud de onda el ojo no percibe nada o se encuentra ciego.

Ahora bien, si hacemos incidir luz de diferentes longitudes de onda del espectro visible con la misma potencia, obtenemos la curva de sensibilidad del ojo, ver Figura 1.

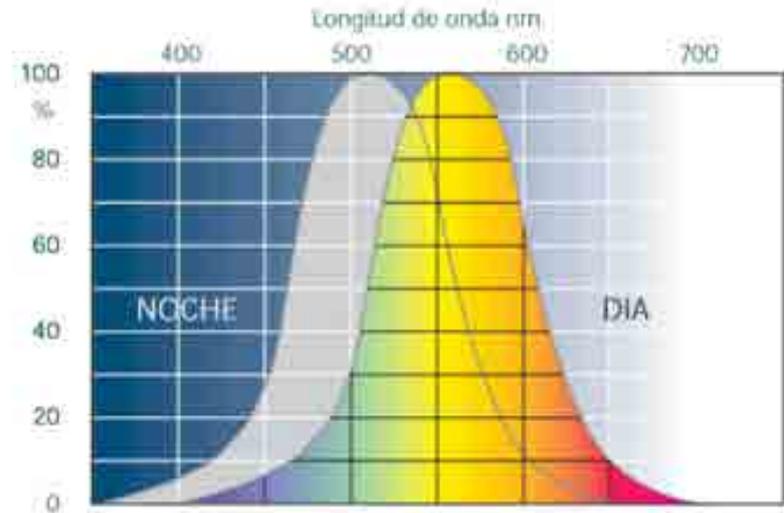


Figura 1. Curva de sensibilidad del ojo a las radiaciones monocromáticas (Indalux, 2002)

### FLUJO LUMINOSO

Definimos el flujo luminoso de una fuente como la potencia incidente percibida por el ojo humano promedio, correspondiente a un flujo radiante P.

El flujo luminoso percibido por personas puede variar según la curva de sensibilidad del ojo de cada individuo. Se representa por la letra griega  $\Phi$  y su unidad es el lumen (lm).

$$\Phi = R \cdot P \quad (1)$$

Donde R es el rendimiento visual.

También se los puede definir como la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en todas direcciones, y está dado en lumen ( $1 \text{ Lm} = 1 \text{ Lux} \times 1 \text{ m}^2$ ).

## INTENSIDAD LUMINOSA

La intensidad luminosa de una fuente de luz es igual al flujo luminoso emitido en una dirección distribuido en forma de esfera por unidad de ángulo sólido en esa dirección. (ver Figura 2).

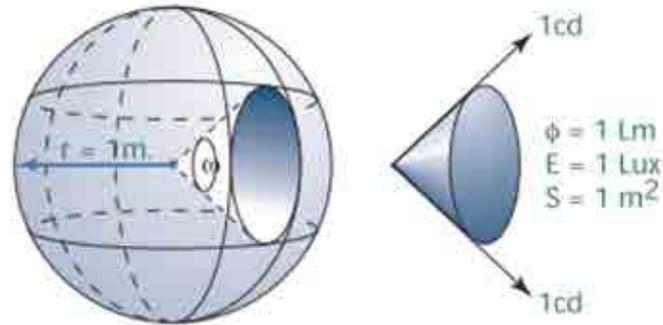


Figura 2. Esquema de la intensidad luminosa. (Indalux, 2002)

Su símbolo es  $I$ , su unidad es la candela (cd), y la fórmula que la expresa:

$$I = \Phi / \omega \quad (2)$$

## DISTRIBUCIÓN LUMINOSA

Toda fuente de luz tiene una distribución de intensidad luminosa según la dirección que se considere la intensidad de radiación se ve afectada según como indica la Figura 3. (Indalux, 2002)

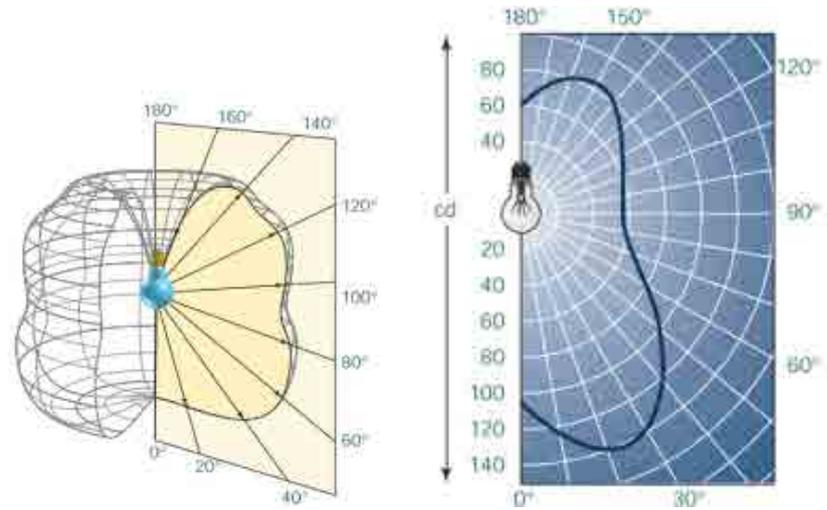


Figura 3. Distribución de intensidad luminosa. (Indalux, 2002)

### ILUMINACIÓN

Se dice que una superficie se encuentra iluminada cuando sobre ella incide un flujo luminoso. Si la iluminación es igual en toda la superficie. La iluminación es el cociente entre el flujo luminoso dividido por el área de la superficie (S) y se mide en Lux. (ver Ecuación 3)

$$E = \Phi / S \quad (3)$$

### LEY DE LA INVERSA DEL CUADRADO DE LA DISTANCIA

La iluminación producida por una fuente de luz disminuye inversamente con el cuadrado de la distancia desde el plano a iluminar a la fuente. Se expresa por la Ecuación (4).

$$E = I / d^2 \quad (4)$$

Donde E es el nivel de iluminación en lux (lx), I es la intensidad de la fuente en candelas (cd), y d es la distancia de la fuente de luz al plano receptor perpendicular.

De esta forma podemos establecer la relación de iluminación que hay entre dos planos separados una distancia  $d$  y  $D$  de la fuente de luz respectivamente:

(5)

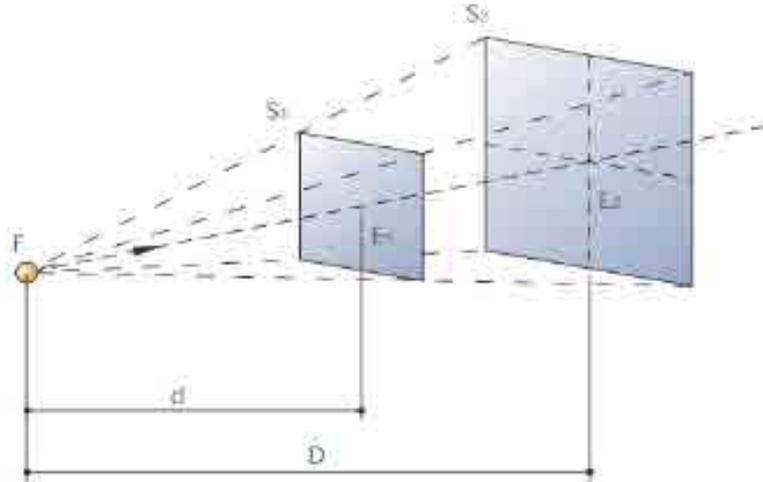


Figura 4. Esquema de iluminación. (Indalux, 2002)

Si la iluminación es oblicua a la superficie la ecuación tendría la forma,

(6)

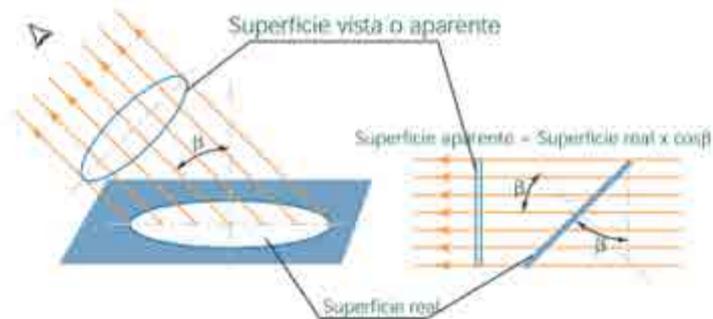


Figura 5. Esquema de iluminación oblicua. (Indalux, 2002)

## EL COLOR

El color es un factor muy importante en el efecto emocional de cualquier espacio. Sin luz no hay color. Hay dos formas de reconocimiento del color: el color de la luz, que involucra la composición espectral de la luz que incide sobre el objeto y el color del objeto, que comprende las características reflectivas del objeto. Básicamente, nosotros vemos el “color” porque el objeto refleja selectivamente una cierta porción de la luz que recibe. Habitualmente se utilizan los términos cálido y frío para caracterizar a los varios colores de luz blanca. Cálido se refiere a las fuentes ricas en rojos y naranjas, tal vez evocando al fuego y a las velas. Frío se refiere a las fuentes ricas en azul, probablemente asociado al color del cielo.

Entonces una de las primeras cosas que se debe hacer es buscar la “temperatura” del color que se quiere usar. Por lo general la luz cálida es más parecida a la luz natural y tiene usos residenciales, para oficinas es muy común la luz blanca o fría, si es para iluminar objetos de colores rojizos se usa luz cálida y para objetos de colores azulados se usa luz fría. Identificar el color que emite una lámpara es muy sencillo, solo debemos observar su temperatura de color expresada en grados Kelvin. Al observar la Figura 6 se puede ver con claridad como el rango de colores varía en función de la temperatura del color emitida por la fuente.

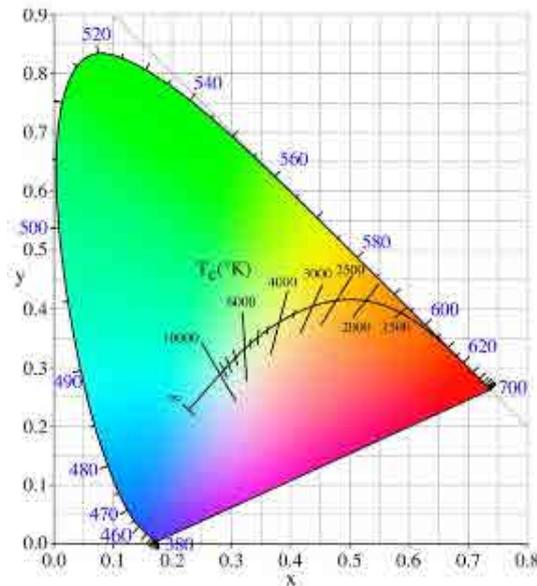


Figura 6. Gráfica de cromaticidad. (Indalux, 2002)

### APLICABILIDAD DEL SOFTWARE DIALUX EVO

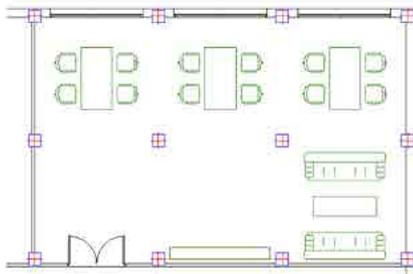
DIALux es el programa del Instituto Alemán de Luminotecnia Aplicada (Deutsches Institut für angewandte Lichttechnik) DIAL (DIALux, 2018) y es Osram la empresa que más impulso le está dando a nivel mundial. Aunque es un programa de software libre, es una gran herramienta que brinda una amplia potencialidad para el uso profesional. El software DIALux permite el análisis cuantitativo rápido y sin problemas de un proyecto, y cuenta con una funcionalidad sencilla de renderización 3D (del inglés render, es un término usado en la jerga informática para referirse al proceso de generar una imagen, fotorrealista o no, partiendo de un modelo en 3D, en este caso).

El formato de datos para luminarias comprende la geometría 3D de la luminaria, la distribución de intensidad luminosa y la descripción del artículo. Los paquetes PlugIn o complementarios de los fabricantes de luminarias comprenden datos de planificación adicionales, como el factor de mantenimiento entre otros. El programa es útil para cálculos de iluminación interior, exterior y vial, trabaja con catálogos reales de fábricas europeas, aunque también se están incorporando empresas nacionales, permitiendo generar un informe muy completo del cálculo de todas las variables lumínicas.

### EJEMPLO DEMOSTRATIVO DE APLICACIÓN BÁSICO

Para demostrar las capacidades básicas del software mostraremos un ejemplo de aplicación. Para ello proponemos iluminar una oficina de 8 m. x 12 m., que previamente se ha dibujado en 2D y vista de planta con un software de diseño gráfico para edificaciones (CAD – Computer Aided Design/Diseño asistido por computadora) como vemos en la Figura 7. Cabe destacar que, esta opción es una de las posibles, puesto que el mismo programa tiene las capacidades de realizar los planos necesarios mediante sus propias herramientas de dibujo.

Una vez diseñado, si esto se realiza en el programa de diseño, externo a este software, se deberá cargar esta imagen en el programa. Para ello, en el inicio el programa consulta sobre la posibilidad de cargar una imagen o no. (ver Figura 8)



—x  
Figura.7. Vista en planta de la habitación propuesta.

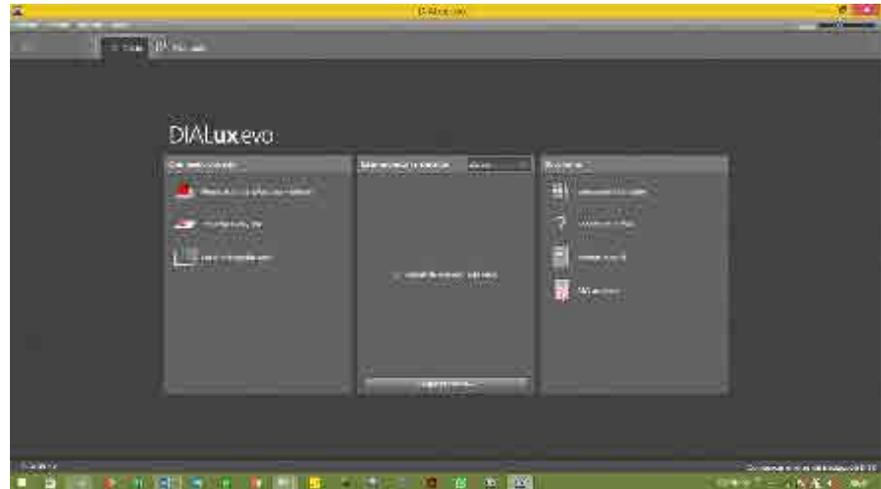


Figura 8. Vista pantalla de inicio del programa.

En caso de considerarse conveniente es posible dibujar la planta de la habitación con el mismo programa, para lo cual elegimos dicha opción y nos propone establecer directamente las dimensiones de la habitación en tres dimensiones, como se observa en la Figura 9.

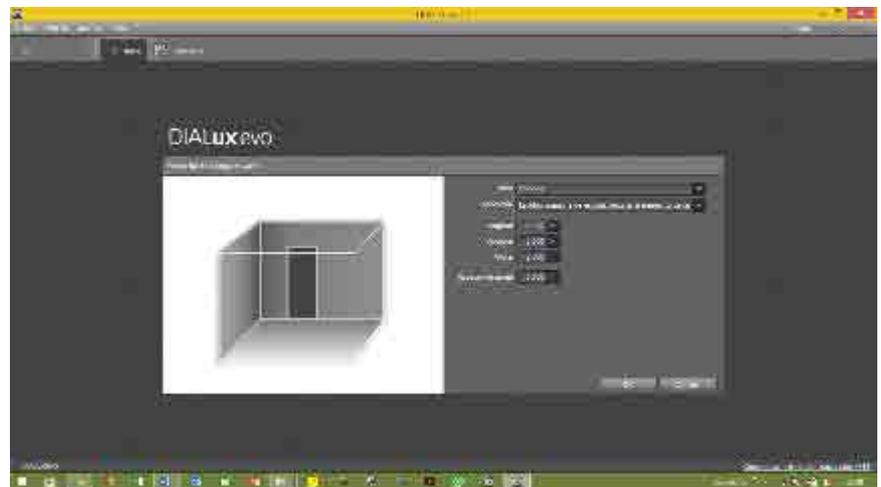


Figura 9. Vista para la carga según las dimensiones de la habitación.

A partir de haber definido la forma de carga de la habitación, el programa nos dará la imagen en planta de lo ingresado. (ver Figura 10 y Figura 11).

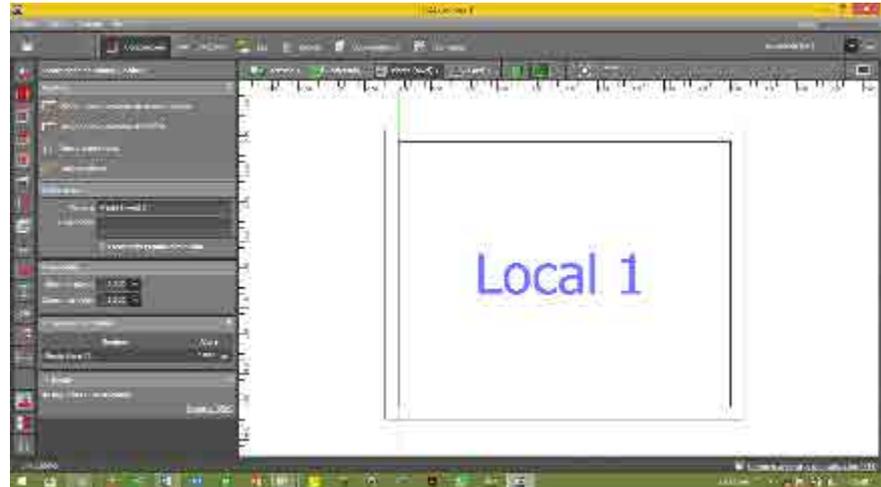


Figura 10. Vista en planta de un local definido de 5 m. x 4 m. x 2,8 m.

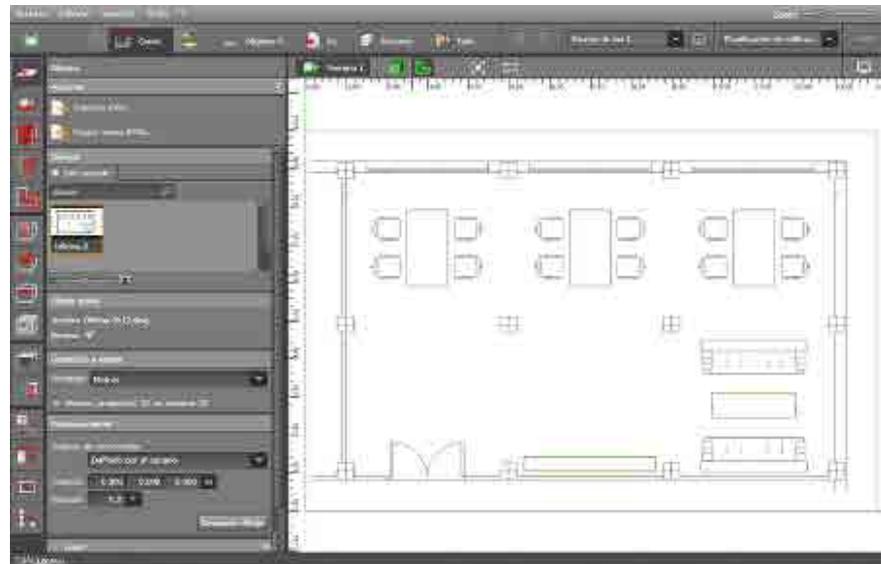


Figura 11. Vistas de la oficina de 8 m. x 12 m.

En el caso de la oficina, que fue cargada mediante un dibujo previo, se deben hacer una serie de pasos para centrar y adecuar la imagen al programa, incluyendo la altura que se considerará para la ubicación del cielorraso de esta.

Posteriormente a ello se podrán obtener diferentes vistas para observar la habitación elegida, incluyendo la posibilidad de incluir mobiliario, y si se quiere incorporar cerramientos como ventanas y puertas. Como el programa tiene capacidades de CAD, se podrán incorporar texturas y diferentes colores en cada elemento que se desee. (Figura 12 y Figura 13)

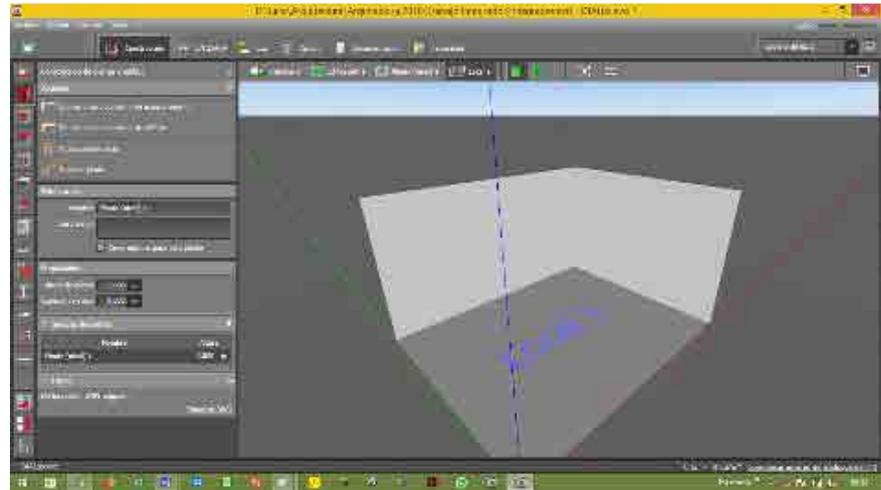


Figura 12. Vista en 3D del local.

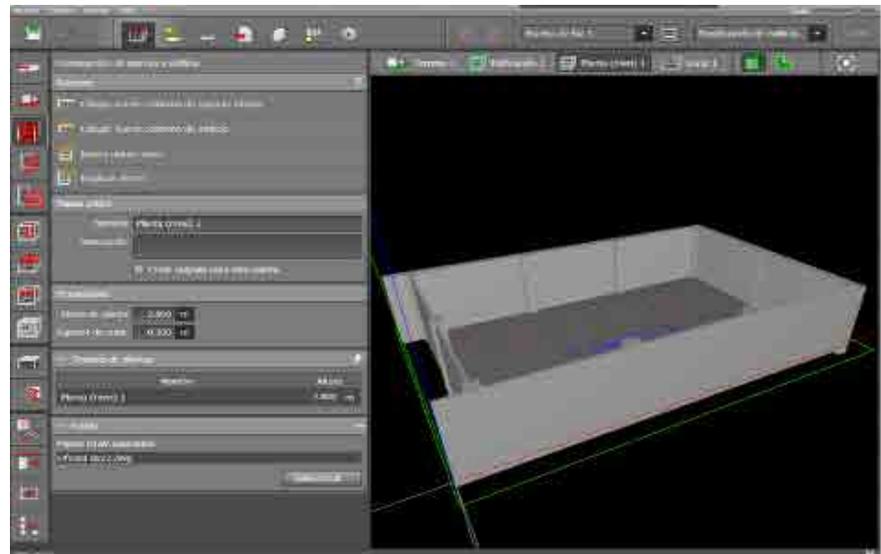


Figura 13. Vista en 3D de la oficina.

Una vez definidas todas las dimensiones, cerramientos, elementos de mobiliario, texturas y materiales que se deseen, se podrá tener una imagen del local definido. Para nuestra aplicación mostraremos el proyecto de la oficina indicado, el cual se puede observar en la Figura 14.

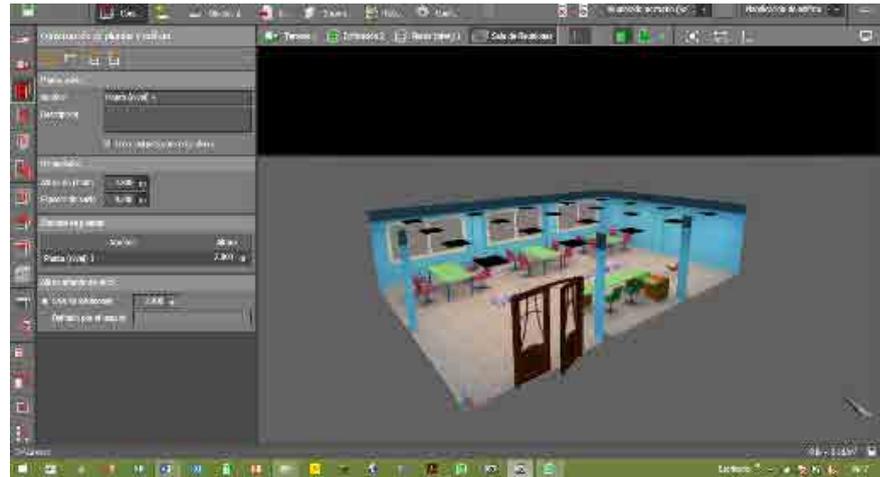


Figura 14. Vista en 3D de la oficina terminada.

Llegado a este punto resta introducir la luminaria deseada, para lo cual se podrá disponer de luminaria existente (en su mayoría se puede descargar de las empresas, aunque la mayoría son importadas), o se podrá definir una propia. Luego de la elección se nos dará la oportunidad de incluirla manualmente o en forma automática dependiendo del nivel de iluminación deseado para la habitación en estudio.

A modo de ejemplo se muestra la imagen de la pantalla del programa para la inclusión de la luminaria en la habitación. (ver Figura 15)

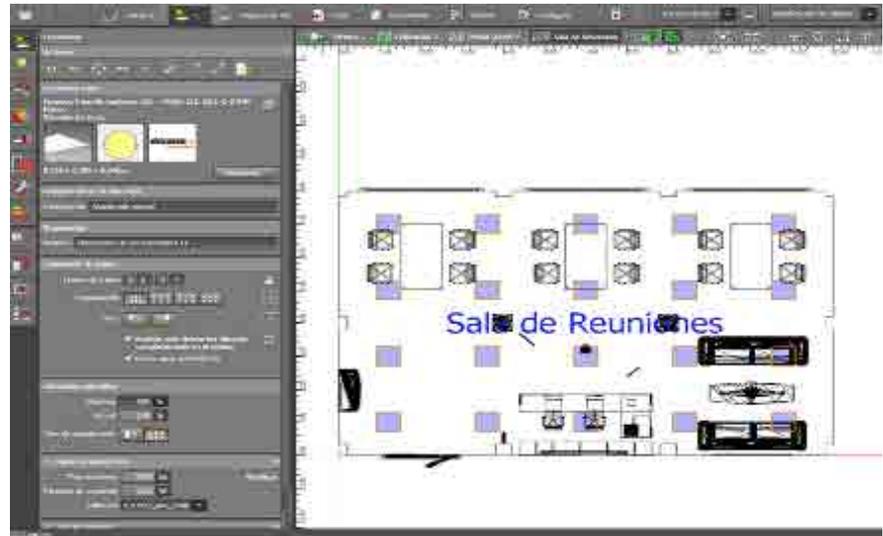


Figura 15. Inclusión de luminarias en la oficina.

Para ello se define el nivel de iluminación y la temperatura de color deseados para la habitación en estudio, como se observa en la Figura 16.

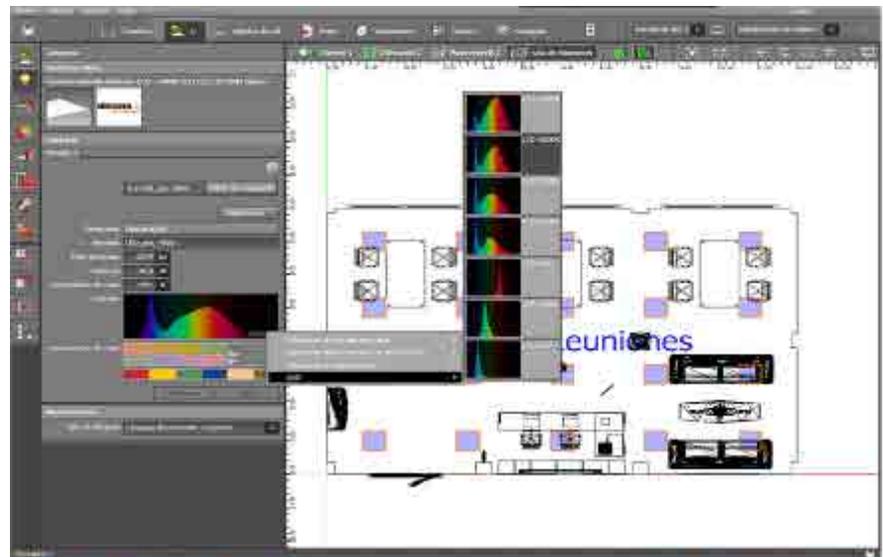


Figura 16. Elección de la temperatura de color deseada en función de la luminaria elegida.

Una vez determinados estos pasos se pasa a establecer las escenas de iluminación deseadas, las cuales pueden ser variadas, por ejemplo, nocturnas, de día, etc. A su vez se puede optar por observar la distribución de intensidad luminosa de las luminarias seleccionados, opción muy útil cuando la luminaria es enfocable o direccionable. (ver Figura 17).

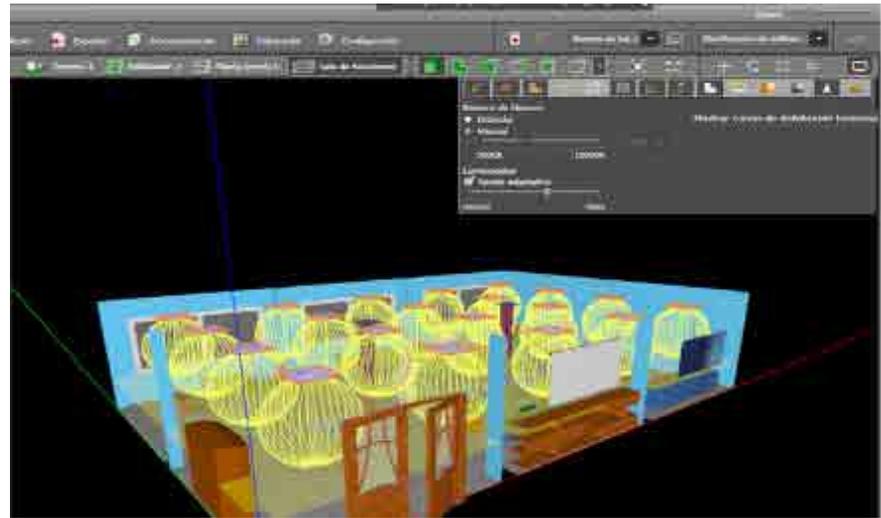


Figura 17. Vista de la distribución luminosa de los apliques utilizados.

Finalmente, los resultados de la iluminación lograda pueden obtenerse mediante el cálculo e informe final que genera el programa según las necesidades que se tengan. Un mapa de iluminación se puede observar en la Figura 18, indicando los niveles de intensidad luminosa, que sirven para considerar si el nivel de iluminación es el adecuado para la situación. Los niveles de iluminación adecuados y necesarios para distintos usos y actividades de la vida humana se encuentran tabulados, y mediante ellos y el uso del programa se puede realizar un adecuado diseño y proyecto de la iluminación necesaria.

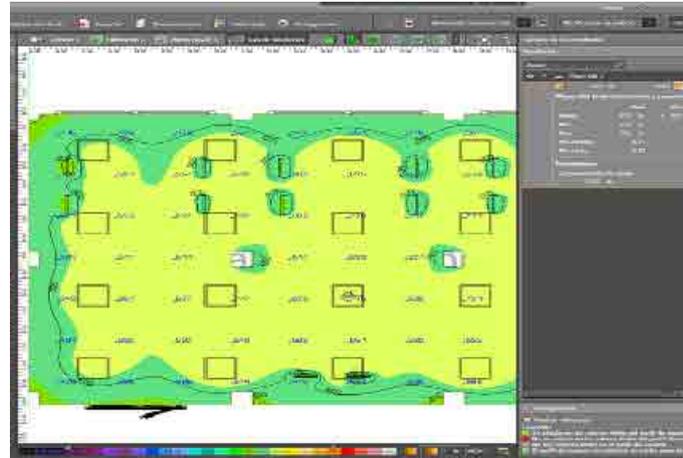


Figura 18. Ejemplo de mapa de iluminación.

## CONCLUSIONES

Se considera que, aunque la aplicabilidad del programa por parte de los estudiantes podría resultar dificultosa, debemos mencionar en primera instancia que el trabajo propuesto con este software será realizado por una comisión de aproximadamente 5 estudiantes dentro de la propuesta de trabajo integrador vigente. A su vez, a pesar de que el trabajo integrador de la materia implica el análisis de una planta que puede estar compuesta de varias habitaciones, solo se les solicitará a los estudiantes, el análisis de iluminación de al menos una de ellas. Por otra parte, para agilizar y dar apoyo a los estudiantes se les brindará la mayor información posible para que no deban buscar luminarias ni elementos extras para la realización del trabajo.

Esta se presenta como una prueba piloto. Como se ha indicado, la idea es que no se vean abrumados ante la necesidad de operar un software de estas características ni que se conviertan en expertos usuarios, por lo cual como se ha indicado se le ofrecerán, a cada comisión de trabajo, los elementos necesarios para su implementación, utilizando solo herramientas básicas del programa, obteniendo imágenes de iluminación de la habitación elegida, sin requerir análisis específico de los parámetros de iluminación obtenidos, ni informes particulares sobre lo calculado.

Por lo antes expuesto se considera que la propuesta del empleo de este software no solo redundará en un afianzamiento de los conceptos básicos de los efectos de

la luz y la iluminación en general, sino que los estudiantes tendrán la posibilidad de acceder al conocimiento y la aplicación de una herramienta informática que enriquecerán las capacidades en su futuro desempeño como profesionales del proyecto y diseño arquitectónico.

### REFERENCIAS

DIALux (2018). DIAL GmbH. Recuperado en: <https://www.dial.de/es/software/dialux/>

Indalux (2002). *Manual de Luminotecnia*. Valladolid, España: Indalux.

Nottoli, Hernán (2007). *Física Aplicada a la Arquitectura*. Buenos Aires, Argentina: Nobuko.

# 16

## Primeras incursiones de la tecnología móvil como herramienta para ampliar el aula de matemática

**Gloria Pérez de Lanzetti, Claudia del Carmen Gareca y Clarisa Lanzillotto**

Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina

### RESUMEN

La investigación en TIC desarrollada desde hace algunos años por nuestro equipo en las carreras que se dictan en la FAUD, Arquitectura y Diseño Industrial, nos han permitido una transferencia inmediata y verificación de los resultados, en el campo de la Tecnología y de la Comunicación y Forma.

La paulatina inclusión de las TIC en los procesos de aprendizaje de nuestros estudiantes se constituye en parámetro valioso y significativo de la calidad educativa de nuestra Unidad Académica.

Acompañando este tiempo de transformación que incide en el intercambio de información en todos los ámbitos, revolucionando las maneras de acceder al conocimiento, presentamos este trabajo que se inscribe en la propuesta de investigación para el periodo 2018-2021.

Capitalizamos el perfil de los estudiantes, que habitualmente conectados, poseen las habilidades necesarias para acceder fácilmente a contenidos virtuales y materiales mediados por TIC, planeando dar continuidad al proyecto recientemente concluido, abriendo dos canales para investigaciones en TIC que apoyen los procesos de enseñanza y aprendizaje en los campos de conocimiento: Tecnología -en particular las ramas de las ciencias básicas; Matemática y Física- y Comunicación y Forma - orientados de manera especial a la Informática y los Sistemas Gráficos de Expresión.

**Gloria Pérez de Lanzetti**

[glanzetti@hotmail.com](mailto:glanzetti@hotmail.com)

**Claudia del Carmen Gareca**

[cdelcgareca@gmail.com](mailto:cdelcgareca@gmail.com)

**Clarisa Lanzillotto**

[infolan@yahoo.com.ar](mailto:infolan@yahoo.com.ar)

Cátedra: Matemática Carrera Diseño Industrial y Matemática IB Carrera Arquitectura. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.

La presente comunicación se sitúa entonces en el campo disciplinar de la **Matemática**, aprovechando las posibilidades que los medios de comunicación nos brindan, desde mejoras en la conectividad y el acceso a la información para intercambiar, compartir en las redes aplicaciones que permiten extender el aula con uso de dispositivos móviles.

Incursionaremos en la práctica con la aplicación de Telegram, sus características de funcionamiento y aplicación, e incorporaremos el programa Geogebra, utilizado como un recurso de verificación de resultados obtenidos en la práctica tradicional. Estas herramientas nos permitirán nuevas estrategias para abordar la enseñanza de la Matemática en carreras de Arquitectura y Diseño Industrial.

### REFLEXIONES INICIALES

Desde los inicios de nuestras investigaciones, hemos resaltado en nuestros diagnósticos preliminares, las repercusiones que la incorporación de las TIC ha venido provocando en el accionar de los ámbitos sociales, organismos gubernamentales, instituciones educativas y en los mismos ciudadanos, las que influyeron en la toma de decisiones de los ejes de trabajo abordados.

Nuestro rol en la trilogía docente-alumno-aprendizaje, ha debido adaptarse a los tiempos actuales y a las necesidades que impone hoy nuestra sociedad, donde la aplicación de las TIC comienza a delinear caminos que hasta hace poco tiempo resultaban expectantes. En esta trilogía, alumno y aprendizaje han sufrido importantes transformaciones como consecuencia de la incorporación de las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación, las que están configurando nuevos escenarios. En estos últimos años el crecimiento de las modalidades no presenciales ha sido notable, apoyándose cada vez más en las herramientas digitales de producción, transporte y comunicación de contenidos. Herramientas que también son de aplicación en las modalidades presenciales.

Este vertiginoso desarrollo tecnológico no ajeno a la educación, nos obliga como docentes universitarios a revisar nuestra formación académica y prácticas educativas planteando nuevos desafíos para poder acompañar a nuestros estudiantes en otras maneras de adquirir conocimientos.

La manera de aprender ha cambiado. De una formación transmisiva de información disciplinar pasamos a otra centrada en el alumno, orientada al aprendizaje activo y participativo, exigiéndonos como docentes a reforzar nuestras competencias pedagógicas, desarrollando conductas innovadoras, incorporando nuevos canales comunicativos y el dominio de las herramientas tecnológicas digitales,

para la comunicación, transmisión de contenidos e interacción con nuestros estudiantes.

Nos vemos entonces en la necesidad de ampliar nuestros horizontes y comprometernos como docentes investigadores a profundizar en las posibilidades que las TIC nos ofrecen, para enseñar en otros escenarios y con otras herramientas que actúen como facilitadores y potenciadores de nuestras prácticas áulicas. En estos aspectos centramos nuestras líneas de trabajo que plasmamos en los proyectos de investigación presentados desde 2006 a la fecha.

Es por esto que nuestras experiencias como resultado de las investigaciones abordadas por este equipo, integrado por docentes de diferentes campos disciplinares, docentes de Matemática e Informática de la FAUD-UNC, se transfieren a lo largo de estos años en las disciplinas afines, incorporando lentamente maneras diferentes de abordar los procesos de enseñanza y aprendizaje no tradicionales.

Es tiempo de afrontar nuevos retos para cambiar las maneras de transmitir conocimientos aprovechando la natural apropiación que hoy los estudiantes hacen de las redes sociales, los sistemas y dispositivos de comunicación y todo el conjunto de recursos que ofrecen las TIC para lograr nuevas oportunidades en su formación.

Ante esta realidad que ya no se detiene, nos propusimos modificar los modelos de enseñanza que contemplen la utilización de las TIC en las propuestas pedagógicas y en la planificación curricular de las disciplinas en las que nos desempeñamos. Pretendemos en nuestro quehacer cotidiano ponernos a la altura de las circunstancias actuales para garantizar la formación de excelencia que alienta el espíritu de nuestra Universidad pública y gratuita.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo que desarrollaremos se sitúa específicamente en el campo disciplinar de la **Matemática** en la Carrera de Diseño Industrial. La materia en el plan de estudio vigente pertenece al Ciclo básico, Área de conocimiento: Tecnología. Ubicada en el Nivel I, tiene asignada una carga horaria de 60 hs anuales con una frecuencia de 1 clase semanal de 2.00 hs de duración. La matrícula por año es de aproximadamente 750 estudiantes (entre Ingresantes y Recursantes). Distribuidos en dos turnos para la asistencia a clase, Turno Mañana de 12.00 a 14.00 hs y Turno Noche de 19.00 a 21.00 hs. La modalidad de cursado es Presencial. En el momento de realizar la siguiente experiencia se trabaja en Comisiones de



aproximadamente 45 estudiantes cada una. Los contenidos se transfieren en la modalidad tradicional clase teórica seguida de clase/s práctica/s. Fig. 1a y Fig.1b

Comentaremos una experiencia desde la investigación en curso orientada a lograr un aprendizaje diferente que se apoya en uso de las TIC, utilizando aplicaciones específicas para el cálculo y verificación de resultados. Otras para la elaboración de materiales educativos en diferentes formatos, imágenes, videos y textos, articulados con el soporte de la telefonía móvil y la comunicación en línea mediante un sistema de mensajería gratuita. Nos referiremos en particular a los avances y resultados parciales obtenidos en una comisión de Trabajo con la utilización del Programa Geogebra. Los temas tratados en esta experiencia piloto fueron extraídos del Programa de la Materia.

Los ejercicios propuestos se plantearon y analizaron para poder organizar los datos y las incógnitas a resolver. En un proceso que se retroalimenta combinando las tecnologías tradicionales – uso de pizarrón, tiza y calculadora – con las digitales mediante la aplicación de un software matemático: Geogebra para la verificación gráfica y analítica de los resultados.

Esta metodología de trabajo centra los contenidos en clases planificadas como instancias dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje para que el alumno construya a partir de sus intereses personales, elabore sus propias estructuras mentales, recurriendo a novedosas herramientas para el anclaje de contenidos nuevos o recuperación de los ya aprendidos. Se complementa desde lo procedimental el uso de la telefonía móvil para la visualización del contenido multimedia de apoyo y el intercambio con los pares por medio del servicio de mensajera que ofrece Telegram construyendo conocimientos en colaboración.

Estas actividades experimentales se realizaron en el marco del Proyecto de Investigación: *Aula invertida y herramientas TIC integradas para afrontar desafíos no resueltos de la enseñanza standard*, actualmente en desarrollo.



## DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

### Inicio de la Experiencia de investigación

Las actividades que programamos e iniciamos en el marco de la investigación, planteó como punto de partida el diseño de una encuesta que fue presentada a los estudiantes a los fines de poder elaborar un diagnóstico preliminar que nos permitiera conocer aspectos del perfil de aquellos que se involucrarían con la experiencia a desarrollar. Entre ellos su nivel formativo, grado de aproximación, conocimiento y aplicación de las TIC en sus aprendizajes, interés en aplicarlas,

Fig. 1 a - Fig. 1b. Aula de Matemática. DI. Clase práctica en Taller

disponibilidad y uso de telefonía móvil con fines educativos, etc. Los resultados obtenidos después de la correspondiente tabulación, análisis estadístico y tratamiento informático de los datos nos alentaron a una propuesta más acotada para intervenir en el aula de Matemática de DI.

A los estudiantes de la comisión de trabajo a cargo de la Ingeniera Claudia Gareca se les invitó a sumarse a una nueva manera de aprender matemática, incorporando nuevas herramientas para sus aprendizajes. Fig.2

Encuesta

Fecha:

Cátedra: Matemática

Carrera: Diseño

Alumno:

Celular	no	sí	Cual:	Cuánta memoria interna tiene?						
				8	16	32	64	128	256	
1. ¿Tiene teléfono celular?										
2. ¿Utilizó alguna vez el celular con fines educativo dentro de una institución educativa como el colegio secundario?			Detalle en que lo utilizó:	Si no lo sabe puede consultar ingresando a Ajustes/Almacenamiento.						

PC	no	sí
3. ¿Tiene PC en su domicilio?		
4. Si contestó no, ¿puede acceder fácilmente a una? por ejemplo, en la Facultad?		

TICs en el aula	no	Si
5. ¿Sabe lo que son las TIC?		
6. ¿Alguna vez utilizó Geogebra?		
7. ¿Le interesaría resolver algún ejercicio de la guía de Trabajos Prácticos de la Asignatura con algún software matemático como el Geogebra?		
8. ¿Conoce que es el aula invertida?		
9. ¿Ingresó a la Plataforma Moodle, uncavim10.unc.edu.ar, durante el cursado de la asignatura?		
10. Si contestó No en la anterior, ¿cuáles fueron las razones? (por ejemplo: no necesitó, no entiendo u no otras)		

Respecto a la asignatura	no	si
11. ¿Considera que Matemática es importante para su carrera?		
Comentarios:		

Fig.2. Encuesta

Ing Claudia Gareca Encuesta 2019- Revisión 4

### Trabajo en el aula, la estrategia didáctica

La propuesta se centró en dos aspectos:

1. Utilización del software matemático Geogebra como elemento de verificación de resultados obtenidos de la manera tradicional (calculadora científica). Primer semestre
2. Revisión de contenidos mediante el acceso a material educativo disponible en Telegram. Consultas por medio de Chat en el grupo privado creado para tal fin. Comunicación entre los pares estudiantes y docente para enseñar y aprender en colaboración. Segundo semestre.

En relación al primer punto y con participación voluntaria, los estudiantes debieron instalar el programa en sus dispositivos móviles.

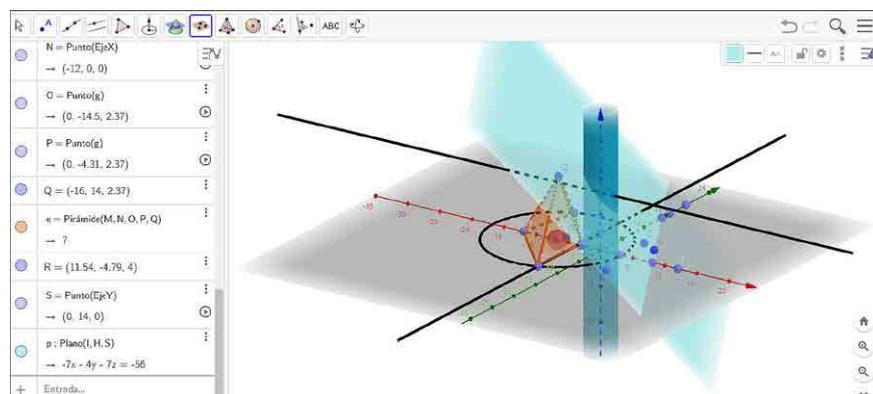


Fig.3. Pantalla de Geogebra clásico 3d.

Los mismos abordaron el tema propuesto y dictado de manera anticipada al práctico por el Prof. Titular.

Posteriormente y ya en el Taller de práctica se comenzó con la actividad específica a partir de analizar y resolver los ejercicios, elegidos particularmente de una unidad temática del programa y disponible en la Guía de Trabajos Prácticos de la cátedra. Estos se desarrollaron y calcularon con los procedimientos tradicionales para ser finalmente verificados con el uso del software matemático Geogebra. Esta aplicación que permite trabajar con geometría dinámica, álgebra y cálculo utilizando el ordenador, es una alternativa dentro de las TIC para la docencia, de forma integrada, dinámica y atractiva para el alumno. Fig.3 y Fig.4

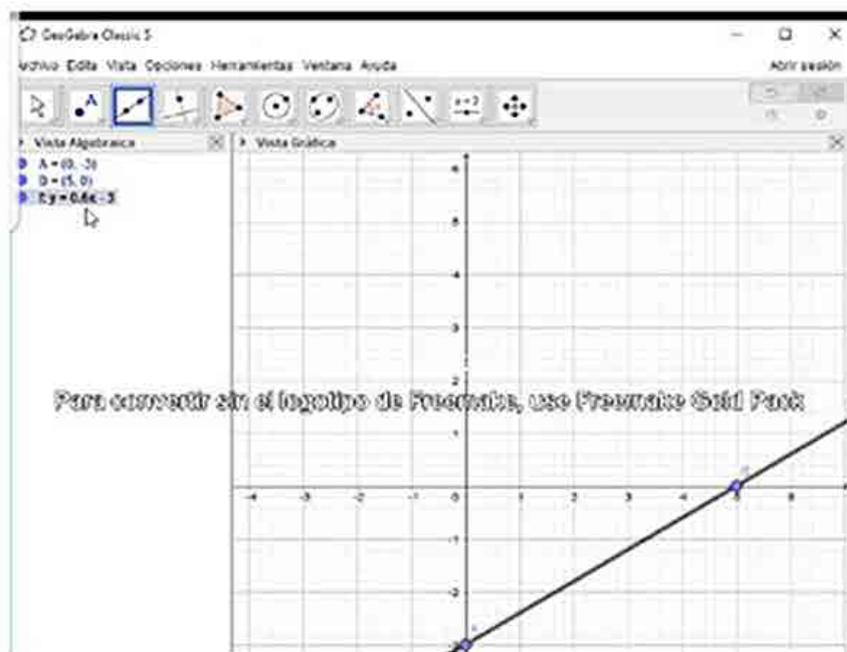


Fig. 4. Pantalla de Geogebra Clásic 5 2D

Las principales características del programa matemático Geogebra son:

1. Permite realizar acciones matemáticas como demostraciones, supuestos, análisis, experimentaciones, deducciones, etc.
2. Combina geometría, álgebra y cálculo. También deriva, integra, representa...
3. Permite construir figuras con puntos, segmentos, rectas, vectores, cónicas y genera gráficos de funciones que pueden ser modificados de forma dinámica utilizando el ratón.
4. Geogebra trabaja con objetos. Cualquier modificación realizada dinámicamente sobre el mismo afecta a su expresión matemática y viceversa. Cualquier cambio en su expresión matemática modifica su representación gráfica.
5. Puede ser utilizado tanto on line (<http://www.geogebra.org/cms/es/download>) como instalado en el ordenador (off line) desde <http://www.geogebra.org/cms/es/installers>.

6. Para utilizarlo on line se requiere tener instalado Java 1.4.2 o superior. En este caso el usuario dispone de la aplicación en forma de applet que es totalmente funcional y no requiere instalar nada en el ordenador.

Los estudiantes demostraron gran interés frente a esta estrategia pedagógica que les proponía una interacción en el cálculo con GeoGebra. No obstante a que la voluntaria participación inicial no logró el interés de la mayoría del grupo, la utilización de Herramientas dinámicas de aprendizaje para el tratamiento del primer Trabajo Práctico con esta modalidad y su posterior verificación mediante el cálculo interactivo que permite Geogebra, contribuyó a motivar y potenciar el aprendizaje logrando que otros se sumaran a esta iniciativa.

Se conformaron grupos de dos alumnos lo que favoreció el trabajo colaborativo y potenció las habilidades de cada integrante del mismo. GeoGebra permitió el trazado dinámico de construcciones geométricas y su representación gráfica, ideal recurso para abordar en el segundo semestre las secciones cónicas.

Para el segundo semestre, la articulación entre las estrategias de aprendizaje se apoyó en el sistema de mensajería Telegram donde el docente creó el grupo de trabajo al que se le asignó el Nombre: "Matemática Diseño 2019". Fig.5

Siguiendo los procedimientos para convertirse en Usuarios de Telegram, el docente guía y administrador del grupo generó un Enlace de invitación que fue enviado a los estudiantes y docentes involucrados en la experiencia, permitiendo incorporarse al correspondiente grupo.

En esta etapa se presentan los videos educativos que guían e ilustran secuencialmente cómo utilizar GeoGebra en una PC, y en telefonía celular.

Este mecanismo se respetó al momento de grabar los Tutoriales de ayuda con contenidos íntimamente relacionados con los temas de los Ejercicios a resolver, los que fueron puestos a disposición de los contactos del grupo creado.

Los estudiantes comenzaron por experimentar en la aplicación para PC hasta familiarizarse con su uso resultando posteriormente **más sencilla su adaptación para operar** con GeoGebra en sus dispositivos móviles.

Mostrando los procedimientos de uso de GeoGebra de manera dinámica y audiovisual, el sistema de mensajería elegido posibilitó además de la comunicación entre pares por medio de las funciones del chat y sus restricciones de privacidad, aplicar contenidos educativos desde la telefonía móvil. Fig.6



Fig. 5. Grupo de Matemática creado en Telegram

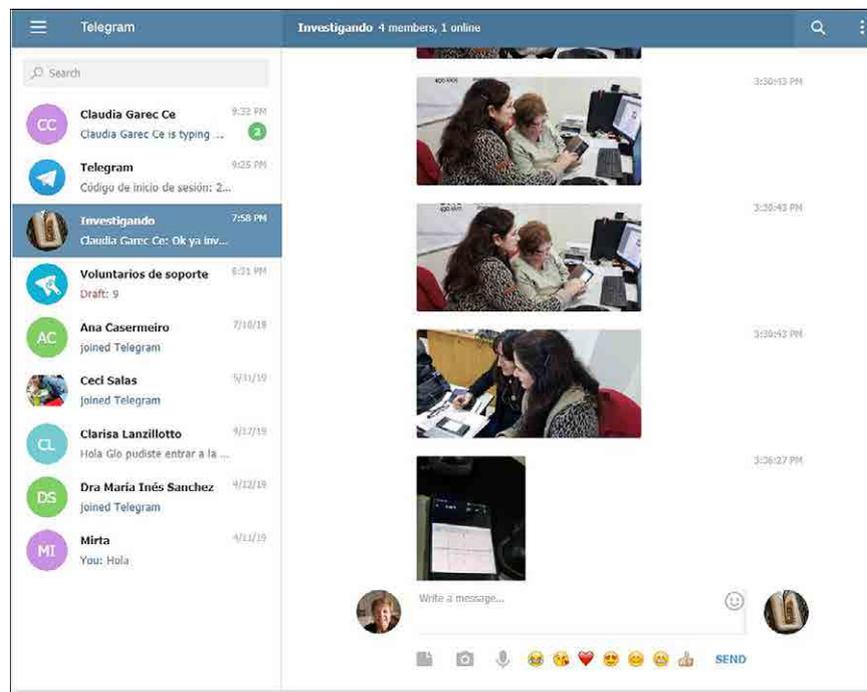


Fig.6. Subiendo el material didáctico a Telegram.

Los videos tutoriales para PC fueron producidos con “CamStudio”, que es una herramienta de bajada gratuita que permite grabar la actividad de la pantalla en una película de video en formato AVI.

Luego para reducir su tamaño y poder compartirlos más fácilmente, fueron convertidos a formato .mp4 con Freemake Video Converter.

Los videos tutoriales para celular, se realizaron con “AZ Screen Recorder”. (Es una buena herramienta para grabar vídeo en terminal Android. La calidad de salida del vídeo es buena: sin marcas de agua, sin pérdida de frames, sin límite de tiempo. Ordenadamente y siguiendo el cronograma los mismos fueron publicados y puestos a disposición de los alumnos para su consulta.

En la primera clase práctica de este semestre donde se aplicaron estas estrategias educativas en conjunto se trabajó sobre Tema: Cónicas Cerradas. Perteneciente a la Unidad Temática N° 7 de la Guía de Trabajos prácticos. Fig. 7, 8, 9.

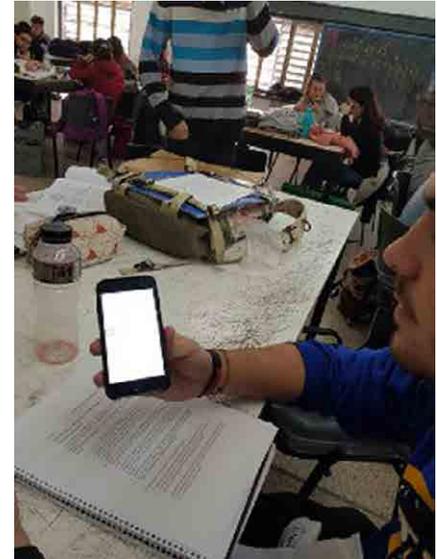


Fig. 7, 8, 9 TP. Cónicas cerradas

Las consignas para el desarrollo de la actividad fueron entregadas en formato papel a los estudiantes. Fig.10

Para el cierre de este ciclo lectivo hemos diseñado una encuesta para conocer las apreciaciones de los participantes de esta experiencia. Sus resultados nos permitirán realizar los ajustes necesarios para mejorar esta propuesta educativa para aprender matemática.

### Conozcamos un poco sobre TELEGRAM

Es una nueva aplicación de mensajería instantánea, gratuita. Es una app de código abierto potente y privada que cuenta con más funciones y brinda más posibilidades que WhatsApp. No solo se puede descargar para Androide, iPhone sino que puede utilizarse como un plugin del navegador Google Chrome llamada webogram. Telegram no es solo una app de mensajería ya que puede servir hasta como un servicio de almacenamiento en la nube. Desarrollada por los fundadores de VKontakte, la red social más popular en Rusia, tiene peculiaridades importantes que marcan su diferencia con WhatsApp. La mensajería

**Experiencia piloto. Extendiendo el aula de matemática 2019**

**Tema: Cónicas Cerradas. Perteneciente a la Unidad Temática N° 7.**

**Verificación con Geogebra –CONSIGNAS–**

Se pide la verificación de los ejercicios 2, 3 y 4 de Circunferencia, con GeoGebra. Y los ejercicios 2 y 4 de Elipse.

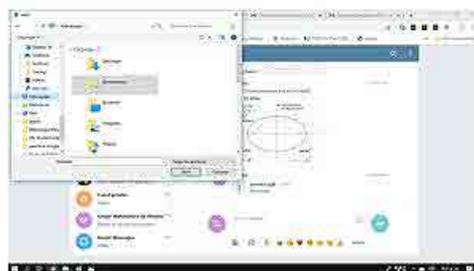
Deberán entonces descargar e instalar las siguientes herramientas en sus dispositivos móviles:

1. La aplicación Calculadora Gráfica GeoGebra <sup>N</sup> última versión (5.0.551.0) es en 2d.
2. Para la comunicación utilizaremos un sistema de mensajería gratuito que pueden descargar de la tienda de aplicaciones llamada TELEGRAM y que funciona muy parecido a WhatsApp. (Puedes elegir un alias en Telegram, si lo haces, otras personas te podrán encontrar por ese alias y contactarte sin saber tu número de teléfono)
3. Luego y dentro de la pantalla de Telegram deberán incorporarse al Grupo “Matemática Diseño 2019” para ver y escuchar los video-tutoriales de apoyo al tema.
4. Revisado este material y una vez que hayan aclarado las dudas, podrán trabajar en Geogebra para realizar la verificación de los resultados obtenidos tradicionalmente pudiendo estudiar y ver dinámicamente el comportamiento de la cónica al variar los datos.
5. Finalmente se compartirán apreciaciones y los resultados que se podrán comentar en el chat de Telegram. Esto se realiza a través del siguiente enlace [https://t.me/joinchat/Jc\\_KIBMI4dneuEV04LT5hA](https://t.me/joinchat/Jc_KIBMI4dneuEV04LT5hA)

Para la verificación de los ejercicios con Geogebra pueden:

1. Resolverlos directamente utilizando la aplicación desde el teléfono móvil.
2. Resolverlos en una PC y compartirlos a través de Telegram web para poder luego abrirlas y visualizarlas en el taller, desde sus teléfonos móviles.

Se adjunta una imagen de ayuda que muestra cómo proceder desde la pantalla de TELEGRAM Web de su PC para subir o adjuntar un archivo (indicado con una flecha en la parte inferior de la imagen)



Para el caso que no puedan acceder al grupo podrán consultar a [ingenieraclaudiagareca@gmail.com](mailto:ingenieraclaudiagareca@gmail.com)

Fig. 10. Consignas para TP en Taller



Fig. 11. Telegram carga de Video Tutoriales

instantánea (también conocida en inglés como Instant Messaging, acrónimo IM) es una forma de comunicación en tiempo real entre dos o más personas basada en texto. El texto es enviado a través de dispositivos conectados ya sea a una red como Internet, o datos móviles (3G, 4G, 4G LTE, etc.) sin importar la distancia que exista entre los dos (o más) dispositivos conectados

### Cuáles son las características de este servicio de mensajería

- **Plataforma abierta**

A diferencia de WhatsApp –que es una plataforma cerrada herméticamente–, Telegram dispone de una API (Interface de Programación de Aplicaciones ) que permite a aplicaciones de terceros conectar con la red. Esto posibilita que haya clientes no oficiales como las versiones para Windows, Mac, Linux, web... e incluso Android. Se puede usar en varios dispositivos al mismo tiempo por ejemplo, en nuestros Smartphone y en el ordenador. Está disponible para todas las plataformas, Smartphone, tablets y/o computadores, lo cual hace que la aplicación sea versátil para usos laborales o personales.

- **Gratuita y sin publicidad**

Telegram no es un proyecto comercial y no existe la intención de ofrecer anuncios u obtener ganancias con el mismo

- **Interfaz a semejanza de WhatsApp**

Ambas aplicaciones son de apariencia gráfica muy parecidas, diferenciándose sólo en algunos colores.

Esto supone que pasar de ser usuario de WhatsApp Telegram es totalmente sencillo. La interfaz no sólo es prácticamente igual, sino que se comporta de igual modo también.

Operativamente parecidas, para ver los chats actuales, consultar contactos o iniciar una nueva conversación.

Al igual que otras plataformas de mensajería, Telegram permite a sus usuarios personalizar los fondos de sus conversaciones, notificaciones y crear accesos directos.

- **Brinda seguridad**

Telegram proporciona una mejor seguridad en nuestras conversaciones. Permite codificar los mensajes entre cliente y servidor. Para los más exigentes, se quita de



Fig. 12. Grupo de Matemática en Telegram carga de Video Tutoriales.

en medio y proporciona un potente cifrado cliente-cliente creado para la ocasión.

Esta seguridad extra se consigue en los chats privados, una especie de "modo incógnito" para chats donde las conversaciones adquieren funciones especiales, como el ya nombrado cifrado cliente-cliente o la autodestrucción de mensajes. Ambas funciones se pueden consultar desde un chat privado, tocando la cara de la persona con la que estás hablando, en la barra superior.

La clave de cifrado no tiene ninguna utilidad real salvo comprobar -teniendo a tu amigo cerca- que ambas coinciden. De ser así, asegura la app, "tu chat es un 200% seguro".

Podemos controlar el tiempo para la autodestrucción de mensajes. Elegir un periodo de tiempo entre dos segundos y una semana para que los mensajes se borren automáticamente. El tiempo empieza a contar desde que la otra persona ve el mensaje.

- **Privacidad**

Una de las ventajas más atractivas de esta aplicación es que brinda privacidad a sus usuarios permitiéndoles configurar su perfil de tal manera que estos tienen la opción de elegir quién puede ver su foto de perfil y quién no. Adicionalmente, brinda la posibilidad de crear una cuenta con un nombre de usuario, sin necesidad de utilizar un número de teléfono.

Los ticks: En Telegram, su significado es sencillo: un tick, el mensaje se ha enviado; dos, el mensaje se ha leído. Esta información gráfica es precisa.

Telegram cifra sus conversaciones con un protocolo propio, lo cual ofrece una gran seguridad a sus usuarios. A su vez, los chats secretos están cifrados de extremo a extremo, y los demás entre el cliente y el servidor.

- **Envío de archivos**

Envía cualquier clase de archivos, desde imágenes, fotos, archivos comprimidos, música, videos y mucho más con solo arrastrarlos a la conversación. Imagen 11 y 12.

### Carencias de Telegram

*Escasez de contactos.* El principal inconveniente de Telegram es que al ser una aplicación nueva, pocos usuarios tienen descargada la aplicación y es difícil encontrar a contactos dentro del programa, aunque últimamente el número de usuarios ha crecido con extraordinaria rapidez.

*Idioma:* la aplicación sólo está disponible para **iOS** en inglés. Los usuarios de Android ya disfrutaban del idioma español en Telegram, lo que sin duda ayudará a su expansión en nuevos mercados.

*Ausencia de funciones:* A pesar de que Telegram cuenta con más funciones que WhatsApp, esta aplicación ofrece servicios de llamadas de vídeo en etapa experimental. También presenta diferencias para las mismas funciones utilizadas en iOS o Android. No permite añadir contactos independientemente de los contactos del teléfono, como LINE

*Compresión de fotografías y vídeos:* Otro inconveniente y desventaja de Telegram frente a WhatsApp es el hecho de que Telegram no comprime el contenido que se envía a través de él. Cuando estamos conectados a una red WiFi, esto no supone un gran problema, sin embargo, el no comprimir fotografías ni vídeos, puede hacer que la tarifa de datos que se tenga contratada quede corta, ya que sólo 5 imágenes ya pueden suponer un consumo de 20 Mb.

No obstante, al igual que decíamos en el inconveniente anterior, en iOS puede desactivarse la opción de descarga automática de imágenes, algo que en Android al día de hoy es imposible hacer.

De todos modos, dada su naturaleza de desarrollo más abierto, no dudamos de que muy pronto veamos muchos cambios y mejoras en este servicio de mensajería

### Fortalezas y debilidades de la estrategia probada

No obstante los esfuerzos por llevar adelante esta propuesta que tienen como fortaleza una manera de extender el aula de matemática mediante la incorporación de Nuevas Tecnologías para la Información y Comunicación, con buena receptividad y resultados por parte de los estudiantes frente a maneras no tradicionales de enseñar y aprender, más dinámicas, visuales e interactivas, es necesario contar con un buen servicio de Internet por banda ancha que soporte todas las herramientas, recursos y dispositivos, tema aún pendiente en nuestra FAUD sede Ciudad Universitaria.

## CONCLUSIONES

Para elegir el modelo de enseñanza que orientará nuestro proceso de enseñanza y aprendizaje debemos tener muy presente qué es lo que debemos enseñar, como se va a hacer y cuáles serán los parámetros para medir los objetivos alcanzados de dicho modelo.

No podemos ignorar que los tiempos han cambiado. Que los estudiantes de hoy son diferentes a los de hace algunos años. La unidireccionalidad del profesor-alumnos en la entrega del conocimiento ya no es válida. El rol del estudiante como ente pasivo en su proceso de enseñanza y aprendizaje ha mutado pasando a ser el productor de su propio aprendizaje.

Por eso, es necesario que se incorporen propuestas que integren habilidades prácticas en entornos comunicacionales amigables, características de esta generación. Pero esos entornos hay que propiciarlos, acondicionarlos en función de las prácticas.

Aunque el aula supone el máximo espacio generador de actividad, es necesario incorporar otros agentes externos para ampliar el aula con herramientas como el teléfono móvil como un recurso educativo más. Extender el aula de matemática complementando el espacio presencial con la incorporación de herramientas tecnológicas que constituyen el conjunto de las TIC, nos permite articular la propuesta de enseñar y aprender acompañando y potenciando ambos procesos. Pensamos que la incorporación de nuevos procedimientos dinamizan y favorecen las propuestas iniciadas en la presencialidad convirtiéndose en escenario fértil para continuar las discusiones que allí se inician mediante el armado de grupos de discusión, de colaboración, donde el compartir los distintos materiales multimedia que son comunicados por medio de recursos y sistemas comunicacionales al alcance de todos, se convierten en fuertes aliados de nuevas estrategias y prácticas para mejorar la formación de nuestros estudiantes.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

AZ Screen Recorder <https://az-screen-recorder.uptodown.com/android> Fecha de consulta 14/08/2019

Barberá E. y Badia A., Educar con aulas virtuales. Orientaciones para la innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Machado Libros, Madrid, 2004

Clara Ingrassia y Adriana Giménez. Aulas extendidas: ¿Cómo y para que usarlas?. Disponible en: [http:// campus.unla.edu.ar/aulas-extendidas-o-ampliadas-como-y-para-que-usarlas/](http://campus.unla.edu.ar/aulas-extendidas-o-ampliadas-como-y-para-que-usarlas/)

Computer Hoy <https://computerhoy.com/noticias/apps/telegram-desventajas-e-inconvenientes-frente-whatsapp-9088> Fecha de consulta 25/07/2019

Geogebra clásico 3d <https://www.geogebra.org/classic#3d> Fecha de consulta 29/07/2019

Litwin E. (compiladora), Tecnologías educativas en tiempos de Internet. Amorrortu Editores, Buenos Aires, 2005.

Sagol, Cecilia, Aulas aumentadas, lo mejor de los dos mundos. Portal Educar. Disponible en: [http://www.educ.ar/recursos/ver?rec\\_id=116227](http://www.educ.ar/recursos/ver?rec_id=116227)

Spoots <https://www.spoots.com/telegram/ventajas-y-desventajas> Fecha de consulta 25/07/2019

Wikipedia [https://es.wikipedia.org/wiki/Mensajer%C3%ADa\\_instant%C3%A1nea](https://es.wikipedia.org/wiki/Mensajer%C3%ADa_instant%C3%A1nea) Fecha de consulta 22/07/2019

# 17

## Innovación en docencia en el área tecnológica de la carrera de diseño industrial. Propuesta pedagógica matemática

**Goity Gilma Beatriz y Oteiza Nicolás Hernán**

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Argentina

### RESUMEN

La propuesta pedagógica de Matemática, se encuadra dentro los lineamientos generales de la FAUD para el **Área Tecnológica**, Sub Área Matemática, en el ciclo básico, correspondiente al primer año de la carrera de Diseño Industrial.

Dentro de este marco, que delimita el campo de acción, la temática, los vínculos dentro y fuera del área y el carácter del estudiante que la cursa, matemática se propone como soporte de las disciplinas tecnológicas y proyectuales proveyendo método de trabajo, análisis crítico, modo de abordar y resolver problemas; construcción deductiva, sentidos de aproximación, orden, magnitud y proporción; relación matemática entre las formas y los volúmenes, y de éstos con los objetos que nos rodean y se usan cotidianamente; valorizando que el estudiante comprenda la importancia de obtener resultados coherentes, que son tales, cuando los interpreta en el contexto de la temática de estudio y no desde la mirada puramente matemática. Permite modelizar la realidad, analizarla en este terreno, extraer importantes conclusiones y conceptualizar aportando a la imaginación, la creatividad, las facultades críticas y una formación acorde a estos tiempos. La geometría otorga al estudiante un acabado conocimiento de las formas de los objetos que diseña, comprendiendo las reglas del espacio físico para crear el suyo, utilizando gráficas y ecuaciones de curvas, superficies y volúmenes.

Partiendo del estudiante como protagonista de su propio conocimiento, el docente, estimulador, motivador, alentador, lo orienta, y facilita su aprendizaje mediante el diseño de estrategias pedagógicas que le aseguren sea significativo y el logro de los objetivos propuestos.

**Goity Gilma Beatriz**

[gilma.goity@gmail.com](mailto:gilma.goity@gmail.com)

**Oteiza Nicolás Hernán**

[nicolas2014oteiza@gmail.com](mailto:nicolas2014oteiza@gmail.com)

Cátedra: Matemática, Arq. Goity. Área: Tecnológico-Productiva. Sub-área: Matemática. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Los recursos de intervención pedagógica de la materia son: conferencias, dinámicas de grupo, trabajos tutoriales, desarrollo de guías de trabajos prácticos con problemas matemáticos y de diseño, y un trabajo troncal que reúne todos los conceptos y objetivos, especificidades y de aplicación profesional.

Como parte fundamental del proceso, y modo de medirlo, la evaluación del curso se plantea por medio de problemas a resolverse por vía de la acción y no de la memoria.

“En el aprendizaje memorístico, los nuevos contenidos se van acumulando en la memoria sin quedar vinculados a los viejos conocimientos por medio de la significación.

Esta clase de aprendizaje se diferencia del aprendizaje significativo no sólo porque no ayuda a expandir el conocimiento real, sino porque además la nueva información es más volátil y fácil de olvidar”. Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (2009).

### 1. MATEMÁTICA: POSICIÓN EN LA CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL E INTERRELACIONES.

La propuesta pedagógica de la nueva cátedra de matemática de la arquitecta Goity se encuadra dentro los lineamientos generales de la FAUD para el **área tecnológica**, sub área matemática, en el ciclo básico, correspondiente al primer año de la carrera de diseño industrial.

Dentro de este marco, que delimita el campo de acción, la temática, los vínculos dentro y fuera del área y hasta el carácter del alumno que cursará la materia, resulta imperioso abordar, a modo de síntesis, la postura al respecto de cada uno de los aspectos puntualizados.

Se entiende la matemática en las carreras de diseño, como soporte de las disciplinas tecnológicas y proyectuales:

1. Proveyendo a las específicas acciones de proyectar y diseñar de un método de trabajo, capacidad de análisis crítico, modo de abordar y resolver problemas, etc.
2. Capacitando al estudiante en la construcción deductiva, en el logro de los sentidos de aproximación, de orden, de magnitud y de proporción.
3. Llevándolo a descubrir la importante relación matemática existente entre las formas y los volúmenes, y de éstos con los objetos que nos rodean y se usan cotidianamente.
4. Valorizando que el estudiante comprenda la importancia de obtener resultados

coherentes, que son tales, cuando los interpretamos en el contexto de la temática de estudio y no desde la mirada puramente matemática.

Matemática, no puede ser una “isla” dentro de la facultad. Debe estar abierta a todos los contactos posibles con las restantes materias del nivel y de la carrera, si es que deseamos que el estudiante sea partícipe de un proceso de enseñanza-aprendizaje integrador, y no de una sumatoria de disciplinas estancas que aparentemente tienen poco que ver entre sí.

Es fundamental destacar la necesidad de establecer criterios, contenidos y objetivos comunes en particular con el resto de las asignaturas del ciclo básico, a los efectos de no superponer ni desperdigar esfuerzos, optimizando el proceso de formación de los futuros diseñadores.

Si entendemos el diseño como un hecho integral en donde se conjugan las ideas, los materiales y las acciones, y cuyos conocimientos específicos se separan metodológicamente para un mejor abordaje de la problemática, queda por cuenta del estudiante la difícil tarea de la integración, cuando no en su rol de profesional egresado, o eventualmente en alguna materia de la currícula (fig.1) hacia el final de la carrera.

AÑO	ÁREA TECNOLÓGICO PRODUCTIVA	ÁREA TEORÍA Y PRÁCTICA PROYECTUAL	ÁREA HISTÓRICO SOCIAL	CICLO
PRIMERO	<ul style="list-style-type: none"> <li>MATEMÁTICA</li> <li>TECNOLOGÍA GRAL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LENGUAJE PROYECTUAL 1</li> <li>DISEÑO 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PENSAMIENTO CONTEMPORÁNEO 1</li> </ul>	BÁSICO
SEGUNDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>FÍSICA</li> <li>TECNOLOGÍA 1</li> <li>INGENIERÍA HUMANA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>INFORMÁTICA INDUSTRIAL 1</li> <li>LENGUAJE PROYECTUAL 2</li> <li>DISEÑO 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PENSAMIENTO CONTEMPORÁNEO 2</li> <li>SOCIOLOGÍA</li> </ul>	DE DESARROLLO
TERCERO	<ul style="list-style-type: none"> <li>TECNOLOGÍA 2</li> <li>ORGANIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>INFORMÁTICA INDUSTRIAL 2</li> <li>LENGUAJE PROYECTUAL 3</li> <li>DISEÑO 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PENSAMIENTO CONTEMPORÁNEO 3</li> <li>ECONOMÍA Y MARKETING</li> </ul>	
CUARTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>TECNOLOGÍA 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LENGUAJE PROYECTUAL 4</li> <li>DISEÑO 4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PENSAMIENTO CONTEMPORÁNEO 4</li> <li>LEGISLACIÓN Y PRÁCTICA PROFESIONAL</li> </ul>	
QUINTO	PROYECTO DE GRADUACIÓN			DE INVESTIGACIÓN

Fig.1. Plan de estudios

## 1.1 MATEMÁTICA Y DISEÑO

Matemática puede contribuir con el estudiante de diseño y futuro diseñador a engrandecer la imaginación, la creatividad, las facultades críticas y una formación que esté en consonancia con los tiempos de este inicio de siglo.

Es a través de ella que se puede modelizar la realidad, analizarla en este terreno, extraer importantes conclusiones y conceptualizar.

Y siendo las formas, recursos básicos del diseño, la geometría es uno de los instrumentos de los que se valen los estudiantes y futuros diseñadores para la configuración formal del objeto.

Les permite tener un acabado conocimiento de dichas formas, comprendiendo las reglas del espacio físico para crear su propio espacio, mediante el conocimiento de las gráficas y de las ecuaciones de curvas, superficies y volúmenes.

El diseño es, en definitiva geometría

## 1.2 MATEMÁTICA Y EL ESTUDIANTE DE 1° AÑO

No podemos enunciar un plan de actividades docentes sin conocer el perfil del estudiante a quien va dirigido. El alumno de primer año de la Facultad, como el de primer año de todos los ciclos, tiene la particularidad de contar con un bagaje reciente de su experiencia anterior, positiva o no, y buscará reconocer en este nuevo ámbito, las semejanzas con su etapa anterior para no sentirse “fuera de contexto”.

En el ciclo medio, el alumno debió haberse formado en una serie de disciplinas propuestas y adquirido técnicas de aprendizaje que le sirvieran en cada etapa de estudio que desarrollase.

Pero en muchos casos, quizás, no valoró el aprendizaje por el aprendizaje mismo, el conocer porque lo enriquece. Buscó las maneras de “zafar”, memorizó sin reflexión ni profundización. De tal modo, ese conocimiento no pasó a formar parte de su interioridad.

Aprendió a “acertar” las respuestas que el profesor esperaba para lograr un “aprobado”. Y quizá lo más preocupante, no aprendió a leer, a interpretar textos, a sumarse a la cultura del libro. El sistema y sus reglas de juego se lo facilitaron. Las generaciones actuales de la tv y del video, del ritmo acelerado, del vértigo, no conocen del lento placer de la lectura, o lo conocen muy poco.

Por lo tanto, es tarea fundamental de las cátedras de primer año, orientar a sus estudiantes hacia la búsqueda del conocimiento, al margen de la formalidad del “aprobado”.

Imbuirlos del espíritu investigativo, que los lleve a no quedarse únicamente con el aporte de los docentes, comprendiendo que ese sólo debe ser el punto de partida de una interesante actividad investigativa que recree, confronte, lo ya conocido, con nuevos aportes que lo hagan reflexionar y seguir aprendiendo.

La observación es otro ejercicio que debemos fomentar en el estudiante. Lo ayudará a encontrar en la realidad, “datos” concretos que le permitirán una manera de abordar el conocimiento de los distintos temas que desarrollaremos a lo largo del curso.

El rigor científico, complementará necesariamente como contrapartida.

También, y como aporte extracurricular, es responsabilidad “no declarada” de los docentes de primer año, ayudar a comprender al estudiante el “funcionamiento” de la facultad, un ámbito muy distinto al que viene acostumbrado. Ayudarlo “a ubicarse” dentro del contexto de la vida universitaria, le dará seguridad y entusiasmo. Integrarlo dentro de la comunidad universitaria haciéndole conocer cuáles son sus derechos y obligaciones como estudiante universitario.

Muchos ingresantes se preguntan: ¿Hay mucha matemática en esta carrera? ¿Para qué está matemática en diseño? ¿Me sirve de algo? Posiblemente este vínculo “poco amigable” para muchos estudiantes con esta materia se deba al hecho de que muchas veces no encuentran en la matemática una aplicación en problemas concretos. Es responsabilidad primaria de los docentes en su acción motivadora, mostrar y demostrar la importancia que para su carrera significa el abordaje de cada uno de los temas propuestos en el programa.

Tal y como se considera que el estudiante de primer año es especial, es que, como correlato, el docente de primer año, habrá de ser también particular.

A la par de la actividad específica disciplinar, nos es reservado también, a quienes nos desempeñamos en las materias de primer año, un rol que excede lo académico, cuyo objetivo es minimizar los porcentajes de deserción de nuestros estudiantes.

A lo largo del ciclo básico o introductorio, al menos en las tradicionales carreras de Diseño Industrial y Arquitectura, año a año, en mayor o menor grado se genera un porcentaje más o menos significativo de deserción de los recientemente ingresantes.

El problema de la deserción es complejo, y sus causas variables según facultades y carreras. Algunas de las razones de la deserción estudiantil tienen que ver con la familia y su entorno. Otras, con el establecimiento escolar de nivel medio del que provienen. Algunas dificultades que llevan a los ingresantes a tomar semejante decisión, las encuentran en la propia FAUD.

Estas reflexiones se nutrieron del trabajo denominado “conclusiones seminario internacional. Diagnóstico y experiencias para la disminución de la deserción estudiantil. 29 y 30 de octubre de 2008”. Ministerio de Educación. Secretaría de políticas universitarias. (fig.2)

El desafío es para toda la comunidad de la FAUD. Cada uno desde su función. Y en cuanto a las cátedras, particularmente las del 1° año o primeros años de la carrera, deberán tener como objetivo, recrear las mejores estrategias motivacionales y de comunicación que contribuyan a disminuir significativamente los porcentajes de deserción de los estudiantes.



Fig.2 Motivos de deserción

Fuente: Conclusiones Seminario Internacional sobre deserción universitaria –Org. SPU 29/30-10-2008

### 1.3 OBJETIVOS DE MATEMÁTICA EN LA CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL

En matemática se pretende:

- Incentivar una actitud positiva en los estudiantes con relación a la matemática extendiendo progresivamente la construcción deductiva que lo lleve a descubrir que proyectar y diseñar requieren de un método de trabajo.
- Despertar y mantener el interés del estudiante en los procedimientos que justifican la necesidad de matemática como soporte de las disciplinas del **área tecnológica y proyectual**.
- Ya que los saberes de la carrera se han dividido metodológicamente para su abordaje y recae en el estudiante la difícil tarea de sintetizarlos, se plantea favorecer y promover la articulación entre las asignaturas del ciclo.
- Desarrollar en el estudiante la capacidad de análisis crítico de los resultados obtenidos en las ejercitaciones, de modo que valore que resulten coherentes.
- Generar confianza en sus propias capacidades, curiosidad por el planteo y resolución de problemas y gusto por la sistematización y secuenciación de la resolución de los mismos.
- Promover el trabajo autónomo de los estudiantes.
- Valorar y hacer valorar a los estudiantes los aportes individuales y/o grupales para la construcción del conocimiento matemático.
- Promover el respeto a las opiniones ajenas y una actitud abierta al cambio, que permita elegir las mejores soluciones a los diferentes problemas.
- Abordar la matemática como un medio y no un fin para resolver situaciones de diseño.
- Alentar al estudiante a la utilización de herramientas tradicionales y digitales como instrumentos que le permitan generar y calcular, verificar y concretar modelos de diseño.

En cuanto a los objetivos particulares, también se busca:

- Brindar una formación desde los conceptos básicos de la geometría euclidiana y de la geometría analítica plana.

- Implementar un abordaje de la matemática de modo que resulte una disciplina instrumental.
- Lograr en el alumno el sentido de aproximación, de orden, de magnitud y de proporción.
- Estimular a los estudiantes a establecer hipótesis, comprobarlas y validarlas.
- Capacitarlos para que descubran la importante relación matemática existente entre las formas y los valores y de éstos con los objetos que nos rodean y se usan cotidianamente.
- Incentivar en el estudiante la generación de conceptos que lo lleven a identificar las formas geométricas en general y las planas en particular, sus transformaciones y leyes geométricas.
- Procurar la capacitación y la evolución paulatina de los conocimientos.
- Desarrollar habilidades y estrategias de planificación y regulación de la propia actividad de aprendizaje que le permitan la adaptación a nuevas situaciones de aprendizaje.
- Consolidar hábitos de estudio y trabajo individual y en equipo.

#### 1.4 CONTENIDOS DE LA MATERIA

Un problema central en la enseñanza universitaria del diseño es definir la matemática adecuada que el estudiante y el futuro profesional del diseño debe tener en su currícula.

Las actuales facultades de diseño tienen su origen en las tradicionales escuelas de arquitectos-constructores. Desde allí muchas veces se arrastran temáticas y contenidos.

La revolución tecnológica en la informática obliga a replantear ideas y a romper inercias.

Los contenidos de la materia deben ser tales que concluyan con el propósito general del curso. Es decir, con la necesidad de que matemática resulte un soporte de las disciplinas del **área** tecnológica y proyectual. Por esto, no es adecuado definir unilateralmente los contenidos de la materia. Es indispensable convocar a rondas de reuniones con los docentes responsables de cada una de las disciplinas del nivel y de la carrera, estudiantes, egresados y autoridades de la facultad.

El objetivo final es que cubra los contenidos que se le demandan a su disciplina.

Los contenidos que se vienen desarrollando en la materia son: ecuaciones, geometría métrica en el plano y en el espacio, proporcionalidad geométrica, movimientos, número de oro, trigonometría del triángulo rectángulo, **áreas y perímetros de figuras planas**, cuerpos sólidos (**áreas y volúmenes**) y cónicas y cuádricas. El desarrollo de cada tema del programa determina la bibliografía del mismo.

## 2. METODOLOGÍA. ENCUADRE PEDAGÓGICO

El objetivo básico será capacitar al estudiante a fin de que en él se produzca el conocimiento de los temas que propone la materia. Entendiendo que conocimiento es capacidad de “hacer”, nadie puede reemplazar al sujeto en la generación de su propio saber.

Esto significa adherir a la teoría constructivista. La elaboración del conocimiento es un proceso en el que los conceptos previos que posee el estudiante ocupan un lugar de primordial importancia.

Cuando el estudiante se encuentra ante una nueva situación de aprendizaje, la enfrenta apoyado en el bagaje conceptual que ya posee. Es decir, el alumno adquiere un nuevo conocimiento a partir de una reflexión sobre los anteriores. No se parte de cero.

El docente buscará desencadenar a través de un rico menú de estímulos esta recreación de habilidades que motivará un cambio interior en el alumno. El estudiante no puede ser espectador, sino gestor activo. El docente asumirá diferentes roles, todos tendientes a lograr que el alumno asuma su protagonismo, llevándolo a descubrir que el aprendizaje se logra integrando el sentir, el pensar y el hacer. No repitiendo determinados discursos o textos, sino relacionando conceptos y reflexionando para construir su propio conocimiento.

Así el docente será:

- Estimulador de la participación de los alumnos en actividades grupales de comunicación e intercambio, lo que amplía y enriquece la visión personal del problema.
- Conductor del proceso de aprendizaje de los estudiantes, analizando los avances que se van produciendo y planificando las estrategias a utilizar para lograr los objetivos propuestos.

- Alentador de ideas nuevas, de formulación de nuevos problemas, de respuestas no estereotipadas, potenciando la creatividad del alumno.
- Facilitador de la comunicación permanente para optimizar el proceso de aprendizaje.
- Propiciante de decisiones criteriosas, de tareas investigativas y pensamiento independiente.
- Promotor del interés del alumno por abordar las temáticas propuestas.
- Y lo que menos será es ser informador. fomentará la búsqueda propia de información por parte del estudiante, protagonista de su propio aprendizaje.

El ritmo y la agilidad de una estrategia a otra, tiene una gran significación para mantener la atención y el interés del estudiante, especialmente teniendo en cuenta el significativo número de alumnos que habitualmente cursan el primer año, y por lo tanto, esta materia.

El objetivo del proceso es que, más que aprobar, el estudiante aprenda. La diferencia entre un concepto y otro está en el aprendizaje significativo (fig.3), que tiene 2 tipos de componentes:

1. Componentes cognitivos: tiene que ver con la habilidad, la capacidad, la destreza.
2. Componentes motivacionales: son los que actúan sobre la voluntad, la intención, la disposición, el querer.



Fig.3 Aprendizaje significativo

### 3. PROCESOS DE INTERVENCIÓN PEDAGÓGICA

Es función del docente crear un medio estimulante para que el estudiante geste su propio conocimiento, y así alcanzar el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Es por ello que el sistema de estímulos previstos debe ser lo suficientemente amplio como para sostener la atención, no tornar las clases aburridas y generar el entusiasmo por aprender.

Ese sistema de estímulos constituyen los procesos de intervención pedagógica. Son los modos de acción docente pensados para facilitar el proceso de aprendizaje. Algunos recursos pedagógicos son:

- Clases teóricas o conferencias (clase magistral) (fig.4). serán antes que nada motivadoras. Presentarán el tema al alumno, generando en él, interés por abordarlo. Dará contexto, planteará el porqué del aprendizaje de esa unidad, su relación con su formación profesional. Las clases se desarrollarán de manera interactiva con los alumnos. Los recursos utilizados son el pizarrón, cañón, proyecciones con ordenador y módulo de apoyo conformado por la síntesis teórica de cada uno de los temas del curso, además de las ejercitaciones del año.



Fig.4 Conferencia

- Clases prácticas en el taller (fig.5). Los estudiantes aplicarán lo aprendido en las clases teóricas. Se realiza un trabajo tutorado en grupos donde el docente coordina y orienta a los estudiantes para realización actividades que les ayuden a reforzar y asimilar los contenidos de la asignatura. El alumno se enriquece con las consultas y el aporte de sus compañeros, las respuestas del docente y con el producto de la discusión generalizada.

En las clases prácticas habrá instancias de explicación de los auxiliares con la finalidad de abordar las ejercitaciones, tutoría en el desarrollo de los ejercicios, se realizará el trabajo de aplicación (trama) y se llevarán a cabo seminarios de intercambio y exposición del trama.



Fig.5. Trabajo en taller

### 3.1 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: GUÍAS DE TRABAJOS PRÁCTICOS

Son actividades de carácter individual cuyo objetivo es que el estudiante desarrolle la temática del curso resolviendo ejercitaciones matemáticas puras. Una vez afianzados los conceptos básicos de la unidad temática, cada guía de trabajos prácticos le propone al estudiante situaciones problemáticas relacionadas con temas de estudio de su carrera y futuro profesional.

El objetivo final es que el estudiante comprenda, a partir de los conceptos teóricos, cómo resolver variados planteos matemáticos puros, como training para abordar las problemáticas específicas de su profesión en las que la matemática es una herramienta soporte.

Al inicio de cada unidad, en los grupos, se van desarrollando los ejercicios de la guía de esa unidad. A la finalización de cada capítulo, se entrega la guía. El docente procede a su visado y devolución.

### 1.2 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: TRAMA. TRABAJO DE MATEMÁTICA APLICADO

A pesar de considerarse matemática una materia de apoyo a las troncales de la carrera, ello no la exime de sostener el clima de taller, que es el ámbito natural del cursado en la carrera.

Con este trabajo se intenta que los estudiantes, a través de la relación directa y sistemática con el modelo elegido dentro de las dos opciones (textil/indumentaria o producto), realicen la síntesis entre:

- Observación y contacto sensible con la realidad (relación empírica “sin mediaciones”).
- Simbolización de la realidad (en este nivel, la herramienta del dibujo será básica como modo de expresión. Y podrá ser potenciada a través del uso de la informática).
- Modelización de la realidad a través de modelos numéricos que la representan.

El desarrollo del trabajo abarcará la duración del ciclo lectivo, donde se realizarán correcciones y entregas parciales con la finalidad de verificar los avances en el trabajo. La entrega final se enlaza a una jornada de exposición de la producción icónica del trabajo. Esta jornada incluye una competencia y la consecuente selección de trabajos ganadores por parte de los jurados docentes invitados.

### 1.3 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: MÓDULO TEÓRICO ANUAL

Con la finalidad de ser empleado como material auxiliar antes de emprender la resolución de las guías de trabajo práctico, es que se elabora un módulo teórico anual, que barriendo la totalidad de las unidades temáticas del curso de modo sucinto pretende complementarlas las clases teóricas.

Encabezará cada unidad temática una breve explicación a modo de argumentación del por qué resulta importante abordar el conocimiento de ese tema en la carrera de diseño.

#### 1.4 ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: EVALUACIÓN

En el proceso de enseñanza-aprendizaje, el acto de evaluación debería verse como una instancia más de dicho proceso y no como una meta o punto final. Para el estudiante el objetivo es comprobar si se han producido conocimientos; para el docente, verificar cómo se produce el aprendizaje.

El aprendizaje se entiende como las modificaciones que ocurren en un sujeto en relación con un objeto (en tanto conocimiento, habilidades y actitudes); y como evaluaciones, a los procedimientos que permiten verificar en el sujeto, las modificaciones ocurridas como consecuencia del aprendizaje. Podemos decir que la evaluación tiene dos puntos de vista principales en el caso de los sistemas formales de aprendizaje: El punto de vista del sujeto y el punto de vista del sistema formal.

Se debe dar prioridad a la evaluación desde el punto de vista del sujeto. La evaluación le permite al estudiante utilizar al evaluador para afirmar o modificar su aprendizaje.

De este modo, la resolución incorrecta de un problema, puede ser tan o más útil para el aprendizaje, que una respuesta correcta, donde factores exógenos pueden haber participado (por ejemplo el azar).

Mediante la evaluación, el docente puede “medir” la capacidad de hacer del alumno. Se propondrá al estudiante un problema que sólo pueda resolverse por vía de la acción y no de la memoria.

Los libros abiertos son la base de este modo de evaluación. La idea es generar un clima similar al que se deberá enfrentar en su vida profesional. Lo que evita situaciones tensas indeseadas.

Los aspectos a evaluar, son la interpretación del/los problemas, la capacidad de traducir del lenguaje coloquial al simbólico, el criterio de análisis para determinar el camino a seguir para la resolución de la problemática, la interpretación del resultado y la elaboración de la respuesta al problema.

Para su aprobación, el estudiante deberá demostrar haber alcanzado la totalidad de los objetivos propuestos. Se entiende que si el parcial, por ejemplo incluye las temáticas: ecuaciones, geometría del plano, proporcionalidad geométrica y movimientos, realizar correctamente la mitad del examen (lo que equivaldría a un 5 habitualmente) no nos asegura el aprendizaje de la totalidad de los temas. Parece más honesto considerar la necesidad del cumplimiento de todos los objetivos del examen y contribuir de modo más comprometido a ese logro, si no ocurre en primer instancia.

Así, se propone la modalidad de coloquios entre el docente y el estudiante para aquellos parciales en que, al menos, se obtuvo aprobación en la mitad de sus objetivos.



Fig.6 Parcial a libro abierto

### UNAMOS ESFUERZOS

La mayor preocupación del docente de primer año será, en los tiempos que vienen, atraer y sostener la atención de sus estudiantes. Esto depende de muchas variables: algunas tienen que ver con el nivel medio. Otras, tienen arraigo en el hogar, el entorno y el medio en que se desenvuelve. Y otras tantas tendrán que ser analizadas y resueltas desde nuestro ámbito universitario.

Tendrán que ver con decisiones de política universitaria, con discusiones que se planteen desde el gobierno de la Facultad y de la Universidad. Pero está claro que cada docente de primer año, desde su lugar inmejorable, tan cercano a los estudiantes, tiene mucho por hacer para evitar la deserción que en este nivel y en las últimas décadas ha ido creciendo en nuestro país, alejándonos de las estadísticas mundiales.

¿Cómo?... Desde la estimulación constante, el repensar estrategias, el ritmo, el diseño de las actividades, la construcción de canales comunicacionales sólidos y eficientes, la actualización permanente, la contención a veces más allá de lo académico, el aprovechamiento de las últimas tecnologías y sus usos.

En definitiva, se trata de proponer mecanismos de trabajo en función del “perfil de nuestros jóvenes ingresantes”.

## BIBLIOGRAFÍA

- Goity G. 2017. Propuesta pedagógica Matemática para Diseño Industrial para concurso de profesora titular. FAUD UNMDP. Mar del Plata (Argentina).
- Goity G. 2010 y 1996. Propuesta pedagógica Introducción a las Construcciones "A" para concurso de profesora titular. FAUD UNMDP. Mar del Plata (Argentina).
- Camilloni A.R.W., Celman S., Litwin E. y Palou de Maté M.d.C. (1998) *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires (Argentina). Ed. Paidós.
- Pozo Muncio, J. I., Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.Á. (2009). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid (España). Ed. Morata.
- Bernard J. (1996) *Estrategias de aprendizaje y enseñanza: evaluación de una actividad compartida en la escuela*. Barcelona. España. Domenech.
- Cobo Romaní C. y Moravec J. (2011) *Aprendizaje invisible. Hacia una nueva ecología de la Educación*. Barcelona. España. Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius. Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona.
- Ministerio de Educación. Secretaría de políticas universitarias. (2008) Conclusiones seminario internacional. Diagnóstico y experiencias para la disminución de la deserción estudiantil. Argentina.

# 18

## Ejercicio TRAMA: Una estrategia pedagógica para la integración de las materias tecnológicas con la realidad

**Oteiza Nicolás Hernán y Goity Gilma Beatriz**

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Argentina

### RESUMEN

El tema surge de la propuesta pedagógica de la nueva cátedra de Matemática (Arquitecta Gilma Beatriz Goity) de la Carrera de Diseño Industrial dictada en la FAUD UNMdP.

La matemática puede contribuir con el estudiante de diseño y futuro diseñador a engrandecer la imaginación, la creatividad, las facultades críticas y una formación que esté en consonancia con los tiempos de este inicio de siglo. ¿Por qué? Porque es a través de ella que se puede modelizar la realidad, analizarla en este terreno, extraer conclusiones y conceptualizar.

El objetivo de la materia es capacitar al estudiante a fin de que en él se produzca el conocimiento de los temas propuestos. Entendiendo que conocimiento es capacidad de “hacer”, nadie puede reemplazar al sujeto en la generación de su propio saber. Esto significa adherir a la Teoría Constructivista. El estudiante no puede ser espectador, sino gestor activo. Se debe lograr el Aprendizaje Significativo por parte del alumno. Para que esto suceda son tan necesarios los componentes cognitivos (habilidad, capacidad) como los motivacionales (los que actúan sobre la voluntad, la intención, el querer).

Se plantea acercar la realidad al taller de una materia del área tecnológico – productiva, como lo es matemática, a través de un ejercicio integrador que motive al estudiante. Este ejercicio es el Trabajo de Matemática Aplicada al Diseño Industrial (TRAMA), donde los estudiantes deben emplear todo el conocimiento matemático para su realización.

**Oteiza Nicolás Hernán**

[nicolas2014oteiza@gmail.com](mailto:nicolas2014oteiza@gmail.com)

**Goity Gilma Beatriz**

[gilma.goity@gmail.com](mailto:gilma.goity@gmail.com)

Cátedra: Matemática, Arq. Goity. Área:  
Tecnológico-Productiva. Sub-área:  
Matemática. Facultad de Arquitectura,  
Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional  
de Mar del Plata.

El trabajo reúne a lo largo del curso, los conocimientos específicamente matemáticos que se van logrando, los criterios de aplicación de los mismos a temas propios de diseño y las posibilidades de interrelacionar y sintetizar todos los conceptos y dichas aplicaciones en un único modelo que el estudiante selecciona para tal fin.

El desarrollo del TRAMA abarca la duración del ciclo lectivo e irá acompañando las distintas unidades temáticas del curso.

El objetivo del trabajo es que el estudiante, a través de la relación directa y sistémica con su modelo, realice la síntesis entre la observación y contacto sensible con la realidad, la simbolización, a través de la herramienta del dibujo, y la modelización, a partir de modelos matemáticos de esa realidad. Así, se renueva el interés por la materia, se motiva al estudiante y se logran los objetivos pretendidos.

Este trabajo también busca contribuir a la vinculación horizontal de la materia con las restantes materias del ciclo, cumpliendo su rol de soporte para las disciplinas proyectuales y tecnológicas.

## 1. INTRODUCCIÓN. MATEMÁTICA EN LA CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL

El tema del presente trabajo surge de la propuesta pedagógica de la nueva cátedra de Matemática de la Arquitecta Gilma Beatriz Goity. Dicha propuesta se encuadra dentro los lineamientos generales de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD) de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP) para el **área tecnológica**, en el ciclo básico, correspondiente al primer año de la carrera de Diseño Industrial.

La matemática puede contribuir con el estudiante de diseño y futuro diseñador a engrandecer la imaginación, la creatividad, las facultades críticas y una formación que esté en consonancia con los tiempos de este inicio de siglo. ¿Por qué? En las carreras de diseño, la entendemos como soporte de las disciplinas tecnológicas y proyectuales. La materia provee un método de trabajo, capacidad de análisis crítico y un modo de abordar y resolver problemas. Además, capacita al estudiante en la construcción deductiva, en el logro de los sentidos de aproximación, orden, magnitud y proporción. Lo lleva a descubrir la relevante relación matemática existente entre formas y volúmenes, y de éstos con los objetos que nos rodean y se usan cotidianamente. Gracias a ella, el estudiante comprende la importancia de obtener resultados coherentes, que son tales, cuando los interpretamos en el contexto de la temática de estudio y no desde la mirada puramente matemática.

A través de ella se puede modelizar la realidad, entendiendo por ésta todo aquello que se puede captar a través de sus características organolépticas, analizarla en este terreno, extraer conclusiones y conceptualizar.

El objetivo de la materia es capacitar al estudiante a fin de que en él se produzca el conocimiento de los temas propuestos. Entendiendo que conocimiento es capacidad de “hacer”, nadie puede reemplazar al sujeto en la generación de su propio saber. Esto significa adherir a la Teoría Constructivista. El estudiante no puede ser espectador, sino gestor activo. Se debe lograr el Aprendizaje Significativo por parte del alumno. Para que esto suceda son tan necesarios los componentes cognitivos (habilidad, capacidad) como los motivacionales (los que actúan sobre la voluntad, la intención, el querer).

## **2. DESARROLLO. EL ESTUDIANTE DE PRIMER AÑO, SU RELACIÓN CON LA CARRERA Y EL INNOVADOR TRAMA COMO ESTRATEGIA**

El estudiante de primer año de la facultad, como el de primer año de todos los ciclos, tiene la particularidad de contar con un bagaje reciente de su experiencia anterior, positiva o no, y buscará reconocer en este nuevo ámbito, las semejanzas con su etapa anterior para no sentirse “fuera de contexto”.

En el ciclo medio, el alumno debió haberse formado en una serie de disciplinas propuestas y adquirido técnicas que le sirvieran en cada etapa de estudio que desarrollase. Pero en muchos casos, quizás, no valoró el aprendizaje por el aprendizaje mismo, el conocer por enriquecimiento propio. De tal modo, ese conocimiento no pasó a formar parte de su interioridad. Supo “acertar” las respuestas que el profesor esperaba para lograr un “aprobado”. Y quizá lo más preocupante, no aprendió a leer, a interpretar textos, a sumarse a la cultura del libro.

Por lo tanto, es tarea fundamental de las cátedras de primer año, orientar a sus estudiantes hacia la búsqueda del conocimiento, al margen de la formalidad del “aprobado”. Imbuirlos del espíritu investigativo, que los lleve a no quedarse únicamente con el aporte de los docentes, comprendiendo que ése sólo debe ser el punto de partida de una interesante actividad investigativa que recree, confronte lo ya conocido, con nuevos aportes que lo hagan reflexionar y seguir aprendiendo.

La observación es otro ejercicio que debemos fomentar en el estudiante. Lo ayudará a encontrar en la realidad, “datos” concretos que le permitirán una manera de abordar el conocimiento de los distintos temas que desarrollaremos

a lo largo del curso. El rigor científico, complementará necesariamente como contrapartida.

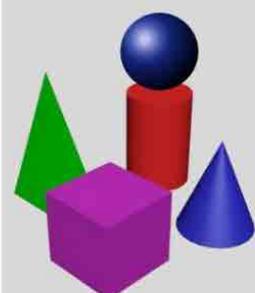
Es en este contexto que muchos ingresantes se preguntan: ¿hay mucha Matemática en esta carrera? ¿para qué está matemática en diseño? ¿me sirve de algo? Posiblemente este vínculo “poco amigable” para muchos estudiantes con esta materia se deba al hecho de que muchas veces no perciben en la matemática una aplicación en problemas concretos. La enemistad de los estudiantes con la materia generó mucha deserción a lo largo de los años previos a la nueva propuesta.

Para revertir esta situación se diseñó un Trabajo Práctico de Matemática Aplicada al Diseño Industrial (TRAMA) que introduzca la realidad profesional al taller desde el primer año de carrera simulando problemáticas de la vida profesional y que despierten el interés de los estudiantes y su pasión por aprender e investigar. “Sólo en aquellos casos en que los contenidos de la enseñanza se tocan con la vida, se revive el deseo y se actualiza el sentido de la educación.” (Yedaide, M. y Porta, L. 2016).

Éste es un ejercicio principalmente motivador donde los estudiantes deben emplear todo el conocimiento matemático para su realización. Les demuestra la importancia que significa para la carrera el abordaje de cada uno de los temas propuestos en el programa.

El trabajo reúne a lo largo del curso, los conceptos específicamente matemáticos que se van logrando, los criterios de aplicación de los mismos a temas propios de diseño y las posibilidades de interrelacionar y sintetizar lo aprendido y dichas aplicaciones en un único modelo que el estudiante selecciona para tal fin. El objetivo es que el estudiante, a través de la relación directa y sistémica con su modelo, realice la síntesis entre la observación y contacto sensible con la realidad; la simbolización, a través de la herramienta del dibujo; y la modelización, a partir de expresiones matemáticas que representen esa realidad. Así, se renueva el interés por la materia, se motiva al estudiante y se logran los objetivos pretendidos.

APLICACIÓN DE ÁREAS Y VOLÚMENES

<p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 0.8em; color: #e67e22;">SITUACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● El grupo pretende pasar a un mercado más amplio, van a expandir las fronteras exportando el producto a Japón.</li> <li>● Los estrictos controles de la Aduana japonesa les piden las especificaciones técnicas del objeto que pretenden enviar.</li> <li>● Para ello deben detallar todos los materiales empleados en el producto final y las cantidades de cada uno.</li> </ul>	<p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 0.8em; color: #e67e22;">PROBLEMA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>Descomponer</u> el Proyecto en cuerpos cuyos volúmenes sean calculables.</li> <li>1) <u>Decidir</u> los materiales con que confeccionarán los volúmenes. <u>Especificar</u> el tipo de tela, hilo, lana, madera, metal, plástico, etc. <u>Investigar</u> su peso específico.</li> <li>2) <u>Calcular</u> el volumen de cada material que tendrá el objeto.</li> <li>3) <u>Calcular</u> el área total del objeto. (tengan en cuenta que no deben calcular las caras coincidentes de los diferentes volúmenes, pues no son caras del objeto diseñado).</li> <li>4) <u>Calcular</u> el peso del objeto.</li> </ul>	
---	--	---

MATEMÁTICA - Círculo Arco, Goity - TRAMA

12

Fig. 1: En la primera columna aparece la situación y en la segunda el problema

Este trabajo también busca contribuir a la vinculación horizontal con las restantes materias del ciclo, cumpliendo su rol de soporte para las disciplinas proyectuales y tecnológicas.

Los ejercicios que comprenden el TRAMA son explícitamente de aplicación. Cada unidad comienza planteando una situación y a continuación propone un problema (fig.1) que va transformando la realidad de cada proyecto a medida que avanza el ciclo lectivo. Así, un grupo comenzará con un proyecto muy básico que irá transformándose y mejorando a medida que transitamos las diferentes unidades temáticas del curso. Al comienzo de la primera unidad temática de la guía del TRAMA se plantea que un trabajo de diseño de los estudiantes del grupo fue seleccionado para participar en la exposición anual de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, luego se les pide que realicen la maqueta de ese supuesto trabajo para la muestra. Ahí comienza la aventura TRAMA. A lo largo del año deberán transformar el diseño por distintas cuestiones que obedecerán a diferentes situaciones y problemas conectados entre sí.

Así, en la primera unidad, aplicación de Ecuaciones, cada equipo debe ir tomando nota de los distintos materiales que van utilizando, computar la cantidad de cada uno de ellos, el tiempo que emplearon y los desperdicios. Una vez finalizada la maqueta, con todos los datos en la mano, se plantean problemas numéricos al equipo, que deberán ser resueltos a través de la aplicación de ecuaciones.

La situación es distinta en la segunda unidad, donde se ve la aplicación de Geometría en el Plano. El trabajo, mediante un supuesto inversor que quiere comercializar el producto realizado por el grupo, plantea que el diseño sería mucho más vendible si se efectuarán algunos cambios formales. A partir de aquí es que el equipo debe sumar al proyecto lo aprendido en esta unidad temática, incorporando dos elementos o figuras cuya representación en el plano formen parte de las propuestas en la guía de TRAMA. A continuación, analizarán dichas figuras, las compararán con la maqueta, y explicarán por qué eligieron realizar esas incorporaciones y no otras.

En la tercera unidad, aplicación de Proporcionalidad Geométrica, se propone el envío de una maqueta del proyecto dentro de una caja de determinadas medidas. El grupo deberá colocar la maqueta en la caja ocupando el mayor espacio posible. Luego calcularán su escala y la dibujarán.

La cuarta unidad, aplicación de Movimientos, plantea una situación parecida a la de la unidad dos. Por el dictamen del concurso de la ciudad de Londres de la unidad anterior, los estudiantes deberán incorporar, a elección, uno de los movimientos estudiados en el curso. Luego de maquetearlo, lo simbolizarán analizando su generación.

En la quinta unidad, aplicación de Número de Oro, se plantea mejorar las proporciones del diseño. Se le sugiere al equipo la incorporación de la proporción áurea. Tomarán nota nuevamente de todos los materiales utilizados. Realizarán un cómputo detallado de cada uno, los fotografiarán antes y después de la modificación, de modo tal que se vea claramente la proporción de desperdicios y de material empleado. Esta es la última unidad donde el prototipo cambia formalmente, pues en las siguientes el estudiante se dedicará a pasarlo en limpio y realizar modelos matemáticos sobre el mismo.

La sexta unidad, que corresponde a la aplicación de Trigonometría, plantea la construcción en serie del prototipo. Ya con el proyecto definido en la unidad anterior, los estudiantes deberán encontrar y calcular los ángulos más significativos del mismo para pasárselos al fabricante y que éste pueda construir el objeto sin problemas.

En la séptima unidad, aplicación de Áreas y Perímetros, se propone un problema de costos. Al producir los primeros objetos en serie para la venta, se dan cuenta que deben bajar los costos de producción. Se plantea que es demasiado costoso construir los productos en relación con los precios que hay en el mercado. Los estudiantes deberán realizar el cómputo de material empleado y del desperdicio generado. Se sugiere para este cálculo, efectuar un despiece en figuras planas de todo el diseño para modelizar cada parte del prototipo. Luego, propondrá la optimización de los distintos materiales utilizados.

La octava unidad trata la aplicación de Áreas y Volúmenes. Se plantea que, para exportar el producto a otro país, se deben describir todos los materiales y cuál es el volumen que ocupa cada uno. Para ello, el equipo deberá descomponer el proyecto en cuerpos de fácil modelización, decidir los materiales con que confeccionarán los mismos, especificar el tipo de material (tipo de tela, hilo, lana, madera, metal, plástico, etc.), investigar cada peso específico, calcular sus volúmenes y el peso total del objeto.

El objeto del trabajo es elegido por los estudiantes dentro de las opciones coincidentes con las orientaciones de la carrera, textil/indumentaria o producto.

Con la finalidad de nivelar la complejidad en cuanto a la escala del problema y variables presentadas, se limita la elección a modelos cuya representación y materialización puedan concretarse en forma de prototipo 1:1 o maqueta escala 1:2.

El desarrollo del trabajo abarca la duración del ciclo lectivo, es decir, es un trabajo anual.

El TRAMA comprende tareas de diseño, simbolización, interpretación, integración, análisis, síntesis, verificación, modelización, investigación, confección, intercambio, exposición.

La realización y presentación es en equipos de hasta 3 estudiantes.

La entrega se compone del desarrollo del trabajo práctico en hojas tamaño A4 (fig.2) encarpetadas y encabezadas por una carátula con formato preestablecido por la cátedra; dos láminas síntesis de 50 cm x 70 cm (fig.3) que resumen el proceso y las características del producto final del TRAMA identificadas con un rótulo; y la maqueta o prototipo del modelo, cuya materialización será a voluntad de los estudiantes, con la sola limitación de la escala.

El trabajo se conforma de tantas etapas como unidades temáticas integran el programa de la materia, las que indican las instancias de entrega y corrección.



Fig.2. Desarrollo del TRAMA en carpeta



Fig.3. Lámina 50 x 70

Actualmente se trata de: Ecuaciones, Geometría Métrica del Plano, Proporcionalidad Geométrica, Movimientos, el Número de Oro, Trigonometría del Triángulo Rectángulo, Áreas y Perímetros de Figuras Planas, Áreas y Volúmenes de Cuerpos Sólidos.

La entrega final del trabajo se enlaza a una jornada de exposición de la producción icónica del mismo.

Esta jornada incluye una competencia y su consecuente selección de trabajos ganadores. Se invitan dos profesores de la carrera y un profesional graduado que junto con las profesoras de la cátedra conforman el jurado.

Los ganadores reciben diplomas de reconocimiento y premios que se procuran para tal fin. Asimismo, esta actividad concluye con un desfile-exhibición (fig.4 y 5) de la producción total del curso.

El TRAMA es muy importante en la aprobación de la materia. Con distintas condiciones, la realización, presentación y aprobación del trabajo es condición tanto para ser alumno regular como para promocionar o procurar la aprobación en condición de libre.



*Fig.4. jurados deliberando en el desfile-exhibición del año 2017*



*Fig.5. jurados deliberando en el desfile-exhibición del año 2017*

### 3. CONCLUSIONES. EJERCICIO TRAMA, UN TRABAJO MOTIVADOR

Con este ejercicio innovador logramos acercar la realidad del día a día profesional al taller (ámbito natural en las disciplinas proyectuales) por medio de las distintas situaciones y problemas planteados en el mismo. Los estudiantes observan que lo aprendido en las clases teóricas (conferencias), las prácticas y lo realizado en las guías de trabajos prácticos tiene mucha aplicación en lo cotidiano. Por esta razón, se sienten muy motivados para transitar todas las unidades correlacionadas del TRAMA, pues tienen el deseo de conocer cada vez más de lo específicamente matemático para aplicarlo a la cotidianeidad de su propia carrera y futuro trabajo profesional. De esta manera, se logra que estudien por enriquecimiento propio. Se llega a lo que Ausubel llama el aprendizaje significativo.

Se puede ver el entusiasmo clase a clase, los prototipos se van superando, cada vez con más desarrollo, más innovación, mejor modelizados y muy prolijamente resueltos. Los progresos, corrección a corrección, son inmensos, llegando a prototipos muy logrados que verdaderamente funcionan.

Los docentes se “contagian” al ver las ganas con la que trabajan los estudiantes, lo que genera que realicen mejores correcciones, se aquerescen con cada proyecto e intenten sacar lo mejor de todos.

El TRAMA es una de las estrategias pedagógicas innovadoras de la cátedra con las que hacemos de matemática una materia de taller agradable para los estudiantes.

A continuación, se muestran imágenes de distintos prototipos en diferentes etapas de trabajo.



Fig.6. TRAMA unidad 1.

Fig.7. TRAMA etapa 4.

Fig.8. TRAMA finalizado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Goity, G. (2016). Propuesta Pedagógica de Matemática de Diseño Industrial. Buenos Aires (Argentina). FAUD. UNMdP.
- Goity, G. y Oteiza, N. (2016). Trabajo TRAMA. Buenos Aires (Argentina). FAUD. UNMdP.
- Yedaide, M. y Porta, L. (2016). *Siete tesis en el horizonte. Nuevos mitos y nuevas utopías para la enseñanza*. Costa Rica. IIE.
- Kasner, E. y Newman, J. (1985) *Matemáticas e imaginación*. Biblioteca Personal Jorge Luis Borges. Buenos Aires (Argentina). Editorial Hyspamérica.
- Nicolini, A., Santa María G. y Vasino S. (1998). *Matemática para Arquitectura y Diseño*. Buenos Aires (Argentina). Nueva Librería S.R.L.
- Ausubel, D. (2009). *Significado y aprendizaje significativo. Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México. Editorial Trillas.
- Díaz Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México. Editorial McGraw – Hill.
- Yedaide, M., Porta, L y Alvarez, Z. (2017). *Pasión por enseñar. Emociones y afectos de profesores universitarios memorables*. Concepción. UCSC. Revista REXE, volumen 16, número 30.
- Mazzeo, C. y Romano A.M. (2007). *La enseñanza de las disciplinas proyectuales*. Buenos Aires (Argentina). Editorial Nobuko.
- Bordieu, P y Passerson, J.C. (2003). *Los herederos. Los estudiantes y la cultura*. Buenos Aires (Argentina). Editorial Siglo Veintiuno.

# 19

## Los recursos pedagógicos de matemática aplicados a la carrera de diseño industrial. *Las guías de trabajos prácticos*

**Gilma Beatriz Goity, Alicia Isabel Assalone, Mariela Fabiana Zelayeta Prest y Nicolás Hernán Oteiza**

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Argentina

### RESUMEN

Basándonos en la propuesta pedagógica de la cátedra de Matemática, materia de primer año del área Tecnológico-Productiva de la carrera de Diseño Industrial de la FAUD, UNMDP cuya implementación inició en el año 2017, es que se elabora este trabajo. Las actividades se desarrollan en el taller, como ámbito natural de todo el proceso de actividad práctica.

Es función del docente crear un medio estimulante para que el estudiante geste su propio conocimiento, y así alcanzar el cumplimiento de los objetivos propuestos. “Frente a las nuevas informaciones recibidas, el alumno hace una interpretación a partir de lo que ya reconocía” Ausubel, D. (1963). Este sistema de estímulos constituye los procesos de intervención pedagógica:

- Clases teóricas o Conferencias.
- Clases prácticas.
- Evaluación.

En las clases prácticas los estudiantes aplican lo aprendido en las clases teóricas y se discute la utilidad práctica de los conocimientos adquiridos. “El diálogo nos permite ayudar al alumno a reflexionar (a partir de un caso de una situación concreta) para que éste pueda descubrir cómo ha llegado hasta allí y qué tiene que cambiar. La reflexión sobre la acción le posibilita al alumno no sólo comprender, sino también aprender e integrar lo que ha sucedido” Avolio De Cols, S. y Iacolutti, MD (2006).

**Goity Gilma Beatriz**

[gilma.goity@gmail.com](mailto:gilma.goity@gmail.com)

**Alicia Isabel Assalone**

[assalone@mdp.edu.ar](mailto:assalone@mdp.edu.ar)

**Mariela Fabiana Zelayeta Prest**

[maruzelayetaprest@hotmail.com](mailto:maruzelayetaprest@hotmail.com)

**Oteiza Nicolás Hernán**

[nicolas2014oteiza@gmail.com](mailto:nicolas2014oteiza@gmail.com)

Cátedra: Matemática, Arq. Goity. Área: Tecnológico-Productiva. Sub-área: Matemática. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tomamos como herramienta de explicación y análisis las Guías de Trabajos Prácticos, que contienen actividades de carácter individual, donde el estudiante resuelve ejercitaciones matemáticas puras y luego situaciones problemáticas relacionadas con su futuro profesional.

Las Guías se presentan unidad por unidad, con encabezamiento identificatorio y encarpadas de modo que puedan separarse. Su entrega en tiempo y forma es condición para la aprobación de la cursada de la materia.

Al igual que todos los recursos pedagógicos utilizados, estas Guías de trabajos prácticos, fueron cuidadosamente diseñadas y planificadas oportunamente para la presentación de la nueva propuesta.

## 1. INTRODUCCIÓN. MATEMÁTICA EN LA CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL. LAS GUÍAS DE TRABAJOS PRÁCTICOS

El presente trabajo se basa en la Propuesta Pedagógica de la cátedra Matemática, materia del área Tecnológica-Productiva, del primer año de Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD) de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), cuya implementación se inició en el año 2017.

Matemática contribuye con el estudiante de diseño y futuro diseñador a desarrollar la imaginación, la creatividad y la capacidad de crítica y una formación en consonancia con el principio de siglo. A través de ella se puede modelizar la realidad, analizarla en este terreno, extraer importantes conclusiones y conceptualizar.

La geometría es uno de los instrumentos de los que se valen los estudiantes y futuros diseñadores para la configuración formal del objeto. Les permite tener un acabado conocimiento de dicha forma, comprendiendo las reglas del espacio físico para crear su propio espacio, mediante el conocimiento de las gráficas y de las ecuaciones de curvas, superficies y volúmenes. El diseño es, en definitiva, geometría.

“La geometría en el diseño funciona como organizadora de los elementos a emplear, tomados de forma natural como función esencial de su disposición visual, que de manera coherente ordena, y sobre todo, actúa como estructura efectiva en el plano y en el espacio, y consigue transmitir, a partir de unas proporciones adecuadas, la función estética conveniente. Por ello, su estudio es parte esencial para todo diseñador o arquitecto.” Pablo Delgado (2018).

Decía Le Corbusier en su obra escrita llamada El Modulor (1953): “Las líneas reguladoras no son, en principio, un plan preconcebido; se eligen de una forma particular dependiendo de las demandas de una composición concreta, ya existente y perfectamente formulada. Las líneas no hacen más que establecer orden y claridad en el nivel de equilibrio geométrico, consiguiendo así, o tratando de conseguir, una verdadera purificación. Las líneas reguladoras no introducen poesía ni lirismo; no inspiran el tema de trabajo; no son creativas; simplemente establecen equilibrio. Es una cuestión de plasticidad, pura y simple”.

Conocer el perfil de nuestros ingresantes nos permite enunciar y desarrollar un plan de actividades docentes adecuado.

Año a año recibimos cientos de estudiantes portadores de una reciente experiencia, la del nivel medio y procurarán en esta etapa posicionarse como universitarios.

Y ahí estamos los docentes de primer año, para apoyarlos, orientarlos y fortalecerlos en este nuevo ciclo.

Desarrollándose la carrera de Diseño Industrial en un ámbito de Taller y entendiendo que la Matemática debe estar firmemente integrada a la misma, sus actividades no pueden pensarse de otro modo que en este tipo de espacio. (Fig.1)

*“Frente a las nuevas informaciones recibidas, el alumno hace una interpretación a partir de lo que ya reconocía” Ausubel, D. (1963).*



Fig. 1: El Taller es el espacio para la duda, el error, la rectificación y la aprobación

El Taller es el espacio para la duda, la equivocación, la rectificación y la aprobación. Allí se presenta un tema para ser abordado por los estudiantes, en donde la participación de todos juega un papel preponderante en el proceso de enseñanza–aprendizaje. En este procedimiento, intervienen factores tales como la observación, el conocimiento previo, la creatividad y la práctica experimental. Se favorece el desarrollo del trabajo individual, el grupal, la exposición y el acompañamiento por parte del docente, propiciando el intercambio para dar lugar a la manifestación de diferentes posturas frente a los temas y contenidos.

## 2. DESARROLLO. PROPUESTA PEDAGÓGICA MATEMÁTICA. LAS GUÍAS DE TRABAJOS PRÁCTICOS

Los contenidos de la materia deben concluir con el propósito general del curso: que Matemática resulte un adecuado soporte de las materias del Área Tecnológica Projectual.

Reuniones con docentes responsables de las distintas disciplinas del nivel y de la carrera, estudiantes, egresados y autoridades de la Facultad contribuyen con demandas temáticas que al incluirlas en el programa favorecen la integración de Matemática. (Fig.2)

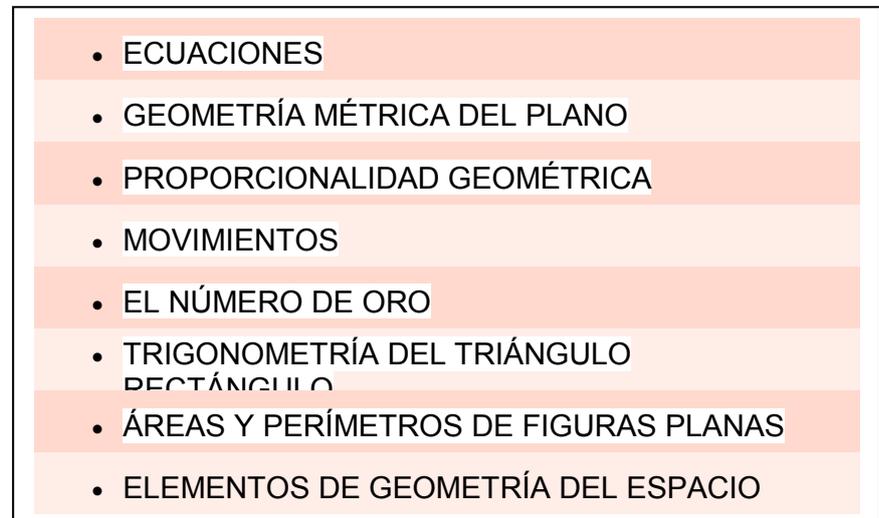
- 
- ECUACIONES
  - GEOMETRÍA MÉTRICA DEL PLANO
  - PROPORCIONALIDAD GEOMÉTRICA
  - MOVIMIENTOS
  - EL NÚMERO DE ORO
  - TRIGONOMETRÍA DEL TRIÁNGULO  
RECTÁNGULO
  - ÁREAS Y PERÍMETROS DE FIGURAS PLANAS
  - ELEMENTOS DE GEOMETRÍA DEL ESPACIO

Fig. 2: Contenidos de la materia

La propuesta pedagógica ofrece un rico y amplio sistema de estímulos con la finalidad de sostener la atención de los estudiantes, no tornar las clases aburridas y monótonas y generar el entusiasmo por aprender.

Lo constituyen los procesos de intervención pedagógica que se desarrollan en:

- Clases teóricas o Conferencias.
- Clases prácticas o de Taller.

Las clases teóricas o Conferencias presentan el tema procurando generar en el estudiante el interés por abordarlo.

En las clases prácticas los estudiantes aplican lo aprendido en la teoría y se discute la utilidad de los temas propuestos a través de actividades académicas dirigidas.

“El diálogo nos permite ayudar al alumno a reflexionar (a partir de un caso de una situación concreta) para que éste pueda descubrir cómo ha llegado hasta allí y qué tiene que cambiar. La reflexión sobre la acción le posibilita al alumno no sólo comprender, sino también aprender e integrar lo que ha sucedido” Avolio De Cols, S. y Iacolutti, MD (2006).

En estas clases prácticas tienen lugar:

- Instancias de explicación por parte de los auxiliares con la finalidad de abordar las ejercitaciones.
- Tutorías en el desarrollo de los ejercicios propuestos durante el curso (Guía de Trabajos Prácticos).
- Trabajo de aplicación a la carrera de cada uno de los temas que se desarrollan en el curso (TRAMA).
- Seminarios de intercambio y exposición del trabajo integral de aplicación a la carrera (TRAMA).

Todo proceso de enseñanza-aprendizaje conlleva su correspondiente evaluación, para ello, se le propondrán al estudiante problemas que sólo puedan resolverse por vía de la acción y no de la memoria.

Conocer = Capacidad de hacer

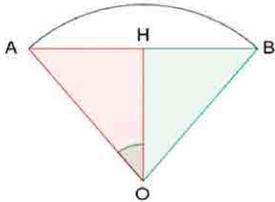
Las actividades que el estudiante realiza durante el ciclo lectivo con el fin de lograr el aprendizaje deseado y la promoción al siguiente curso son:

- Resolución de las Guías de Trabajos Prácticos.
- Trabajo de Matemática Aplicado (TRAMA).
- Parciales (dos, uno al final de cada cuatrimestre).

Las Guías de Trabajos Prácticos son actividades de carácter individual que tienen como objetivo fundamental que el estudiante desarrolle la temática del curso:

- En primer lugar, resolviendo problemas matemáticos puros. Estos ejercicios, permiten practicar instrumentos analíticos, originar un vocabulario y generar confianza en los estudiantes para que puedan afrontar luego casos más complejos. Se pueden elaborar en un tiempo relativamente breve y volcar en su resolución los conocimientos adquiridos y la propia experiencia. (Fig.3 y 4)

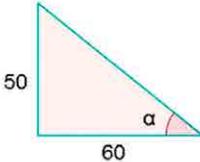
Solución: **21,44 m**



**Ejercicio N° 18**

Hallar el radio de una circunferencia sabiendo que una cuerda de **24,6 m** tiene como arco correspondiente uno de **70°**.

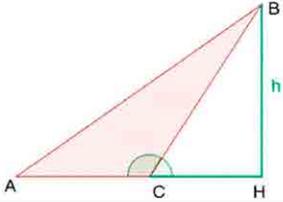
Solución:  $\hat{\alpha} = 39^\circ 48' 20''$



**Ejercicio N° 19**

Un árbol de **50 m** de alto proyecta una sombra de **60 m** de largo. Encontrar el ángulo de elevación del sol en ese momento.

Solución: **13,07 km**



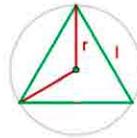
**Ejercicio N° 20**

Tres pueblos **A, B y C** están unidos por carreteras. La distancia de **A a C** es **6 km** y la de **B a C** **9 km**. El ángulo que forman estas carreteras es **120°**. ¿Cuánto distan **A y B**?

Fig. 3: Problemas matemáticos puros

**Ejercicio N° 24**

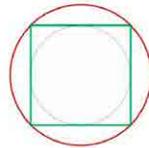
Dado un triángulo equilátero de 6 m de lado, hallar el área de uno de los sectores determinado por la circunferencia circunscrita y por dos radios que pasan por los vértices.



Solución: **12,60 m<sup>2</sup>**

**Ejercicio N° 25**

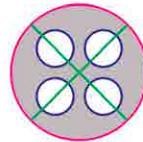
Calcular el área de la corona circular determinada por las circunferencias inscrita y circunscrita a un cuadrado de 8 m de diagonal.



Solución: **25,15 m<sup>2</sup>**

**Ejercicio N° 26**

Calcular el área de la parte sombreada, si el radio del círculo mayor mide 6 cm y el radio de los círculos pequeños mide 2 cm.



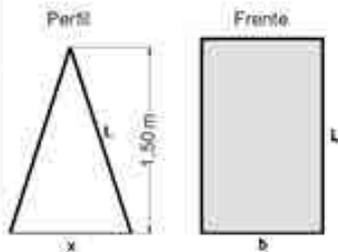
Solución: **62,80 cm<sup>2</sup>**

Fig. 4: Problemas matemáticos puros

- Una vez afianzados los conceptos básicos de la unidad, cada guía de trabajos prácticos le propone al alumno situaciones problemáticas relacionadas con temas de estudio de su carrera y futuro profesional. (Fig.5 y 6)

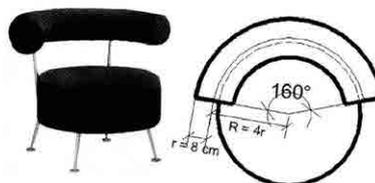
### Ejercicio N° 5

Para la Exposición de los premios CARTON realizada en Barcelona, se pidió al diseñador que armara los stands de exhibición, basándose en estructuras livianas confeccionadas en cartón. Como exigencia de diseño se requería que cada puesto respetara las proporciones áureas y que su altura fuese de **1,50 m** y **igual a 0,96 m**.  
¿Cuáles serían las dimensiones del puesto (**L** y **b**) imaginándolo inscripto en un rectángulo áureo?



Solución:  
**L = 1,57 m; b = 0,97 m**

Fig. 5: Ejercitaciones con situaciones problemáticas

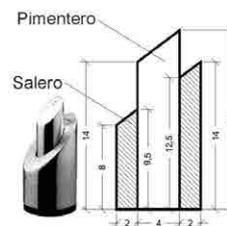


### Ejercicio N° 31

Calcular el peso del sillón, sabiendo que el peso de la estructura de aluminio es de 1,5 Kg y el Peso Específico del material de relleno es de 70Kg/m<sup>3</sup>.

NOTA: el diámetro del asiento es de 0,60 m. y su altura es de 0,25 m.

Solución: 7,73 kg



### Ejercicio N° 32

A partir de las dimensiones del salpimentero que se muestra en la figura, calcular el volumen correspondiente a cada uno de los condimentos.

Solución:  
 Salero = 414,69 cm<sup>3</sup>  
 Pimentero = 194,78 cm<sup>3</sup>

16

MATEMÁTICA – Cátedra Anplá. Goity - GUÍA N°8 CUERPOS SÓLIDOS: ÁREAS Y VOLÚMENES

Fig. 6: Ejercitaciones con situaciones problemáticas

“El aprendizaje es el proceso por el cual la estructura cognoscitiva del alumno se hace cada vez más rica y compleja. Los conceptos teóricos y los esquemas de pensamiento y de acción que el sujeto emplea en su relación con el medio, se hacen cada vez más integrados y también más complejos. Esto le permite al sujeto una comprensión más profunda de las situaciones y una mayor capacidad para resolver problemas y tomar decisiones.” Avolio de Cols, S. y Iacolutti, M.D. (2006).

El objetivo final es que el estudiante comprenda, a partir de los conceptos teóricos, cómo resolver variados planteos matemáticos puros, como training para abordar las problemáticas específicas de su profesión en las que la matemática

es una herramienta soporte. Permitiéndole afianzarse de modo de estar en condiciones de desarrollar el ejercicio integrador (TRAMA).

### MODALIDAD

La propuesta de diagrama de las guías de trabajos prácticos se caracteriza por presentar en términos generales 3 columnas en cada página donde cada ejercicio y/o problema está presente a través del enunciado en la primer columna, el esquema o gráfico en la segunda, y el espacio para el desarrollo o resolución del mismo, en la tercera. Además, el espacio destinado a cada problema cierra con la solución impresa del mismo. El resultado al que el estudiante debe arribar al cabo del desarrollo antes expresado. (Fig.7)

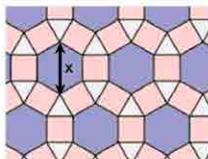
#### Ejercicio N° 8

ABCDEF es un hexágono regular. M y N son los puntos medios de los lados BC y EF respectivamente y se sabe que  $MN = 120 \text{ cm}$   
¿Cuál es la longitud de la diagonal AD?

Solución: **138,56 cm**

#### Ejercicio N° 9

Calcular el valor de  $x$  sabiendo que el lado de los cuadrados mide  $7 \text{ cm}$ .



Solución: **14 cm**

#### Ejercicio N° 10

El tejido que se quiere confeccionar, está compuesto por la proyección de cubos que forman un hexágono regular. Calcular qué medida tendrá la arista del cubo si el radio de la circunferencia circunscripta al hexágono es de  $12 \text{ cm}$ .



Solución: **4 cm**

Fig.7: Diagramación de las Guías de Trabajos Prácticos

## PRESENTACIÓN

Las guías de trabajos prácticos se presentan unidad por unidad, con encabezamiento identificatorio y encarpetadas de modo que puedan separarse de acuerdo a las necesidades pedagógicas durante el curso.

Esta modalidad tiene la finalidad de que el estudiante, una vez completada a término cada guía de trabajos prácticos, la separe del resto, y la entregue al docente para su verificación.

Los recursos pedagógicos de la materia fueron estudiados detenidamente para que el estudiante trabaje de modo cómodo en la resolución de las guías, sin tener la necesidad de incorporar hojas adicionales, o cuadernos extras.

Todo está previsto y analizado: un lugar para el gráfico (si es que no está ya simbolizado), el espacio suficiente para el desarrollo del ejercicio o problema y como cierre de ese segmento propio del ejercicio o problema, remarcada, la solución.

Con el objetivo de que el estudiante pueda entregar cada guía completa en fecha prevista en cronograma y al término de cada unidad temática, es que se diseñaron en combinación con el material anterior, un par de tapas que van y regresan del estudiante al docente y viceversa. La carpeta de la guía de trabajos prácticos está diseñada para facilitar estos movimientos. (Fig.8)

<b>MATEMÁTICA</b> Carpeta de entrega Cátedra Arqta. Gilma Beatriz Goity		
	Guía Nº1. Fecha: / /	Estudiante:
	Guía Nº2. Fecha: / /	Matricula:
	Guía Nº3. Fecha: / /	DNI:
	Guía Nº4. Fecha: / /	Ayudante:
	Guía Nº5. Fecha: / /	
	Guía Nº6. Fecha: / /	
	Guía Nº7. Fecha: / /	
	Guía Nº8. Fecha: / /	




**Departamento de Diseño Industrial – Área Tecnológico-Productiva**  
**Sub-Área Matemática – Ciclo Básico – Año 2019**

Fig. 8: Tapas de entrega de las Guías de Trabajos Prácticos

### MODALIDAD DE ENTREGA

Al inicio de cada unidad, en los grupos, se van desarrollando los ejercicios de la guía de trabajos prácticos de esa temática. Con antelación se informa a los estudiantes la cantidad de clases que abarca cada tema, a los efectos de organizarse para la resolución de cada uno de los ejercicios y problemas.

La clase siguiente a la terminación de cada capítulo, se entrega la guía de trabajos prácticos. Se separan las hojas de esa unidad, se encarpetan con las tapas de entrega y el docente procede a su visado y posterior devolución.

### 3. CONCLUSIONES

Es función del docente crear un medio estimulante para que el alumno geste su propio conocimiento, y así alcanzar el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Las clases prácticas de Matemática para Diseño Industrial constituyen un ámbito muy adecuado para reproducir el clima de taller tan inherente a las carreras proyectuales. Así se plantean y de ese modo se desarrollan.

La diagramación e implementación de todos los recursos pedagógicos de la materia guardan el cuidado y el respeto por el estudiante, la dedicación a su carrera, el tiempo empleado en la misma y su propia motivación por abordar las disciplinas que la conforman.

Las guías de trabajos prácticos de Matemática para Diseño Industrial, con igual diseño que la guía del trabajo de matemática aplicado (TRAMA), el módulo teórico y los exámenes parciales y finales, pretenden, además de entrenar a los estudiantes en todas las unidades temáticas del curso, en matemática pura y de aplicación, el logro de dichos objetivos.

### BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, D. (2009). Significado y aprendizaje significativo. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México. Editorial Trillas.
- Avolio de Cols, S. y Iacolutti, M.D. (2006) *Enseñar y evaluar en formación por competencias laborales. Conceptos y orientaciones metodológicas*. Buenos Aires (Argentina). Banco Interamericano de Desarrollo.
- Camilloni A.R.W., Celman S., Litwin E. y Palou de Maté M.d.C. (1998) *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires (Argentina). Ed. Paidós.

Delgado P. (24 de abril de 2018) *La geometría en el diseño. Fahrenheit 451*

[abcblogs.abc.es/fahrenheit-451/otros-temas/la-geometria-en-el-diseno.html](http://abcblogs.abc.es/fahrenheit-451/otros-temas/la-geometria-en-el-diseno.html)

Goity G. 2017. Propuesta pedagógica Matemática para Diseño Industrial para concurso de profesora titular. FAUD UNMDP. Mar del Plata (Argentina).

Goity G. 2010. Propuesta pedagógica Introducción a las Construcciones "A" para concurso de profesora titular. FAUD UNMDP. Mar del Plata (Argentina).

Goity G. 1996. Propuesta pedagógica Introducción a las Construcciones "A" para concurso de profesora titular. FAUD UNMDP. Mar del Plata (Argentina).

González Halcones, M.A. y Pérez González, N. (2004). *La evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje*. Fundamentos básicos. España.

Le Corbusier (1953). *El Modulor*. Buenos Aires. Editorial Poseidón.

# 20

## Una propuesta innovadora: matemática para diseño industrial, sus modos de evaluación

**Goity Gilma Beatriz y Oteiza Nicolás Hernán**

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Argentina

### RESUMEN

El presente trabajo se enmarca en la Propuesta Pedagógica de la cátedra Matemática, materia del área Tecnológica-Productiva, del primer año de Diseño Industrial, FAUD, de la UNMDP.

Matemática en carreras de Diseño, provee, como soporte de las disciplinas tecnológicas y proyectuales: método de trabajo, análisis crítico, deducción, sentidos de aproximación, orden, magnitud y proporción, relación entre formas, volúmenes y objetos, importancia de obtener resultados coherentes.

Siendo que la vida del ser humano transcurre comparando, siendo referenciado, seleccionando, juzgando y evaluando, en el proceso de enseñanza-aprendizaje el acto de evaluación debe considerarse como una instancia más de dicho proceso y no como una meta o punto final.

“La evaluación es entendida como una etapa del proceso educacional que tiene por fin comprobar de modo sistemático en qué medida se han logrado los resultados previstos en los objetivos que se hubieran especificado con antelación”. La evaluación de los Aprendizajes. Lafourcade P. (1984).

Entendiendo como aprendizaje a las modificaciones que ocurren en un sujeto en relación con un objeto (en tanto conocimiento, habilidades y actitudes), no nos debe preocupar tanto la asimilación de conocimientos como los consecuentes grados de madurez, desarrollo psicológico y actitudes socio-culturales de cambio del individuo.

Y considerando evaluaciones, a los procedimientos que permiten verificar en el sujeto las modificaciones ocurridas como consecuencia del aprendizaje, es pertinente que mediante ellas el docente pueda “medir” la capacidad de hacer del estudiante.

**Goity Gilma Beatriz**

[gilma.goity@gmail.com](mailto:gilma.goity@gmail.com)

**Oteiza Nicolás Hernán**

[nicolas2014oteiza@gmail.com](mailto:nicolas2014oteiza@gmail.com)

Cátedra: Matemática, Arq. Goity. Área: Tecnológico-Productiva. Sub-área: Matemática. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Mar del Plata.

Los procesos evaluativos propondrán al estudiante:

- problemas que sólo puedan resolverse mediante la acción y no la memoria.
- situaciones que simulen posibles problemáticas del diseño;
- un clima y circunstancia similar a la que deberá enfrentar en su vida profesional. Así evitar situaciones tensas y estresantes indeseadas;
- promoción de la asignatura alcanzando el nivel de aprendizaje planteado, y posibilidades de recuperación de evaluaciones, sin modificación del nivel de exigencia;
- condición de aprobación de las evaluaciones que se alcanzará con la totalidad de los objetivos propuestos. Antes que una aprobación probablemente azarosa, con el logro parcial de objetivos, parece más honesto valorar el conocimiento de todos los temas propuestos, y contribuir de modo más comprometido a ese logro. Se adicionan instancias de coloquios para tal fin.

El diseño del examen es determinante para el éxito de estas instancias. Responder a problemáticas factibles en la profesión, que el estudiante pueda disponer del material de consulta necesario para entonces medir en su desempeño la capacidad de producir respuesta al problema planteado.

### **1. INTRODUCCIÓN. MATEMÁTICA PARA DISEÑO INDUSTRIAL. PROPUESTA PEDAGÓGICA (ARQ. GOITY)**

El presente trabajo se enmarca en la Propuesta Pedagógica de la cátedra Matemática, materia del área Tecnológica-Productiva, del primer año de Diseño Industrial, FAUD, de la UNMDP, que inicia sus actividades pedagógicas a partir del curso 2017, y del respectivo concurso de antecedentes y oposición para profesor titular que le da respaldo y sustento.

Matemática en carreras de Diseño, se plantea como soporte de las disciplinas tecnológicas y proyectuales: proveyendo a las específicas acciones de proyectar y diseñar, de un método de trabajo, capacidad de análisis crítico, como también los modos de abordar y resolver problemas; capacitando al estudiante en la construcción deductiva, en el logro de los sentidos de aproximación, de orden, de magnitud y de proporción; llevándolo a descubrir la importante relación matemática existente entre las formas y los volúmenes, y de éstos con los objetos que nos rodean y se usan cotidianamente; valorizando que el estudiante comprenda la importancia de obtener resultados coherentes, que son tales,

cuando se interpretan en el contexto de la temática de estudio y no desde la mirada puramente matemática.

Matemática puede contribuir con el estudiante de diseño y futuro diseñador a acrecentar su imaginación, la creatividad, las facultades críticas y una formación que esté en consonancia con los tiempos de este inicio de siglo. Es a través de ella que se puede modelizar la realidad, analizarla en este terreno, extraer importantes conclusiones y conceptualizar.

Siendo las formas, recursos básicos del diseño, la geometría es uno de los instrumentos de los que se valen los estudiantes y futuros diseñadores y arquitectos para la configuración formal del objeto. Entonces, les permite tener un acabado conocimiento de dichas formas, comprendiendo las reglas del espacio físico para crear su propio espacio, mediante el conocimiento de las gráficas y de las ecuaciones de curvas, superficies y volúmenes. El diseño es, en definitiva, geometría.

## 2. DESARROLLO. PROPUESTA PEDAGÓGICA MATEMÁTICA (GOITY). EVALUACIÓN

Siendo que la vida del ser humano transcurre comparando y siendo referenciado, seleccionando, juzgando y evaluando, pareciera ser que en el proceso de enseñanza-aprendizaje el acto de evaluación debería verse como una instancia más de dicho proceso y no como una meta o punto de llegada. “Desde una perspectiva didáctica, el concepto implica juzgar la enseñanza y juzgar el aprendizaje; atribuirles un valor a los actos y las prácticas de los docentes y atribuirles un valor a los actos que dan cuenta de los procesos de aprendizaje de los estudiantes”. Camilloni A.R.W., Celman S., Litwin E. y Palou de Maté M.d.C. (1998).

Para el estudiante el objetivo es comprobar si se han producido conocimientos; para el docente, verificar cómo se produce el aprendizaje. “La evaluación es una reflexión, un control de calidad sobre lo que se hace, un análisis... y luego una toma de decisiones. Una de ellas, en el caso del aprendizaje, es calificar al alumno pero no la única y a veces ni la más importante”. González Halcones, M.A. y Pérez González, N. (2004).

Aprendizaje son las modificaciones que ocurren en un sujeto en relación con un objeto (conocimiento, habilidades, actitudes), y evaluaciones, los procedimientos que permiten verificar en el sujeto esas modificaciones ocurridas como consecuencia del aprendizaje.

En la nueva Propuesta Pedagógica (Goity) de Matemática para Diseño Industrial, la evaluación, como parte del proceso de enseñanza–aprendizaje, ha de permitirle al docente medir la capacidad de hacer del estudiante. Es la primera diferencia que marcamos respecto a la etapa anterior, en este sentido, y de acuerdo a nuestras profundas convicciones. Para ello se proponen problemas que sólo pueden resolverse por vía de la acción y no de la memoria. El diseño de los instrumentos de evaluación que incluyen situaciones factibles de su futura profesión, resulta determinante para el éxito de estas instancias.

“Una situación sólo puede ser concebida como problema en la medida en que el alumno la reconozca como tal y no pueda solucionarla de una manera más o menos inmediata”. Avolio de Cols, S. y Iacolutti, M.D. (2006).

Por ejemplo: “Dar la llave de contacto y arrancar el coche puede ser un ejercicio; dar la llave y que el coche no arranque es, en principio, un buen problema”. Pozo Municio, J. I., Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.Á. (1998).

“Puede ocurrir que una misma situación... constituya un problema para una persona, mientras que para otra, ese problema ya no existe porque pudo convertirlo en un simple ejercicio. Para que haya verdaderos problemas -problemas que obligan al alumno a tomar decisiones, a planificar y a recurrir a su bagaje de conceptos y procedimientos- es preciso tener en cuenta distintos aspectos vinculados con: El planteamiento del problema. El proceso de solución del problema. La evaluación del problema”. Avolio de Cols, S. y Iacolutti, M.D. (2006).

La evaluación de procesos de enseñanza tiene dos puntos de vista: desde el punto de vista del sujeto y desde el punto de vista del sistema formal. En Matemática para Diseño Industrial tenemos en claro que la prioridad formadora es evaluar desde el punto de vista del sujeto, es decir, de las modificaciones que se producen en el estudiante como consecuencia del aprendizaje y en el camino de la consolidación de su relación cognitiva con los objetos. Es así como la resolución incorrecta de un problema, puede ser tan o más útil para el aprendizaje, que una respuesta correcta, donde pueden haber participado factores exógenos, como por ejemplo, el azar. Pero como estamos inmersos en un sistema formal de aprendizaje, con un compromiso académico (la Universidad) y otro social (el ejercicio de la profesión), se requiere de la calificación, es decir, de consignar un número que signifique la medida de una valoración. Y en este sentido, es de central importancia poder determinar el límite mínimo de aprendizaje sobre un objeto, que garantice un correcto desempeño social del oficio del diseñador.

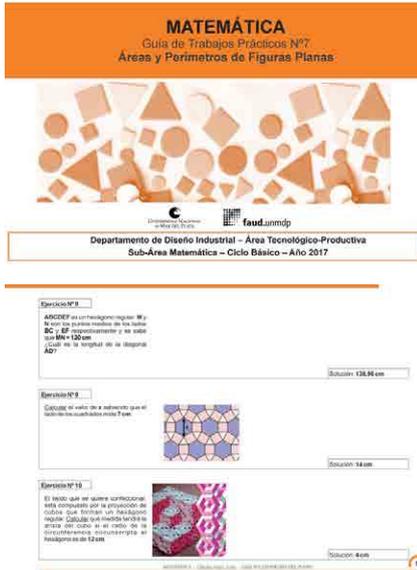


Fig.1: Guía de Trabajos Prácticos: portada Unidad N° 7 y una de las carillas

La conveniencia de generar un clima distendido, similar al que tendrá en su vida profesional, promueve la elaboración de instrumentos de evaluación basados en situaciones problemáticas, para cuya resolución no deba recurrir a la memorización, disponiendo de apuntes y libros abiertos y la tranquilidad de poder razonar y reflexionar con la finalidad de producir la/las respuestas despojados del estrés propio de estos eventos.

Las actividades que se le proponen realizar al estudiante durante el ciclo lectivo, con el fin de lograr el aprendizaje deseado y la promoción al siguiente curso, son: 1) resolución de las Guías de Trabajos Prácticos. 2) Trabajo de Matemática Aplicada (TRAMA). 3) Dos Parciales (uno al finalizar cada cuatrimestre) con instancias de recuperación al término del ciclo lectivo.

1) Las Guías de Trabajos Prácticos (Fig.1): una por cada unidad temática, son actividades de carácter individual que tienen como objetivo fundamental que el estudiante desarrolle los contenidos de la materia, en primer lugar resolviendo ejercitaciones matemáticas puras, para luego de afianzados los conceptos básicos, resolver situaciones problemáticas relacionadas con temas de estudio de su carrera y futuro ejercicio profesional. Cada Guía de Trabajos Prácticos resuelta se entrega a la clase siguiente de terminar cada capítulo. Para su aprobación tendrá que estar desarrollada con corrección en al menos un 75% de su contenido. Los ejercicios faltantes deben completarse antes del parcial correspondiente.

2) Trabajo de Matemática Aplicada (TRAMA): sosteniendo el clima de taller (ámbito natural del cursado de la carrera) y procurando la aproximación al conocimiento mediante el ida y vuelta entre los caminos de la realidad, simbolización y modelización), se intenta que los estudiantes a través de la relación directa y sistemática con el modelo elegido (opción textil/indumentaria o producto), desarrollen las ejercitaciones propuestas en un recorrido por la totalidad de las unidades temáticas del curso. Se establecen en cronograma y a lo largo del año, correcciones y entregas parciales, con la finalidad de verificar los avances del trabajo, unidad por unidad. La entrega final se conjuga con una Jornada de Exposición de la producción icónica del trabajo. (Fig.2).



Fig.2: Jornada de Exposición del Trabajo de Matemática Aplicada (TRAMA)

Se seleccionan los mejores trabajos (Fig.3), cuyos autores reciben diplomas de reconocimiento y premios que se procuran para tal fin. Para este evento se convocan como jurado a docentes de las Áreas Proyectuales y Productivas de las diferentes orientaciones de la carrera, como también profesionales con actual ejercicio profesional.



Fig.4: Día de parcial

La actividad concluye con un Desfile Exhibición de la producción total del curso.

La realización y presentación del trabajo es en equipos de hasta 3 estudiantes. La entrega de la carpeta con representación libre y la materialización de la maqueta o prototipo serán a voluntad con la sola limitación de la legibilidad, originalidad y escala indicada. Se evalúan las distintas etapas del proceso y todos los aspectos de la entrega y exposición final.

- 3) Los Parciales: son ejercitaciones de conocimientos y habilidades adquiridas que permiten comprobar los niveles alcanzados por los estudiantes. De carácter individual. Cantidad dos, uno al término de cada cuatrimestre, en fechas previstas por cronograma en concordancia con el calendario provisto por Secretaría Académica. (Fig.4).

En la nueva Propuesta los temas son informados con anterioridad, sus alcances son las exposiciones de los docentes en las conferencias y lo desarrollado en las clases prácticas. El estudiante puede disponer del material de apoyo que considere necesario: apuntes, libros, etc. La presentación es libre mientras sea legible y responsable. Dentro del tiempo de realización, el estudiante comienza y finaliza el examen a voluntad. Los temas a evaluar tienen un valor asignado que el estudiante conoce con anticipación. Los parciales donde se advierta copia total o parcial, son anulados, cualquiera sea el resultado.

Los aspectos a evaluar en los exámenes parciales, son: Interpretación del planteo del/los problemas, capacidad de traducir del lenguaje coloquial al simbólico, criterio de análisis y selección del camino a seguir para la resolución (a qué recurso o recursos matemáticos piensa “echar mano”), acierto en la resolución de los caminos matemáticos, interpretación del/los resultados y elaboración de la respuesta al problema.

Para su aprobación, el estudiante debe demostrar haber alcanzado la totalidad de los objetivos propuestos, tomando en cuenta los niveles que en cada caso se determinen (75%), a fin de considerar que dicho objetivo fue alcanzado. Se entiende que si el parcial, por ejemplo, incluye las temáticas: Ecuaciones, Geometría del Plano, Proporcionalidad Geométrica y Movimientos, realizar correctamente la mitad del examen (lo que habitualmente equivaldría a un 5) no nos asegura el aprendizaje de la totalidad de los temas. Parece más honesto considerar la necesidad del cumplimiento de todos los objetivos del examen y contribuir de modo más comprometido a ese logro, en caso que no ocurra en primera instancia. Es así como complementamos con coloquios aquellos parciales en que al menos se obtuvo aprobación en el 50% de los objetivos. Tienen lugar en la semana siguiente a la fecha del examen parcial. Consisten en una instancia

coloquial entre el docente y el estudiante para clarificar la comprensión de los temas pendientes.

“El diálogo nos permite ayudar al alumno a reflexionar -a partir de un caso o de una situación concreta- para que éste pueda descubrir cómo ha llegado hasta allí y qué tiene que cambiar. La reflexión sobre la acción le posibilita al alumno no sólo comprender, sino también aprender e integrar lo que ha sucedido”. Avolio de Cols, S. y Iacolutti, M.D. (2006).

De resultar “no logrados” más de la mitad de los objetivos del parcial, se pasa al recuperatorio. Cada parcial tiene el suyo. Y adicionalmente a fin de año se ofrece la instancia de “flotante”, en que se puede intentar recuperar nuevamente uno de los dos parciales que haya quedado aún sin aprobar.

Los recuperatorios de los dos parciales, estratégicamente se disponen en cronograma a continuación del segundo parcial. Hay una doble finalidad por la que el recuperatorio del primer parcial se propone a posteriori del segundo: 1) Por una razón motivadora. Si el estudiante que tiene que recuperar el primer parcial, lo hace en la inmediatez, y nuevamente desapruueba, aunque cuente con una posibilidad más de recuperatorio (flotante, sí o sí, a fin de cursada), podría generarse en él una situación desmotivadora a la hora de transitar el segundo cuatrimestre. 2) Por una cuestión pedagógica. Al recuperar el primer parcial al final del curso, el estudiante tendrá más recientes los conceptos del primer cuatrimestre para rendir su examen final.

La nueva Matemática de Diseño Industrial se propuso desarrollar su cursada con el mismo estilo que caracteriza a las materias troncales de la carrera. (Fig.5).



Fig.5: Estilo de trabajo en taller



*Fig.6: Estilo de trabajo en taller*

Sin serlo, sin pretender interferir ni invadir, más bien procurando contribuir con la imperiosa necesidad del estudiante de realizar la síntesis entre las distintas disciplinas que aborda simultáneamente en el primer año de la carrera. Reproducir el clima de taller, el trabajo en grupo, las conferencias interactivas, dinámicas, proponer actividades atractivas, motivadoras y en definitiva revertir la clásica disposición negativa frente a la materia, convirtiéndola en una contagiosa fuerza movilizadora y entusiasta. (Fig.6).

En ese propósito jamás está en juego modificar las condiciones mínimas para promocionar la materia. La responsabilidad de estar formando futuros profesionales siempre está presente en cada una de nuestras decisiones.

La materia puede aprobarse por tres caminos:

Promoción después del cursado: lo que habitualmente conlleva a que la cursada de la materia lo convierta en alumno regular. El estudiante se somete a un examen final que es un coloquio sobre su trabajo TRAMA. Para ser alumno regular el estudiante requiere nivel en los dos parciales en sus instancias cuatrimestrales o en sus dos recuperatorios o en la fecha adicional (flotante). Entregar a término las

guías de trabajos prácticos. Dos guías (una por cuatrimestre) pueden entregarse fuera de término. Realización, presentación y aprobación del TRAMA. 75% de asistencia a las clases prácticas.

Promoción en el cursado: o promoción directa. El estudiante se exige de rendir el examen final como hecho diferenciado del proceso de aprendizaje. Para obtener la promoción en el cursado se requiere promedio 7 entre los dos parciales (con no menos de 6 en cada uno) en sus instancias cuatrimestrales o recuperando sólo uno de ellos en la fecha prevista para tal fin. Entrega a término de las guías de trabajos prácticos. Sólo una guía puede entregarse fuera de término. Realización, presentación y aprobación del TRAMA. 75% de asistencia a las clases prácticas.

Alumno en condición de libre: es aquél que no alcanza nivel 8º está ausente) en los dos parciales aun recurriendo a los recuperatorios y al flotante. A esta situación se puede llegar también no entregando las guías de trabajos prácticos a término, no entregando y presentando el TRAMA o no cumpliendo con el porcentaje de asistencia requerido. Asimismo el alumno tiene la condición de libre si no cursa la materia. El estudiante libre es evaluado en un examen final equivalente a la conjunción de los dos parciales. Para ello debe presentar la carpeta completa con la totalidad de las guías de trabajos prácticos desarrolladas en original y el TRAMA también completo, con 15 días de antelación a la fecha elegida para dar el examen final, con la intención de ser verificados y aprobados.

### 3. CONCLUSIONES

Esta nueva propuesta pedagógica conlleva muchas intenciones y objetivos. Monitorear paso a paso, día a día los procesos es también parte del compromiso con que inauguramos este desafío. Para ello, toda la cátedra concurre al desarrollo de las conferencias temáticas. Reunión de cátedra de ajuste, de esclarecimiento y de reflexión entre teoría y práctica. Y las profesoras titular y adjunta recorriendo los talleres donde estudiantes y auxiliares docentes graduados y estudiantes desarrollan las guías y trabajo práctico. Siempre atentas para unificar criterios, reformular, re planificar. Evaluar en forma continua el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Con la finalidad de obtener conclusiones que retroalimenten el desarrollo del curso, evalúen los resultados parciales y finales por grupo, por tema, por estudiante y por docente, es que se diseñan instrumentos que permitan reunir la información necesaria. (Fig.7).

MATEMÁTICA DISEÑO INDUSTRIAL PRIMER PARCIAL CURSO 2017																			
DOCENTE	ESTUDIANTE	ECUACIONES		GEOMETRÍA DEL PLANO		PROPOR. GEOMÉTR.		NÚMERO DE ORO		TRIGONOM.		NOTA	COLOQUIO		RECUPERATORIO			FLOTANTE	
		A	D	A	D	A	D	A	D	A	D		1 PTO	2 PTOS	3PTOS	4 PTOS	5 PTOS		
ANA	AMAYA ARIADNA											10							
	ASELIS MARÍA BELÉN											8.75							
	BOCCI CLARA											9.50							
	ECHEVERRÍA MANUEL											9.50							
	GARCÍA CARABELLI URSULA											9.50							
	GRAMAJO MELANIE											9.50							
	GUERRA AUGUSTO											9							
	HERNÁNDEZ GUADALUPE											9.50							
	HIGUERA CAMILA											9							
	IRIARTE MAITE											9.50							
	LESCANO LUCÍA																D	A	
	MERINO ABIGAIL											9.50							
	MOLINÉ TOMÁS											10							
	ORSATTI MARIANA											10							
SÁNCHEZ NICOLÁS																			
SMITH PABLO											9.50								
YELLEVE GONZALO																			
17		14	3	12	5	8	9	17		15	2	4	9	3	0	0	0	1	16c/N/1A
9,10%		82,4%	17,6%	70,6%	29,4%	47,1%	52,9%	100%	0%	88,2%	11,8%	23,5%	70,6%		0,0%			5,9%	94.1%/5.9%

Fig.7: Cuadro estadístico curso 2017

“El instrumento, aunque siempre haga una lectura parcial de lo aprendido por los alumnos, debe proponerse registrar no sólo los éxitos y fracasos sino también el origen de esos fracasos. El instrumento debe presentar el grado de organización suficiente para que la apreciación que efectúa del aprendizaje permita desprender algunas conclusiones acerca del desempeño presente y futuro del alumno, en cuestiones específicas pero también con visión integral.” Camilloni A.R.W., Celman S., Litwin E. y Palou de Maté M.d.C. (1998).

De este modo, la evaluación es integral: evaluamos el desempeño de los estudiantes, de los docentes, el proceso, cada aspecto de la propuesta, de su metodología, de las actividades y los modos de implementación.

“Es importante resaltar que la evaluación de la propia práctica docente, bien sea de forma individual o del conjunto del equipo, se muestra como una de las estrategias de formación más potentes para mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje. Por otra parte, la evaluación del equipo docente en su conjunto permite detectar factores relacionados con el funcionamiento

de la coordinación, las relaciones personales, el ambiente de trabajo, aspectos organizativos, entre otros que son elementos muy significativos en el funcionamiento...". González Halcones, M.A. y Pérez González, N. (2004).

Transitando el segundo curso de la nueva Matemática para Diseño Industrial, ya hemos implementado una serie de modificaciones estratégicas en la implementación de la Propuesta Pedagógica, basados en el análisis de los resultados del curso 2017 que fueron excelentes, pero deseamos optimizar aún más.

Además del significativo porcentaje de promocionados sin examen final, a los que se suman los promocionados con examen final, lo que rescatamos como conclusión más importante es el cambio de actitud de los estudiantes con referencia a la materia. Interesados en conocerla, comprenderla, desarrollarla y aplicar la disciplina.

El entusiasmo de los estudiantes con la modalidad de las conferencias, con las ejercitaciones propuestas y con las características de los instrumentos de evaluación, que ponen tan claramente de manifiesto, nos representa nuevos y apasionantes desafíos en nuestro enorme compromiso con la docencia universitaria.

## BIBLIOGRAFÍA

- Avolio de Cols, S. y Iacolutti, M.D. (2006) *Enseñar y evaluar en formación por competencias laborales. Conceptos y orientaciones metodológicas*. Buenos Aires (Argentina). Banco Interamericano de Desarrollo.
- Camilloni A.R.W., Celman S., Litwin E. y Palou de Maté M.d.C. (1998) *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires (Argentina). Ed. Paidós.
- Goity G. 2017. *Propuesta pedagógica Matemática para Diseño Industrial para concurso de profesora titular*. FAUD UNMDP. Mar del Plata (Argentina).
- Goity G. 2010. *Propuesta pedagógica Introducción a las Construcciones "A" para concurso de profesora titular*. FAUD UNMDP. Mar del Plata (Argentina).
- Goity G. 1996. *Propuesta pedagógica Introducción a las Construcciones "A" para concurso de profesora titular*. FAUD UNMDP. Mar del Plata (Argentina).
- González Halcones, M.A. y Pérez González, N. (2004). *La evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje*. Fundamentos básicos. España.

Lafourcade P. (1984) *La evaluación de los aprendizajes*. Buenos Aires (Argentina). Ed. Kapelusz

Pozo Municio, J. I., Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.Á. (2009). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid (España). Ed. Morata S.L.

# 21

## Una nueva forma de evaluar: experiencia con alumnos de 1° año. FAUD - UNC

**Mirta Susana Heredia, Clarisa Lanzillotto y Gloria Pérez de Lanzetti**

Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina

### RESUMEN

Esta ponencia pretende transmitir la experiencia realizada en dos comisiones de trabajo de alumnos de la cátedra Matemática IA, Carrera Arquitectura-FAUD-UNC en el corriente año. Transfiriendo las investigaciones al aula, donde la modalidad de enseñanza tradicional incorpora el uso de las TIC en prácticas docentes combinadas, profundizaremos el estudio y puesta a prueba de los instrumentos de evaluación, su importancia en la propuesta didáctica, para promover y motivar al alumno a lograr un aprendizaje valioso y eficiente.

Entendemos que el diseño del instrumento de evaluación debe ser coherente con los objetivos de la asignatura, los alcances pretendidos según el tema a tratar, atendiendo el perfil del estudiante de primer año de la carrera. En función de ello diseñaremos estos instrumentos y también los materiales educativos más apropiados que permitan al alumno construir sus propias competencias a partir de los resultados obtenidos.

El trabajo que expondremos, intenta conciliar por un lado el rol y el peso que tienen las evaluaciones sumativas y formativas en cuanto a incorporar Conocimiento (el saber) y por el otro cuáles son las competencias alcanzadas, verificadas en un ejercicio práctico personal donde la creatividad, la imaginación, la colaboración y el compromiso con los pares estén presentes.

Se propone llevar a la práctica diferentes recursos didácticos, integrados a Evaluaciones Formativas planteadas como desafíos lúdicos, autónomos, exentos de premisas que rijan más allá que las de la propia superación. El docente guía la actividad programada, fija consignas a seguir para realizar la experiencia. El

**Mirta Susana Heredia**

[herediamirta@yahoo.com](mailto:herediamirta@yahoo.com)

**Clarisa Lanzillotto**

[infolanz@yahoo.com.ar](mailto:infolanz@yahoo.com.ar)

**Gloria Pérez de Lanzetti**

[glanzetti@hotmail.com](mailto:glanzetti@hotmail.com)

Cátedra: Matemática IA Carrera Arquitectura.  
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y  
Diseño. Universidad Nacional de Córdoba.  
Córdoba, Argentina..

alumno aborda diferentes instancias: desde lo personal: la observación, toma de decisiones, elaboración de consignas, generación de ejercicios prácticos. Finalmente involucrado con su aprendizaje y en colaboración intercambia su propuesta de aplicación, desarrollada y resuelta de manera individual para la verificación y evaluación final entre pares.

Compartiremos los resultados de esta experiencia de aprendizaje.

## INTRODUCCIÓN

Año tras año recibimos en la FAUD-UNC a estudiantes entusiastas, llenos de expectativas y de sueños, con una aproximada apreciación de lo que en realidad les ofrecen las Carreras de Arquitectura y Diseño Industrial, afrontando en sus pasos iniciales en la Universidad el Curso Nivelador, en el cual y por razones del escaso tiempo de cursado no se logra la nivelación de conocimientos deseados.

Varias son las dificultades que los docentes afrontamos al inicio y durante el desarrollo del cursado de la materia Matemática IA en su ciclo lectivo. A la masividad debemos sumar el alto porcentaje de estudiantes que no alcanzan un nivel formativo aceptable en el campo disciplinar, sumando el escepticismo que despierta el cursado de la misma.

Recorrer entonces el sinuoso laberinto de los procesos cognitivos de las nuevas camadas de estudiantes, en pos de lograr un aprendizaje duradero como resultado del logro de propias experiencias que provocan la construcción de otras nuevas, herramientas útiles y facilitadoras para la edificación de saberes significativos, perdurables, representa para el docente un verdadero desafío.

Este reto nos movilizó y nos orientó a generar las premisas y las acciones para convocar a los estudiantes a recorrer otros caminos en su aprendizaje, promoviendo la autogestión, la búsqueda personal, la colaboración, encontrando los medios para alcanzar los objetivos en forma eficaz.

## DESARROLLO

Esta ponencia pretende transmitir una experiencia realizada en el marco de nuestro desempeño docente y siempre en la búsqueda de promover, motivar y provocar al alumno, para lograr un aprendizaje valioso, meritorio y eficaz. La experiencia se realizó en dos comisiones de cursado de Matemática IA, Grupo Rojo y Grupo Verde ambos a cargo de la Arq. Mirta Heredia.

Para ello, se propone la práctica de diferentes recursos didácticos, con Evaluaciones Formativas, planteadas como desafíos lúdicos y autónomos, exentos de premisas rígidas y orientadas en base a la información suministrada por la Cátedra sobre los temas del Programa de la asignatura, reforzando el concepto que todo conocimiento perdura si nos comprometemos con ello.

Para alcanzar esta meta armamos una metodología de trabajo consistente en cinco actividades fundamentales que debían desarrollarse en los talleres de práctica y en el siguiente orden:

- 1- Encuesta al inicio del cursado de la asignatura.
- 2- Tres Trabajos Prácticos de temas relevantes del programa. (Unidades Temáticas diferentes con sus objetivos particulares)
- 3- Conclusión sobre la experiencia.

Tras haber finalizado el cursado de Matemática IA, relataremos cómo se desarrollaron en este año 2019 y en las comisiones antedichas, cada una de estas instancias.

### 1-LA ENCUESTA:

La encuesta anónima diseñada para esta experiencia, a modo de Diagnóstico, pretendió relevar la opinión de los alumnos al inicio del cursado y sin haber tomado aún clases de la asignatura. Las preguntas de la encuesta se basaron en:

- Contenidos más abarcativos que contiene el Programa de Matemática IA: Trigonometría, Polígonos, Proporción y Escala, Sistemas de coordenadas en el plano.
- Expectativas respecto de la Cátedra en general y del Docente a cargo del taller de práctica en particular.
- Criterios y modos para abordar el estudio de la asignatura (cómo piensan estudiar Matemática IA).

Para el análisis de la misma se trabajó con una muestra de 115 estudiantes, analizando sus respuestas, las que arrojaron variados resultados. Realizando una síntesis de estos datos recopilados, ellos expresan en general:

- Que a su juicio la materia será difícil, compleja, intensa.
- Que les gustaría transferir a la práctica los conceptos teóricos.

- Esperan que los docentes sean accesibles, que tengan paciencia, que sean claros y expliquen bien.
- Que las clases sean dinámicas.
- Planifican estudiar todos los días (aunque la realidad después demostró que tal aspiración no se cumplió) y ejercitarse mucho en el proceso de cálculo.
- Que piensan que deberán tener apoyo particular y externo para finalizar exitosamente el cursado.

En base a las respuestas y para anticiparnos a estas situaciones no propicias para lograr un aceptable contexto de aprendizaje, nos propusimos revertir aquellas condiciones que provocaban la incertidumbre y el rechazo acercando al estudiante a una manera diferente de aprender matemática, Planteando una propuesta sencilla, dinámica y participativa que generara la colaboración y el estudio con motivación.

En este sentido propusimos tres Trabajos Prácticos que reunieran los contenidos estructurales de la asignatura. Seguidamente detallaremos cada uno de ellos.

## 2-LOS TRABAJOS PRÁCTICOS:

### TRABAJO PRÁCTICO N°1: TRIGONOMETRIA

Una vez dada la instrumentación teórica y las pautas para la ejercitación sobre el tema Trigonometría, se propuso un trabajo práctico que consistió en la:

**ELABORACIÓN DE UN EJERCICIO**, siguiendo estas consignas:

Los alumnos debían:

1. Observar en su entorno inmediato, objetos u obras de arquitectura, y reconocer las figuras geométricas estudiadas hasta ese momento (triángulos, arcos y figuras circulares).
2. Fotografiar los objetos o la obra y elegir uno de ellos, el que consideren más interesante.
3. Elaborar un problema matemático en base al ejemplo seleccionado, con enunciado, datos e incógnitas claros.
4. Desarrollar y resolver el problema en soporte papel.



Fig.1: Intercambio de ejercicios

Al momento del desarrollo de este Trabajo Práctico, (los estudiantes recién se encontraban cursando los primeros 15 días desde su ingreso a la carrera), tomando como base a Bruno Zevi en “Saber ver la Arquitectura” invitamos a los alumnos a buscar en su entorno inmediato objetos o construcciones en los que podía descubrir diversas formas geométricas y entre ellas triángulos, con los cuales poder trabajar.

Luego de la selección de la obra o el objeto, los problemas fueron elaborados, redactados, y desarrollados en forma individual. Las soluciones fueron reservadas por sus autores y los enunciados se intercambiaron entre pares quienes resolvieron los problemas planteados en un tiempo asignado. Las imágenes que siguen, Fig. 1, Fig. 2 y Fig. 3 muestran los distintos momentos de este Práctico, el intercambio de ejercicios en el taller y la resolución de los mismos.



Fig.2: Resolución entre pares

Se abrió entonces una especie de juego colaborativo y participativo. En la mecánica de trabajo cada estudiante debía resolver un ejercicio ideado por un compañero. En el proceso, algunos reclamaron datos inexistentes, otros resolvieron inmediata y correctamente. También hubo quienes demoraron en llegar al resultado porque el planteo era mucho más complejo o poco claro. Surgieron variedad de situaciones que promovieron el debate y la colaboración.

Los ejercicios originalmente propuestos retornaron a sus autores para ser corregidos, en una dinámica de colaboración y retroalimentación **aprendiendo unos de otros**. El verdadero protagonista es el estudiante activo y participativo, el docente guía y aporta en las diversas situaciones del debate y consulta. La Fig.4 muestra la instancia de corrección entre pares.



Fig.3- Cálculos y resolución

Para la evaluación del Práctico por parte del docente, se elaboró una Rúbrica en la que se expusieron los Criterios de Evaluación que incluyen nuevos parámetros de valoración a tener en cuenta, con mayor o igual incidencia que aquellos que sólo se orientan a obtener resultados exactos de un problema matemático.

Así, por ejemplo, la claridad de la redacción del enunciado como el planteo del nivel de dificultad a sortear en el problema, a nuestro entender, tuvieron en esta experiencia una incidencia importante al momento de valorar esta práctica áulica, más allá del desarrollo, la observación y elección misma de los objetos convocados para el problema, porque el estudiante tuvo que comprender el tema para poder diseñar posteriormente un ejercicio donde hacer la transferencia práctica, pensar la manera de exponerlo a sus pares, anticipándose al proceso de cálculo, en el planteo de los datos, las incógnitas y los resultados.



Fig.4: Corrección entre pares

### TRABAJO PRÁCTICO N°2: PROPORCIÓN

Después de la clase teórica sobre Proporción y Escala, se propuso a los estudiantes el siguiente trabajo práctico:

#### DISEÑAR CREATIVAMENTE y CON DETERMINADAS CONDICIONES

Este Trabajo Práctico tuvo las siguientes consignas:

- En una hoja formato A4, dibujar un rectángulo particular, definido por su Módulo y asignado según el último número de su documento de identidad. En él deberá diseñar libremente una fachada.

La Fig. 5 muestra la plantilla de los rectángulos asignados.

- En la fachada diseñada podrán proponer ubicación de puertas, portones, ventanas, balcones, letreros, tanque, aleros, balaustradas rectangulares, etc. La única condición que se fijaba es que cada uno de los rectángulos ubicados en el interior de la fachada debía mantener el módulo de base, es decir ser proporcionales.

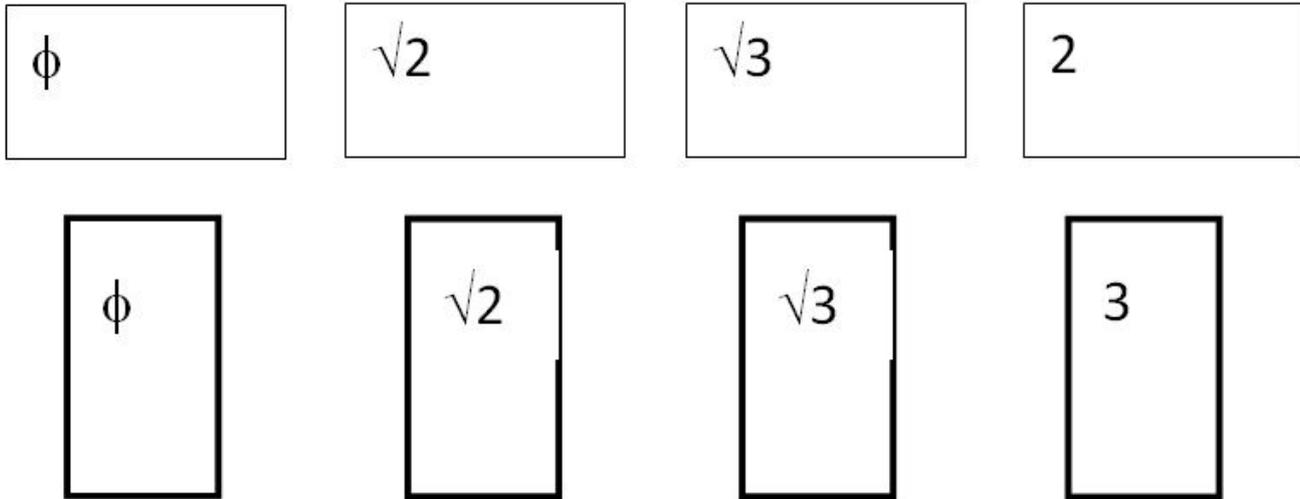


Fig. 5: Ejemplos de rectángulos asignados definidos según el Módulo

- A modo de verificación, se completaba el ejercicio con el cálculo del módulo de los rectángulos propuestos.

Si bien todos los alumnos recibieron la misma instrumentación, cada uno realizó interpretaciones particulares, por ejemplo:

- Ubicaron en la fachada, rectángulos proporcionales de diferentes tamaños expresando claramente su función (ventana, puerta, portón, etc.).
- Usaron tramas sobre la Fachada, siempre con los mismos lineamientos y subdividiendo o multiplicando los módulos.
- Utilizaron una unidad modular creciente respecto del rectángulo de la fachada original.- Aplicaron Líneas Reguladoras para la composición de la fachada.

En algunos casos surgió la necesidad de trabajar en perspectiva al intentar continuar con el diseño en los bordes de la fachada o manteniendo la proporción en la profundidad. A continuación se muestran ejemplos de diseños presentados, en la Fig.6.

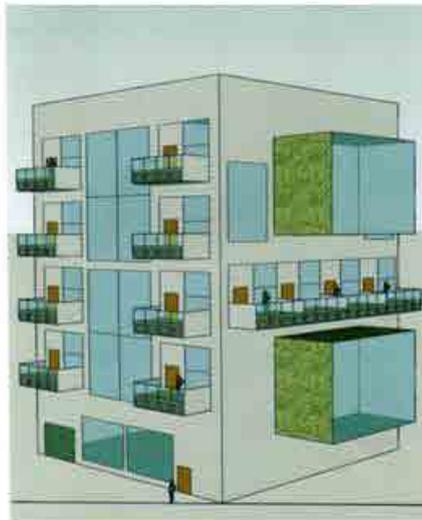
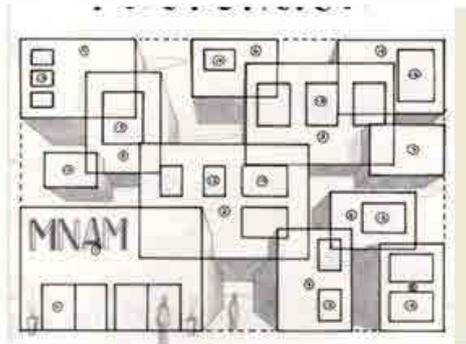


Fig. 6: Fachadas, ejemplos. Práctico tema Proporción



Fig. 7: Exposición de los trabajos (Colgada)

Para la valoración de este Práctico se elaboró otra Rúbrica con diferentes Criterios de Evaluación, teniendo en cuenta: la comprensión de las consignas expresadas, el diseño propuesto, los recursos y materiales empleados para el diseño, los cálculos realizados y la presentación final del trabajo.

Rescatamos, además, el interés puesto de manifiesto por los estudiantes al hacer lo que les gusta, es decir, al “DISEÑAR”. Al margen de la calidad de las presentaciones, se destaca la minuciosidad, creatividad y esmero, reuniendo en el mismo acto de Diseñar, aprender haciendo para fortalecer el conocimiento impartido por la Cátedra (aprendizaje por competencias).

Finalmente se expusieron los trabajos en el taller, compartiendo con los pares lo realizado, consultando entre ellos sobre las distintas propuestas y los resultados obtenidos. Aprendizaje entre pares. La fig.7 que antecede ilustra la exposición de trabajos de este práctico.

### TRABAJO PRÁCTICO N°3: SISTEMAS DE COORDENADAS EN EL PLANO

Una vez iniciado el estudio de la Geometría Analítica Plana y dada la instrumentación teórica a los estudiantes referida a los Sistemas de Coordenadas en el Plano, se realizaron los ejercicios de rigor.

Para formular este último Práctico sobre Coordenadas en el Plano pensamos en emplear un nuevo instrumento y usarlo con fines didácticos: el celular en la clase práctica.

Utilizando el aplicativo SocrativeTeacher, el docente a cargo del taller generó un Aula dentro de la cual se elaboraron diferentes cuestionarios. En la elaboración de las preguntas se combinaron aquellas de Respuesta Múltiple, Verdadero-Falso y Respuesta Corta.

Los estudiantes debieron:

- Bajar el aplicativo SocrativeStudent en sus respectivos celulares.
- Ingresar al aplicativo y luego al Aula (nombre de la misma previamente otorgada por el docente).
- Inscribirse mediante un número dado por el docente. (La inscripción por número permitió simplificar la inscripción dada la masividad).
- Contestar las preguntas y realizar los ejercicios de cada cuestionario.

La Fig.8 muestra la imagen de la pantalla que devuelve el celular.

Student Names	Student ID	Total Score (0-100)	Number of correct answers	El padre de la Geometría Analítica es	En el Sistema de Coordenadas Bidimensional el plano queda dividido por cuantos ejes coordenados	Los ejes coordenados se cortan en	El eje horizontal es el eje "x" o de abscisas	El eje vertical es el eje de "y" o de ordenadas	El eje "z" o de cotas también corta el plano xy	Al cortar los ejes, el plano queda dividido en 8 octantes	Las coordenadas del plano se enumeran en secido	Cada punto en el plano queda determinado por cuantas coordenadas cartesianas?	La altura de un punto es la distancia del eje y hasta el punto	La ordenada de un punto es la distancia desde el eje de ordenada hasta el punto
136		55	6	Arquímedes	dos	el centro del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2	True	True
137		73	8	Descartes	dos	el polo del sistema	True	True	True	False	Arbitrario	2	True	False
137		18	2	Descartes	dos	el centro del sistema								
142		64	7	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2	False	True
144		91	10	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	False	Arbitrario	2	True	False
147		91	10	Arquímedes	dos	el origen del sistema	True	True	False	False	Arbitrario	2	True	False
154		73	8	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2	True	True
155		55	6	Euclides	dos	el origen del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2	True	True
158		73	8	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2	True	True
158		64	7	Euclides	dos	el origen del sistema	True	True	False	True	Arbitrario	2	True	True
160		45	5	Euclides	tres	el origen del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	4	True	True
162		73	8	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2	True	True
162		0	0											
164		64	7	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	False	Arbitrario	dos	False	True
167		45	5	Descartes	dos	el origen del sistema	False	False	False	True	Arbitrario	4		
168		73	8	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	False	Arbitrario	2		
169		73	8	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	False	True	Arbitrario	2	False	True
171		73	8	Descartes	dos	el origen del sistema	False	True	False	False	Arbitrario	2	False	True
173		64	7	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2	False	True
174		82	9	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	False	True	Arbitrario	2	True	True
175		45	5	Arquímedes	dos	el origen del sistema	False	True	True	True	Arbitrario	1	True	True
175		27	3	Descartes	dos	el origen del sistema								
178		36	4	Descartes	dos	el origen del sistema	True							
178		8	1	Descartes	tres	el origen del sistema								
191		64	7	Descartes	uno	el origen del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2 (x,y)	True	False
192		55	6	Arquímedes	dos	el centro del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2	True	True
193		82	9	Arquímedes	dos	el centro del sistema	True	True	True	False	Arbitrario	2	True	True
193		0	0											
194		91	10	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	False	Arbitrario	2	True	False
195		73	8	Descartes	dos	el polo del sistema	True	True	False	True	Arbitrario	2	False	False
198		73	8	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	False	True	Arbitrario	2	False	True
198		45	5	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2		
197		73	8	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2	True	True
197		0	0	Arquímedes	uno	el centro del sistema								
198		73	8	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2	True	True
198		27	3	Euclides	dos	el centro del sistema	False	True	True	True	Arbitrario	depende el largo de los ejes	True	True
200		18	2	Descartes	dos									
204		73	8	Descartes	dos	el centro del sistema	True	True	False	True	Arbitrario	2	True	True
205		84	7	Arquímedes	dos	el origen del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2	True	True
205		84	7	Descartes	dos	el centro del sistema	True	True	True	False	Arbitrario	2	True	True
207		82	9	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	False	False	Arbitrario	I don't know, sorry teacher	True	True
207		55	6	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	True	Arbitrario			
207		0	0											
209		45	5	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True						
209		27	3	Descartes	dos	el origen del sistema								
210		73	8	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	False	True	Arbitrario	dos coordenadas	True	True
211		55	6	Descartes	dos	el centro del sistema	True	True	False	True	Arbitrario	cada punto del plano queda determinado por 2 coordenadas	False	True
213		36	4	Arquímedes	dos	el centro del sistema	True	True	True	True	Arbitrario	2	False	True
215		82	9	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	True	False	Arbitrario	2	True	True
216		91	10	Descartes	dos	el origen del sistema	True	True	False	True	Arbitrario	2	True	False
Class Scores		58.5%	8.22	65.5%	85.8%	87.3%	78.4%	80.0%	32.3%	21.8%	68.1%	60.0%	58.4%	18.2%

Fig.8: Pantalla del celular con cuestionario. En celeste las preguntas, en verde las respuestas correctas, en rosa las respuestas incorrectas o preguntas no respondidas.

En el Sistema de Coordenadas Bidimensional el plano queda dividido por cuantos ejes coordenados	Los ejes coordenados se cortan en:	El eje horizontal es el eje "x" o de abscisa	El eje vertical es el eje de "y" o de ordenada	El eje "z" o de cotas también corta el plano xy	Al cortarse los ejes, el plano queda dividido en 4 cuadrantes	Los cuadrantes del plano se enumeran en sentido:	Cada punto en el plano queda determinado por cuantas coordenadas cartesianas?	La abscisa de un punto es la distancia del eje y hasta el punto.	La ordenada de un punto es la distancia desde el eje de ordenada hasta el punto.	
65.5%	85.5%	67.3%	76.4%	80.0%	30.9%	21.8%	69.1%	50.9%	56.4%	18.2%

Fig.9: Preguntas y porcentaje de respuestas correctas

Coordenadas 1							
Monday, April 29 2019 10:44 AM							
Room: heredia2338							
Student Names	Student ID	Total Score (0 - 100)	Number of correct answers	En que cuadrantes se encuentran los siguientes puntos A (-4;7), B (5,-3), C (6;2), D (-3,-6). Responder por ejemplo: A=1* B=2*	¿Cual es la distancia entre los puntos A (-4;7) y D(-3,-6)? Responder con 4 decimales.	¿Cuales son las coordenadas del Punto Medio entre los puntos D (-3;-6) y C (6;2)? Responder por ejemplo: Pm = (8,4 : 3/5). Respetando los espacios y fracciones.	El Punto Medio entre A(-4;7) y B (5,-3) es Pm (3/2 , 2)
Class Scoring		19,8%	0,79	0,0%	28,3%	1,9%	49,1%

Fig.10: Ejemplos de preguntas realizadas.

Encuesta de cierre							
Monday, April 29 2019 10:38 AM							
Room: heredia2338							
Student Names	Student ID	Total Score (0 - 100)	Number of correct answers	¿Qué consideras que aprendiste mejor en Matemática IA en cuanto a sus contenidos?	¿Cuales de las actividades planteadas en clase te gustaron más? Por qué?	¿Cuales de las actividades planteadas en clase te gustaron menos? Por qué?	Matemáticas IA no es sólo cálculos. ¿Qué opinas de la materia en general?

Fig.11: Encuesta con preguntas de opinión.

Se realizaron tres cuestionarios, los mismos incluyeron:

Preguntas teóricas sobre el tema: en la fila inferior se observa el porcentaje, indicador que nos permitió detectar aspectos del tema a reforzar. Fig. 9.

Ejercicios simples que los estudiantes desarrollaron en formato papel para luego contestar en el cuestionario.

Las preguntas con respuestas de múltiple opción o las de verdadero/falso no ofrecieron dificultades para generar las respuestas, pero las preguntas de respuesta corta sí, aspecto a investigar en la conformación de las respuestas. En la Fig.10 se muestran algunos ejemplos.

**Encuesta de Cierre:** Se propusieron preguntas de opinión sobre el cursado, sobre la asignatura para realizar ajustes en base a las respuestas. Fig.11

Este tercer práctico arrojó resultados positivos en cuanto al uso del celular con fines educativos, siendo éste un instrumento tan utilizado por los jóvenes en la actualidad. La sencillez de la aplicación para crear el aula, elaborar y responder los cuestionarios generó entusiasmo en los estudiantes, como también la utilidad para comparar porcentajes y compartir resultados.

Destacamos otros aspectos positivos:

- La participación en el aula, (todos trabajan).
- El intercambio entre los estudiantes, entusiasmados por el empleo de este recurso.
- Los resultados inmediatos que ellos pueden controlar para saber si están bien encaminados.
- Los resultados inmediatos para el docente, para poder valorar qué puntos será necesario reforzar y qué aprendizajes lograron con esta metodología de enseñanza.
- El registro del proceso, desarrollo, evolución, alcance de objetivos y devoluciones finales.

También se observaron otros aspectos referidos al empleo de estos recursos:

- La necesidad de optimizar, en el armado de los cuestionarios, la configuración de preguntas de respuesta corta.
- Escaso interés por parte de los alumnos en leer la retroalimentación, importante a la hora de revertir los errores.

### CONCLUSIONES SOBRE LA EXPERIENCIA

Para finalizar esta ponencia expresaremos algunas conclusiones a las que arribamos al finalizar esta experiencia:

- 1- La importancia de generar actividades en el taller que logren transferir lo aprendido a un hecho concreto, creativo, lúdico y creado por el estudiante.

Al finalizar el cursado de esta asignatura, se realizó una encuesta general. Una de las preguntas de la misma fue:

¿Qué temas de los abordados en la asignatura consideras que aportó más para su aplicación y articulación de contenidos en otras materias del nivel?

Los resultados fueron claros: Proporción y escala y Trigonometría, coincidiendo con los prácticos en los que los estudiantes transfirieron el conocimiento a hechos concretos. En un caso, el diseño de una fachada en base a un rectángulo dado con algunas pautas y mucha creatividad personal. En el otro observando el entorno inmediato, seleccionando y descubriendo la geometría en objetos u obras para luego elaborar y resolver una situación problemática.

La fig.12 muestra los porcentajes



Fig.12: Porcentajes según pregunta Encuesta Final 2019

- 2- Es positivo plantear evaluaciones formativas diseñando rúbricas que incorporen nuevos parámetros. Opinamos que no todas las Evaluaciones deben traducirse en Calificaciones promediabiles para la valoración final del alumno. Es necesario incorporar nuevas formas de evaluar, con aspectos a considerar que los estudiantes sepan de antemano y acordes a las actividades propuestas.
- 3- Favorecer el trabajo y la corrección entre pares, lo cual estimula la búsqueda personal del conocimiento.
- 4- Es positivo incorporar, a la hora de evaluar o de realizar una actividad, instrumentos de uso cotidiano como instrumentos educativos. El celular utilizado en clase como dispositivo de uso cotidiano para aprender o verificar aspectos cognitivos.

Esta experiencia es el resultado de un arduo trabajo del docente. Trabajo que comenzó con la minuciosa planificación previa al cursado, repensar métodos y materiales de enseñanza, y que continuó durante y después de finalizada la asignatura.

Desde nuestro lugar, los resultados superaron las expectativas. La labor de la docente a cargo de los talleres fue por demás meritoria, tanto en la elaboración de los materiales como en la contención, guía y seguimiento del grupo de estudiantes.

Creemos que el camino iniciado a partir de esta experiencia debe continuarse, perfeccionándolo y replicando este modo de enseñar Matemática y evaluar a alumnos, en este caso, de primer año de la carrera de Arquitectura.

### BIBLIOGRAFÍA

Ghyka Matila C.-Estética de las Proporciones en la Naturaleza y en las Artes-Ed. Poseidón.

Ghyka Matila C.-El Número de Oro – I Los ritmos –II Los ritos. Ed. Poseidón

Gvirzt, S., Palamidessi, M.- El ABC de la tarea docente: currículum y enseñanza-Formas de evaluar- Editorial Aique.

Lanzillotto C., Agosto M., Avila C., Heredia M., Farías A., Crivello P.,Chaile S.,Almada P., Gnavi G.,Torres A.- (2019)Matemática IA orientada a estudiantes de Arquitectura. Córdoba ( Argentina)- Ed. FAUD-UNC.

Lehmann C.-Geometría Analítica- Ed.Limusa

Swokowski , Cole.- Trigonometría- Edit. Math Learning

Villardón Gallego L.-Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. Artículo de Educatio siglo XXI.

<https://b.socrative.com/login/teacher/>Fecha de consulta 04/2019

<https://b.socrative.com/login/student/>Fecha de consulta 04/2019

# 22

## Inserción de juegos como experiencias de aprendizaje en el curso Principios Matemáticos de la Estabilidad de las Construcciones

**Gastón Ibarburu**

Universidad de la República (Udelar), Uruguay

### INTRODUCCIÓN

La Cátedra de Matemática de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de la República dicta desde 2017 el curso Principios Matemáticos de la Estabilidad de las Construcciones, que tiene entre sus objetivos generales los siguientes:

- El estudiante incorporará modos de pensar abstractos propios de la Matemática, razonando en el marco de sistemas formales de relaciones (...).
- (El estudiante) podrá establecer relaciones entre las representaciones matemáticas y otras representaciones de distintos objetos, conceptos y procesos con los que trabajará durante su formación y/o actividad profesional.

Como estrategia alternativa y complementaria de aproximación a estos objetivos, se han planteado en varias ediciones del curso dos juegos. Este artículo analiza cómo cada caso contribuye a afirmar o apuntalar determinados procesos de aprendizaje, tomando como referencia conceptos de la taxonomía de Bloom y de aprendizajes significativos según Fink.

A modo de resumen, contextualizando los juegos en el escenario del curso, los contenidos giran en torno a la acumulación de variables continuas, así como también a la integración o derivación como maneras de reconstruir funciones. Esto se aplica a la acumulación de cargas distribuidas, con el fin de determinar distintos tipos de esfuerzos en vigas que trabajan a flexión (figura 1).

En una primera etapa se acumulan las cargas para determinar esfuerzos cortantes, se define el momento flector y se demuestra que éste es el resultado de integrar la función del esfuerzo cortante (figura 2). En una segunda etapa del curso, se establece una relación lineal entre el momento y la curvatura de

**Gastón Ibarburu**

[gastonibarburu@fadu.edu.uy](mailto:gastonibarburu@fadu.edu.uy)

Arquitecto y Docente Cátedra de Matemática y Taller Apolo. FADU Universidad de la República (Udelar), Uruguay

las vigas, a partir de la cual se puede acumular curvatura para reconstruir la pendiente, y acumular la pendiente para reconstruir la 'flecha' (deformación medida perpendicularmente respecto al eje de la posición original de la viga), concepto que es relevante para el diseño.

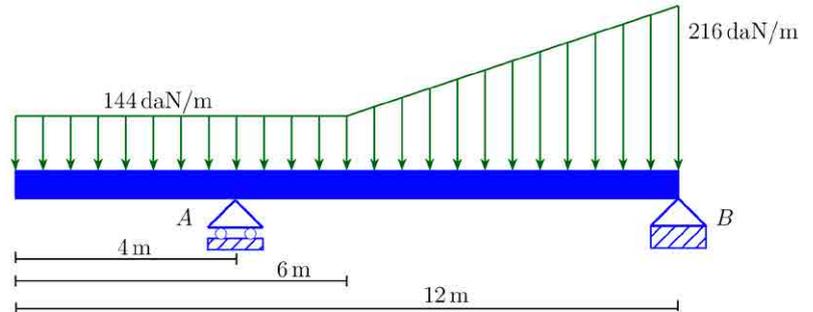


Figura 1. Caso de estudio de una actividad de clase típica del curso.

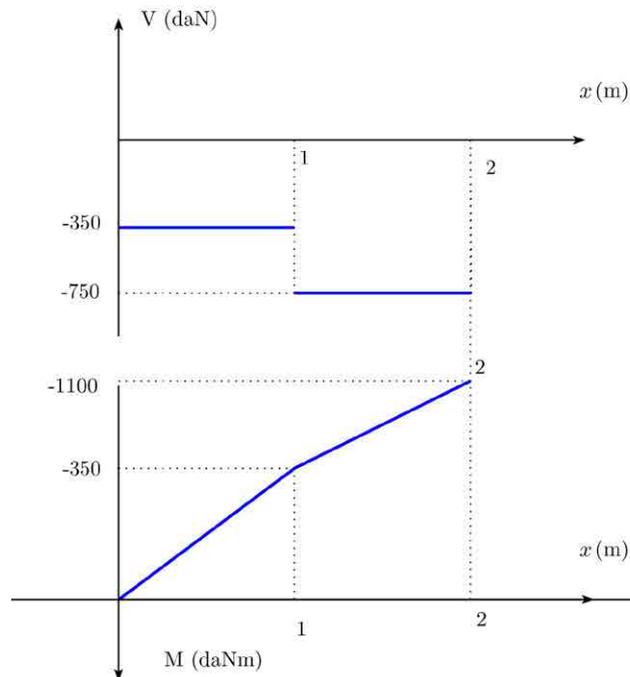


Figura 2. Comparación de dos diagramas, relacionados de manera que  $M(x)$  es la integral de  $V(x)$ .

De esta manera, los estudiantes se encuentran durante todo el curso reconstruyendo funciones, primero en casos simples, pero también en contextos que alcanzan un cierto nivel de complejidad tal que les exige elegir cuáles herramientas aplicar y encontrar los métodos más eficientes para solucionar los problemas. A modo de ejemplo, se plantean actividades que piden estudiar el gráfico de momentos flectores, hallar el valor de su módulo máximo, y conocer su signo para cada  $x$  (cada punto de la viga). Esto plantea para el estudiante el desafío de reconstruir la función (básicamente integrar dos veces la función de la carga de la viga), pero también saber interpretar las raíces de cada función, ya sea para encontrar los cambios de signo del momento o para encontrar sus máximos y mínimos relativos.

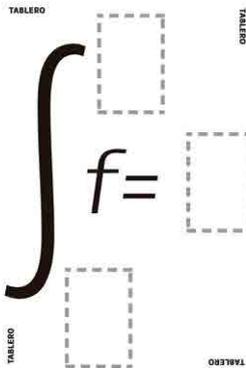


Figura 3. Tablero del Juego de Integración.

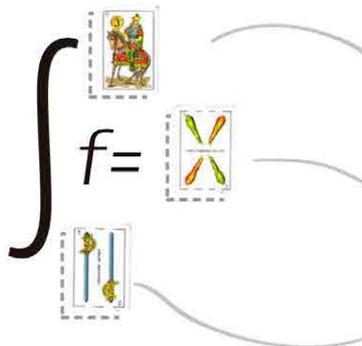


Figura 4. Gráfico utilizado en clase para el Juego de Integración.

### JUEGO DE INTEGRACIÓN

El primero juego, que llamamos 'Juego de Integración', relaciona un gráfico con una integral definida. El concepto principal aplicado es el cálculo de integrales como áreas signadas debajo de un gráfico, y es introducido al inicio del curso luego de presentar a la clase una primera definición.

El tablero del juego consiste en un gráfico impreso de una función  $f$ , y una integral de  $f$  calculada entre dos extremos en blanco, con el resultado también en blanco (figura 3). Se reparten tres cartas para cada jugador, y el que comienza debe utilizar sus cartas para proponer combinaciones de extremos y resultado que se verifiquen para la función planteada (figura 4). Una vez presentadas las cartas sobre el tablero, si la igualdad resultante es correcta, el jugador acumula puntos en función de las cartas utilizadas. Si no es correcta y cualquier otro jugador se da cuenta, puede reclamar los puntos para él.

Dos variables que los jugadores pueden utilizar a su favor son el orden de los extremos y los signos de las cartas. Se definen cartas con valores cero, positivos y negativos, lo cual permite intercambiar los extremos para cambiar el signo del resultado, o colocar dos extremos iguales para que el resultado sea cero, entre otras posibilidades. Esta dinámica empuja a los participantes a estudiar distintos caminos y construir sus propias estrategias para entender el sistema de relaciones que plantea la integral.

Leído en términos de la taxonomía de Bloom, resolver una actividad tradicional que pide calcular una integral implica conocer, comprender, y aplicar el concepto. Respecto esta última, para efectivamente lograr la aplicación en ámbitos distintos a los conocidos, sería necesario que la actividad incluya una serie suficientemente abarcativa de situaciones para cubrir suficientes casos particulares. En este sentido, el juego estimula un objetivo un nivel más alto, el de análisis. Además

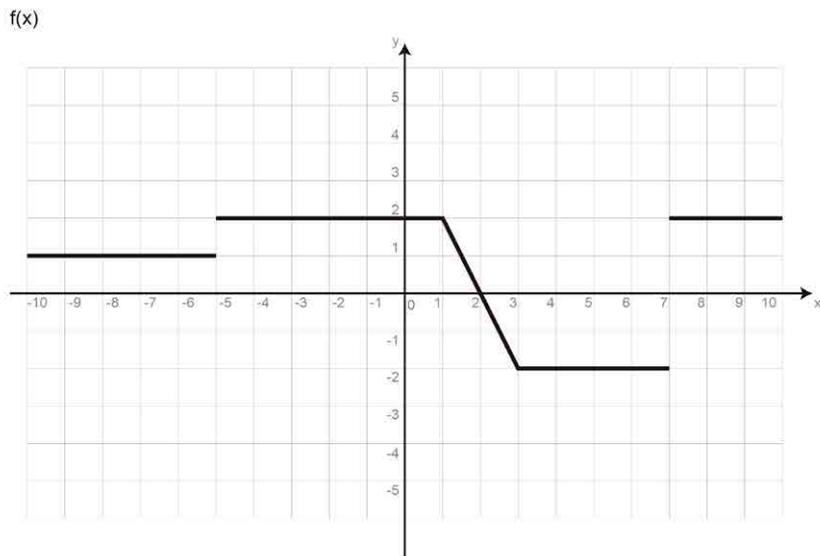


Figura 4. Gráfico utilizado en clase para el Juego de Integración.

de realizar varios cálculos y aplicar los conceptos, el estudiante debe formular hipótesis, verificarlas, ponderarlas, y encontrar estrategias para hacer valer sus recursos (las cartas que tiene), ya sea para encontrar una combinación adecuada, distinguir entre varias soluciones posibles según los puntajes que obtiene, o evaluar las soluciones propuestas por sus contrincantes.

Por otro lado, analizado en términos de las metas de aprendizaje para favorecer aprendizajes significativos que plantea D. Fink, el juego pretende superar el conocimiento fundacional y su aplicación, y además del conocimiento fundacional y su aplicación incorporar dos dimensiones que la actividad tradicional no considera.

Primero el juego introduce la dimensión humana, favorece el interés por entender los conceptos, y refuerza la confianza del estudiante desde la prueba y error en un ambiente distendido y entre pares. A esto se agrega el tener que argumentar las soluciones propuestas, lo cual favorece la síntesis del concepto. Por estar fuera del ámbito formal de evaluación del curso es posible utilizar recursos o notaciones personales (que el estudiante tendrá tiempo de formalizar en otro momento de la clase), lo cual también favorece la integración a los conocimientos propios del estudiante.



Figura 5. Uniones de cinta adhesiva en estructuras de Jenga a Flexión.

## JENGA A FLEXIÓN

El segundo juego se introduce en el curso en una etapa más avanzada. Se trata de la construcción de estructuras de piezas de madera (barras de sección constante, similares a las piezas de jenga), que sólo pueden estar unidas por una cinta adhesiva en una de sus caras (figura 5). A priori no se plantea la necesidad de realizar ningún cálculo. El único objetivo es lograr una construcción estable, y el encare del problema por parte de los estudiantes puede ser tanto en una clave totalmente experimental como desde el punto de vista analítico (en caso de ya manejar las herramientas). Se plantea como una meta cooperativa para un equipo de estudiantes, y existe la posibilidad de competir entre equipos, por ejemplo por quién logra cargar antes una foto de cada estructura en las redes sociales.

El concepto principal que está por detrás del juego es el modelo de análisis de estructuras continuas de materiales homogéneos. A modo de síntesis, este modelo analiza para una sección de la viga las fuerzas que actúan a cada lado, de manera de determinar las tensiones que la viga resiste en ese punto. Para resistir un momento de giro, la viga reacciona con una fuerza de compresión del lado de una de sus caras y una tracción del lado de la otra, y resulta de suma relevancia para los arquitectos y diseñadores comprender de qué lado está cada una y por qué.

Concretamente, el lado de las tracciones está relacionado al sentido del momento de giro resultante de las fuerzas a un lado de la sección estudiada. En el modelo adoptado en el curso depende del signo de la función  $M(x)$ , que modela el valor del momento flector en cada punto de la viga. El mecanismo de ensamble con cinta adhesiva precipita una primera reflexión sobre qué tipo de fuerzas actúan sobre la viga y sobre cada parte (izquierda y derecha respecto a la sección estudiada), de manera de entender de qué lado debe colocarse la cinta para que la estructura resista.

En clase se plantea primero el juego, y luego una etapa de cálculo para verificar analíticamente los resultados obtenidos. Las estructuras propuestas están diseñadas de manera de incorporar en cada una nuevas complejidades. El primer nivel se trata de comprender que el momento produce tracciones, y que la cinta adhesiva resiste esas tracciones. En segundo lugar, se proponen vigas que evidencian que estas tracciones no siempre están del lado de abajo, y por último se plantean casos en los que no es posible determinar a simple vista de qué lado están las tracciones.

Al introducir primero la aproximación experimental, los estudiantes se enfrentan a un modelo que no es de laboratorio, ni tiene simplificaciones que lo alejen de la realidad. Queda también instalado un problema, directamente vinculado

a la arquitectura y al diseño, cuya resolución es el propósito de las herramientas analíticas que se presentarán a continuación. De esta manera los estudiantes reciben los modelos de cálculo con mayor motivación. No los ven como un sistema de reglas propio del curso cuya única utilidad es aprobar las evaluaciones, si no que tienden a valorarlo como una herramienta útil para su futuro desempeño profesional.

Una posible desventaja de aplicar este juego antes de presentar los temas es que los estudiantes podrían cumplir los objetivos sólo trabajando por prueba y error. Sin embargo, cabe aclarar que el juego no sustituye las instancias tradicionales del curso. El objetivo es que lo complemente y prepare a la clase para trabajar con los modelos formales, que son los que eventualmente serán evaluados.

Desde el punto de vista de la taxonomía de Bloom, la actividad fortalece en primer lugar las capacidades de aplicación de los conceptos. Aislada, la etapa de verificación por cálculos es asimilable a una actividad del tipo tradicional. Esto puede ser considerado una ventaja, porque pone en valor las actividades de las evaluaciones al conectarlas directamente con problemas de la arquitectura y el diseño.

Por otro lado, la manera de enfrentarse al problema permite al estudiante construir el concepto desde la elaboración y verificación de hipótesis, cumpliendo con las principales metas que Bloom establece a nivel de 'Análisis'. Relaciona evidencias con el modelo y se enfrenta a la resolución de un problema abierto que para ser resuelto requiere razonar qué herramientas aplicar.

Considerando las metas de Fink, el juego incorpora en primer lugar una dimensión humana, que conecta al estudiante con su rol como profesional, vinculando los modelos de cálculo con objetos construidos. Los métodos analíticos cobran sentido como herramienta de respaldo y previsión de los comportamientos de las construcciones reales, lo cual favorece la construcción de la confianza del estudiante.

El modelo analítico se presenta también como una respuesta útil a un problema cercano, que permite entender algunos fenómenos que están por detrás del comportamiento de las estructuras. En ese sentido, los estudiantes también están aprendiendo a buscar modelos que les permitan resolver problemas que no pueden resolver con estimaciones o intuitivamente.

Por último, el vínculo con la disciplina motiva a los estudiantes y los ayuda a valorar la capacidad de los arquitectos o diseñadores para predecir el comportamiento de la realidad física a través de modelos analíticos. Concretamente, el hormigón armado es un material que utiliza hierro para resistir las tracciones, dado que la resistencia del hormigón a éstas es muy baja. Esto conecta al modelo no sólo

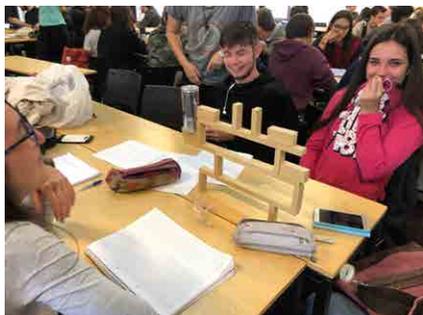


Figura 6. Estudiantes jugando a Jenga a Flexión en clase.

con el desempeño de las estructuras una vez finalizadas, sino también con el proceso constructivo, y favorece que el estudiante sea consciente de que se está formando como un profesional con la capacidad de transformar el hábitat.

### LOS JUEGOS EN EL AULA

A modo de cierre, ya habiendo analizado ambos casos, vale la pena aclarar que ninguno de ellos se trata de actividades ludificadas, si no de juegos serios (en los términos de Deterding). Una actividad ludificada sería una actividad tradicional complementada con recursos de diseño de juegos, teniendo el objetivo de generar compromiso y motivación en el estudiante.

Un juego serio, como es el caso de estas actividades, es un juego en sí mismo, que tiene algunos objetivos relacionados a los aprendizajes que plantea el curso, pero muchos otros que no. Ambos pueden ser jugados fuera del aula, o incluso sin haber participado nunca del curso ni tener planes de hacerlo. Pretenden tener una lógica en sí mismos que los vuelva entretenidos, más allá de que impliquen manejar ciertos conceptos matemáticos dentro del menú de habilidades que los jugadores deben desarrollar.

En el caso del juego de integración, por ejemplo, los estudiantes deben aplicar habilidades que no están directamente relacionadas al curso, como la posibilidad de contar cartas, entender una estadística, intentar no favorecer a los contrarios, comunicarse con sus compañeros de equipo, buscar alternativas que den más puntos, etc. En la misma línea, el juego del jenga tiene una dimensión performativa, requiere destrezas manuales, paciencia en el proceso de construcción de las piezas, capacidad de liderazgo, razonar en equipo, alcanzar soluciones en conjunto, etc.

Ambas actividades están diseñadas con la convicción de mejorar los procesos de aprendizaje que les planteamos a nuestros estudiantes, pero también de que las matemáticas no deberían ser discriminadas de las demás habilidades que nos permiten jugar, o al menos no por ser menos divertidas (figura 6).

### REFERENCIAS

- Bloom, Benjamin S. (Ed.) (1956) "Taxonomy of educational objectives"
- Cátedra de Estabilidad de las Construcciones 1 (2006). "Ficha N° 0 – Modelos". Oficina del Libro del CEDA.
- Cátedra de Estabilidad de las Construcciones 1 (2006). "Ficha N° 1 – Elementos para el equilibrio de un sistema de fuerzas". Oficina del Libro del CEDA.

Cátedra de Matemática (2015) “Material de estudio del curso Matemática”. Recuperado de <http://www.fadu.edu.uy/matematicas/materiales-2/>

Deterding, Sebastian (2011) Gamification: towards a definition. Vancouver, BC, Canada.

<http://gamification-research.org/wp-content/uploads/2011/04/02-Deterding-Khaled-Nacke-Dixon.pdf>

Fink, D. (2003) “Creating Significant Learning Experiences: An Integrated Approach to Designing College Courses” Jossey-Bass, San Francisco.

# 23

## Matemática aplicada. El desafío de la matemática en el aprendizaje de arquitectura

**Maria Elvira Garbesi**

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Argentina

### OBJETIVO

El objetivo de esta ponencia es exponer la metodología y estrategia desarrollada por la cátedra de Matemática I-II en la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad de Mar del Plata desde el año 2017.

El hecho es que en ese año, luego de concurso de Profesores y Jefes de Trabajos Prácticos, se implementa una nueva propuesta, en donde se privilegia la APLICACIÓN de los conceptos Matemáticos en la ARQUITECTURA entendiendo a la matemática como una herramienta, considerando que es necesario profundizar, y aunar la ciencia “dura”, con la arquitectura, para y desde el proyecto, y vincularla con el área tecnológica y la comunicación visual.

Tal como mencionan Miriam Crespo Estrada y otros<sup>1</sup>, es necesario determinar con profundidad el verdadero papel que debe jugar la Matemática en la formación de arquitectos: utilitario y formativo.

- Utilitario, porque aporta al estudiante los conocimientos necesarios para su formación académica y las herramientas de trabajo que les permitan identificar, interpretar y analizar modelos matemáticos en procesos técnicos, económicos, productivos y científicos vinculados a tareas profesionales de la carrera, así como resolver los problemas que estos conducen.
- Formativo, porque además desarrolla el pensamiento lógico, promueve la búsqueda de soluciones adecuadas y óptimas, posibilitándole comprobar y realizar la evaluación crítica de sus resultados, estimulando

**Maria Elvira Garbesi**

[elvigarbe@gmail.com](mailto:elvigarbe@gmail.com)

Profesora adjunta Cátedra Matemática I-II  
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño  
Universidad Nacional de Mar del Plata

<sup>1</sup> Crespo Estrada, M. y otros. (2012). “Matemática para arquitectos: convergencias conceptuales y experiencias pedagógicas integradas con Expresión Gráfica”, Arquitectura y Urbanismo vol. XXXIII, nº 3. ISSN 1815-5898.

el control y el autocontrol, lo que lo adiestra para alcanzar la independencia en las acciones que ejecuta.”

Es así que los objetivos generales de la cátedra son:

- Lograr que el estudiante sea protagonista de su propio aprendizaje y desarrolle la capacidad de construir un conocimiento orientado hacia un pensamiento crítico de transformación de la realidad, desde su profesión.
- Procurar que el alumno alcance la comprensión de modelos matemáticos, como representaciones abstractas de sistemas del mundo real y del espacio en particular.
- Capacitar de manera gradual en los conocimientos necesarios para que el estudiante pueda aplicar las herramientas matemáticas y sus procesos de abstracción, en la resolución de problemáticas a nivel funcional, formal, espacial y tecnológico que intervienen en todo proceso de diseño.
- Propiciar el entendimiento hacia la integración de las distintas especificidades y áreas del diseño.

Nuestra asignatura comienza en el Ciclo introductorio, en Primer Año, por lo que “recibimos” a los ingresantes a la Facultad. En nuestra Unidad Académica, el curso de Ingreso Nivelatorio, no obligatorio, no contempla específicamente a la asignatura Matemática.

CICLO INTRODUCTORIO		CICLO BÁSICO		CICLO ORIENTACION	
PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO	TERCER AÑO	CUARTO AÑO	QUINTO AÑO	SEXTO AÑO
MATEMÁTICA 1	<b>MATEMÁTICA 2</b>				
Introducción a la Comunicación Visual	Comunicación Visual 1	Comunicación Visual 2	Urbanismo 1	Urbanismo 2	Teoría y Crítica
Introd. al Diseño Arquitectónico	Diseño Arquitectónico 1	Diseño Arquitectónico 2	Diseño Arquitectónico 3	Diseño Arquitectónico 4	Diseño Arquitectónico 5
Introd. a la Historia de la Arquitectura.	Historia de la Arquitectura 1	Historia de la Arquitectura 2	Historia de la Arquitectura 3	Economía y Organización de obra.	Legislación de obra
Introducción a las Construcciones	Construcciones 1	Construcciones 2	Construcciones 3	Construcciones 4	
	Estructuras 1	Estructuras 2	Estructuras 3	Estructuras 4	

Es muy importante que los estudiantes retomen conceptos vistos durante su escolaridad, para profundizarlos y enlazarlos con los nuevos contenidos, por lo que partir de sus conocimientos previos es fundamental. Asimismo consideramos muy importante integrar los contenidos con el de otras materias, propiciando que luego sea el propio alumno quien lo realice, pero dándole las herramientas necesarias desde nuestra materia en los primeros años.

Nos encontramos con la dificultad de la heterogeneidad de esos conocimientos, pero es nuestro desafío, salvarla, mediante estrategias adecuadas, para alcanzar los objetivos previstos.

### MARCO TEÓRICO E IMPLEMENTACIÓN

“Desde las grandes construcciones del mundo antiguo hasta nuestros días la idea (proyecto) ha necesitado del apoyo gráfico y técnico para poder superar el campo de lo ideal y ser completada como una realidad construida. De esta manera la idea requiere del conocimiento de la geometría y la matemática para alcanzar el estrato de la realidad (*Vallejo Lobete, Fadón Salazar y Cerón Hoyos, 2007*). Se podría pensar entonces, que la Matemática es parte fundamental de la Arquitectura no sólo como herramienta de cálculo de estabildades de estructuras, de resistencia de los materiales, de tensiones, de cargas soportables, y de costos económicos de realización; sino también como instrumento en la creación artística de la obra, permitiendo el desarrollo y la elaboración de la forma deseada”<sup>2</sup>.

La Geometría elabora modelos matemáticos capaces de describir parcelas concretas del espacio. Cabe considerar así el espacio geométrico, como una aportación teórica, sugerente y clara al estudio de ciertas facetas formales del espacio arquitectónico.

La arquitectura no puede expresarse ni comunicarse más que con medios gráficos y éstos tienen gran importancia porque, convenientemente elegidos y usados, pueden efectivamente representar y simular la deseada realidad proyectual. Es muy difícil, por ejemplo, proponer soluciones si no se conoce la geometría de una estructura. Para el técnico, la forma es una ecuación matemática; para el arquitecto es además proporción, espacio y armonía. En nuestros días ya los estudiantes no sólo realizan gráficos a mano alzada o maquetas - recurso que proponemos estimular y aplicar a la resolución de algunos trabajos prácticos -

<sup>2</sup> Fritz, M.; González Mues, P.; Imbach, M.; Kernot, S.; Laspina, C.; Speratti, H.; Vuitot, M., (2010), “Una propuesta didáctica que integra conceptos matemáticos en situaciones contextualizadas”. Santa Fe, Arhentina. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad Nacional del Litoral.

sino que con las NTICs, las situaciones se amplían al igual que las simulaciones y las parametrizaciones.

Para esto es necesario contar con un bagaje teórico, pero una vez aprehendido, el uso de programas digitales -*Geogebra, OriginLab, Graph, AutoCad, Rhinoceros, Grasshopper*- hacen posible el análisis de obras realizadas, de proyectos o usarlos como herramientas de diseño.

Es importante, de acuerdo a los contenidos y procedimientos que se vayan realizando, incorporar estas aplicaciones.

Esto también conlleva una capacitación para el equipo docente que no esté familiarizado con estos programas.

Pero la arquitectura no es sólo representación, es sobre todo proyecto, materialidad, cálculo, estimación y es para ello que es necesario entender y analizar el comportamiento de los distintos componentes, maximizar rendimientos, minimizar costos, para lo cual, desde la geometría analítica (con el estudio de cónicas y cuádricas), el análisis matemático (con el estudio de funciones, el cálculo de las derivadas e integrales), el álgebra vectorial, los sistemas de ecuaciones, las matrices, y la teoría de Grafos dan un aporte significativo a la formación profesional.

Con la convicción que el conocimiento se construye, partiendo de lo conocido, incorporando lo nuevo, aprehendiendo y adquiriendo nuevas habilidades, con la participación activa de los estudiantes y docentes. Es un proceso dinámico, guiado sin duda, por los docentes, pero retroalimentándose en forma continua.

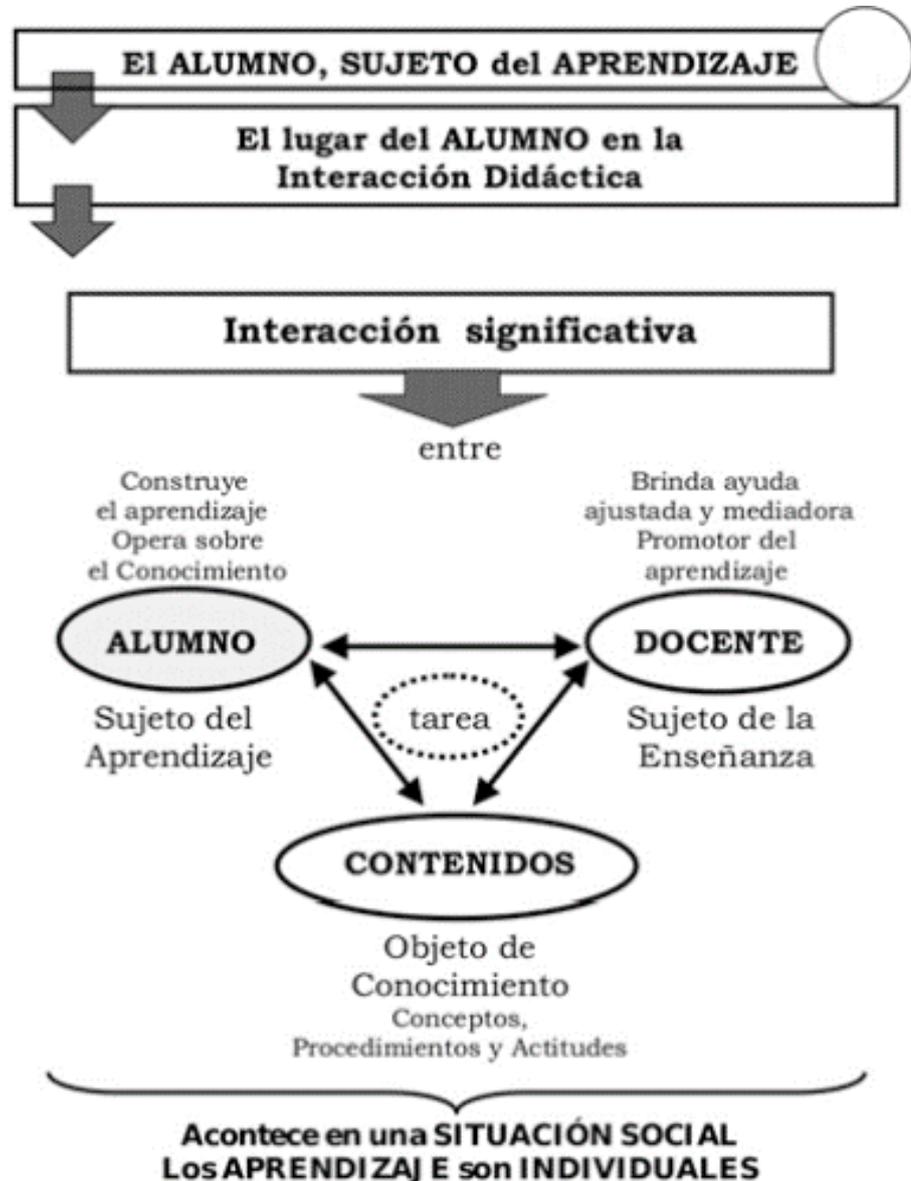


Figura 1. Proceso de enseñanza - aprendizaje<sup>3</sup>

Consideramos que estudiar

<sup>3</sup> Julia Olga Medaura. *Una Didáctica para un profesor diferente*, Editorial Humanitas. 2003

matemática en la Carrera de Arquitectura, es más que dominar ciertos saberes y destrezas, debe contemplar métodos de investigación y razonamiento que den al estudiante confianza en su conocimiento disciplinar. Para esto, entendemos que la resolución de problemas es un buen camino a seguir. Lo mismo que la modelización y experimentación de esas situaciones.

Esto implica un proceso de reflexión y elaboración personal por parte de todos los actores que intervienen, que pone en juego pensamientos productivos, en los que se manifiesta la creatividad, los conocimientos previos, la construcción de nuevos saberes, el uso de estrategias como recurso para la consecución del objetivo planteado. De esta manera, coincidiendo con Pólya<sup>4</sup>, resolver un problema significa buscar de forma consciente una acción apropiada para lograr un objetivo claramente concebido, pero no alcanzable de forma inmediata. Es decir, se entiende por “resolución de problemas”, a la actividad por la cual el estudiante, en forma grupal o individual, se enfrenta a una tarea determinada, en un contexto y en un tiempo específico, para lograr, por medio de la utilización de diversas herramientas matemática establecer patrones, realizar conjeturas, generalizar la situación; una respuesta que permita su aplicación en situaciones de similares características. Para esto el estudiante debe sentirse interesado en el problema e involucrado en la obtención de una respuesta posible.

Adhiriendo a la posición de Pólya respecto a que la Resolución de Problemas se basa en una perspectiva global y no restringida a un punto de vista matemático. Es decir, este autor plantea la Resolución de Problemas como una serie de procedimientos que, en realidad, utilizamos y aplicamos en cualquier campo de la vida diaria.

Es por eso que consideramos pertinente plantear la asignatura desde ésta mirada, y que tanto la participación en las clases teóricas, como en las prácticas se propongan a partir de estos procedimientos, teniendo en cuenta, además, que en la escuela media se implementa esta modalidad, desde hace varios años, de modo que no es ajena a los estudiantes.

Su “método de los cuatro pasos” (comprender el problema, concebir un plan, ejecutar el plan y examinar la solución) es bastante clarificador, y permite, no sólo introducir en el problema y esquematizarlo, sino también prevé la verificación del resultado, paso muy importante, especialmente en nuestra disciplina, ya que es altamente comprobable, y no siempre tenido en cuenta.

En este procedimiento es muy importante el rol del equipo docente cuya ayuda debe ser la suficiente y necesaria.

<sup>4</sup> Pólya, G. and Zagazagoitia, J. (1965). *Como plantear y resolver problemas*. México: Trillas.

Según Pólya, para resolver un problema debe tenerse fundamentalmente al inicio, interés por resolverlo. La actitud que puede matar un problema es precisamente el desinterés; por ello se debe buscar la manera de interesar al estudiante en la resolución de problemas.

Resulta entonces relevante el tiempo que se dedique a exponer el problema: el docente debe atraer a los estudiantes, motivarles la curiosidad, y es ahí donde interviene la aplicación a la arquitectura con la interrelación de las otras asignaturas, o con situaciones que se les puedan presentar en su futuro.

La presentación de los problemas tiene, entonces, mucho peso en el proceso. No consiste en dar una lista interminable de ejercicios a resolver: se trata de sembrar la curiosidad y el interés por el problema.

Para esto es necesario presentar actividades que generen la reflexión y el pensamiento crítico, partiendo de la práctica y la experimentación, que contribuyan en la exploración de situaciones que conduzcan a conceptos teóricos fundamentales, que estimulen el reconocimiento de estructuras y patrones, que ayudando a los estudiantes a relacionar los diversos conocimientos que poseen (ya sean del álgebra, cálculo, geometría u otra rama de la matemática) y que los incentiven a abordar situaciones nuevas.

La interacción debe ser fluida, sin condicionamientos. En muchas situaciones nos sorprende el camino tomado por el estudiante, y tenemos que estar abiertos a recorrer otras opciones, analizarlas en conjunto y evaluar los pro y contras. Es muy importante que el estudiante pueda razonar y entender cuál o cuáles son los caminos y descubrir la pertinencia de cada uno, para poder, libremente y con argumentos válidos, tomar el que considere más adecuado.

Es importante que pueda ver la generalidad de la resolución y su aplicabilidad a otras situaciones.

En esta estrategia también se encuadra la importancia de las clases tipo taller, donde el estudiante, tal como se realiza en otras asignaturas, pueda experimentar modelizaciones analógicas (por ejemplo Maquetas), y en algunos casos digitales. Además del concepto de taller como medio socializador y cooperativo del conocimiento y el aprendizaje por descubrimiento y el trabajo en equipo.

Dice Ander Egg<sup>5</sup>: "*En lo sustancial el taller es una modalidad pedagógica de aprender haciendo.*" En este sentido el taller se apoya en el principio de aprendizaje formulado por Froebel en 1826<sup>6</sup>: "*Aprender una cosa viéndola y*

<sup>5</sup> AnderEgg, E. (2013). "*Hacia una pedagogía autogestionaria*", Magisterio del Río de la Plata.

<sup>6</sup> Froebel, F. (2015). "*La Educación del Hombre*" 1826. Reimpreso en ForgottenBooks.

*haciéndola es algo mucho más formador, cultivador, vigorizante que aprenderla simplemente por comunicación verbal de las ideas."*

El taller se organiza con un enfoque interdisciplinario y globalizador, donde el profesor ya no enseña en el sentido tradicional; sino que es un asistente técnico que ayuda a aprender. Los estudiantes aprenden haciendo y sus respuestas o soluciones podrían ser en algunos casos, más válidas que las del mismo profesor.

Registro Maqueta





Figura 2, 3, 4 y 5 Maquetas de estudiantes.

También se usa el Aula Virtual de la cátedra, incorporando ejercitaciones, autoevaluaciones, videos explicativos y demás opciones que contribuyan a la fijación de los contenidos de manera no presencial, reforzando el uso de las NTICs.

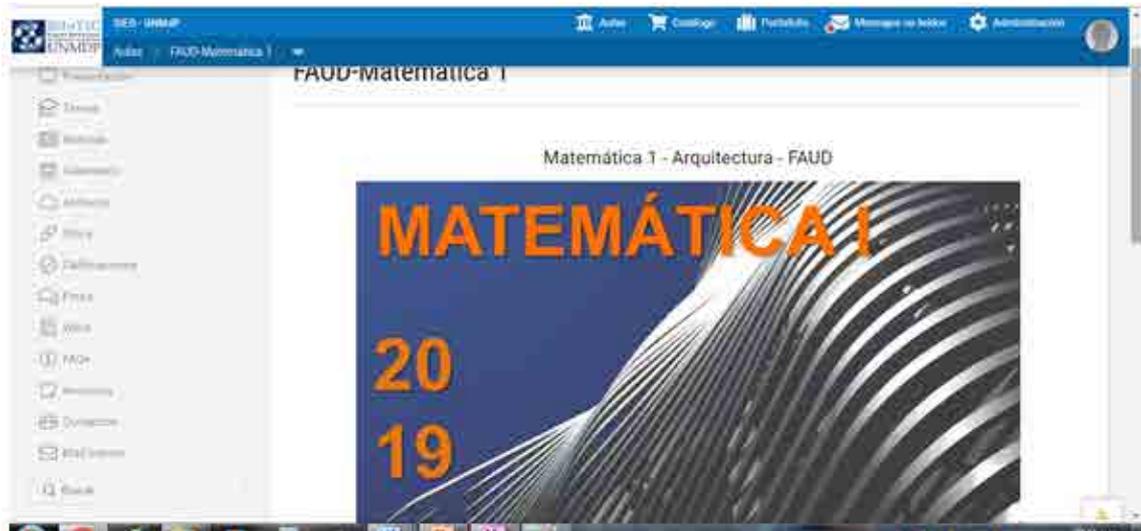


Figura 5. Captura de pantalla, aula virtual de la cátedra Página de inicio

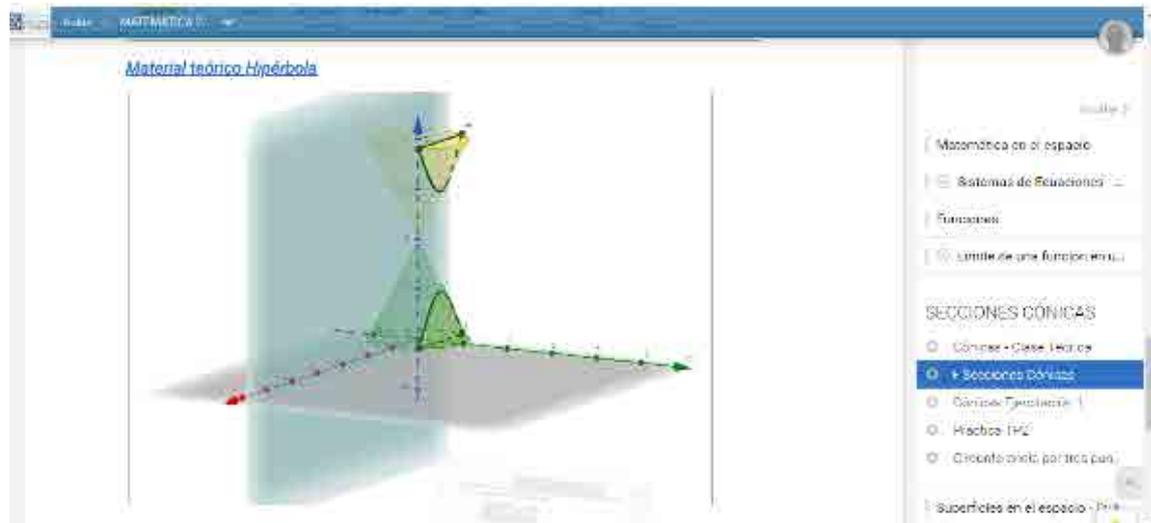
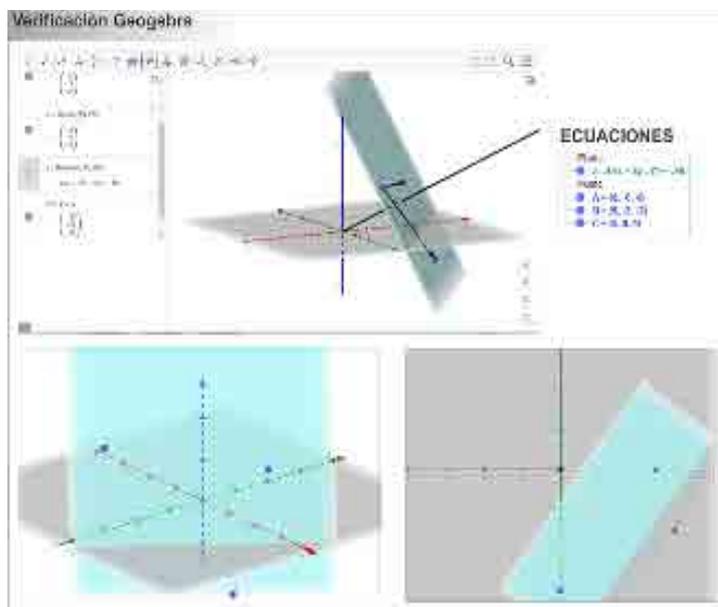


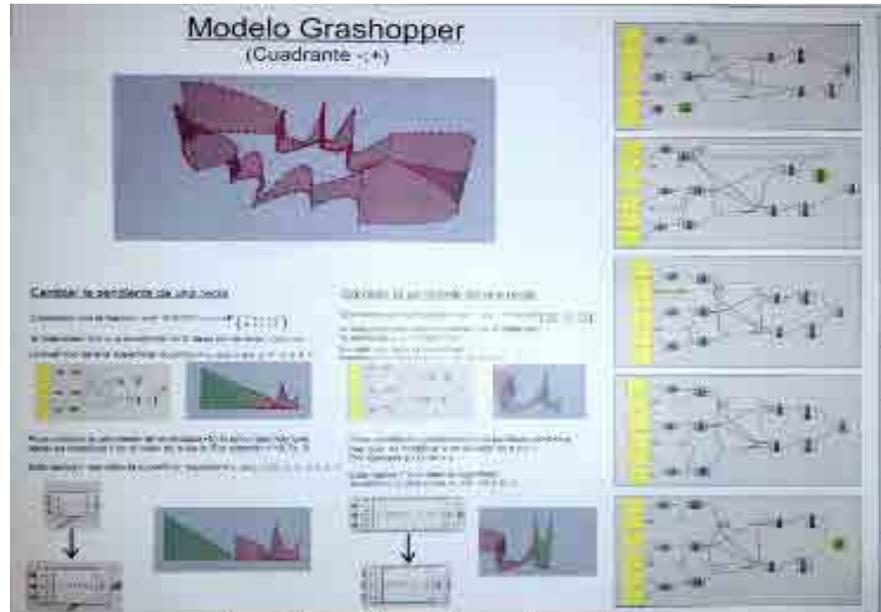
Figura 6. Captura de pantalla, aula virtual de la cátedra, demostraciones y ejercitaciones.

Para lograr los objetivos propuestos y que los estudiantes, no sólo entiendan los contenidos, sino que los aprehendan, los valoren y les sirvan de herramientas, se realizan las siguientes actividades:

- Modelización de situaciones problemáticas mediante la participación activa en talleres teórico-práctico para la introducción de nuevos conceptos, entendiendo a éste como un proceso cíclico que en cuanto su validación da origen a otras situaciones.
- Realización de maquetas o esquemas a escala, en grupos, para entender propiedades y generaciones
- Ejercitación individual en Guías de Trabajos Prácticos realizados por la cátedra, con resolución de situaciones problemáticas, variación de ejercicios, especialmente aplicados a la Arquitectura.
- Análisis de obras de Arquitectura, dadas por la cátedra en el Primer año, y en Segundo año, en grupos de 2 integrantes, donde los estudiantes deben buscar información sobre la misma, esbozar un modelo matemático que ajuste la obra y resolver cuestiones geométricas y analíticas, según las consignas de cada caso.



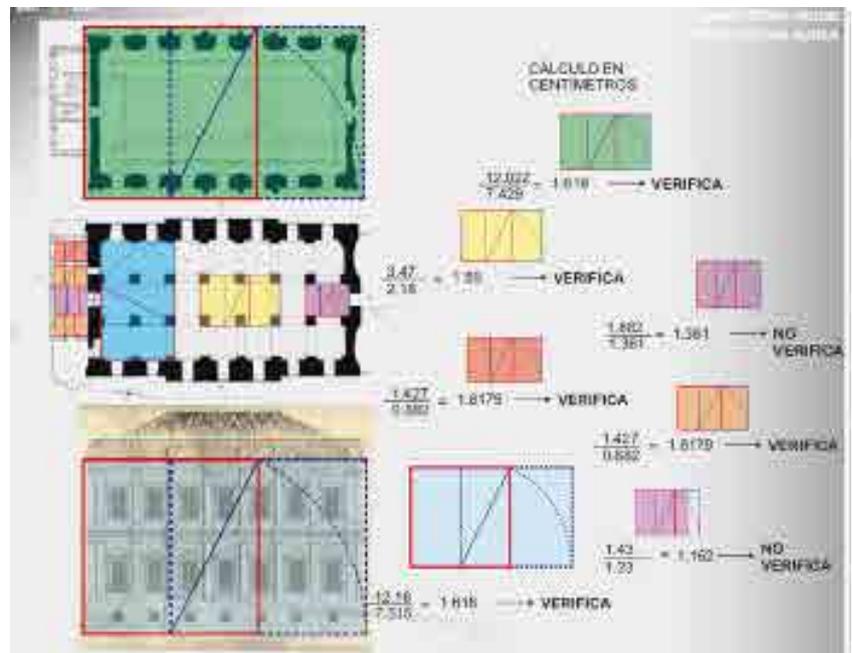
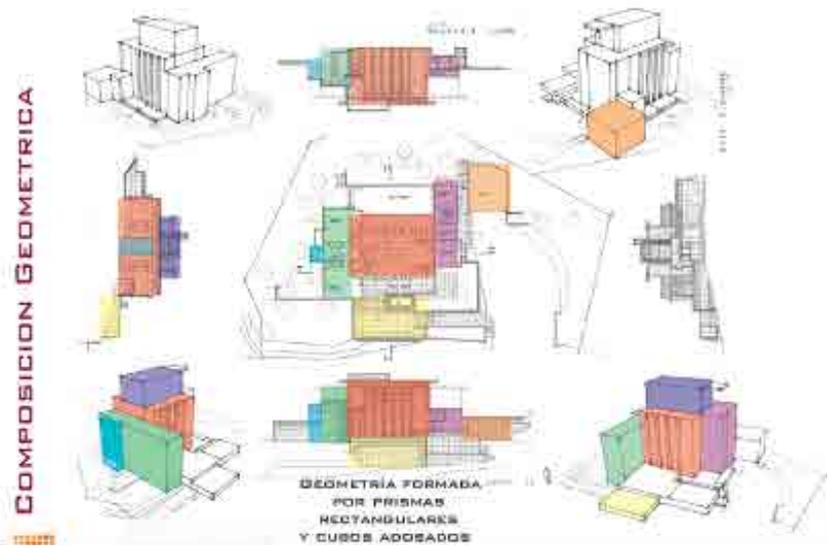




Figuras 7,8,9 y 10. Trabajos prácticos realizados en Geogebra, Sketch up y Grasshopper

En la realización de los Trabajos Prácticos, tenemos distintas modalidades, pero lo importante es que los estudiantes vean la aplicación de aquellos conceptos vistos en las obras de arquitectura.

Es así que en Primer Años, el Trabajo Final consiste en analizar en dos obras (una clásica y otra Moderna) la conformación geométrica, la presencia de razones, proporciones, escala, números irracionales, movimientos en el plano.



Figuras 11 y 12. Ejemplos de prácticos de análisis de obras clásicas y modernas.

En segundo Año, se analizan funciones, secciones cónicas, cuádricas y se realiza un rediseño según ciertas premisas dadas por la cátedra. Además se estudian Matrices y grafos aplicados al diseño y planificación de obra.



Figuras 13 y 14. Ejemplos de prácticos de análisis de obras con secciones cónicas y rediseño.

Es fundamental dar pertinencia a los contenidos y metodología de Matemática I y II, para que los estudiantes, no sólo la comprendan, sino que la apliquen en su trayecto académico y profesional.

Romper con el mito social de “matemática= dificultad” para instaurar la idea cierta de “matemática=herramienta”, facilitadora en la resolución de situaciones problemáticas en cualquiera de los ámbitos en los que se desarrolle.

Generar en el Estudiante la mirada hábil para descubrir los aspectos matemáticos en la Arquitectura y el Urbanismo y la experiencia y sabiduría para poder utilizarlos allí adonde los necesite.

La experiencia de éstos últimos años, nos confirma estas afirmaciones.

*“Es el verdadero arte del maestro despertar la alegría  
por el trabajo y el conocimiento”*

*Albert Einstein*

# 24

## Diseño paramétrico de Curvas en el plano mediante el uso de Geogebra

**Luis A. Bianchetti y Lucía Carrica** (Colaboradora)

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Argentina

### RESUMEN

En el nuevo paradigma de diseño, la morfología se aleja de la geometría euclídeana para acercarse a formas orgánicas más compatibles con la naturaleza. Esto fue posible gracias a las nuevas metodologías asociadas a técnicas informáticas donde el diseño paramétrico es una de las estrategias implementadas.

En matemática 1y 2 desarrollamos una metodología utilizando geogebra por la cual el estudiante llega a interpretar la geometría de curvas planas, que aparecen en el diseño, asociándolas a funciones y secciones cónicas generadas para la obra.

En la ponencia se mostrará la metodología utilizada a efecto que el estudiante construya su propio conocimiento

Finalmente debemos destacar que el uso de herramientas informáticas mediando conceptos matemáticos con el diseño arquitectónico, enriquece el proceso de aprendizaje y la construcción del conocimiento matemático en los estudiantes, fomentando así la creatividad y la curiosidad a partir de estos conceptos matemáticos.

**Luis A. Bianchetti**

[lbianchetti58@gmail.com](mailto:lbianchetti58@gmail.com)

**Lucía Carrica**

[lucia\\_carrica@hotmail.com](mailto:lucia_carrica@hotmail.com)

Docentes integrantes de las Cátedras de  
Matemática I – II FAUD UNMdP  
Mar del Plata, Argentina

### Cómo Surge

En el nuevo paradigma de diseño, la morfología se aleja de la geometría euclídeana para acercarse a formas orgánicas más compatibles con la naturaleza.

Los sistemas y procedimientos clásicos usados en el análisis y el diseño de obras comenzaron a ser desplazados por las tecnologías informáticas con el incremento de la complejidad en la Arquitectura.

Las nuevas metodologías asociadas a técnicas informáticas donde el diseño paramétrico es una de las estrategias implementadas, trajo aparejada la necesidad del uso de programas en el diseño arquitectónico en general y de softwares matemáticos en particular.

Durante los últimos veinticinco años surgieron nuevos softwares matemáticos y de diseño que se fueron incorporando al diseño de la arquitectura compleja.



**RhinoCeros**



*Fig. 1 Logos de softwares usados en las cátedras Matemática 1 y 2*

### Diseño paramétrico en la enseñanza de la matemática en la arquitectura

Conscientes que la enseñanza de la matemática en la carrera de Arquitectura debe estar en concordancia con este creciente uso de la informática en la arquitectura y el diseño, se incorporó el uso de softwares de diseño y matemáticos en las cátedras de Matemática 1 y 2.

Los softwares usados son: SketchUp, GeoGebra, Rhinoceros y Grasshopper.

Hubo así, profundos cambios en el modo de aplicar conceptos matemáticos en análisis de funciones matemáticas aplicadas al diseño arquitectónico y en el análisis de las obras. Anteriormente, en los ejercicios de aplicación, se indicaba a los estudiantes la estructura, medidas y dimensiones de una obra de la que se desprendían los cálculos analíticos aplicando los conceptos matemáticos del tema. En la nueva modalidad, los estudiantes analizan funciones matemáticas en el plano que luego pueden ser elevadas en el espacio con ayuda de estos softwares, para luego así aplicar conceptos analíticos y matemáticos en las curvas planas y superficies resultantes. Por otro lado, se les asigna una obra de la que deben buscar información de la estructura, medidas y dimensiones. Luego haciendo una lectura de la obra deberán encontrar curvas de secciones cónicas y funciones matemáticas, determinando las ecuaciones, variables, parámetros, ubicación y posición de ejes de referencia escalados a las dimensiones aproximadas de la obra con el auxilio de un software matemático.

En esta ponencia se mostrará el uso del Software de licencia libre Geogebra en el diseño paramétrico de curvas planas.

Siendo Geogebra una herramienta de fácil manejo, introduce al estudiante de Arquitectura al diseño asistido por computadora de un modo sencillo y amigable.

### Curvas planas en lectura de obra

Como introducción al diseño paramétrico de curvas en el plano se usan imágenes de vistas y/o plantas de obras construidas, haciendo una lectura de éstas, se encuentran curvas de secciones cónicas o de funciones algebraicas y trascendentes.

En este procedimiento, primero, se lleva a una escala adecuada los ejes de la plantilla de Geogebra, para luego superponer la imagen a analizar escalada a su tamaño real.

Seguido a esto se ubican puntos pertenecientes a la curva a analizar y a partir de éstos puntos Geogebra permite obtener una curva, funcional o de sección cónica, lo más aproximado posible a la del diseño de la obra. Pudiendo así ajustar y obtener la expresión de funciones polinómicas, logarítmicas, exponenciales o senoidales a partir de una lista de puntos,. También permite encontrar la expresión general y todos los parámetros asociados de curvas elípticas e hiperbólicas ubicando cinco puntos sobre la curva de la obra.

A partir la obtención de la ecuación de la curva, se puede analizar los parámetros que la componen y cómo estos influyen en la conformación de la curva, relacionando este procedimiento con conceptos matemáticos.

Luego las ecuaciones asociadas a curvas formarán parte de la información usada en la propuesta de rediseño de la obra, como trabajo integrador de conceptos de las asignaturas.

En la siguiente figura (Fig. 2) se muestra parte del tutorial elaborado para que los estudiantes obtengan una función polinómica a partir de un conjunto de puntos desde el plano escalado de una obra

En las siguientes figuras (fig. 3 , 4 y 5) se puede ver parte del análisis de secciones cónicas a partir de cinco puntos sobre curvas de una obra, desarrollado por los estudiantes en un trabajo práctico de Matemática 2

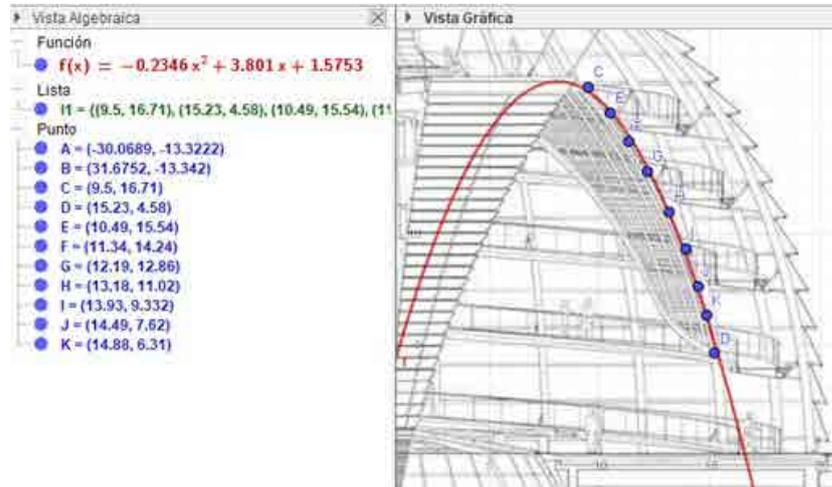


Fig. 2 Función polinómica de 2º grado obtenida a partir de una lista de puntos. Parasol cúpula Reichtag – Berlín . N. Foster

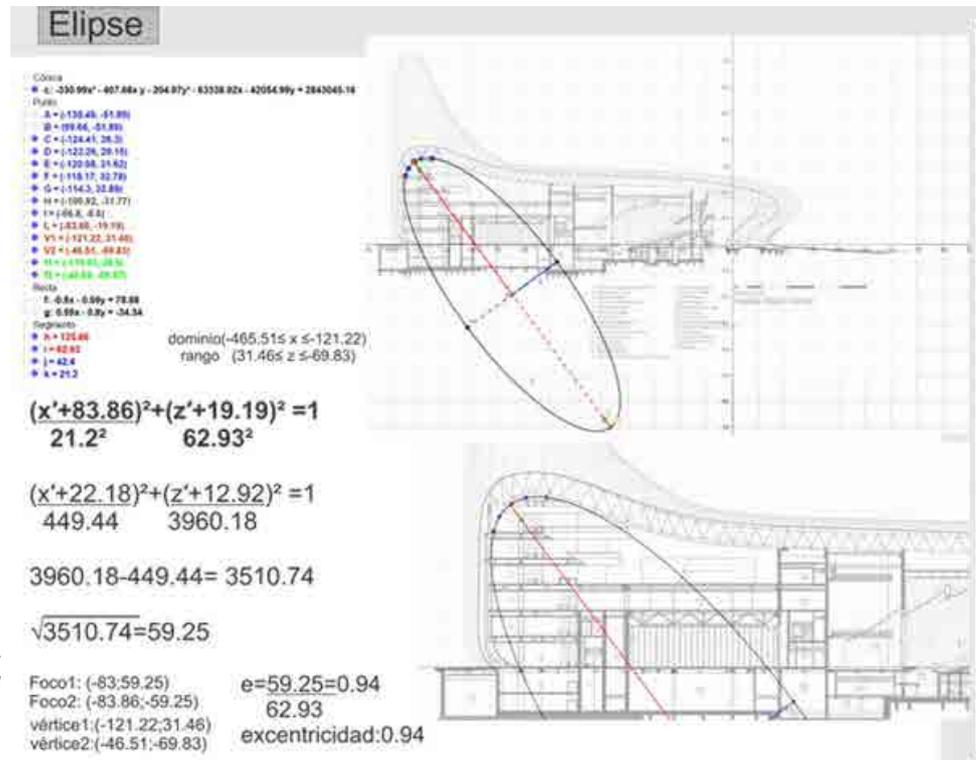


Fig. 3 Elipse obtenida a partir de cinco puntos. Determinación de sus parámetros - Centro Cultural Heydar Aliyev – Bakú, Azerbaiyán - Zaha Hadid

Fig. 4 Hipérbola y sus parámetros obtenidos a partir de cinco puntos sobre la curva – Auditorio Tenerife – Santiago Calatrava

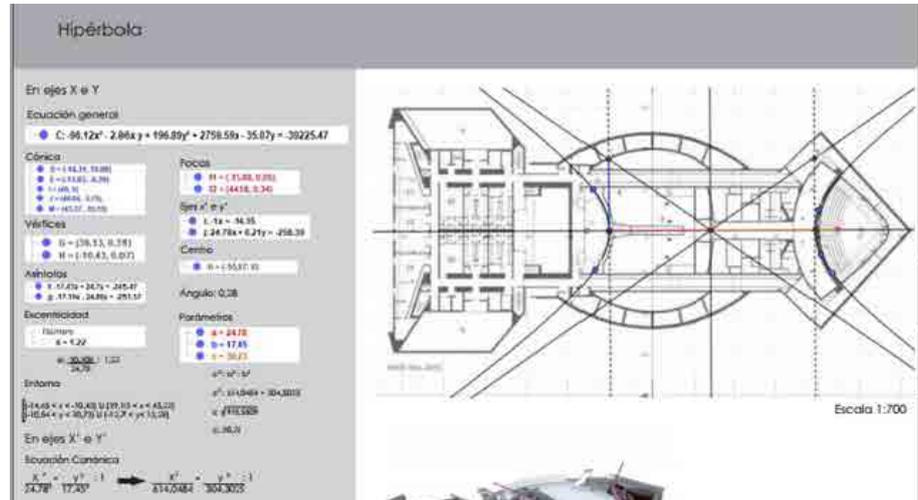
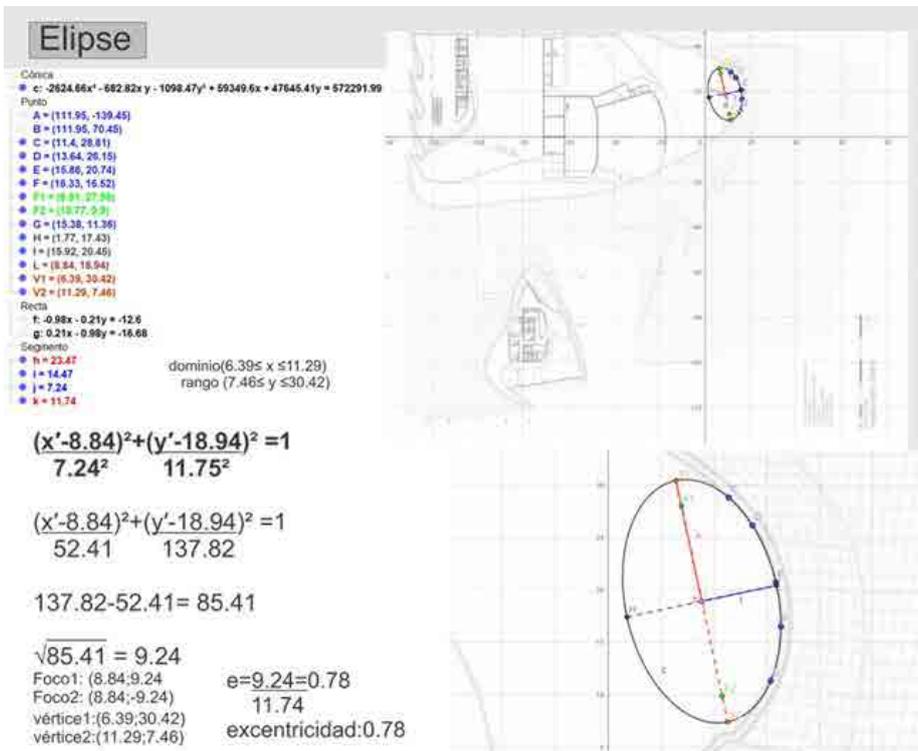


Fig. 5 Elipse obtenida a partir de cinco puntos. Determinación de sus parámetros - Centro Cultural Heydar Aliyev – Bakú, Azerbaiyán - Zaha Hadid



## CONCLUSIÓN

La tendencia en los últimos años del diseño paramétrico en la arquitectura compleja hacia geometrías no euclidianas conducen al uso de softwares matemáticos.

La sencillez en el uso de Geogebra, permite a los estudiantes iniciarse y familiarizarse con el uso de la informática en el diseño paramétrico.

Desde la experiencia en el aula, se observó un gran interés de los estudiantes motivado por el uso de este software como herramienta de lectura de obras y como facilitador en la construcción de conocimiento y conceptos matemáticos.

Destacamos, que el uso de herramientas informáticas como Geogebra mediando conceptos matemáticos con el diseño arquitectónico, enriquece el proceso de aprendizaje y la construcción del conocimiento matemático en los estudiantes, fomentando así la creatividad y la curiosidad a partir de estos conceptos matemáticos.

# 25

## Diseño paramétrico de Superficies Regladas mediante el uso de Geogebra

**Lucía Carrica y Luis A. Bianchetti**

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Argentina

### RESUMEN

El diseño arquitectónico actual utiliza la matemática, no solo como elemento de cálculo, si no como fuente de inspiración para el diseño y materialización de la obra.

El estudiante de Arquitectura necesita comprender que la materialización de la geometría es la factibilización de la obra Arquitectónica.

Ante esta necesidad, la catedra de Matemática I-II implementó una metodología didáctica empleando herramientas informáticas.

Veamos entonces el caso del Software Geogebra para la generación de superficies regladas.

En Matemática II, se nos presentan dos casos:

- 1) Obtenemos superficies regladas partiendo de graficas de funciones que actúan como directrices, mientras que la recta que la recorre será la generatriz de la superficie obtenida.

Los estudiantes traen armado de Matematica I un modelo de varias funciones en el plano (sobre los ejes X –Y). En Matematica II, levantan en el plano Z una recta generatriz que se traslada sobre las funciones directrices dibujadas previamente.

*Imágenes de trabajos prácticos realizados por los estudiantes de Matemática II, donde se aprecian las superficies regladas generadas a partir de funciones directrices.*

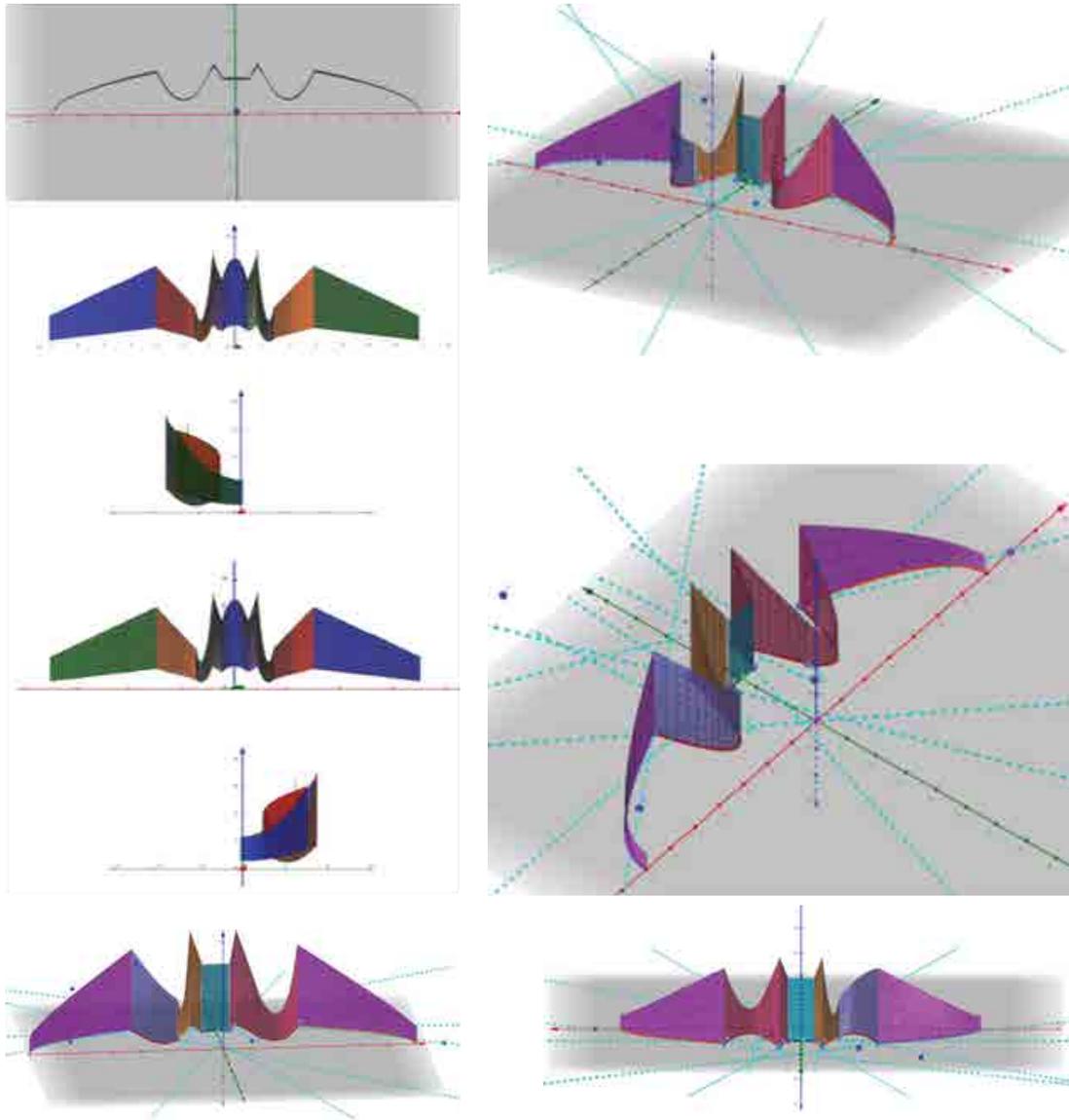
**Lucía Carrica**

[lucia\\_carrica@hotmail.com](mailto:lucia_carrica@hotmail.com)

**Luis A. Bianchetti**

[lbianchetti58@gmail.com](mailto:lbianchetti58@gmail.com)

Docentes integrantes de las Cátedras de Matemática I – II Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Mar del Plata.



*Imágenes de trabajos prácticos realizados por los estudiantes de Matemática II, donde se aprecian las superficies regladas generadas a partir de funciones directrices.*

- 2) Entendemos la cuadrada como superficie reglada a partir de una cónica que actúa como generatriz.

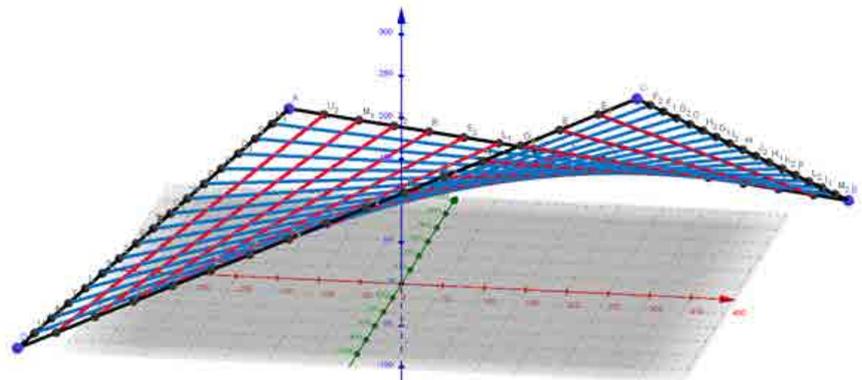
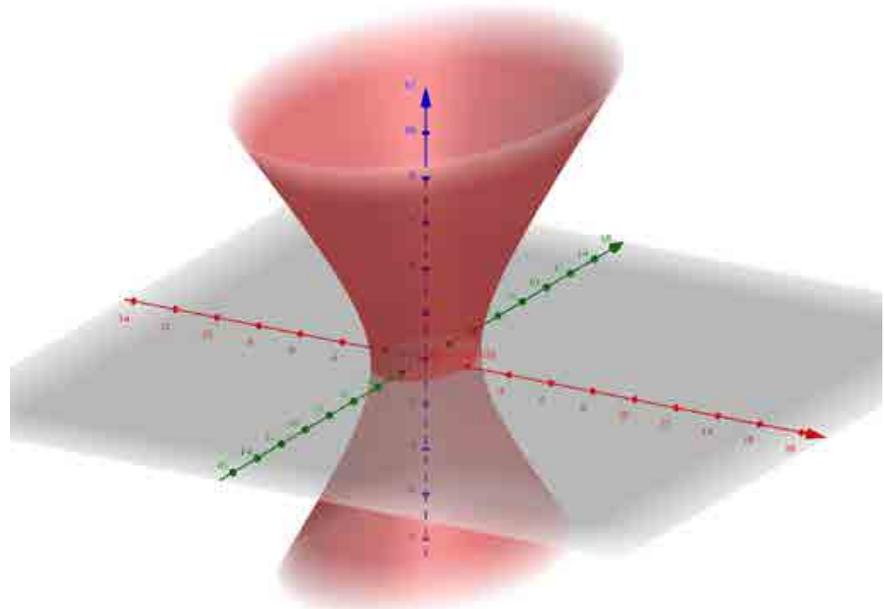
Los estudiantes analizan las secciones cónicas que encuentran en determinadas obras que la cátedra selecciona para este fin, identifican su ecuación y toda la información, partiendo de la colocación de ejes coordenados.

A partir de esas cónicas, analizan las posibles cuadradas. Y se presenta el caso de obras en las que aparecen cuadradas construidas como superficies regladas.



*Imágenes de algunas de las obras que se les presentan a los estudiantes para analizar. En la primer foto se observa el Oceanario de Valencia, de Santiago Calatrava, mientras que la segunda, corresponde a la Torre de Observación en Varberg, Suecia, de White Arkitekter.*

*Imágenes de algunas de las obras que se les presentan a los estudiantes para analizar. En la primer foto se observa el Oceanario de Valencia, de Santiago Calatrava, mientras que la segunda, corresponde a la Torre de Observación en Varberg, Suecia, de White Arkitekter.*



*Imágenes que muestran el armado de superficies regladas en Geogebra. Hiperboloide de una hoja y Paraboloides Hiperbolico.*

Una vez identificadas las principales cuádricas de la obra, los estudiantes construyen en Geogebra dicha cuádrica, analizando su ecuación y trazas en los tres planos ( $x - y - z$ ). En el caso del hiperboloide de una hoja y el paraboloides hiperbólico, se construye en Geogebra como superficie reglada.

La importancia de esta metodología consiste en permitir asimilar directamente los conocimientos geométricos y matemáticos a la generación de superficies curvas utilizando rectas.

La idea es poder ver la superficie cuádrica como superficie reglada, como el esqueleto de la obra. Para entender de esta forma, como se materializa la obra de arquitectura en la realidad. Por ejemplo, como se trabaja con los encofrados de hormigón en obras de este tipo.

Para concluir con el aprendizaje del tema, los estudiantes realizan un rediseño, es decir, modifican el diseño original de la obra libremente, utilizando otras superficies cuádricas y realizando un breve análisis matemático de esta nueva obra creada por ellos.

## CONCLUSIÓN

Luego de haber realizado estos trabajos en la cátedra, notamos como la construcción del conocimiento matemático mediado por el uso de un software matemático aplicado en el diseño arquitectónico, motiva a los estudiantes a incorporar conceptos matemáticos partiendo de la creatividad.

Los estudiantes asimilan los conceptos matemáticos como parte importante del diseño a la hora de proyectar, ya que los ven plasmados en las obras que se analizan en la cátedra. A su vez, entienden la importancia de la matemática en la factibilización de la obra arquitectónica, aprendiendo a construir superficies regladas mediante rectas, ya sea desde funciones directrices o como superficies cuádricas.

El software Geogebra facilita el análisis matemático de obra, haciendo que los estudiantes puedan afianzar conocimientos de manera práctica y aplicándolos de lleno a la obra arquitectónica. Esto se traduce en una mayor motivación y participación de los estudiantes en la materia.

# 26

## Compatibilidades entre el software matemático y el software de diseño

**Nicolás Hernán Oteiza y Esteban Gentile**

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Argentina

### RESUMEN

A partir de la generación de geometrías utilizando un software matemático (geogebra) procedemos a volcar los datos obtenidos en un software de diseño arquitectónico (rhino- grasshopper) con el fin de generar superficies mediante funciones matemáticas.

Desde que los estudiantes comienzan a transitar la carrera de arquitectura, la cátedra de matemática busca orientar su formación hacia las nuevas tendencias de diseño.

Con el objetivo de acercarlos al nuevo paradigma se introduce el concepto de diseño paramétrico asistido con software especializado: Geogebra, Rhinoceros y su plug-in Grasshopper, que permite introducir una serie de parámetros.

La metodología de trabajo para introducir al estudiante en el diseño paramétrico consiste en analizar las formas geométricas mediante Geogebra y luego introducirlas en Grasshopper para obtener superficies en el espacio.

Migrando de Geogebra nos introducimos en Grasshopper, plug inn de Rhinoceros; Los estudiantes cargan las funciones obtenidas mediante Geogebra. A modo de ejemplo nos basaremos en el logo de Batman.

En primera instancia restringimos la función de cada tramo a su respectivo dominio tanto en X como su codominio sobre Y. De esta manera determinamos los intervalos de variabilidad en ambos ejes.

**Nicolás Hernán Oteiza**

[arquitectonicoteiza@gmail.com](mailto:arquitectonicoteiza@gmail.com)

**Esteban Gentile**

[Gentile.esteban@gmail.com](mailto:Gentile.esteban@gmail.com)

Matemática I-II de Arquitectura. Arq. Susana Toscano. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Mar del Plata.

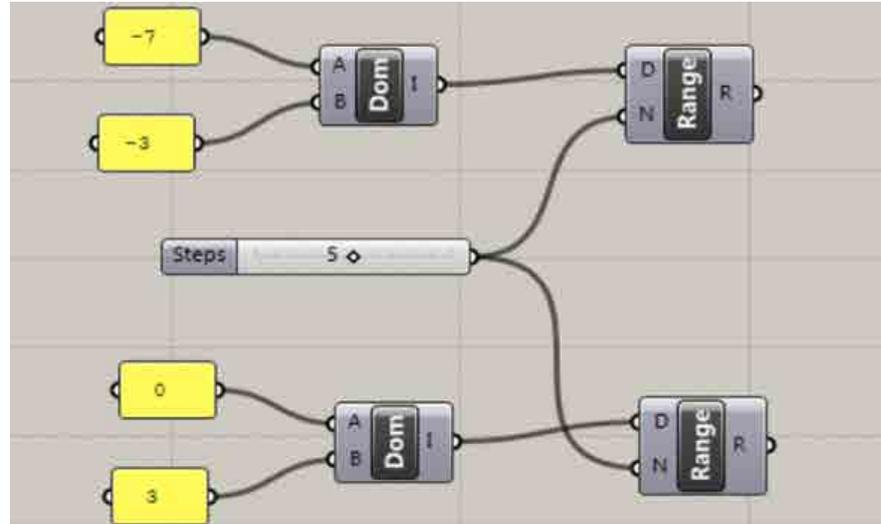


Fig. 1 Dominio y codominio

Dividimos la gráfica de la función en tramos tales que permitan la aproximación a la gráfica obtenida mediante Geogebra.

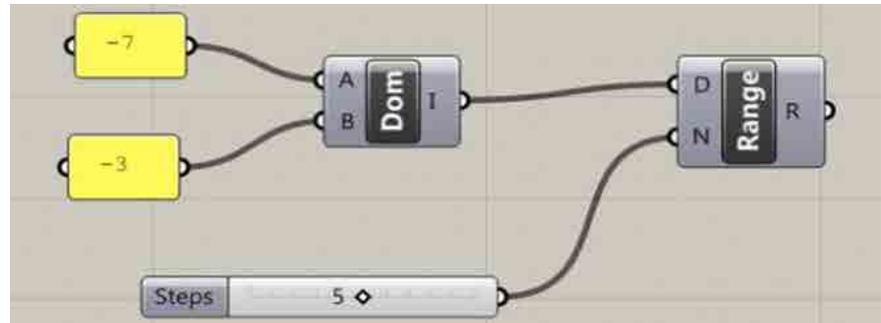


Fig. 2 División en tramos

De esta manera el estudiante podrá apreciar cómo la modificación de los parámetros incorporados modifica la planta.

Basados en los conceptos de tridimensionalidad se pasa a extruir las funciones de la planta en el espacio. De este modo, el estudiante construye un plano que remata con un plano paralelo al XY. A su vez, mediante la variación de los parámetros, observan cómo lograr distintas alturas.

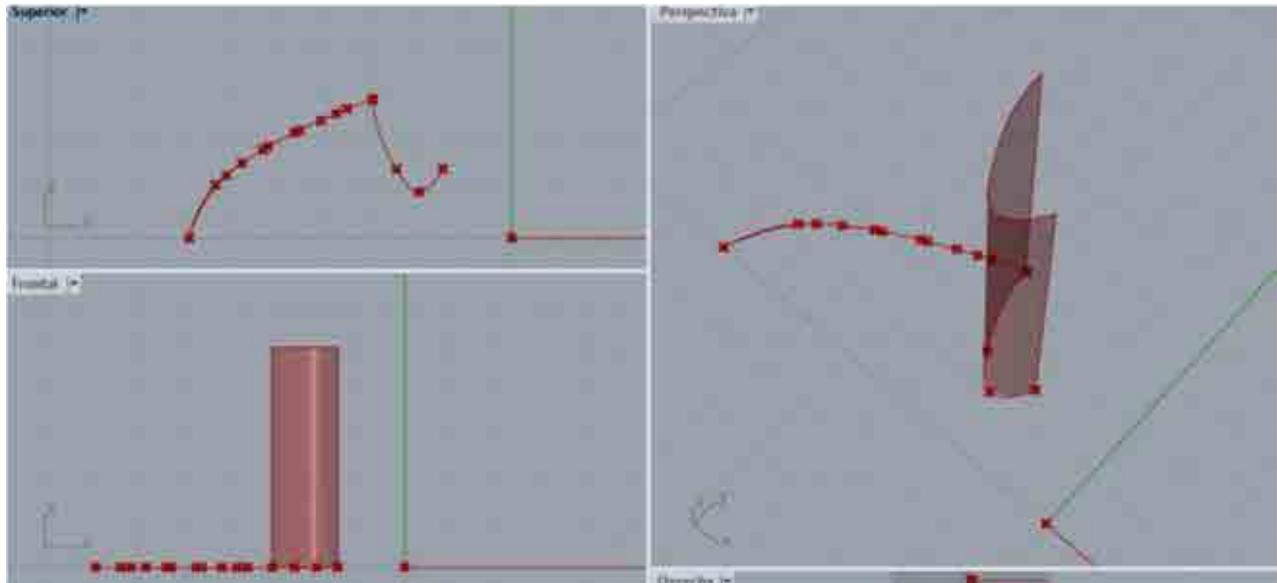


Fig. 3 Plano con remate paralelo al plano XY

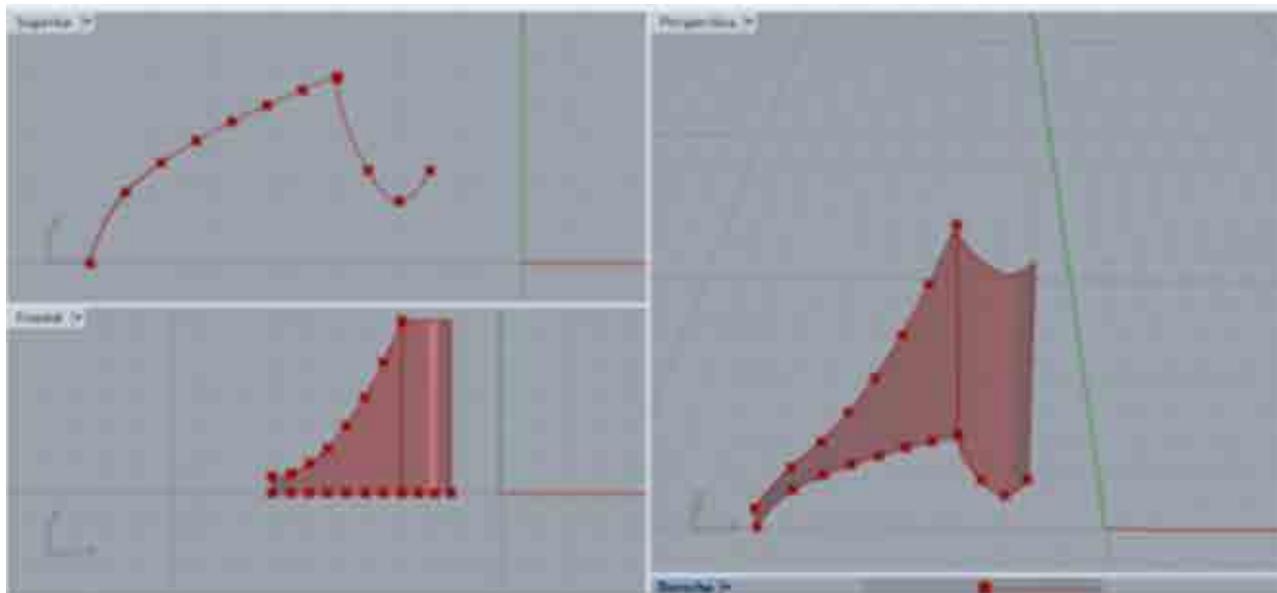


Fig. 4 Distintas pendientes y curvas en Z

Universidad Nacional De Mar del Plata 	<b>MATEMATICA II</b> <b>CATEDRA TOSCANO</b>				Facultad de <sup>II</sup> Ingeniería Arquitectura Urbanismo y Diseño
	TP 1: Construcción Batman en 3D				

**Grupo:**.....

**Ayudante:**.....

**Integrantes:**..... y .....

**Presentaciones**

Programa	SN	N <sup>+</sup>	N	N'	BN	Observaciones
Skechup						
Rhino-Grasshopper						
Geogebra						

**Intervalos de variabilidad**

		SN	N <sup>+</sup>	N	N'	BN	Observaciones
X	Rhino						
	Geogebra						
Y	Rhino						
	Geogebra						
Z	Rhino						
	Geogebra						

**Funciones superiores**

		SN	N <sup>+</sup>	N	N'	BN	Observaciones
	Rhino - Grasshopper						
Geogebra	Recta						
	Parábola						

**Calificación:**.....

Fig. 5 Planilla de corrección



En una segunda etapa, los estudiantes, mediante funciones lineales y polinómicas provocan el cerramiento superior de las superficies obtenidas. Así comprenden que la matemática es una variable más del proceso de diseño, que permite obtener distintas formas en altura. Estas funciones ya no sólo rematan en un plano paralelo al eje XY, sino que también incorporan distintas pendientes y formas curvas en el eje Z.

Se crean familias de entes geométricos, que les dan la posibilidad de entender las variabilidades analíticas en correspondencia con las variabilidades geométricas, abriendo un abanico de posibilidades de diseño. La variación de los parámetros de las funciones modifican la altura en el eje Z.

Con los conceptos adquiridos en este primer trabajo, el estudiante tendrá los fundamentos para poder desarrollar el paso siguiente en el aprendizaje del diseño paramétrico. Éste consiste en parametrizar y rediseñar mediante la alteración de parámetros una obra construida bajo el paramétrismo.

La evaluación del trabajo se realiza por parte de los docentes de la cátedra considerando los aspectos establecidos en la *Planilla de corrección*.

Desde que se implementó esta metodología, se ha podido trazar la siguiente matriz:

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena aceptación por parte de los docentes y de los estudiantes.</li> <li>- Los estudiantes se muestran más motivados al ver la aplicación de la matemática en la arquitectura.</li> <li>- Esta metodología incentiva a que los estudiantes aprendan nuevas herramientas informáticas aplicadas a la arquitectura.</li> <li>- El estudiante tendrá los fundamentos para poder desarrollar el paso siguiente en el aprendizaje del diseño paramétrico.</li> <li>- El estudiante se introduce en la metodología de trabajo del profesional actual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los estudiantes tienen la oportunidad de aplicar las herramientas informáticas y la matemática a su proceso de diseño.</li> <li>- Los docentes incorporaron nuevas metodologías de enseñanza de la matemática aplicada a la arquitectura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si bien es parte de la profesión, el tiempo que insume la preparación de las láminas es mayor al que incurrieren en resolución de ejercicios.</li> <li>- En el primer año de implementación, la transición entre el modelo anterior y la nueva metodología para los docentes se dio durante la ejecución del mismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al existir en el ciclo más materias del área tecnológica, las entregas pueden verse solapadas con otras entre sí.</li> </ul>

Observando el resultado de la matriz FODA, podemos concluir que la nueva metodología fue muy positiva en estos dos años de implementación.

### BIBLIOGRAFÍA

- Toscano, S. (2017) Propuesta pedagógica profesora titular. FAUD UNMDP. Mar del Plata, BsAs.
- Toscano, S. (2016) Correspondencia Entre Los Modelos Científicos del Siglo XX. 10 EMAT. FAUD UNC. Córdoba.
- Jenks, C. (1981) El lenguaje de la Arquitectura Posmoderna. Editorial Gustavo Gili. Barcelona.
- Fraile, M. (2011-2014) Morfogénesis Digital. La Creación de un Paradigma Sostenible. Proyecto UBACyT (056) Teoría de la Arquitectura en la Contemporaneidad. Buenos Aires.
- Fraile, M. (2011-2014) El Nuevo Paradigma Contemporáneo. Del Diseño Paramétrico a La Morfogénesis Digital. Proyecto UBACyT (056) Teoría de la Arquitectura en la Contemporaneidad. Buenos Aires.

# 27

## La tecnología como herramienta para construir nuevos espacios de aprendizaje

**Manuela Fuertes**

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Argentina

### RESUMEN

Los avances tecnológicos y en particular de las Tecnologías del aprendizaje y la Comunicación son un valioso recurso capaz de contribuir a la Educación. Como respuesta a las necesidades actuales de la sociedad, un objetivo de las universidades es la virtualización de sus procesos sustantivos. La virtualización de la formación contribuye a una mejora en los contenidos, la forma de construcción del aprendizaje y la comunicación entre los actores del proceso educativo. Posibilita la reducción en el tiempo de formación innovando en los procesos de formación presencial y virtual desde un aprendizaje autónomo, activo y colaborativo de los estudiantes mediados por los profesores.

La Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, propone una innovación constante y una adecuación de contenidos frente a los cambios que plantean las nuevas tecnologías y las nuevas generaciones estudiantiles. La cátedra Matemática I-II, es un espacio de trabajo joven liderado por la Prof. Arq. Susana Toscano. Con su propuesta, se han modificado contenidos y estrategias didácticas, dejando atrás una asignatura de prácticas clásicas y secuenciales. Es una asignatura con prácticas diarias que, incluyendo tecnologías como herramienta para la enseñanza, se destacan por lo que generan los sujetos intervinientes en el acto pedagógico. Por medio de las tecnologías se busca romper con los límites físicos y temporales, para generar entre otras cosas, motivación, pensamiento crítico, flexibilización de la formación, permitiendo acomodar el proceso formativo a las necesidades educativas de los estudiantes.

La propuesta concibe la enseñanza en tiempo PRESENTE. Planteada desde el presente de la sociedad, de la disciplina, de la institución, y del grupo específico que conformamos como cátedra, generando un espacio de transformación que contribuye a la formación integral de nuestros estudiantes. Introducción

**Manuela Fuertes**

[mmfuertes@hotmail.com](mailto:mmfuertes@hotmail.com)

Auxiliar Docente - Matemática 1-2 de  
Arquitectura. Cátedra Susana Toscano.  
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y  
Diseño. Universidad Nacional de Mar  
del Plata.

## INTRODUCCIÓN

La Universidad Pública tiene como fin formar futuros profesionales, garantizando una visión de conjunto clara y actualizada de los conocimientos que definen cada disciplina. Asimismo, ésta tiene la responsabilidad, como institución pública, que la formación esté al alcance de todo individuo que desee obtenerla. De este modo la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, de la Universidad Nacional de Mar del Plata (de aquí en adelante nos referiremos a esta como FAUD), prevé la formación actualizada y en permanente revisión, para los futuros profesionales.

El ingreso a la educación superior confronta al estudiante con una nueva realidad, que las instituciones deben ayudar a comprender y superar. La adaptación de los jóvenes al universo de la educación superior es un factor que debe ser tenido en cuenta para promover su permanencia en el mismo, ya que este momento representa en la vida de los estudiantes una serie de cambios radicales, los cuales involucran desde la adaptación y comprensión de nuevos modelos pedagógicos hasta factores relacionados con la libertad y autonomía que se adquieren, tanto por la edad como por los compromisos asumidos al concluir la formación media.

Dicha articulación es tan importante como una aproximación a la dimensión afectiva, social, cultural e intelectual del estudiante. Sólo abordando de una manera integral al estudiante será posible lograr su integración armónica a la vida universitaria y se le contribuirá a que concluya de manera satisfactoria sus estudios.

El presente trabajo fue desarrollado por la autora, en el contexto de su tarea como Auxiliar Docente del Taller de Matemática I-II de la FAUD, y como parte de su formación como docente investigadora en el grupo: “Diseño y comunicación”, con el apoyo la DI Marianela Amado, codirectora del proyecto de investigación en curso, guiando tareas de escritura académica.

El taller de Matemática de la FAUD, conformó durante dos décadas, entre 1990 y 2010, un estilo de enseñanza que mantuvo modelos tradicionales. Se proponían clases teóricas, seguidas de las clases prácticas que comprendían la resolución de ejercicios, lo cual se traduce en un aprendizaje memorístico y repetitivo. Generaba resultados aceptables, pero los conocimientos generados eran, reproducciones del modelo planteado por el docente, y no estaban directamente vinculados y aplicados a la carrera de Arquitectura.

Recientemente, la FAUD ha consolidado los espacios de trabajo de las diferentes cátedras que conforman la institución, completando los cargos vacantes mediante Concursos de Oposición y Antecedentes. Es en 2016 que se realiza el Concurso

para cubrir el cargo de Profesor Titular en Matemática I-II de Arquitectura.

A cargo de la Profesora Arquitecta Susana Toscano, se implementa una nueva propuesta con contenidos modificados, y metodologías de trabajo nuevas e innovadoras. En esta propuesta se privilegia la APLICACIÓN de los conceptos Matemáticos en la ARQUITECTURA entendiendo a la matemática como una herramienta, considerando que es necesario profundizar, y aunar la ciencia “dura”, con la arquitectura, para y desde el proyecto, y vincularla con el área tecnológica y la comunicación visual.

### METODOLOGÍA

El aprendizaje es un acto de permanente cuestionamiento. En la enseñanza de las disciplinas proyectuales a diferencia de otras modalidades de enseñanza, el taller es el dispositivo pedagógico por excelencia. Los talleres se presentan como contextos propicios para la resolución de problemas. No son contenedores neutros, ni espacios creados situacionalmente, sino sistemas que integran sujetos, instrumentos, relaciones e intercambios.

La dinámica del taller consiste en una interacción entre sujetos donde se produce la enseñanza y el aprendizaje de un saber, mediante la comunicación, la colaboración y la cooperación entre docentes y estudiantes. El equipo docente, pone a disposición condiciones didáctico-pedagógicas que invitan a que el estudiante consulte individual y colectivamente acerca de su producción y genere y desarrolle su potencial propositivo y creativo.

La manera particular de aprender es haciendo y el modo de enseñar nuestra disciplina, es entonces, como dice Amado (2019) recordando la obra de Shön, haciendo hacer aquello que aún no se sabe hacer [1]. Para que esto suceda el docente debe generar un espacio de confianza y motivación hacia el estudiante. El docente acompaña, estimula, orienta, pregunta, interpreta, profundiza, genera reflexiones, abre posibilidades, enuncia, expone, sintetiza. Es importante que fomente la autonomía, responsabilidad y potencie el uso del diálogo con el objetivo de ampliar el aprendizaje y la comprensión de las diferentes temáticas disciplinares. El estudiante debe interesarse activamente en los procesos y tareas que se desarrollen en el taller, debe aprender a autogestionar su aprendizaje, reflexionar, sociabilizar la información y aprender a construir con un otro, herramienta indispensable para lograr un avance seguro en la carrera.

Las Tecnologías de Aprendizaje y la Comunicación abren un inmenso abanico de posibilidades para innovar en las metodologías usadas en el taller, permitiendo

ofrecer a los estudiantes nuevos sistemas de aprendizaje, de adquisición de conocimientos, de desarrollo del proceso metacognitivo, de autoaprendizaje. Cuando uno realiza la acción de innovar, de presentar algo diferente, de variar, la mayoría de veces viene acompañado de una reacción de curiosidad, de deseo de conocer, en definitiva, despierta la motivación.

En este sentido, el taller de Matemática I y II, logra prácticas memorables [2], las cuales provocan y estimulan el deseo de indagación, alejándose de secuencias didácticas clásicas, lineales y progresivas, las cuales generan en pocos casos, las transformaciones esperadas en las personas intervinientes en el acto educativo. Esto propone un marco de abordaje de las prácticas de enseñanza que, incluyendo tecnologías, se destacan por lo que crean en el taller, transformando a los sujetos, tanto a los docentes como a los estudiantes.

En la práctica diaria, llevamos a cabo multiplicidad de estrategias didácticas mediados por la tecnología, la cual juega un papel central. Los nuevos entornos tecnológicos aparecen entramando los modos en los que el conocimiento se construye, pero también aquellos a través de los cuales se difunde. La tecnología crea oportunidades de actualización inéditas también para el pensamiento disciplinado. Nos permite acceder a las investigaciones recientemente publicadas, realizar intercambios con especialistas de las diferentes áreas, conocer las reflexiones que muchos de ellos dan a conocer.

El uso de la conectividad, en donde “rompemos” los límites del taller, realizando intercambios, anuncios, contestando consultas, otros. Además, se promueve el uso de programas de dibujo paramétrico, softwares matemáticos interactivos, graficadores vectoriales, programas de dibujo 3D, que permiten y favorecen el ensayo, la exploración y la indagación constante.

Trabajamos con medios gráficos tradicionales y medios digitales. No se suplantán entre sí, ambos se complementan. Los medios digitales permiten validar más rápidamente algunos aspectos de las propuestas y permiten comprobaciones más rápidas que por los medios tradicionales. Además, permiten gran cantidad de experimentaciones y de agilizar el proceso de plasmación de diferentes ideas, confrontación de alternativas, realización de críticas y posterior reformulación.

La propuesta utiliza las redes sociales para la interacción entre los estudiantes, así como la interacción entre estudiantes y docentes. Es un medio de comunicación más, que permite compartir documentos de trabajo, apuntes teóricos, instrumentos visuales, bibliografía, otros. En este sentido, también favorece a las comunicaciones de último momento o recordatorios. Actualmente, se utiliza la red social Instagram, la cual se complementa con el aula virtual de la cátedra.



Figura 1: Instagram - perfil de la materia



Figura 2: Instagram - publicación

Las figuras presentadas previamente indican posibles visualizaciones del Instagram de la asignatura Matemática I. La Figura 1 indica la visualización del perfil de la materia, la búsqueda prevé: nombre de la asignatura y nivel de referencia, apellido del titular e institución académica, en nuestro caso matemática 1 – toscano – FAUD (Facultad de arquitectura, Urbanismo y Diseño). Asimismo, en este espacio y a principio de año, se disponen los links para realizar la inscripción a la materia (cuestionario de Google Drive) para un control interno. Una vez superada esta instancia, este espacio se utiliza para exponer el link de acceso directo a la página principal del Aula Virtual.

Cada vez que hay un anuncio destacado, se postea una publicación con el anuncio de cómo se organizará el taller en la fecha correspondiente, como se observa en Figura 2. Se utiliza como medio para notificar a los estudiantes: los materiales necesarios para trabajar en clase, el lugar de encuentro, el horario, lugar donde se realizará la clase teórica y a cargo de que profesor estará dicha clase, entre otros.

Esto indica la relevancia del uso de Instagram porque permite el manejo de una gran cantidad de estudiantes, teniendo la posibilidad de tener anuncios anticipados a la clase. Permite mayor organización y coordinación en ambas asignaturas.

Como fue enunciado previamente, el Taller Vertical de Matemática, prevé el uso de un Entorno virtual de Aprendizaje (Aula Virtual) como soporte complementario de las actividades realizadas en clase. El entorno crea un espacio de encuentro e interacción entre docentes y estudiantes. Brinda una serie de herramientas integradas, a través de las cuales los docentes implementan actividades de enseñanza buscando promover la construcción de aprendizajes apelando a la actividad individual y colaborativa de los estudiantes.

La Figura 3 muestra la página principal del Aula Virtual. Encolumnadas a la izquierda, las diferentes secciones que ofrece el aula. Permiten configurar y diseñar el espacio virtual según la estrategia didáctica planteada.

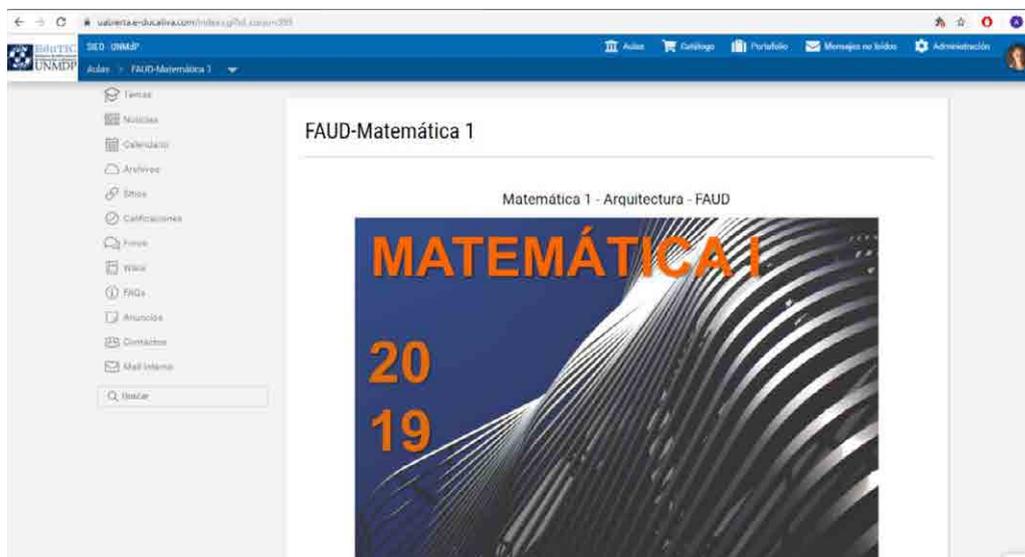


Figura 3. Aula virtual -pantalla de inicio-

Resulta interesante la utilización de este entorno, ya que permite atender problemas de masividad, aprovechar las herramientas de comunicación para fortalecer intercambios con los estudiantes, ofrecer instancias de recuperación para estudiantes con dificultades de asistencia a la clase presencial, facilitar acceso a materiales, ofrecer materiales ampliatorios, ampliar el tradicional concepto de aula, diversificar el formato/modo de presentación, confeccionar instrumentos para promover actividades de autoevaluación, transitar el cambio de pensar la tecnología en términos de TIC para considerarlas en términos de TAC. (Tecnologías de Aprendizaje y Comunicación).

### DESARROLLO

La estructura del Taller Vertical, entonces, está compuesta por las actividades planificadas en la presencialidad y el complemento en la virtualidad. Como expone Garbesi (2019) en el trabajo presentado en este congreso [3], durante el tiempo de trabajo en taller, se proponen correcciones grupales y dinámicas, con trabajo colaborativo que permite y promueve la reflexión y la crítica constante, tal como muestra la Figura 4.



Figura 4. Trabajo en los talleres

Esto genera un estado de motivación constante e irremplazable. Es por eso, que el espacio virtual propuesto por la cátedra, como enunciamos anteriormente, tiene que ver con un espacio de complemento a la presencialidad, que genera intercambio, comunicación y trabajo colaborativo, entre otros, sin restricciones espaciales ni temporales. En este entorno se organizan y se disponen los contenidos, de manera ordenada y secuenciada con la instancia del taller.

Se propone un desarrollo en Temas, diferenciando cada unidad de trabajo. Dentro de cada unidad, se despliegan los contenidos necesarios para cada instancia. Se incluye material dado en clase, así como material complementario, tal como muestra la Figura 5 en la página siguiente.

La utilización de esta herramienta virtual presenta algunas ventajas para el trabajo docente. Permite un preciso seguimiento del proceso de los estudiantes en este entorno. Sobre la derecha de la Figura 5, se pueden observar los informes parciales, de cuantos estudiantes visualizaron cada uno de los materiales dispuestos en las unidades. De ser necesario, este seguimiento estadístico, puede ser más preciso, e individualizar y personalizar la información recabada.

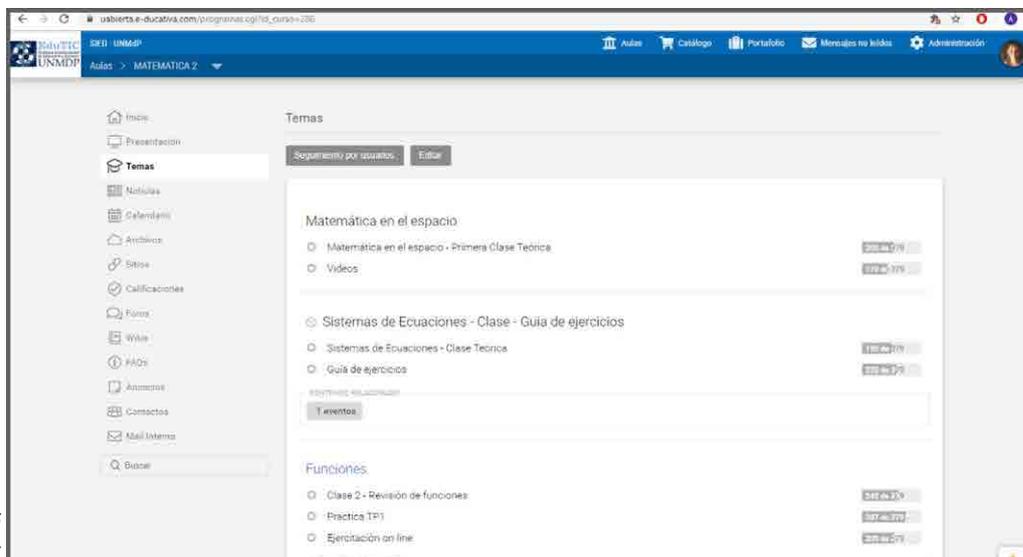


Figura 5. Aula virtual -temas desarrollados-

Se pone a disposición el material visual desarrollado en las clases teóricas, Guías de Ejercicios y las consignas de los Trabajos Prácticos propuestos. Con respecto al material adicional, se incluyen materiales de lectura digital, así como material audiovisual complementarios y ampliatorios de lo visto en clase.

La Figura 6, muestra como ejemplo, dos tipos de materiales digitales dispuestos en el entorno. Archivos PDF, que pueden ser visualizados directamente sin la necesidad de su descarga. Asimismo, se pueden incrustar materiales audiovisuales, gifs animados, gráficos interactivos e infografías, entre otros.

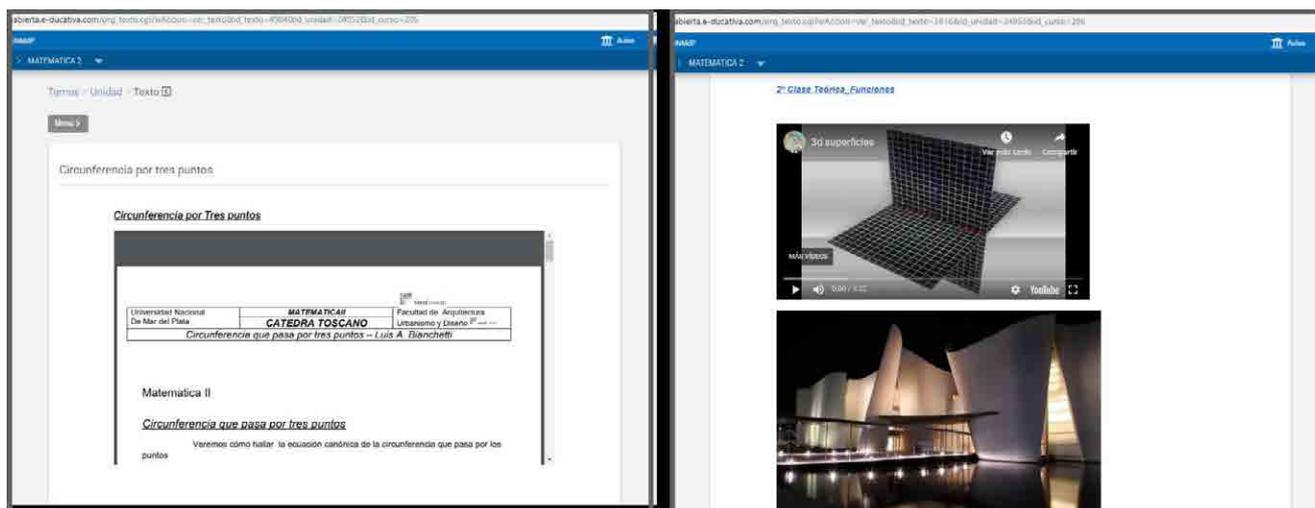


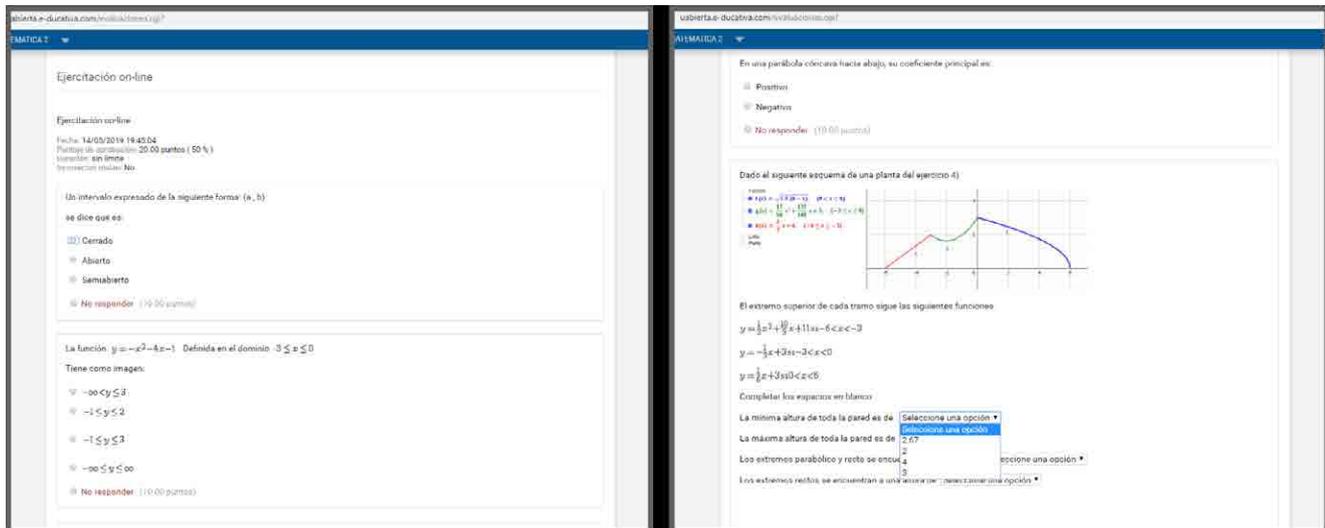
Figura 6. Aula virtual -material digital-

La variación de los tipos de materiales dispuestos en el entorno, tiene que ver con dinamizar, con cambiar las enseñanzas tradicionales para sorprender al estudiante, motivando y estimulando la búsqueda de diversas formas de aprender, por parte del estudiante, y nuevas formas de enseñar por parte del docente.

Asimismo, el entorno permite el diseño y resolución de ejercitación en línea. Este tipo de ejercitación, sirve para sumar experiencias de resolución sencilla. Estas tienen como objetivo, reforzar conocimientos adquiridos en la clase, así como, favorecer y proveer de más ejercitación a los estudiantes que la necesiten, en pos de fortalecer y afianzar su confianza en la resolución de las diferentes problemáticas y ejercitaciones planteadas.

Para la explicación de las posibilidades que brinda el aula en este tipo de ejercitaciones, se va a hacer referencia a una estructura de trabajo, dividida en tres momentos que organizan la tarea virtual. El primero y el último se corresponden con la parte de la tarea docente, y el momento de desarrollo, que se corresponde con la tardea del estudiante.

En un momento anticipatorio, las actividades son planificadas y estructuradas en el tiempo. Como muestra la Figura 7, las actividades pueden ser diseñadas de diferentes maneras según su objetivo y tipo de respuesta: con respuesta del tipo de elección múltiple (multiple choice), por medio de desplegables o de respuestas abiertas y cortas, para mayor desarrollo o una mayor profundización. Las respuestas correctas son cargadas previamente por los docentes al momento de configurar la ejercitación.



The image displays two side-by-side screenshots of a virtual classroom interface. The left screenshot, titled 'MATEMÁTICA 1', shows an 'Ejercitación on-line' with a question about intervals and a function. The right screenshot, titled 'ALGEBRA 2', shows a question about a concave parabola and a graph of a piecewise function.

Figura 6. Aula virtual -tipo de ejercicios-

En el momento de desarrollo de la actividad, luego de realizar las reflexiones de lo pedido en los diferentes ejercicios, el estudiante debe completar la respuesta que considere correcta. La modalidad de resolución de las actividades es individual. Si bien las ejercitaciones no tienen restricciones temporales para ser resueltas, el docente recomienda el momento a ser realizadas.

La evaluación de este tipo de actividades, es automática. El estudiante envía la actividad resuelta e inmediatamente se realiza la devolución automática de las respuestas correctas e incorrectas. En caso que queden dudas de los errores realizados en instancias virtuales, pueden ser consultadas por medio de correo interno, por la misma vía virtual, o bien presencializar la problemática y realizar las consultas la clase siguiente.

Llegando al momento final, los docentes deben registrar el resultado obtenido por cada uno de los estudiantes. Estas etapas no son eliminatorias ni obligatorias, ya que completan una instancia de aprendizaje y profundización más, para todo aquel que la requiera y/o necesite. La participación es

voluntaria, responsable y su realización será ponderada positivamente como parte de la nota final, al completar la cursada.

## CONCLUSIONES

Lo expuesto en este trabajo es el resultado de diferentes estrategias que han sido desarrolladas en el Taller Vertical de Matemática I-II de la FAUD, que pretenden integrar capacidades en el uso de herramientas 2.0, sumando saberes propios de la disciplina y para mejorar las instancias comunicativas de los docentes y los estudiantes.

La inclusión de la tecnología como herramienta requiere planificación anticipada, actualización de los docentes que intervienen en las actividades, apertura a nuevos conocimientos y actitud proactiva. De esta manera se podrán obtener amplios avances y ventajas por sobre la enseñanza tradicional: acorte de distancias, comunicaciones fluidas, trabajo colaborativo, entre otros.

En este sentido, podemos afirmar, que, teniendo en cuenta la inclusión de diferentes entornos, redes, plataformas tecnológicas, la actividad docente se ve modificada día a día. Por lo que estas instancias, aparte de beneficiar y potenciar los momentos de enseñanza de los estudiantes, permite que los docentes tengan momentos de actualización y diseño de estrategias didácticas nuevas.

## REFERENCIAS

- Amado, M. (2019). Propuesta de Jefe de Trabajos Prácticos. Taller Vertical II-IV. Diseño de Productos, FAUD, UNMdP.
- Maggio, M. (2018). Reinventar la clase en la Universidad. Paidós.
- Garbesi, E. (2019). Matemática aplicada. El desafío de la Matemática en el aprendizaje de Arquitectura. EMAT 2019.

# 28

## Vínculos de la Simetría y teoría de grupos con la Arquitectura y el Diseño

**Gastón Ibarburu**

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Argentina

### INTRODUCCIÓN

La Cátedra de Matemática de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo dicta desde 2016 en distintos formatos el curso Simetría, que tiene entre sus objetivos aproximarse a descripciones abstractas de la forma.

Como criterio general, el curso propone alternar entre un enfoque descriptivo apoyado en imágenes y un enfoque deductivo apoyado en proposiciones abstractas y demostraciones. Este ida y vuelta apunta a que los estudiantes utilicen las herramientas que les son más familiares, mientras que a su vez las imágenes sirven de punto de apoyo para la construcción de los aprendizajes de modelos formales. Tanto por su formación previa de bachilleratos específicos como por las herramientas que adquieren en el resto de los cursos, los estudiantes con el perfil de Diseño o de Arquitectura desarrollan muy fuertes habilidades analógicas vinculadas al dibujo y a las maquetas (figura 1), la superposición y comparación de imágenes y trazados auxiliares, etc.

Estos criterios se aplican transversalmente a todos los temas del curso, que incluyen principalmente el estudio de grupos ornamentales de distintos tipos, siempre vinculados a la teoría de grupos y a la deducción de sus características a partir de ciertas definiciones de partida. Esta relación se manifiesta con particular énfasis en el correlato entre que los grupos sean cerrados y que sea imposible construir una figura en el plano que tenga dos movimientos como simetrías pero no su composición. Se relatan a continuación tres experiencias concretas realizadas dentro del curso.

**Gastón Ibarburu**

[gastonibarburu@fadu.edu.uy](mailto:gastonibarburu@fadu.edu.uy)

Arquitecto y Docente Cátedra de Matemática  
y Taller Apolo. FADU Universidad de la  
República (Udelar), Uruguay



*Figura 1. Estudiantes trabajando en un curso de primer año de taller de proyecto (Taller Apolo, 2019).*

## SIMETRÍA EN EDIFICIOS CENTRALIZADOS

Como primer caso, se relata una actividad de estudio de plantas centralizadas de edificios del Renacimiento y de la Antigüedad clásica (figura 2), cuyo principal objetivo es reconocer figuras con grupos de simetría que sean grupos de Leonardo. En una primera instancia se presentan las plantas a los estudiantes para que reconozcan las simetrías existentes, y a continuación se les pide que realicen alteraciones redibujando la planta para aumentar su cantidad de simetrías.

Surge el ejercicio interesante de aceptar o descartar determinados detalles de los dibujos para que se cumplan algunas simetrías que se sugieren a nivel visual, y en conjunto con toda la clase se especula sobre posibles reflexiones o decisiones tomadas por el arquitecto al momento de proyectar la planta. Planteamos el

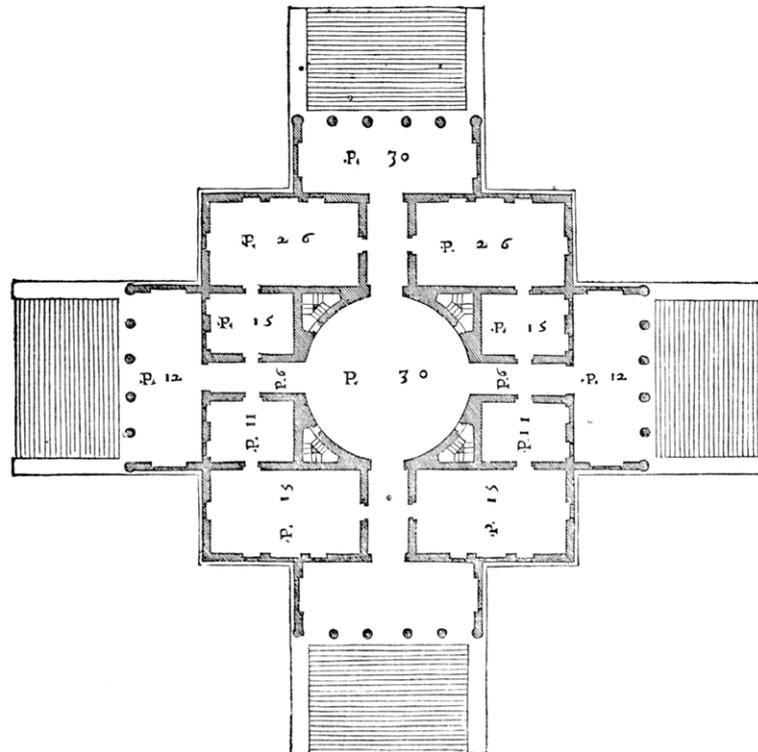


Figura 2. Planta de la Villa Rotonda (Andrea Palladio, 1566).

vínculo también con las fachadas, y qué condiciones deben cumplir estas para no alterar las simetrías ya reconocidas. A modo de paréntesis, aquí la actividad abre un espacio de reflexión sobre algunas propiedades de la región fundamental, que empieza a identificarse como pieza de diseño generadora del proyecto.

Reconociendo distintos sistemas del edificio estudiado surge también la reflexión sobre grupos incluidos dentro de otros grupos, lo cual da pie para más adelante formalizar el teorema de Leonardo.

Más allá de la preparación para las etapas siguientes que implica la actividad en términos tradicionales, interesa en este caso resaltar otro potencial valor de trabajar sobre este tipo de objetos. El estudio de las reglas que componen las plantas y fachadas del edificio permite a los estudiantes vincular los conceptos que están adquiriendo con su rol como arquitectos o diseñadores, y contextualizarlos en un momento histórico particular.

### SIMETRÍA EN ESTRUCTURAS LINEALES

El siguiente caso analiza la unidad de habitación de Marsella de Le Corbusier. A partir de los gráficos del edificio, se reflexiona sobre las simetrías de la repetición en serie. Inicialmente, se pide a los estudiantes que definan qué movimiento copia una determinada unidad hacia otra.



Figura 3. Unidad de habitación de Marsella  
(Le Corbusier, 1957)

Surgen entonces las implicancias de simetrías directas o indirectas. Aparecen también relaciones entre el grupo de la estructura, el de las volumetrías de cada unidad y el de su equipamiento, como tres niveles distintos de abstracción de los elementos que componen al edificio, que tienen distintos grupos de simetría. Se plantea la pregunta de qué grupo está incluido en cuál, cómo se relacionan, y si esto implicaría la producción en serie de elementos repetidos, o cuántas variantes serían necesarias.

En general esta actividad se introduce como cierre de la etapa de frisos y mosaicos. Dado que las herramientas trabajadas hasta ese momento son válidas en figuras de dos dimensiones, se estudian sus plantas, cortes y fachadas como frisos o mosaicos. Sin embargo, como pieza volumétrica, el edificio también sirve de introducción a los movimientos en tres dimensiones, sobre todo a los que son la composición de tres reflexiones, ya sea de planos perpendiculares entre sí o de dos planos perpendiculares al tercero. Se les pregunta a los estudiantes qué movimiento lleva de una unidad a otra, y se seleccionan casos clave que hagan aparecer estos movimientos.

### LA SIMETRÍA EN LA HISTORIA DE LA ARQUITECTURA Y EL DISEÑO

Por último, vale la pena relatar una actividad que oficia de transición entre dos etapas del curso, que marca la salida de los grupos de Leonardo para entrar al tema de los Frisos.

Está diseñada para una clase de dos horas. El primer paso es clasificar los grupos de Leonardo en cíclicos y diedrales. Se define una notación, se escriben exhaustivamente los elementos de los distintos tipos de grupo, luego se plantean índices pertenecientes a los naturales para definir genéricamente los grupos, e incluso se generaliza una expresión exhaustiva de los grupos diedrales como el conjunto de los  $n$  giros y sus composiciones con una reflexión generadora.

Por un lado, esto cubre una serie de contenidos del curso, y se pide a los estudiantes que reconozcan o dibujen figuras que sean de determinado tipo. Sin embargo, la razón por la que se incluye en este artículo es por cómo la clase conecta con dos paradigmas distintos de la producción del diseño y la arquitectura en distintos momentos de la historia. Figura 4.

Una vez finalizada la primera parte, se pide a los estudiantes que dibujen una figura que tenga como simetría una traslación. Todas las veces que fue realizada la actividad hubo estudiantes que propusieron que esto no era posible. Este artículo no pretende predecir el comportamiento de los estudiantes, ni concluir en base a una posible estadística de respuestas, sino simplemente señalar el interés de presentar dos estructuras de orden diferentes en una situación de contraste, siendo que ambas están fuertemente vinculadas a períodos históricos

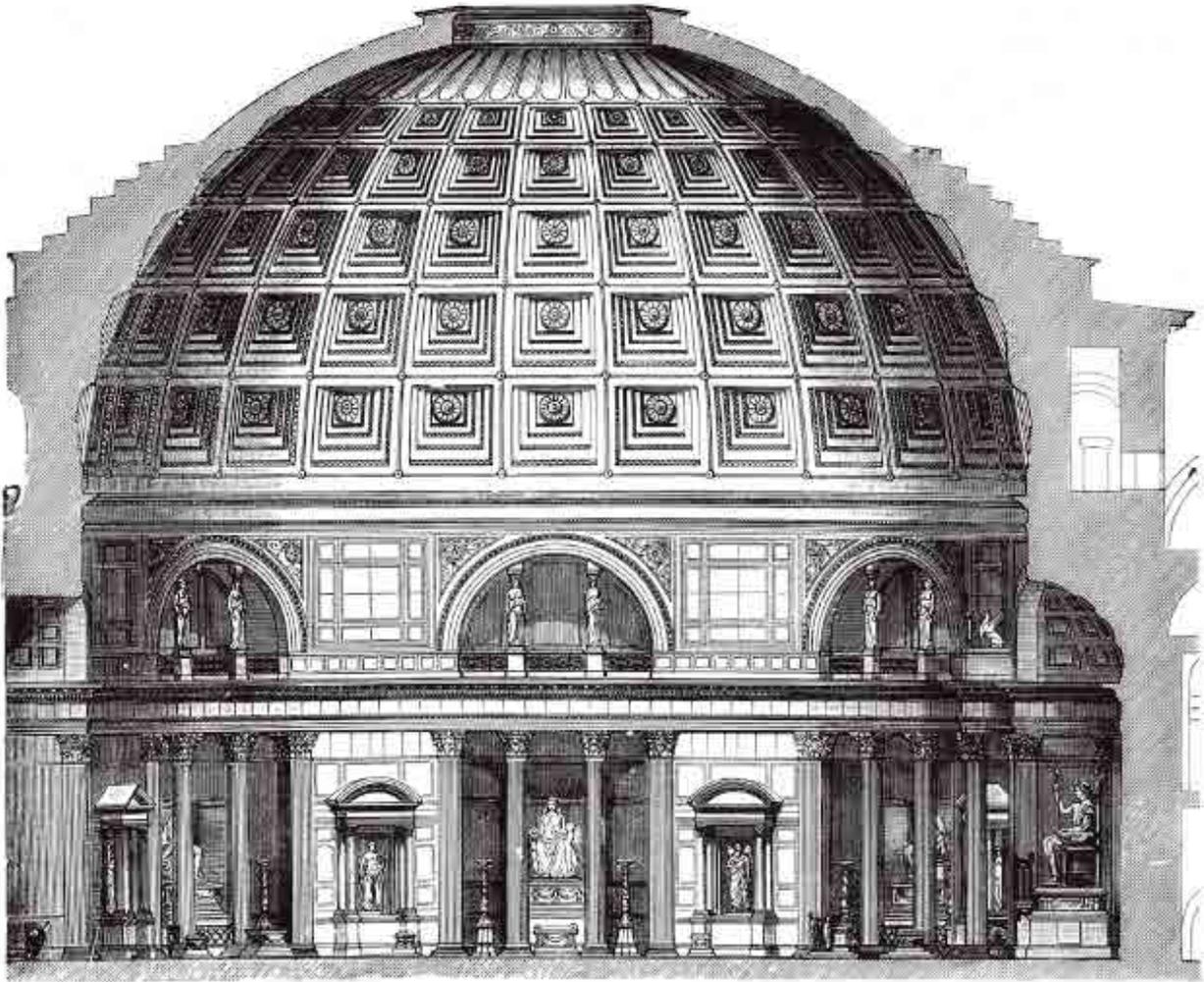


Figura 4. Panteón Romano (Agripa, 127 D.C)



Figura 5. Robin Hood Gardens (Alison y Peter Smithson, 1972)

clave estudiados en las carreras de arquitectura y diseño. Luego de un pequeño proceso de inmersión en el universo de posibilidades definido por las reglas de los grupos de Leonardo, los estudiantes reconocen el salto que implica entender la posibilidad de que existan varios centros de giro diferentes, una situación de alguna manera análoga a lo que fue comprender que la Tierra no era el centro del Universo.

Esta actividad permite a los estudiantes conectar los sistemas de reglas que se trabajan en abstracto con los principales paradigmas del pensamiento hegemónico de determinados momentos históricos, ya sea la composición centralizada del Renacimiento y de la Antigüedad Clásica (figura 4), como la producción en serie post-revolución industrial asociada a la repetición infinita de partes en una línea de producción (figura 5).

También, conjeturando, puede que esta aproximación logre contribuir desde un curso de matemática a la comprensión de conceptos de carácter histórico, que en las carreras de diseño y arquitectura suelen referir a un contexto cultural y a cómo éste derrama a las decisiones de proyectos del momento.

### UN VÍNCULO CON LOS PROCESOS CREATIVOS EN ARQUITECTURA Y EN DISEÑO

Llegando al cierre, y aventurando una proposición con vocación de trascender los casos relatados, se conjetura también sobre la posibilidad de que exista un paralelismo entre el nivel más abstracto del curso y la propia naturaleza de los procesos de proyecto, entendiendo a estos como procesos creativos que tienen objetivos y marcos restrictivos explícitos. La definición de un sistema de reglas abstractas y la verificación de sus implicancias en la forma es algo que sucede tanto en el curso de Simetría como en un proceso proyectual.

Las reglas siempre estuvieron presentes en la arquitectura y el diseño. Ya sea debido a factores estéticos o a factores de producción, cuando un arquitecto o diseñador trae del futuro algo que todavía no existe le impone determinadas reglas. Analizar sistemas formales puede parecer abstracto y arbitrario al principio, pero resulta ser de lo más natural para las disciplinas de proyecto, y sobre todo muy enriquecedor para que, a la hora de inventar sus propios sistemas de reglas, los estudiantes sean capaces de entender sus implicancias.

### REFERENCIAS

- Benévolo, Leonardo (1994) *Historia de la Arquitectura Moderna*
- Cromwell, Peter R. (2004a) *Polyhedra*. Cambridge, UK, New York: Cambridge University Press.
- Cucker, Felipe (2013) *Manifold Mirrors: The Crossing Paths of the Arts and Mathematic*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Norberg-Schulz, Christian (1973) *Arquitectura Occidental*.
- Scheps, Gustavo (2019) *17 Registros*. Vilamajó e Ingeniería. Montevideo

# 29

## Remixado de Cuádricas en Arquitectura

**Marta Lía Molina, Mabel Rodríguez Anido, María del Valle Guanuco  
Sandra Velastiquí, Marcela Malcún, Jorge Gotay Sardiñas, Dante Fernández  
y Francisco Morón Hessling**

Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina

### INTRODUCCION

En la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) se observa, desde la Cátedra de Matemática Aplicada, un gran número de alumnos repitentes o que rinden dicha asignatura como alumnos libres.

En pos de mejorar la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje a través de la promoción de aprendizajes que resulten significativos para los alumnos, se implementa el Proyecto de Investigación: “Remixado de material didáctico para Matemática Aplicada- FAU-UNT”, Proyecto PIUNT de la Secretaria de Ciencia, Arte e Innovación tecnológica de la Universidad Nacional de Tucumán, aprobado por Resolución 2319/17.

Este proyecto tiene como objetivo diseñar e implementar un material didáctico multimedia que contemple los temas de Geometría Elemental y Geometría Analítica tanto en el plano como en el espacio tridimensional, como así también el tema de Funciones con aplicaciones a la arquitectura utilizando como estrategia de diseño **el remixado**. Esta estrategia toma como base los materiales existentes en la Cátedra de Matemática Aplicada en formato exclusivamente textual recreándolos y combinándolos de modo de generar un material multimedial *incluyendo, con sentido pedagógico, otros lenguajes como imágenes, audio y/o video* con el propósito de promover el aprendizaje significativo en el alumno.

En el marco de este proyecto de Investigación surge la propuesta de este trabajo de diseñar un material didáctico multimedial, sobre el Tema Cuádricas aplicado a la Arquitectura usando como estrategia de diseño el remixado, tomando como base un material disponible en formato exclusivamente textual, llamado, **Superficies Cuádricas en Arquitectura**, con el que se pretende que el aprendizaje del tema Cuádricas se haga en forma significativa para el alumno.

**Marta Lía Molina**

[mliamolina@yahoo.com.ar](mailto:mliamolina@yahoo.com.ar)

**Mabel Rodríguez Anido**

[mranido@gmail.com](mailto:mranido@gmail.com)

**María del Valle Guanuco**

[mdvguanuco@gmail.com](mailto:mdvguanuco@gmail.com)

**Sandra Velastiquí**

[educa.informatica@gmail.com](mailto:educa.informatica@gmail.com)

**Marcela Malcún**

[susanatoscano811@gmail.com](mailto:susanatoscano811@gmail.com)

**Jorge Gotay Sardiñas**

[jgotay57@gmail.com](mailto:jgotay57@gmail.com)

**Dante Fernández**

[dante\\_fernandez@hotmail.com](mailto:dante_fernandez@hotmail.com)

**Francisco Morón Hessling**

[fmoron@herrera.unt.edu.ar](mailto:fmoron@herrera.unt.edu.ar)

Cátedra de Matemática Aplicada. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán- Argentina.

Comenzaremos este trabajo explicitando los enfoques teóricos y delimitando las definiciones que guiarán el diseño del material didáctico remixado.

## MARCO TEÓRICO

- **Enfoques teóricos**

Los enfoques teóricos en los que se basa el diseño del material desarrollado están basados en dos ejes fundamentales: Teoría del aprendizaje significativo y la Teoría del aprendizaje multimedia.

Las teorías sobre el aprendizaje tratan de explicar los procesos internos cuando aprendemos, por ejemplo la adquisición de habilidades intelectuales, la adquisición de información o conceptos, las estrategias cognoscitivas, destrezas motoras o actitudes. En otras palabras las mismas tratan de explicar cómo se constituyen los significados y como se aprenden los nuevos conceptos.

El **constructivismo** es una teoría del aprendizaje que se basa en el supuesto de que los seres humanos construyen su propia concepción de la realidad y del mundo en que viven. Las teorías constructivistas comparten con las cognitivistas el interés de definir estructuras cognitivas generales.

Esta corriente **constructivista** presenta distintas formas o clasificaciones, una de ellas considera las teorías con orientación cognitiva o psicológica y la otra considera las teorías con orientación social.

En el marco de la 1ª corriente mencionada, la corriente constructivista considera que el sujeto adquiere el conocimiento mediante un proceso de construcción individual y subjetiva, por lo que sus expectativas y su desarrollo cognitivo determinan la percepción que tiene del mundo. En este enfoque se destaca la teoría psicogenética de Piaget, el aprendizaje significativo de Ausubel y la teoría del procesamiento de la información de Gagné.

Según Sarmiento Santana (2004), para Piaget y sus discípulos, el aprendizaje es una construcción del sujeto a medida que organiza la información que proviene del medio cuando interacciona con él, que tiene su origen en la acción conducida con base en una organización mental previa, la cual está constituida por estructuras y las estructuras por esquemas debidamente relacionados. La estructura cognitiva determina la capacidad mental de la persona, quien activamente participa en su proceso de aprendizaje mientras que el docente trata de crear un contexto favorable para el aprendizaje.

Ríos (1999, p.10), un investigador nacional, considera que el constructivismo es:

*“Una explicación en la cual se concibe al sujeto como un participante activo, que con el apoyo de agentes mediadores, establece relaciones entre su bagaje cultural y la nueva información para lograr reestructuraciones cognitivas que le permitan atribuirle significado a las situaciones que se le presentan”.*

En la definición anterior, Sarmiento Santana (2004), destaca el énfasis en el desarrollo personal del sujeto, en el cual intervienen en primer lugar el mismo sujeto, quien participa en forma activa al interpretar la realidad que lo rodea para luego proyectar sobre ella los nuevos significados que construye. Y en segundo lugar, lo hace un agente mediador o la propia institución educativa como mediadora y facilitadora de la socialización.

En el marco de la **Teoría del Aprendizaje significativo**, Ausubel expresa que el aprendizaje es aquel donde el alumno relaciona lo que ya sabe con los nuevos conocimientos, lo cual involucra la modificación y evolución de la nueva información así como de la estructura cognoscitiva envuelta en el aprendizaje. Según Serrano (1990, 59), aprender significativamente “consiste en la comprensión, elaboración, asimilación e integración a uno mismo de lo que se aprende.

La interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino con aspectos relevantes presentes en la misma, que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje (Ausubel, 1976, 2002; Moreira, 1997). La presencia de ideas, conceptos o proposiciones inclusivas, claras y disponibles en la mente del aprendiz es lo que dota de significado a ese nuevo contenido en interacción con el mismo. Pero no se trata de una simple unión, sino que en este proceso los nuevos contenidos adquieren significado para el sujeto produciéndose una transformación de los subsumidores de su estructura cognitiva, que resultan así progresivamente más diferenciados, elaborados y estables (Moreira, 2000 a).

El aprendizaje significativo ocurre, según Díaz Barriga (2005, p.428), cuando la información nueva por aprender se relaciona con la información previa ya existente en la estructura cognitiva del alumno de manera no arbitraria ni al pie de la letra. Para llevarlo a cabo debe existir una disposición favorable del aprendiz, así como la significación lógica en los contenidos o materiales de aprendizaje.

En contraposición con el aprendizaje significativo, Ausubel define aprendizaje mecánico como aquel en el que las nuevas informaciones se aprenden prácticamente sin interacción con conceptos relevantes que existe en la estructura cognitiva, (Moreira, 2008).

En cuanto a los requisitos para el aprendizaje significativo, Ausubel, D. (1983) expresa que *el alumno debe manifestar [...] una disposición para relacionar sustancial y no arbitrariamente el nuevo material con su estructura cognoscitiva, como que el material que aprende es potencialmente significativo para él, es decir, relacionable con su estructura de conocimiento sobre una base no arbitraria.*

Lo expresado anteriormente presupone:

- Que el material sea potencialmente significativo, esto implica que el material de aprendizaje pueda relacionarse de manera no arbitraria y sustancial (no al pie de la letra) con alguna estructura cognoscitiva específica del alumno, la misma debe poseer “significado lógico” es decir, ser relacionable de forma intencional y sustancial con las ideas correspondientes y pertinentes que se hallan disponibles en la estructura cognitiva del alumno, este significado se refiere a las características inherentes del material que se va aprender y a su naturaleza.
- Cuando el significado potencial se convierte en contenido cognoscitivo nuevo, diferenciado e idiosincrático dentro de un individuo en particular como resultado del aprendizaje significativo, se puede decir que ha adquirido un “significado psicológico” (Ausubel, 1983).
- Disposición para el aprendizaje significativo, es decir que el alumno muestre una disposición para relacionar de manera sustantiva y no literal el nuevo conocimiento con su estructura cognitiva.

Por lo tanto esta teoría tiene implicaciones para la selección de los materiales de enseñanza. La condición de que el material sea potencialmente significativo para los estudiantes supone dos factores principales: la naturaleza del material en sí y la naturaleza de la estructura cognitiva del aprendiz

Para Ausubel et al. (1983), el alumno es concebido como constructor del conocimiento y no solamente como mero receptor. Se trata de lograr un aprendizaje significativo enseñando a *aprender*, a *buscar*, a *relacionar*, a *preguntar*. No solo importa el conocimiento sino la forma en que se presenta, que el alumno conecte el nuevo conocimiento con los previos, que la motivación ocupe un lugar importante para lograr que el alumno se interese por aprender, que se usen ejemplos y problemas para enseñar los conceptos, que se muestre la importancia y la necesidad de los temas tratados y se proponga la utilización de la computadora no sólo para cálculos complicados sino como recurso didáctico para la visualización de distintas situaciones (Martínez et al., 2005).

**Teoría de Aprendizaje Multimedia:** Una de las teorías que sustentan el uso de material multimedia en educación es la Teoría cognitiva del Aprendizaje

Multimedia formulada inicialmente por Richard Mayer (2003). De acuerdo con esta teoría “el aprendizaje multimedia ocurre cuando los estudiantes construyen representaciones mentales a partir de palabras e imágenes que le son presentadas (por ejemplo, texto impreso e ilustraciones o narración y animación)” (traducido de Mayer, 2003, p.125). Este autor asevera que se consigue un aprendizaje más profundo cuando se emplean mensajes multimedia, que combinan imágenes y palabras, que cuando se utilizan solamente palabras. Propone tres asunciones principales respecto al aprendizaje multimedia:

1. Existen 3 tipos de almacenaje en la memoria ( memoria sensorial, de trabajo y de largo plazo)
2. Hay dos canales separados (auditivo y visual) para procesar la información.
3. Cada canal tiene una capacidad limitada de procesamiento
4. El aprendizaje es un proceso activo de filtro, selección, organización e integración de la información basado en el conocimiento previo.

Los seres humanos podemos procesar una cantidad limitada de información por un canal en un determinado momento. Damos sentido a la información que recibimos creando de forma activa representaciones mentales. Presentar demasiados elementos a la memoria de trabajo puede sobrepasar la capacidad de procesamiento por lo que algunos elementos pueden quedar sin procesar, dando como resultado la carga cognitiva.

A los fines de enunciar los principios instruccionales que buscan reducir la carga cognitiva de la memoria de trabajo desarrollaremos algunos conceptos previamente.

Para Mayer (2005, p.2) al termino **multimedia** lo define *como la presentación de material (verbal y pictórico, en donde el material verbal se refiere a las palabras, como texto impreso o texto hablado y el material pictórico que abarca imágenes estáticas (ilustraciones, gráficas, diagramas, mapas, fotografías) y también imágenes dinámicas (animaciones, simulaciones y videos)*

Según Schnotz, W. (2005) el concepto **multimedia** hace referencia a diferentes niveles:

**Nivel tecnológico**, se refiere a los múltiples medios para entregar la información, como ser la computadora, la pantalla, las bocinas.

**Nivel de formatos de presentación**, se entiende como el uso de diferentes formas de representación como el texto o las imágenes.

**Nivel de las Modalidades sensoriales** significa el uso de múltiples sentidos como ser la vista, oído, tacto.

Con respecto al concepto de los canales de procesamiento de la información, podemos acercarnos a este concepto de dos maneras:

- a. El modo de presentación:** se concentra en cómo es presentado el estímulo al aprendiz. Un canal es verbal y procesa el material verbal (narraciones o textos impresos). El otro canal es no verbal y procesa material visual y sonidos no verbales ( imágenes, videos, animación o sonidos de fondo)
- b. Las modalidades sensoriales:** se enfoca en la manera en que el aprendiz procesa inicialmente los materiales presentados. Pueden ser a través de los ojos ( imágenes, animación, vides y texto impreso) o a través del oído ( narraciones o sonidos de fondo)

En relación al aprendizaje multimedia, en el primer modo (presentación) el texto se procesa primero en el canal verbal y los sonidos en el no verbal, mientras que en el segundo modo (modalidades sensoriales) las palabras impresas se procesan primero en el canal visual y los sonidos de fondo en el canal auditivo. Mayer (2005).

La teoría cognitiva del aprendizaje Multimedia implica:

1. Dos canales separados (auditivo y visual) para procesar la información.
2. Cada canal tiene una capacidad limitada de procesamiento
3. Existen 3 tipos de almacenaje en la memoria : memoria sensorial (recibe los estímulos sensoriales externos y almacena brevemente la información que llega por nuestros sentidos), memoria de trabajo( retiene información por intervalos de tiempo muy cortos, puede almacenar varios elementos) y la memoria de largo plazo ( tiene una enorme capacidad de retención ya que puede retener información por toda la vida)
4. Cinco tipo de procesos cognitivos, que no se dan necesariamente en forma lineal
  - Selección de palabras
  - Selección de imágenes
  - Organización de palabras
  - Organización de imágenes
  - Integración

Estos procesos se dan varias veces durante la presentación multimedial, ya que se aplican al segmento y no al mensaje completo como una totalidad .Mayer (2005).

5. Cinco tipo de representaciones para las palabras y las imágenes que reflejan el estado de procesamiento.

La información llega al usuario a través de la presentación multimedia, la **memoria sensorial** recibe el estímulo de los sentidos (visual auditivo) y lo almacena por un muy corto tiempo (entre 1 y 3 segundos). Su función es convertir los estímulos sonoros y de la vista en información auditiva y visual. No obstante no les asigna significado. Ambos canales se encuentran separados y la información que allí llega se procesa independientemente.

A la memoria del trabajo solo llega la información que el usuario logra retener al concentrarse activamente. El conocimiento construido en la memoria de trabajo está en los modelos verbal y pictórico (este último incluye a las representaciones espaciales).La memoria de largo plazo trae a la memoria de trabajo el conocimiento previo para lograr la integración.

El procesamiento esencial es el procesamiento cognoscitivo (como seleccionar palabras e imágenes relevantes, organizarlas e integrarlas) necesario para darle sentido al material esencial. Si el procesamiento esencial supera la capacidad cognoscitiva del aprendiz, se da la sobrecarga esencial.

Cuando la cantidad de procesamiento cognoscitivo requerido por material esencial y el material excede la capacidad cognoscitiva del estudiante ocurre la Sobrecarga externa.

Existen una gran cantidad de principios instruccionales derivados de la carga cognoscitiva, que tienen como objetivo liberar recursos en la memoria de trabajo y facilitar la construcción de esquemas y automatización, surgieron como resultado de numerosos experimentos realizados. Nombraremos solo a algunos de ellos.

1. **Principio Multimedia:** Las personas aprenden mejor cuando los contenidos se muestran en formato imagen más textos, que si solo se trata de textos. Las imágenes que utilices **deben ser relevantes** y reforzar los contenidos que quieres transmitir.
2. **Principio de Contigüidad espacial:** Las personas aprenden mejor cuando las imágenes y palabras que hacen referencia a un mismo contenido, se ubican cerca la una de la otra.

3. **Principio de Contigüidad temporal:** Las personas aprenden mejor cuando los textos y sus correspondientes imágenes se despliegan en la pantalla simultáneamente.
4. **Principio de modalidad:** Las personas aprenden mejor de imágenes y narración que de imágenes y textos.
5. **Principio de redundancia:** Las personas aprenden mejor cuando las imágenes utilizadas son explicadas a través de una narración o de texto escrito, pero no con ambas a la vez.
6. **Principio de coherencia:** Las personas aprenden mejor cuando las imágenes, palabras o sonidos que no tienen relación directa con el contenido se eliminan de la pantalla.
7. **Principio de señalización:** Las personas aprenden mejor cuando se agregan señales que indican dónde deben poner su atención.
8. **Principio de segmentación:** Las personas aprenden mejor cuando los contenidos están divididos en pequeños apartados y cuando pueden navegar libremente a través de ellos.
9. **Principio de pre-entrenamiento:** Las personas aprenden mejor cuando se les introducen los conceptos clave de la formación antes de ver los contenidos desarrollados.} **Principio de personalización:** Las personas aprenden mejor cuando el tono utilizado en la narración de los cursos online es cercano y familiar, que cuando el tono es formal.
10. **Principio ejemplos de problemas resueltos:** Esta aplicación instruccional apela al principio de “préstamo” (Sweller, 2008). Es decir, le ofrece al aprendiz ejemplos de problemas resueltos a la manera como la haría un experto en el campo. De esta manera, el aprendiz “toma prestado” los esquemas asociados con la resolución de un problema particular, en vez de gastar recursos cognitivos valiosos en una búsqueda por ensayo y error, que en cambio pueden ser dedicados al aprendizaje.
11. **Principio atención dividida:** dos fuentes de información que no tienen sentido en sí mismas y que, a su vez, deben ser integradas mentalmente para comprender la información, deberían ser presentadas de manera asociada (Mayer, 2005).

- **Delimitación de definiciones a utilizar**

En cualquier proceso que tenga como intención provocar aprendizaje, los medios, materiales o recursos de enseñanza constituyen uno de los componentes siempre presentes y relevantes. (Área Moreira, 1991). Para diseñar y elaborar materiales

didácticos para Matemática Aplicada tomamos como base los siguientes conceptos de materiales didácticos, texto, hipertexto, hipermedia y remixado:

### DEFINICIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO

Tradicionalmente los medios y materiales didácticos han sido pensados como meros transmisores de contenidos que debían recibir y adquirir los alumnos. En esta concepción subyacen supuestos de corte cibernético informático o de asociacionismo conductual ya que al presentarse el estímulo (los contenidos inscriptos en el material) esta información llegaría sin ruidos a los estudiantes que los adquieren. En oposición a esta postura tanto desde el constructivismo como desde la teoría Socio-cultural se señala que el proceso de aprendizaje se apoya en la actividad que el alumno desarrolla en torno a los materiales y herramientas culturales incluidas en las estrategias que implementan ya sea el docente o el experto en la materia. Este cambio conceptual en torno a los materiales didácticos pasa por reemplazar la idea de artefacto o soporte que vehiculiza la transmisión de contenidos por la de un medio que además, su parte física codifica un sistema de símbolos que estructura mensajes con significado y que lleva inscriptas las huellas de las mediaciones culturales y didácticas que se activarán con las estrategias de enseñanza. Imperatore, A. (2009).

Los **materiales didácticos** son unos ejes vertebradores de gran parte de las acciones de la enseñanza desarrolladas en cualquiera de los niveles y modalidad de educación. (Área Moreira, 2001)

Para Mariana Landau (2011) los **materiales didácticos** están elaborados por especialistas en diseño instruccional para que respondan a una secuencia y a los objetivos pedagógicos previstos para enseñar un contenido a un destinatario. Ella dice que estamos ante un material didáctico cuando este es diseñado específicamente como una articulación de tres elementos:

1. Un contenido en tanto reflejo de objetos culturales a ser aprendidos por una población.
2. Una forma de representación como las maneras de decir el contenido.
3. Una interpretación, es decir una construcción del tipo de interacciones posibles por parte de los destinatarios.

### TEXTOS, HIPERTEXTOS, HIPERMEDIA

Para Roqué Ferrero, S. y Galindo, M. (2007) **el texto**, en sentido amplio, constituye una unidad de sentido dotada de coherencia y cohesión interna

cuya intencionalidad comunicativa se interpreta en un contexto determinado. En la situación educativa, éste adquiere una significación especial puesto que su intencionalidad está orientada al aprendizaje.

Autores como Nelson (1981) define al **hipertexto** como “un conjunto de bloques de texto interconectados por nexos, que forman diferentes itinerarios para el usuario”. A esta definición habría que añadir que, según George P. Landow (1995: 16), “los nexos (enlaces) electrónicos unen fragmentos de texto internos o externos a la obra, creando un texto que el lector experimenta como no lineal o, mejor dicho, como multilineal o multisequencial”.

La cualidad fundamental radica en la forma de estructuración de la información: el hipertexto propone una organización no lineal y no secuencial

Según Tolhurst (1995), los **hipermedia** hacen referencia a uniones interactivas de información en diferentes formas; texto, imágenes y formatos que incluyen gráficos animados, segmentos en movimiento, sonidos y música. Estos conceptos aluden a la no linealidad, a la convergencia de medios, a la interactividad, a la descentralización del autor y al papel determinante del lector.

Tomamos como base de Multimedia al concepto brindado por Mayer (2005) al que hicimos alusión en el momento de desarrollar la Teoría del Aprendizaje multimedia.

### ESTRATEGIA DE DISEÑO: EL REMIXADO

En el contexto de surgimiento de las múltiples aplicaciones Web 2.0 que nos permiten diseñar, compartir y reutilizar materiales didácticos, surge la propuesta de remixar un material didáctico dado en forma expresamente textual.

El remixado es una estrategia que permite generar una obra nueva a partir de otra ya existente. Es un proceso por el cual reversionamos según nuestra propia mirada un producto ya existente, por lo que la nueva producción es una variación del primero.

De acuerdo a Odetti, V. y Schwartzman, S. (2013) *Si consideramos los rasgos particulares de los materiales, podemos mencionar que se caracterizan por ofrecer una estructura compleja que se presenta como abierta e incompleta, lo que permite articular elementos -dentro y fuera del propio material didáctico- y posee una cantidad importante de conexiones subjetivas, es decir, enlaces cuya relación no es explícita. Considerar el remix en este campo abre nuevas posibilidades al diseño didáctico de materiales en general, pero especialmente propicia interesantes condiciones para que los docentes generemos nuestros propios materiales didácticos para entornos mediados por TIC*

Diseñar un material didáctico implica diseñar también un modo de acercamiento de los estudiantes a los contenidos, o sea no sólo de ofrecer explicaciones sobre los conceptos sino también controversias, interrogantes, datos para el análisis, etc. articulados en un diálogo donde el material didáctico se complete con la intervención de los alumnos. También implica planificar los modos de apropiación de los conceptos que van a ofrecer, seleccionar los materiales más adecuados para ellos elegir las herramientas para armar el diseño y, finalmente, montar la estructura que dé soporte al nuevo material didáctico. De esta manera, con esta propuesta, el docente, se convierte en autor-curador ya que el mismo puede seleccionar entre la sobre abundancia de información a la que están expuestos los alumnos, ofreciendo a sus alumnos los contenidos en función del contexto de un grupo específico. Además en este caso el docente-autor puede ofrecer a través del material didáctico remixado una amplitud de modos semánticos que permite a los alumnos acercarse al contenido a través de los formatos que se sientan más cómodos.

### DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

Tomamos como material de base, “**SUPERFICIES CUÁDRICAS EN ARQUITECTURA**”, elaborado por una de las docentes de la Cátedra de Matemática Aplicada de la FAU-UNT, realizado en formato textual el que fue re estructurado para que los alumnos trabajen, resuelvan situaciones problemáticas y reflexionen. Para llevarlo al formato Multimedial identificamos la estructura del mismo, las unidades mínimas en lo que lo podíamos separar y fuimos desarrollando cada unidad mínima con el aporte de diversos formatos como imágenes, apoyo con el Software GeoGebra a través de actividades dinámicas, vínculos a textos más cortos y auto evaluaciones virtuales realizadas con Educa Play.

La implementación de material se realizó en el sitio “ [Remixado Cuádricas](#)” usando la Plataforma Wix. La propuesta se diseñó organizando la información en los siguientes bloques: portada de inicio, introducción, Cuádricas, Cuádricas Centradas, Cuádricas no centradas, evaluación y contacto.

Si bien está confeccionado con una estructura jerárquica, el alumno tiene también la opción de realizar la lectura eligiendo los distintos niveles en los que está armado, puede ir y venir al lugar que lo necesite y sobre todo va a poder relacionar las distintas Cuádricas que se presentan en Arquitectura a través del recorrido por cada una de ellas, que le serán de utilidad para su actividad profesional en el futuro.

Para el diseño y elaboración del material se tuvieron en cuenta algunos de los Principios instruccionales para el Aprendizaje Multimedia:

La efectividad de la presentación multimedia se basa en el **Principio de segmentación**. Cuando la información se presenta de manera secuenciada, incorporando de manera dinámica, paso a paso, cada uno de los elementos que la constituyen o que se quieren destacar, la comprensión mejora y se facilita el aprendizaje porque se aísla cada elemento, se facilita la reflexión y explicación del mismo y, en consecuencia su comprensión y su retención, si se proporciona el tiempo necesario para ello. Por el contrario, el aprendizaje queda dificultado cuando se presenta todo el conjunto de información como una unidad continua o si se muestran demasiados elementos a un ritmo excesivamente rápido: la mente no es capaz de procesar la información y esto afecta a la comprensión. El Estudio de las Cuádricas en Arquitectura se hizo a partir de un cuadro general, desarrollando cada tipo particular de Cuádrica centrada, no centrada y a su vez cada una en completa e incompleta, de esta manera se analiza cada Cuádrica mostrando para cada una de ellas, las distintas posibilidades según su posición, sus ecuaciones y sus graficas correspondientes.

Al mostrar en una misma pantalla, la ecuación, nombre, gráfica de la Cuádrica y la construcción de la gráfica a través de una actividad dinámica con GeoGebra, respetamos los **Principios de la contigüidad espacial y temporal**. A su vez se mostraba en una gráfica la presencia de la cuádrica estudiada en una obra o construcción de Arquitectura, lo que resulta importante ya que el alumno puede ubicar la cuádrica plasmada a través de obras y construcciones arquitectónicas.

En el diseño del material didáctico multimedia se prescindió de elementos que pudieran distraer la atención del alumnado sin aportarle información de interés (**Principio de Coherencia**). También se evitó presentar la misma información dos veces (**Principio de Redundancia**).

Relacionada con cada cuádrica se presenta una resolución a través de la identificación de la cuádrica dada a través de su ecuación y la deducción de su gráfica. Esta actividad está de acuerdo con el **Principio de ejemplo de Problemas resueltos** ya que para ser hábil solucionando problemas, se necesita una gran cantidad de conocimiento almacenado. Los numerosos esquemas guardados en la memoria de largo plazo le permiten al sujeto desempeñarse en función de diversos contextos. Por consiguiente, el objetivo principal de la instrucción debe ser asegurar que el conocimiento apropiado para desempeñarse hábilmente sea transferido adecuadamente a la memoria de largo plazo de los aprendices (Sweller, 2008).

El material impreso sirvió como guión inicial para el desarrollo de este material multimedial. Algunas de las actividades fueron modificadas a fin de adaptarlas para que puedan ser realizadas dentro del entorno GeoGebra, algunas imágenes estáticas se conservaron tal como estaban.

Las actividades propuestas en el material con el fin de que contribuyan a que el alumno construya su aprendizaje en torno a este tema, son las siguientes:

- Actividades que utilizan el entorno de Geometría dinámica GeoGebra las cuales constituyen un medio para que los alumnos pueden explorar y conjeturar.
- Actividad a través de una auto evaluación virtual realizada en el Portal de actividades gratuito “Educaplay” que permite la realización de distintos tipos de actividades (completar, sopa de letras, test, relacionar, etc.). Se utilizaron la actividad Test y la Actividad de Relacionar columnas. En las mismas se plasman actividades y preguntas que tratan sobre la identificación del tipo de cuádrica que se presenta ya sea a través de sus gráficas o ecuaciones. Al terminar la misma, el alumno recibe la retroalimentación del entorno, que le indica si lo realizado es correcto o no, y en caso de no ser correcto, presentan la respuesta correcta y una retroalimentación. De esta manera es el medio el que le proporciona retroalimentaciones y el alumno las interpreta para validar por sí mismo la actividad, sin necesidad de buscar la aprobación del docente. Esta situación resulta sumamente valiosa ya que ayuda a que el alumno construya su conocimiento con el aporte de una devolución y una retroalimentación inmediata.
- Actividad de armado de una base de datos (disponible en el Aula virtual en el entorno virtual Moodle) sobre las Cuádricas presentes en la Arquitectura. Esta actividad se la realiza usando uno de los recursos de la Plataforma Moodle (Base de Datos) pretende que los alumnos incorporen las Cuádricas presentes en obras arquitectónicas, identificando el nombre de la obra, nombre del autor, lugar donde se encuentra, nombre de la Cuádrica presente e imagen de la obra.

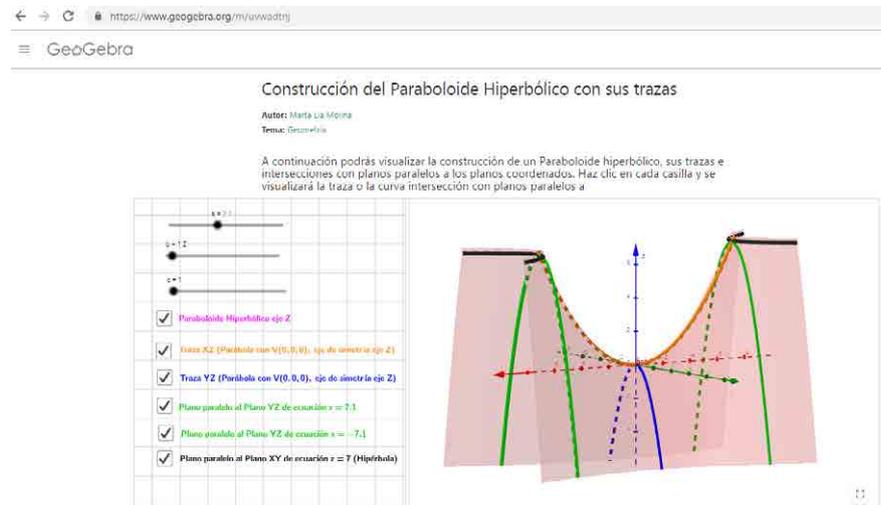
A continuación mostramos distintas imágenes que capturan la esencia del material descrito:

- **Vista de la Actividad dinámica propuesta con GeoGebra**, en la que, a partir de la interacción del alumno con el Software se hace posible la construcción de los conceptos de este tema.

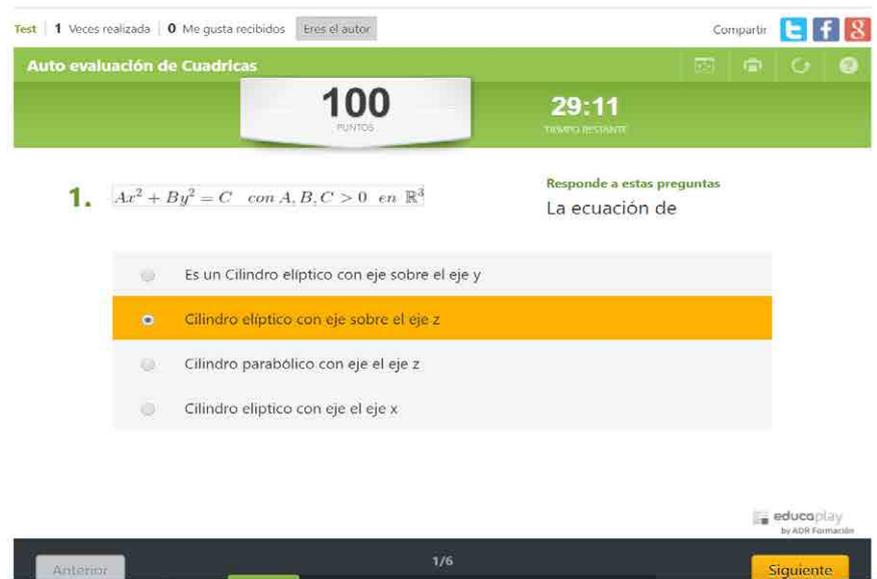
Este material estará disponible para los alumnos que realicen el cursado de Matemática Aplicada en agosto de este año en el Aula virtual de la materia. Pero también dejaremos el material base en formato PDF en el aula virtual, para que los alumnos sean los que elijan cual material utilizar a la hora de construir su conocimiento en este tema.

### Vista de la auto evaluación virtual realizada con Educa Play

Figura 1: Vista de una actividad dinámica con el Programa GeoGebra



### Auto evaluación de Cuádricas



Test | 1 Vezes realizada | 0 Me gusta recibidos | Eres el autor

Compartir   

**Auto evaluación de Cuádricas**

**100** PUNTOS

**29:11** TIEMPO RESTANTE

1.  $Ax^2 + By^2 = C$  con  $A, B, C > 0$  en  $\mathbb{R}^3$

Responde a estas preguntas  
La ecuación de

- Es un Cilindro elíptico con eje sobre el eje y
- Cilindro elíptico con eje sobre el eje z
- Cilindro parabólico con eje el eje z
- Cilindro elíptico con eje el eje x

Anterior 1/6 Siguiente

Figura 2: Vista de una pregunta del test de evaluación

## REFLEXIONES FINALES

El material didáctico remixado presentado al ser multimedial ofrece aspectos enriquecedores para el aprendizaje ya que propone formas más creativas y dinámicas de aprender, rompe con la estructura tradicional del texto al ofrecer múltiples enlaces y secuencialidades alternativas, nos llevan a mixturar lenguajes y combinar códigos de procesamiento de la información. El riesgo de que el alumno se pierda en un laberinto de información por el efecto de fragmentar y descontextualizar cada nodo, estaría minimizado ya que al contar con un recorrido marcado por el docente, se deja de lado una excesiva flexibilidad que puede potenciar una navegación azarosa, fugaz, despojada de un mínimo patrón e coherencia y poner en riesgos los mismos fines del hipertexto como recurso educativo.

El diseño de este material didáctico implicó encontrar una manera alternativa de acercar los contenidos a los alumnos, una planificación de los conceptos que se van a desarrollar y una selección de los materiales que resultan más adecuados para armar el diseño y para el público al que destinado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Área Moreira, M. (1991) "La investigación sobre medios de enseñanza: pasado y presente" en Los medios, los profesores y el currículo. Barcelona, Sendai Ediciones.
- Área Moreira (2001): *Los medios de enseñanza: conceptualización y tipología*. WebSite de Tecnología Educativa. Universidad de La Laguna. <http://webpages.ull.es>
- Ausubel, D. P. (1976). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Ed. Trillas. México.
- Ausubel, D. P. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Ed. Paidós. Barcelona.
- Ausubel, D.P., J.D. Novak y H. Hanesian. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*, 1ª edición. México: Editorial Trillas.
- Díaz Barriga F. y Hernández, G (2005). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Una interpretación constructivista, Segunda edición. México, McGraw Hill.
- Imperatore, A. (2009) "Cambios en la concepción y usos acerca de los materiales didácticos para la educación superior en entornos virtuales" en Comunicación y educación en entornos virtuales de aprendizaje. Perspectivas teórico metodológicas. Sara Pérez y Adriana Imperatore (comp.). Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes. (Pág. 352)

- Landau, M. (2011). Análisis de Materiales digitales. Carrera de Especialización en Educación y Nuevas Tecnologías. FLACSO-Argentina. Citado en Unidad 1- Módulo de Diseño y Producción de materiales educativos.
- Landow, G. (1995). *Hipertexto. La convergencia de la teoría crítica contemporánea y la tecnología*. Paidós. Barcelona. Citado en Puig, C. (2001) Del hipertexto al hipermedia. Una aproximación al desarrollo de las obras abiertas. Revista *Formats*. Universitat Pompeu Fabra.
- Martínez, R.D., Y.H. Montero y M.E. Pedrosa. (2005). *La integración de la computadora a un ambiente de enseñanza y aprendizaje*. Revista Iberoamericana de Educación Experiencias e Innovaciones, 35(1)
- Mayer, R. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and instruction*, 13, 125-139.
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizagem Significativa: um conceito subyacente. En M.A. Moreira, C. Caballero Sahelices y M.L. Rodríguez Palmero, Eds. *Actas del II Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Burgos. Págs. 19-44
- Moreira, M. A. (2000 a). *Aprendizaje Significativo: teoría y práctica*. Ed. Visor. Madrid.
- Moreira, M. (2008). *Aprendizaje Significativo Crítico. Subsidios teóricos para el profesor investigador en enseñanza de las ciencias*. Porto Alegre. Brasil
- Nelson, T. (1981). Citado en Puig, C. (2001) Del hipertexto al hipermedia. Una aproximación al desarrollo de las obras abiertas. Revista *Formats*. Universitat Pompeu Fabra.
- Odetti, V. y Schwartzman, S. (2013). Remix como estrategia para el diseño de Materiales Didácticos Hipermediales. Disponible en: <http://www.pent.org.ar/institucional/publicaciones/remix-como-estrategia-paradiseno-> materiales-didácticos-hipermediales
- Ríos, P. (1999): *El constructivismo en educación*. Revista *Laurus*, 5(8), 16-23.
- Roqué Ferrero, M.S. y Gallino M. (2007) Más allá del texto y el hiper-texto, una cuestión de sentido. El texto educativo en el contexto de los Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA). Ponencia Edutec 2007, Bs. As.
- Sarmiento Santana, M. (2004). Tesis para doctorado "La enseñanza de la Matemática y las NTIC: Una estrategia de formación permanente." Universitat Rovira Virgili. Tarragona.
- Serrano M. (1990). *El proceso de enseñanza aprendizaje*. Mérida, Talleres gráficos universitarios ULA.
- Sweller, J. (2008). *Human Cognitive Architecture*. California State University. Disponible en: [http://www.csuchico.edu/~nschwartz/Sweller\\_2008.pdf](http://www.csuchico.edu/~nschwartz/Sweller_2008.pdf)

Schnotz, W.( 2005). Aprendizaje Multimedia desde una perspectiva cognitiva. *Revista de Docencia universitaria*. Vol 2, N° 2. Madrid.

Tolhurst (1995) citado en Roqué Ferrero, M.S. y Gallino M. (2007) Más allá del texto y el hiper-texto, una cuestión de sentido. El texto educativo en el contexto de los Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA). Ponencia Edutec 2007, Bs. As.

# 30

## Matemática y Diseño: Experiencia de articulación Horizontal

**Pablo Almada, María Dolores Aramburu, Fernanda Franciosi**

**Claudia Gareca, Gerardo Gnavi, Adriana Martín, Natalia Motta Milesi**

**Laura Turu Michel y colaboración Ayte. Alumna María Paula Albornos**

Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina

### RESUMEN

La enseñanza del diseño está condicionada por la complejidad de las variables que intervienen, por los conocimientos y procedimientos interdisciplinarios en juego, y por el pensamiento complejo que demandan las operaciones de transferencia y síntesis inherentes al acto proyectual. Desde esta mirada, la Cátedra de Matemática busca generar situaciones de aprendizaje significativo, potenciando experiencias de articulación horizontal con cátedras del mismo nivel.

La Cátedra de Introducción al Diseño Industrial 1B (IDI1B) brinda el espacio propicio para articular contenidos provenientes de las distintas asignaturas. Según Vygotski, para que el aprendizaje se produzca, deben existir instrumentos mediadores que funcionen como puente entre el tema de estudio y los que aprenden. Uno de éstos es el Trabajo Práctico 2 propuesto por IDI1B, denominado “Introducción a la cultura del proyecto”, cuyo objetivo es ampliar la comprensión del proceso de diseño, en tanto que recorrido constructivo, intuitivo y racional, que relaciona la identificación de un problema con una propuesta de solución.

La consigna del trabajo plantea materializar una propuesta de diseño de un producto con fines educativos, dando respuesta a un programa constituido por pautas de factores determinantes condicionados de diversos órdenes, que son distribuidos de manera aleatoria entre los grupos de trabajo. Así, cada asignatura aporta un conjunto de pautas desde su propia especificidad. La Cátedra de Matemática contribuye con las pautas geométricas que han sido desarrolladas en los primeros meses de cursado. También intervienen docentes de la Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FAMAF) de la Universidad Nacional de Córdoba aportando el tema/problema a tratar y resolver.

#### **Pablo Almada**

*almada1970@yahoo.com.ar*

#### **María Dolores Aramburu**

*mariadolores.aramburu@gmail.com*

#### **Fernanda Franciosi**

*feFranciosi@gmail.com*

#### **Claudia Gareca**

*cdelcgareca@gmail.com*

#### **Gerardo Gnavi**

*gergnavi@hotmail.com*

#### **Adriana Martín**

*amt\_arq@hotmail.com*

#### **Natalia Motta Milesi**

*namottalia@hotmail.com*

#### **Laura Turu Michel**

*turumichel@gmail.com*

Cátedra de Matemática Carrera Diseño Industrial Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño Universidad Nacional de Córdoba

Luego de materializados los objetos, desde Matemática, se retoman los mismos para realizar un abordaje matemático más profundo, reconociendo figuras y cuerpos geométricos, calculando longitudes, áreas y volúmenes, y determinando relaciones -métricas y porcentuales-. Se genera así, un circuito que se retroalimenta en el transcurso de la experiencia didáctica que permite al alumno vincular conocimientos de las distintas asignaturas del nivel.

## INTRODUCCIÓN

La experiencia de articulación que se presenta se realiza entre dos asignaturas de nivel uno de la Carrera de Diseño Industrial de la FAUD-UNC: “Matemática” e “Introducción al Diseño Industrial B”. En el marco del EMAT11, el equipo docente que integra la Cátedra de Matemática socializa dicha experiencia, dando cuenta del proceso de retroalimentación que se produce entre asignaturas.

El desarrollo de este trabajo se organiza en dos partes. En la primera, denominada *Contexto de enseñanza y de aprendizaje*, se ubica a la asignatura Matemática dentro de la estructura de la Carrera Diseño Industrial, se explicitan los supuestos sobre los cuales se erige la Propuesta Pedagógica para la Cátedra, identificando la complejidad puesta en juego en la enseñanza y el aprendizaje del Diseño y el rol de la Matemática en este escenario. Cerrando la primera parte, se presenta el formato didáctico Trabajo Práctico como instrumento mediador entre el alumno y el saber.

En la segunda parte, denominada *Experiencia de Articulación*, se desarrolla la propuesta de Trabajo Práctico que motiva esta presentación. Al tratarse de una experiencia que implica acciones consensuadas entre dos cátedras, en la que lo aportado por una sirve de soporte para la producción de la otra, y viceversa, se presentan las dos guías de TP que vertebraron el trabajo de los alumnos. También se muestran, a través de imágenes, los distintos momentos y producciones de los alumnos en ambos espacios curriculares.

Hacia el final, se elaboran una serie de reflexiones a modo de cierre parcial, ligadas al potencial de los trabajos prácticos como instrumentos mediadores, facilitadores de procesos de integración de saberes en experiencias de articulación -para este caso en horizontal- entre asignaturas.

## DESARROLLO:

### PRIMERA PARTE: CONTEXTO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Para dar cuenta del contexto en que se lleva a cabo la experiencia, a continuación, se describe sintéticamente la situación de Matemática como engranaje de un sistema mayor, con características singulares, propias de una Universidad Pública y masiva.

La organización del Plan de Estudio de la Carrera Diseño Industrial, a partir de ciclos y áreas, proporciona una base para la articulación horizontal y vertical. Dentro de esta organización, la articulación horizontal -asignaturas de un mismo nivel de cursado- se piensa al interior de la asignatura troncal denominada Diseño Industrial -Introducción al Diseño Industrial para nivel uno-, en donde se pretende verificar la transferencia y la síntesis de los contenidos abordados en el resto de las asignaturas.

Matemática es una asignatura del Ciclo Básico, del Área Tecnología. De carácter anual, posee una carga horaria total de 60 horas, distribuidas en clases de dos horas semanales y en dos turnos de cursado. Es cátedra única y recibe 750 alumnos aproximadamente por año -entre ingresantes y recursantes-. Su objetivo central es lograr que los alumnos se apropien de un conjunto de saberes geométrico-matemáticos que le permitan abordar -modelizar, resolver, estimar, calcular, escalar, transformar- situaciones inherentes al Diseño Industrial en las distintas fases del proceso de diseño de los objetos.

La propuesta pedagógica para la asignatura se configura a partir de las dimensiones de análisis de la agenda clásica de la didáctica tales como objetivos, contenidos, actividades y evaluación. En tanto que, la configuración didáctica que se reconoce en el desarrollo de las clases -tanto teóricas, como prácticas- se halla en el borde de la agenda clásica, ya que el interés por el contenido se entrecruza con una marcada preocupación por lograr la comprensión por parte de los alumnos de los temas a desarrollar en la asignatura -que forman parte de los contenidos curriculares básicos según Plan de Estudio vigente-. La configuración adoptada es la secuencia progresiva lineal que se caracteriza por una progresión temática constante, en la que se van integrando los contenidos previos a los nuevos. También se reconocen estrategias de reconstrucción de las clases a modo de narrativas meta-analíticas cuando se hace consciente la estructura de contenidos que vertebran las distintas unidades temáticas de la Asignatura.

En la propuesta pedagógica para Matemática se han seleccionado aquellos saberes geométrico-matemáticos que se consideran necesarios para la disciplina Diseño Industrial. Los contenidos son de carácter instrumental y de aplicación en el resto de las asignaturas de la Carrera. Tanto la geometría -elemental y analítica- como

la aplicación de cálculos numéricos, algebraicos y la modelización de situaciones para facilitar el estudio de la realidad, son las principales herramientas con que las asignaturas de las distintas áreas cuentan para abordar el objeto de estudio.

La Matemática aporta a las disciplinas ligadas al diseño los métodos de representación, a la vez que es fuente de formas y de metodología científica con las que plantear muchos problemas suscitados en el marco del proceso de diseño. Y, si el objeto industrial es el resultado de un proceso de ideación, formalización, proyectación, construcción y apropiación, puede constatarse que la Matemática se encuentra presente en cada una de estas fases.

La ubicación de la Asignatura en el inicio del cursado de la Carrera demanda a los docentes acompañamiento y contención de los alumnos que transitan un período de adaptación a un nuevo nivel educativo. En estas condiciones, abordar la Matemática desde una perspectiva aplicada al Diseño entraña un doble desafío: incorporar un lenguaje propio del Diseño en cuanto a nuevos modelos de representación y diseñar transposiciones didácticas que aseguren el acceso al saber enseñado sin la pérdida del rigor propio del conocimiento matemático.

Las teorías sobre la educación, más allá de sus denominaciones y tecnicismos, abordan el estudio de las interacciones entre los pilares básicos que las definen: el docente, el alumno y los saberes. Las características del proceso de enseñanza y aprendizaje propias de las carreras de Diseño hacen necesarias las siguientes consideraciones:

- La enseñanza del Diseño está condicionada por la complejidad de variables y unidades de análisis que se manejan, por los conocimientos y procedimientos de orden interdisciplinario, por el pensamiento complejo y la generación de alternativas, la transferencia y la síntesis necesaria.
- El tipo de objeto de estudio y el tipo de pensamiento demandan un currículo no fragmentado, sino espiralado y recurrente.
- Para que los contenidos de las asignaturas se transformen en verdaderos conocimientos es fundamental desarrollar en el alumno la capacidad de relacionar y transferir. Ambas habilidades van a permitir comprender, interpretar, proponer y generalizar. Este desarrollo va a depender de los modos en que los docentes han diseñado las experiencias de aprendizaje de sus alumnos. En Matemática es fundamental el desarrollo de contenidos aplicados. En la medida en que el alumno logre visualizar el sentido del contenido dentro del contexto de su profesión podrá apropiarse de él e incorporarlo a su estructura cognitiva.

Para que el aprendizaje se produzca, deben existir instrumentos mediadores que funcionen como puentes entre el saber y el alumno. Uno de los instrumentos utilizados en Matemática es el Trabajo Práctico (TP) en el que se transfieren los contenidos a situaciones de diseño. En éstos, se ubica al alumno como sujeto activo de aprendizaje ya que a partir de una guía orientativa deberá, conjuntamente con sus compañeros de grupo, definir la estructura, las variables a analizar, los contenidos a transferir e integrar y el modo de comunicar el proceso y los resultados obtenidos. Los alumnos utilizan las herramientas informáticas tanto para desarrollar, calcular y graficar las variables analizadas, como para presentar el trabajo final.

## SEGUNDA PARTE: EXPERIENCIA DE ARTICULACIÓN

Para el primer cuatrimestre del año lectivo 2020, la Cátedra de Matemática propone la realización de un trabajo práctico denominado “*Matemática y diseño, experiencia de integración horizontal*”. Para ello, se toma como punto de partida el TP2 desarrollado por la Cátedra Introducción al Diseño Industrial B, titulado “*Introducción a la cultura del proyecto*”. A continuación, se presenta este último, para comprender el circuito didáctico que se retroalimenta a partir de los aportes de las dos asignaturas. La información que se transcribe ha sido facilitada por el Profesor Titular de la Cátedra, D.I. Mario Ivetta.

### GUÍA TP2 - INTRODUCCIÓN AL DISEÑO B: Introducción a la cultura del proyecto

#### a. Introducción

La cultura es construible, y se construye con el aporte de todos. El alumno debe asumir que el diseñador industrial alcanza y maneja conocimientos y prácticas técnico-creativos disciplinares que implican operaciones culturales. Para la cultura del proyecto, diseñar implica desarrollar un proceso de proyectación, para lo cual es imprescindible programar acciones según pautas surgidas de factores determinantes condicionados y no condicionados.

#### b. Propósitos particulares de la Cátedra

- Diseñar y operar, por parte de los profesores asistentes, materiales académico-pedagógicos para un contexto interdisciplinar de trabajo: Juego Didáctico y Diario del docente
- Desarrollar una actividad articuladora intercátedra de Nivel 1

de la Carrera de Diseño Industrial. Para este propósito cada cátedra aportará sus propios contenidos específicos con la finalidad de que confluyan y se sintetizan en un solo proceso/producto integrado.

### c. Consigna

Materializar, en equipo, una propuesta de diseño principal de un producto para el ambiente educativo, acompañado por una variante o una alternativa, como respuesta a un Programa de diseño constituido por pautas de factores determinantes condicionados de órdenes diversos y azarosamente distribuidas mediante el uso de material didáctico.

### d. Objetivos particulares (se rescatan dos especialmente)

- Ampliar la comprensión del proceso de diseño, en tanto que recorrido constructivo intuitivo-razional que relaciona la identificación de un problema con una propuesta de solución.
- Percibir que las cátedras de la carrera y los contenidos de las asignaturas integran un conjunto de recursos humanos y de conocimientos científico-disciplinares y profesionales.

### e. Contenidos particulares

En este trabajo práctico se articulan contenidos curriculares de asignaturas del primer cuatrimestre del Nivel 1 de la Carrera, sintetizados y propuestos a modo de pautas de un Programa de diseño para su integración en propuesta de diseño.

### f. Contenidos y pautas

#### f.1. Tema-problema dado por la Cátedra junto a docentes del FAMAFA-UNC

- Juegos con aplicación de teselados, sucesiones numéricas, aplicación de operaciones matemáticas o formas geométricas especiales.
- Cantidad de jugadores: solitario, dos jugadores o tres o más jugadores.
- Dinámica de juego: simultáneo, por turnos o secuencial o cooperativo.

#### f.2. Dados por las distintas asignaturas de Nivel 1



### 1.1. RULEMATH - Taller Frontera

Alumnos: Agustín Capomasi, Jeremías Horrock, Matías López Greco, Facundo Medina, Pablo Navarro



### 1.2. HEXODOM - Taller Battagliese.

Alumnos: Renzo Villalba,; Giomar Tinta A., Robertino Gennaro, Jesús SALDAÑO, Iván GRIÓN



### 1.3. APRENDER JUGANDO - Taller Valdéz

Alumnos: Nazareno Ahumada, Agustina González, César Oviedo, Trinidad VILMES

- Introducción al Diseño Industrial B: funcional y costos.
- Morfología: Tipología y modo de concreción.
- Sistemas de Representación I: representación.
- Ciencias Humanas: características del objeto.
- Historia del Diseño Industrial I: conceptual.
- **Matemática: geométrica.**

Los contenidos propuestos desde la Cátedra de Matemática dentro de las pautas geométricas fueron: polígono cóncavo, polígono convexo, circunferencia, arco de circunferencia, círculo, sector circular, triángulo acutángulo, triángulo obtusángulo y hexaedro. Nueve contenidos que fueron abordados en el primer cuatrimestre de cursado.

La cátedra de Matemática concurrió a la entrega del TP2 de la Cátedra de Introducción al Diseño Industrial B y realizó un registro fotográfico de todos los trabajos presentados. Tras evaluar el potencial de análisis desde la Matemática, se seleccionaron cinco trabajos para proceder a realizar el TP *Matemática y diseño, experiencia de integración horizontal* (Figura 1).

A continuación, se presenta la guía de TP elaborada por la Cátedra de Matemática para realizar el análisis geométrico-matemático de los cinco trabajos seleccionados.

## GUÍA TP: MATEMÁTICA Y DISEÑO, EXPERIENCIA DE INTEGRACIÓN HORIZONTAL

### a. Introducción

El pasado viernes 17 de mayo, alumnos de Nivel 1 de la cátedra Introducción al Diseño B hicieron entrega del TP2, denominado "Introducción a la Cultura del Proyecto". En él, se solicitó elaborar un producto para el ambiente educativo a partir de ciertas pautas (geométricas entre ellas) conformantes de un programa de diseño. El trabajo de carácter interdisciplinar, se desarrolló en taller mediante un esquicio abierto de 20hs de duración, en grupos de hasta seis alumnos. Su cierre se concretó de manera oral y gráfica, con bitácora y panel A3, además de la correspondiente maqueta en escala 1:1.

La cátedra de Matemática aportó las pautas geométricas consideradas en los diseños y concurrió a la entrega mencionada,



1.4. Q-BOX - Taller Valdéz

Alumnos: Martina Campo, Juan Cruz Feryala, Andrea Recalde, Matías Rey, Candela Tuttolomondo



1.5. OPERACIÓN DA VINCI - Taller Martínez

Alumnos: Brian Bilbao, Agustín Gago, Camila Hernández

realizando registro fotográfico de todos los trabajos presentados, a partir del cual se realizó un catálogo con los productos. De estos últimos, se seleccionaron 5 (cinco) para trabajar desde un punto de vista matemático.

### b. Consigna

Seleccionar uno de los cinco productos para proceder a observar, describir y calcular los distintos parámetros geométrico-matemáticos del mismo, a los fines de transferir los contenidos abordados en el primer cuatrimestre según el Programa de la Materia.

### 3. Modalidad

Se ejecutará este trabajo respetando las siguientes normas y procedimientos:

- Conformar grupos de hasta tres alumnos.
- Seleccionar un producto de los cinco propuestos.
- Realizar su abstracción geométrica, con rigurosidad y escala adecuada, en el soporte proporcionado por la Cátedra.
- En dicho soporte, y en el espacio asignado a tal efecto, describir, analizar y/o calcular el producto y sus componentes desde el punto de vista geométrico-matemático. Los temas a transferir son: trigonometría, polígonos, razones y proporciones, transformaciones en el plano y sistemas de coordenadas en el plano. Se empleará lenguaje rigurosamente matemático, indicando: lados, vértices, diagonales, ejes, centros, ángulos, vectores..., según corresponda.

### 4. Presentación

En soporte digital (en formatos *.jpg* o *.pdf*), a partir de la edición de la lámina A3 proporcionada por la Cátedra, con técnica libre y a razón de una lámina por grupo.

El archivo se enviará al correo electrónico [experienciaintegracion2019@gmail.com](mailto:experienciaintegracion2019@gmail.com) hasta las 23:59 del día lunes 24 de junio de 2019, pues la Cátedra los expondrá en



1.6. Presentación de panel y maqueta escala 1:1 en clase de Introducción al Diseño Industrial B.

Figura 1: Trabajos seleccionados para la realización del TP Matemática y Diseño: experiencia de integración horizontal.

Fig.2: Contenidos sugeridos para analizar en uno de los trabajos seleccionados y asignado a algunos grupos de cada uno de las comisiones de Matemática.

el Auditorio Rébora el día 27 de junio de 2019, en los horarios asignados a cada comisión.

## 5. Valoración

Se tendrán en cuenta la originalidad, rigurosidad y transferencia de los conceptos matemáticos trabajados desde la Cátedra durante el primer cuatrimestre.

Los cinco trabajos seleccionados fueron documentados a través de fotografías de los objetos y de los paneles de presentación que contenían piezas gráficas con dimensiones que permitían calcular los elementos de configuración formal. Dicha documentación estuvo a disposición de los alumnos en formato digital en el aula virtual de la Cátedra. Desde allí, accedían a la información y a fotografías que luego utilizarían en el desarrollo y presentación final. Para cada uno de los trabajos se elaboró un listado de los contenidos posibles de ser analizados en el objeto asignado (Figura 2).



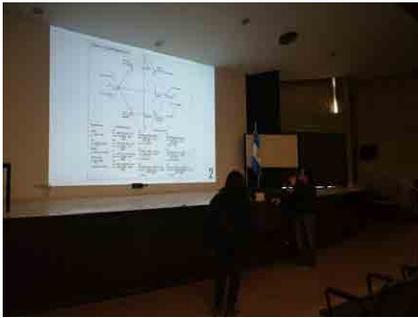
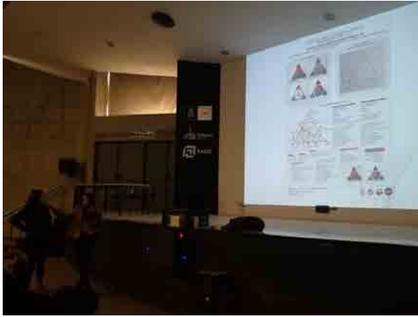
## TRABAJO PRÁCTICO INTEGRADOR 2019 INTRODUCCIÓN AL DISEÑO INDUSTRIAL B – MATEMÁTICA

### TRABAJO 5: OPERACIÓN DA VINCI

Autores: BILBAO, Brian - GAGO, Agustín - HERNÁNDEZ, Camila

#### Contenidos posibles a transferir en este trabajo en particular:

- \_ Circunferencia y arcos, círculo y sectores. Longitudes de arcos, áreas de círculos y sectores circulares. Ángulos.
- \_ Polígonos: clasificación (regulares/irregulares, concavos/convexos), identificación y cálculo de elementos (lado, radio, apotema, ángulos -interna, exterior, central-). Polígonos que compactan el plano. Perímetro. Superficie. Prisma de base poligonal. Volumen.
- \_ Transformaciones en el plano: traslación, rotación, simetrías (axial y central).
- \_ Razones y proporciones: escala.
- \_ Sistemas de coordenadas. Asociación del objeto a un sistema de referencias: indicación de coordenadas cartesianas y polares de puntos notables, distancias entre dos puntos y puntos medios. Rectas en el plano que contienen lados de polígonos y se intersectan entre sí.



*Fig. 3: Presentación de producciones en clase colectiva de cierre del TP de Matemática.*

Luego de la entrega digital, se realizó una presentación, a modo de cierre, en una clase colectiva. Para ello, se seleccionaron algunos trabajos que se fueron proyectando en el auditorio y sus autores explicaron frente al resto de sus compañeros qué y cómo abordaron los contenidos (Figura 3).

La presentación de la información se estructuró siguiendo los lineamientos definidos por el equipo docente. Primero, se presentó el objeto a través de fotografías y/o piezas gráficas que permitieran su comprensión global. Luego, se realizaron abstracciones geométricas, en dos y tres dimensiones, del objeto en sí mismo y de sus distintos componentes. Sobre ellas, se indicaron los elementos fundamentales con sus longitudes, ángulos, centros y ejes. Finalmente se procedió a aplicar los contenidos trabajados en la Asignatura, a saber: trigonometría, polígonos, razones y proporciones, transformaciones en el plano y sistemas de coordenadas. Si bien la asignatura trabaja fuertemente las dos dimensiones en el primer cuatrimestre, la identificación de cuerpos geométricos se llevó a cabo, descomponiéndose los mismos en figuras posibles de ser trabajadas (Figura 4).

### CIERRE

Luego de transitar la experiencia que propone un trabajo colaborativo entre docentes y alumnos de dos cátedras cuyo objetivo principal fue la articulación e integración de contenidos en el desarrollo de dos trabajos prácticos, se realizan una serie de reflexiones a modo de cierre de este trabajo:

- La articulación horizontal entre cátedras favorece el aprendizaje del alumno al posibilitar la transferencia de contenidos y experiencias abordados en dos asignaturas en un período determinado dentro del cronograma de las mismas. En este caso, se generó un circuito didáctico en el que Matemática brindó pautas geométricas para el diseño del objeto en Introducción al Diseño Industrial B, y luego el objeto se transformó en motivo de estudio de Matemática.
- El diseño didáctico de la experiencia demanda comunicación entre docentes de las dos asignaturas. Esto da lugar a un mayor conocimiento sobre las prácticas pedagógicas que se producen en una y en otra, generando intercambios que permiten una revisión crítica sobre el qué, para qué y cómo enseñamos desde una visión más amplia e integradora respecto al nivel de cursado y a la luz del Plan de Estudio.
- La distinción entre materia troncal -Diseño- y subsidiaria -Matemática- se disuelve en una experiencia integradora que se retroalimenta de los saberes (saber y saber hacer) que se ponen en juego en los dos trabajos prácticos.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA | FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO  
 CARRERA: DISEÑO INDUSTRIAL | CÁTEDRA: MATEMÁTICA

**MATEMÁTICA y DISEÑO: EXPERIENCIA DE INTEGRACIÓN HORIZONTAL 2019**  
 TEMAS: TRIGONOMETRÍA | POLÍGONOS | TRANSFORMACIONES EN EL PLANO | RAZONES Y PROPORCIONES | SISTEMAS DE COORDENADAS BIDIMENSIONALES

IMAGEN/ES DEL PRODUCTO

ABSTRACCIÓN GEOMÉTRICA  
DIMENSIONES | RELACIONES ENTRE LAS PARTES

POLÍGONO

Polígono regular convexo  
Polígono  
Equilátero  
Ecuilátero

Número de diagonales:  $n(n-3)/2 = 9$   
 Suma de ángulos interiores:  $S_n = 180°(n-2) = 720°$   
 Suma de ángulos exteriores:  $S_n = 360°$   
 Ángulo central:  $\alpha = 360°/n = 60°$   
 Perímetro:  $P = 6 \cdot 205 \text{ mm} = 1230 \text{ mm}$   
 Apotema:  $Apo = 102,5 \text{ mm} = 102,5 \text{ mm}$   
 Área:  $A = 102,5 \text{ mm} \cdot 205 \text{ mm} = 21012,5 \text{ mm}^2$   
 Superficie:  $S = 6 \cdot 3510 \text{ mm}^2 = 21060 \text{ mm}^2$   
 Ángulo interior:  $\beta = 180° - \alpha = 120°$   
 Ángulo exterior:  $\gamma = 360°/n = 60°$

DESCRIPCIÓN GEOMÉTRICO-MATEMÁTICA | CALCULOS

SISTEMAS DE COORDENADAS: RECTA

Ecuaciones de la recta

<p>Recta P1: <math>P_1(x,y) = 102,5x - 177,5y = 0</math></p> <p>Recta P2: <math>P_2(x,y) = 102,5x + 177,5y = 0</math></p> <p>Recta P3: <math>P_3(x,y) = 102,5x - 177,5y = 21012,5</math></p> <p>Recta P4: <math>P_4(x,y) = 102,5x + 177,5y = 21012,5</math></p>	<p>Recta P5: <math>P_5(x,y) = 102,5x - 177,5y = 42025</math></p> <p>Recta P6: <math>P_6(x,y) = 102,5x + 177,5y = 42025</math></p> <p>Recta P7: <math>P_7(x,y) = 102,5x - 177,5y = 63037,5</math></p> <p>Recta P8: <math>P_8(x,y) = 102,5x + 177,5y = 63037,5</math></p> <p>Recta P9: <math>P_9(x,y) = 102,5x - 177,5y = 84050</math></p> <p>Recta P10: <math>P_{10}(x,y) = 102,5x + 177,5y = 84050</math></p>
---	---

TRIGONOMETRÍA

Álgebra:  $h = 205\sqrt{3}/2 = 177,5 \text{ mm}$   
 Perímetro:  $P = 6 \cdot 205 \text{ mm} = 1230 \text{ mm}$   
 Superficie:  $S = 6 \cdot 3510 \text{ mm}^2 = 21060 \text{ mm}^2$

Ecuaciones de la recta

Superficie total hexágono = 21060 mm²  
 Superficie total de triángulos = 21060 mm²  
 Superficie total = 42120 mm²

Traslación

Rotación

Simetría central

Simetría axial

INTEGRANTES: Soria, Yésica Micaela  
 DOCENTE A CARGO: Gnavi, Gerardo  
 SEUDÓNIMO: MIKAKIM

Fig. 4: Láminas síntesis presentadas por alumna Yésica Soria al cierre del TP.

- El trabajo práctico, como formato didáctico, es un instrumento mediador efectivo entre el alumno y el saber. Los docentes diseñan la experiencia que verifica su efectividad en la medida en que los alumnos logran relacionar y transferir los contenidos puestos en juego. La observación del proceso y las producciones de los alumnos y de las exposiciones realizadas en las dos asignaturas permite afirmar que la experiencia didáctica logró los objetivos planteados.
- Para Matemática, se trata de una experiencia abierta en el tiempo ya que los contenidos a desarrollar en las unidades temáticas del segundo cuatrimestre también podrán ser transferidos en el análisis geométrico-matemático del objeto de diseño.
- Finalmente, socializar la experiencia en otros contextos académicos, como lo es el EMAT11, brinda la posibilidad de evaluar la experiencia en perspectiva, revisar las propias prácticas, detectando fortalezas, oportunidades y debilidades

### BIBLIOGRAFÍA

Almada, Pablo y otros (2018). *Propuesta Pedagógica para la Cátedra de Matemática para Diseño Industrial*. FAUD-UNC.

Almada, Pablo y otros (2017). *Matemática para Diseño Industrial*. FAUD-UNC.

Ivetta, Mario (2018). *Introducción al Diseño Industrial B: una cultura de dictado, articulación y evaluación*. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Córdoba.

Litwin, Edith (1997). *Las configuraciones didácticas*. Buenos Aires: Ed. Paidós.

Mazzeo, Cecilia y Romano, Ana (2019). *Seminario: La didáctica del taller proyectual*. FAUD-UNC.

Mazzeo, Cecilia (2014). *¿Qué dice del diseño la enseñanza del diseño?* Buenos Aires: Ed. Infinito.

Páez, Roberto (2007). *Didáctica Conceptual en el Sistema Universitario*. Córdoba: Ed. Anabasis.

# 31

## Geometrías objetuales, capturas fotográficas

**Pablo Almada, María Dolores Aramburu, Fernanda Franciosi**

**Claudia Gareca, Gerardo Gnavi, Adriana Martín**

**Natalia Motta Milesi, Laura Turu Michel**

**y colaboración Ayte. Alumna María Paula Albornos**

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Argentina

**Pablo Almada**

[almada1970@yahoo.com.ar](mailto:almada1970@yahoo.com.ar)

**María Dolores Aramburu**

[mariadolores.aramburu@gmail.com](mailto:mariadolores.aramburu@gmail.com)

**Fernanda Franciosi**

[feFranciosi@gmail.com](mailto:feFranciosi@gmail.com)

**Claudia Gareca**

[cdeIcgareca@gmail.com](mailto:cdeIcgareca@gmail.com)

**Gerardo Gnavi**

[gergnavi@hotmail.com](mailto:gergnavi@hotmail.com)

**Adriana Martín**

[amt\\_arq@hotmail.com](mailto:amt_arq@hotmail.com)

**Natalia Motta Milesi**

[namottalia@hotmail.com](mailto:namottalia@hotmail.com)

**Laura Turu Michel**

[turumichel@gmail.com](mailto:turumichel@gmail.com)

Cátedra de Matemática Carrera Diseño Industrial Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño Universidad Nacional de Córdoba

### RESUMEN

Todo diseñar conlleva un proceso previo de configuración mental, una “prefiguración” dirigida: el diseño es acción y reflexión proyectual. Las múltiples variables de sus objetos (forma, materialidad, contexto, espacio, función, imagen), concurren para el alumno de nivel inicial universitario en un itinerario complejo, de lógicas aleatorias manifestadas de un modo aparentemente desordenado cuando las distintas materias se asocian y movilizan perceptos, constructos y memorias individuales y colectivas.

Con esta mirada, la Cátedra de Matemática de Diseño Industrial pretende estimular, motivar, asimilar y producir acciones y gestos de síntesis madurativa, mediante situaciones de aprendizaje (significativo) que construyan vínculos con la realidad del alumno desde varias plataformas, tales como la apropiación sensorial y perceptual del entorno cotidiano (público y privado), el uso de objetos técnicos de amplio reconocimiento personal, y la incorporación conceptual y práctica de los conocimientos del Programa de la Materia, desarrollados en los meses de cursado.

Se propone para esto un *ejercicio de captura fotográfica de productos de diseño industrial de alcance doméstico/público, para promover el discernimiento de ciertos parámetros geométricos-matemáticos en relación a los contenidos estudiados, desde la fotografía como herramienta registral.*

En particular, este Trabajo utiliza un recurso muy próximo al alumno, poderoso e invaluable: *el teléfono móvil*, máquina con funciones de ordenador, *“extensión de la mano”, “mano y tabula”,* para ser utilizado como extensión académica y registro de prueba del universo formal del diseño. Una vez materializados dichas capturas, se promueve el abordaje matemático mediante la lectura de distintos parámetros formales: figuración geométrica, escala, tamaño, proporción, etc., tras lo cual se procede a realizar una abstracción geométrica de la imagen del objeto (marcando ejes, centros, ángulos, vectores, etc.), a los fines de generar una circularidad en la experiencia didáctica.

## INTRODUCCIÓN

La Cátedra de Matemática de Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba pretende -desde su propuesta académica-, *motivar y promover acciones y gestos* hacia la *síntesis madurativa* de nuestros alumnos de Primer Año de la Carrera. En pleno convencimiento de ello, formulamos particularmente aquí una *situación de aprendizaje* dirigida a la *construcción de vínculos con la realidad*, dado que, como aspirantes a recorrer el mundo de diseño, ese universo se nutre de imaginarios locales y globales dentro de un vértigo jamás visto.

Nuestra convivencia actual posee las marcas de un *entramado socio-técnico* (Simondon, 1958), que amplía brechas en el colectivo académico sin un *desideratum* acordado *a priori*: *nosotros, docentes*, formados en la regulada modernidad de la creencia que todo abordaje científico-tecnológico es sintomático con la idea de progreso; *ellos, alumnos*, virtuosos de ciberhabilidades, deseosos de toda novedad, pero desconocedores -aún por jóvenes y neófitos- de la inmensa complejidad del universo (y del mundo del diseño), inexpertos en el quehacer morfológico, autómatas de una representación visual mediática desde que nacieron... Esta reconocible brecha resulta para ambos interesante de reducir, compuesta de ¿dos? márgenes académicos en la misma institución que no son tan antagónicos como parecen, pues al fin y al cabo *todos los venti-monónicos (y unventi-monónicos) somos hijos de las máquinas*.

Entonces, y *a partir de la hipótesis de que es posible asentarse en plataformas comunes de diálogo y trabajo*, nos propusimos -como Cátedra de Matemática en Diseño-, abordar temas desde el pre-conocimiento y el manejo de *las plataformas digitales*, apelando además a la *intuitiva apropiación sensorial y perceptual de nuestro entorno cotidiano*, tanto público como privado, en interfaz.

Es precisamente este concepto -el de *interfaz*-, el que será puesto en juego en este trabajo que presentamos y hasta en dos oportunidades, aprovechando el

amplio reconocimiento personal y social que posee un dispositivo móvil como lo es el *smartphone*, disponible en cuan bolsillo universal irrumpa en la universidad: propusimos *incorporar e internalizar este “equipaje” a los fines de asociarlo a los conocimientos del Programa de la Materia* que se desarrollan en los meses de un cursado anual, y de un modo progresivo.

## SUSTENTO TEÓRICO/ CONCEPTUAL

### a. SENSACIÓN Y PERCEPCIÓN EN LA CULTURA DIGITAL

Nuestros alumnos universitarios realizan un camino académico/ proyectual que configura un itinerario complejo de lógicas y prácticas aleatorias (y desordenadas), dentro de una grilla de materias que se asocian -a veces no-, movilizandoles *sensaciones<sup>1</sup>, perceptos, constructos y memorias individuales y colectivas* (mayormente visuales, los que permiten una mayor capacidad de recuerdos de imágenes más que de palabras), fuertemente condicionados por el conocimiento o aprendizaje previo que se posean del entorno próximo, cotidiano.

Por otra parte, *todo diseñar conlleva un proceso previo de configuración mental*, una suerte de “pre-figuración” dirigida con recurrencias entre “acción y reflexión”. En lo que nos toca desde la Matemática, ambas operaciones -hacer y pensar críticamente-, se tensionan a través de las múltiples variables de los objetos de diseño, y entre las cuales *la forma* es –como aspecto sensorial visible de los objetos construidos-, trascendente en su aproximación al proceso de diseño, iniciado desde la imaginación material y siempre resultado de la evolución técnica contemporánea.

Así, cuando nos ocupamos de los objetos, nos interesan *las ilusiones que crean sus tamaños* al involucrar problemas de dimensión y distancias, o lo que es lo mismo -en el plano de lo representativo-, con la apariencia de su *escala*, ya sea ésta dimensional (o apariencia de una cosa en relación a otra, tomada como patrón de medida), perceptual o vivencial. Mientras que las Ciencias Sociales apuntan a las últimas<sup>2</sup>, la Matemática se interesa por la primera, en cuanto *interesa cómo el objeto es, cuál es su relación con el contexto inmediato y mediato, cuál resulta su*

---

<sup>1</sup> La *sensación* se refiere a experiencias inmediatas básicas, generadas por estímulos aislados simples; por su parte, la *percepción* incluye la interpretación de esas sensaciones, dándoles significado y organización; fueron ampliamente abordadas por la teoría de la Gestalt (Wertheimer, 1923; Koffka, 1935; Köhler, 1947).

<sup>2</sup> Lo *perceptual* remite a cómo el objeto se percibe (vista, tacto, gusto, oído, olfato), con expresiones subjetivas e imprecisas: es el llamado *segundo grado de abstracción*. Lo *vivencial* aborda los significados propios con interpretación e influencia cultural, tales como experiencias, conocimientos previos, historia; implica una visión personal, y es el *tercer grado de abstracción*.

*expresión objetiva y precisa* (primer grado de abstracción, cuya representación se realiza mediante dibujo técnico, sin color ni perspectiva).

Este interés es común a toda mirada, pero desde finales del siglo pasado asistimos a un período de transición que en términos de nuestra relación con la tecnología se define como *pasaje de la cultura analógica a la digital*, acople o ensamble que implicó una reconfiguración y reactualización del espacio social y cultural humano, una discontinuidad que aún combina procesos de convergencia tecnológica con dispersión de identidades culturales, sobre todo en lo que se refiere a las tecnologías de comunicación y a los colectivos de consumidores y usuarios: este ensamble es común en la población académica de una universidad pública, muestra y espejo de toda la sociedad.

En este escenario de globalización cultural mediática, toda *circunstancia resulta temporal y opera por constelaciones*, esto es, se sumerge en nubes aparentemente no-relacionales que se imbrican con lógicas aleatorias, muchas veces efímeras: un escenario que subsume libertad, auto-creación, estéticas desafiantes, lógicas de multitud (Virno, 2001), éticas distintas: nos dirigimos entonces clase a clase a un “adulto” al cual creemos receptor pasivo y hasta sujeto en riesgo por el alarde hiper-tecnológico y al cual se le responde con control (la regla académica), el castigo (su regularidad o libertad académica) o bien su protección (la “necesaria” contención al desborde).

En plena “tiranía de la visibilidad”, hoy mirar es un proceso duro, tanto o más que nunca: los pilares de la subjetividad se desplazan hacia entornos de alfabetización de múltiples convergencias y *no sólo lecto-escritas*, apoyadas en nuevas formas de contemporaneidad: colectivos de alumnos/ docentes *ciegos por sub-exposición* (por falta de tiempo o bien porque el tiempo corre, toda experiencia resulta demasiado efímera); o *ciegos por sobre-exposición*, merced a la saturación de imágenes brindadas desde infinidad de plataformas.

#### **b. LA IMPORTANCIA DE REGISTRAR PARA DETENERSE Y MIRAR**

En pleno apogeo de la maquinización analógica, decía S. Sontag (2006)<sup>3</sup> que *“encuadrar es excluir, pero ofrecer una imagen con su epígrafe era brindar una unidad de comprensión”*. Con las TICs<sup>4</sup>, los dispositivos de acceso, registro, procesamiento y guardado de información han sufrido una aceleración increíble para cualquier lector crítico del siglo pasado.

A sabiendas de que este proceso resulta imparabile pero más que funcional a una favorable adaptación académica, la Cátedra propuso un Trabajo que utiliza

<sup>3</sup> Ver Bibliografía.

<sup>4</sup> Tecnologías de Información y Comunicación.

un recurso muy próximo, poderoso e invaluable para el alumno, como lo es el *teléfono móvil inteligente o smartphone*, a los fines de ser utilizado como registro de prueba del universo formal del diseño. Esta complejo objeto socio-técnico, surgido inicialmente como elemento de comunicación humana, hoy sin cables, conectado a redes y -además-, con funciones de ordenador, grabador, máquina de vídeo y fotografía, tarjeta de crédito y tantas cosas más<sup>5</sup>, resulta una “*extensión de la mano para el diseñador*”: no es un teléfono, sino una *interfaz portátil del ciberespacio*, estrictamente ¿privado? y siempre presente, pues el individuo conectado adquiere cualidades ubicuas (vía GPS) e ¿individuales?, con un carácter emotivo porque es ¿íntimo? Más allá de sus críticas, es uno de los pocos hallazgos técnicos sofisticados que hoy está al alcance de casi todo el mundo, es decir, es un objeto global.

Dadas estas “virtudes”, la Cátedra propuso un *ejercicio de captura fotográfica de productos de diseño industrial de alcance doméstico/público*, para promover el discernimiento de ciertos parámetros geométricos-matemáticos en relación a los contenidos estudiados, desde la fotografía como herramienta registral. Para esos fines, propuso una Guía de Trabajo, expuesta en el Auditorio Rébora de la FAUD/ UNC:

### TRABAJO PRÁCTICO: GEOMETRÍAS OBJETUALES, CAPTURAS FOTOGRÁFICAS/ PRIMERA PARTE

**EJERCICIO:** *captura fotográfica de productos de diseño industrial de alcance doméstico/ público, para el discernimiento de algunos parámetros geométricos/ matemáticos en relación a los contenidos estudiados en el Programa de la materia.*

**OBJETIVO GENERAL:** *se espera que los alumnos logren la incorporación conceptual y práctica de los conocimientos del Programa de la Materia, mediante la obtención de fotografías de productos de diseño industrial dentro de su entorno cotidiano (desde el espacio doméstico al urbano), para el desarrollo de una mirada particular del diseño a partir de la fotografía como herramienta registral.*

<sup>5</sup> Esto induce a relacionar a lo humano con lo biónico (Haraway, 1991), y en su decir: «Un *ciborg* es un organismo cibernético, un híbrido de máquina y organismo, una criatura de realidad social y también de ficción». Así, las nuevas capacidades del *ciborg* mediático, hombre y medio de comunicación al mismo tiempo, además de producir la hibridación entre lo virtual y lo físico, han acelerado otros dos procesos de hibridación que ya habían iniciado los medios de comunicación de masas: la hibridación entre lo real y lo imaginario y entre lo público y lo privado. (Extraído de la lectura personal de *Manifiesto Ciborg*, de la misma autora).



Fig. 1: ejemplos pasados a los alumnos a modo de referencia visual (autores varios).



Fig. 2: imágenes de productos domésticos y públicos, pasados a modo de referencia visual, de autores varios.

**MODALIDAD:** se ejecutará este trabajo respetando las siguientes normas y procedimientos:

1. Deberá ser realizada mediante dispositivos móviles (teléfono celular) y/o máquina digital. Resolución mínima: 1 (un) MB.
2. La fotografía será original e inédita. No se admitirán montajes fotográficos (es decir que no se la podrá editar digitalmente).
3. La toma deberá revelar su contexto: esto implica que el producto deberá entenderse como tal sin requerimientos más que el de su nombre y lugar de captura.

Una vez materializadas dichas capturas, se promovía el abordaje matemático mediante la lectura de distintos parámetros formales: figuración geométrica, escala, tamaño, proporción, etc., tras lo cual se procedía a realizar *una abstracción geométrica de la imagen del objeto* (marcando ejes, centros, ángulos, vectores, etc.), a los fines de generar una circularidad en la experiencia didáctica:

4. Una vez realizada la toma o captura, se acompañará la misma con una pequeña memoria o texto que describirá **los distintos parámetros formales del producto** (en cuanto a su figuración geométrica, escala, tamaño, proporción, etc.), para lo cual **se empleará un lenguaje rigurosamente matemático**. Para analizar la imagen, **se procederá a determinar** –por ejemplo- **qué figuras, líneas** (directrices, generatrices), **modulaciones, transformaciones en el plano**, etc., observa en la imagen del producto, tras lo cual se procederá a realizar una **abstracción geométrica** de la misma marcando ejes, centros, ángulos, vectores, etc., según corresponda.



EJEMPLO UNO/  
UNA SIMPLE TAZA DE CAFÉ...

¿Cuerpos de matriz circular y parabólicas?...  
¿1 simetría axial (taza, paleta y plato)...  
¿proporción entre la muesca del plato y el propio plato?: habrá que medir...



EJEMPLO DOS/  
ASIENTOS TRIBANOS...

2 cuerpos de planos rectos con seccionamientos oblicuos...  
¿1 simetría axial (asiento)...  
¿traslación de muescas y tablas...  
¿proporción? habrá que medir...

Fig. 3: imágenes de ejemplos de abordaje geométrico/ matemáticos ofrecidos.

**PRESENTACIÓN:** en formato .ppt, y en sólo 1 (una) diapositiva por alumno. La misma se enviará al correo electrónico [capturasfotograficas2019@gmail.com](mailto:capturasfotograficas2019@gmail.com), indicando en el asunto APELLIDO, Nombre- TALLER Docente – ESLOGAN (ejemplo: BURUNDI, Solsticio- TALLER Gareca- ATARDECER EN EL PARQUE DE LAS TEJAS).

**Lanzamiento: 27 de JUNIO de 2019. Cierre: 08 de AGOSTO de 2019**

**Plazo de presentación:** se admitirán los envíos por correo electrónico **hasta las 23:59 del día 08 de AGOSTO de 2019**, de forma improrrogable, en el formato exclusivamente solicitado.

**Valoración:** se tendrán en cuenta la originalidad, creatividad y relación con la temática requerida en cuanto la transposición de los conceptos difundidos por la cátedra durante el año académico 2019.

**Exposición:** los docentes de cada taller seleccionarán los trabajos que considere de mayor calidad, tras lo cual se montará una clase especial en el Auditorio Rébora (FAUD Ciudad Universitaria), el **día 26 de SETIEMBRE de 2019**, en los horarios asignados a cada comisión.

**Aclaración:** la cátedra se reserva los derechos de imagen de los trabajos enviados, a fin de ser presentados en el 11° Encuentro de Profesores de Matemática de Escuelas y Facultades de Arquitectura y Diseño del Mercosur (EMAT), Mar del Plata, 09 a 11 de octubre de 2019. La entrega efectiva de los trabajos supone la aceptación de sus bases.

El resultado fue la recepción vía email de un total de 334 trabajos (diapositivas), de las que se reseñan a continuación las más significativas:

- De orden doméstico: fueron la mayoría de las entregas realizadas (Fig. 4)
- De orden privado/ público. (Fig. 5)

Hacia unas apreciaciones primarias para una somera evaluación, se puede decir que los trabajos respondieron -salvo excepciones- a lo solicitado: se registraron los objetos en su tridimensionalidad, se los midió y esquematizó, tras lo cual arribaron a ciertas conclusiones descriptivo-analíticas que hicieron gala de lo visto por los alumnos durante el año recorrido, a saber, observaron polígonos, radiaciones con valores angulares, simetrías, ejes compositivos, y hasta avanzaron intuitivamente en geometrías aún no abordadas en clase: cónicas (circunferencias, elipses), poliedros y cuerpos redondos.

Según la mayor o menos complejidad del objeto, observaron y contextualizaron, uno de los objetivos primarios del trabajo. Por otra parte, muchos de ellos leyeron componentes del producto en la descomposición visual y sobre todo física, pues era una condición fundamental del ejercicio que ellos pudieran

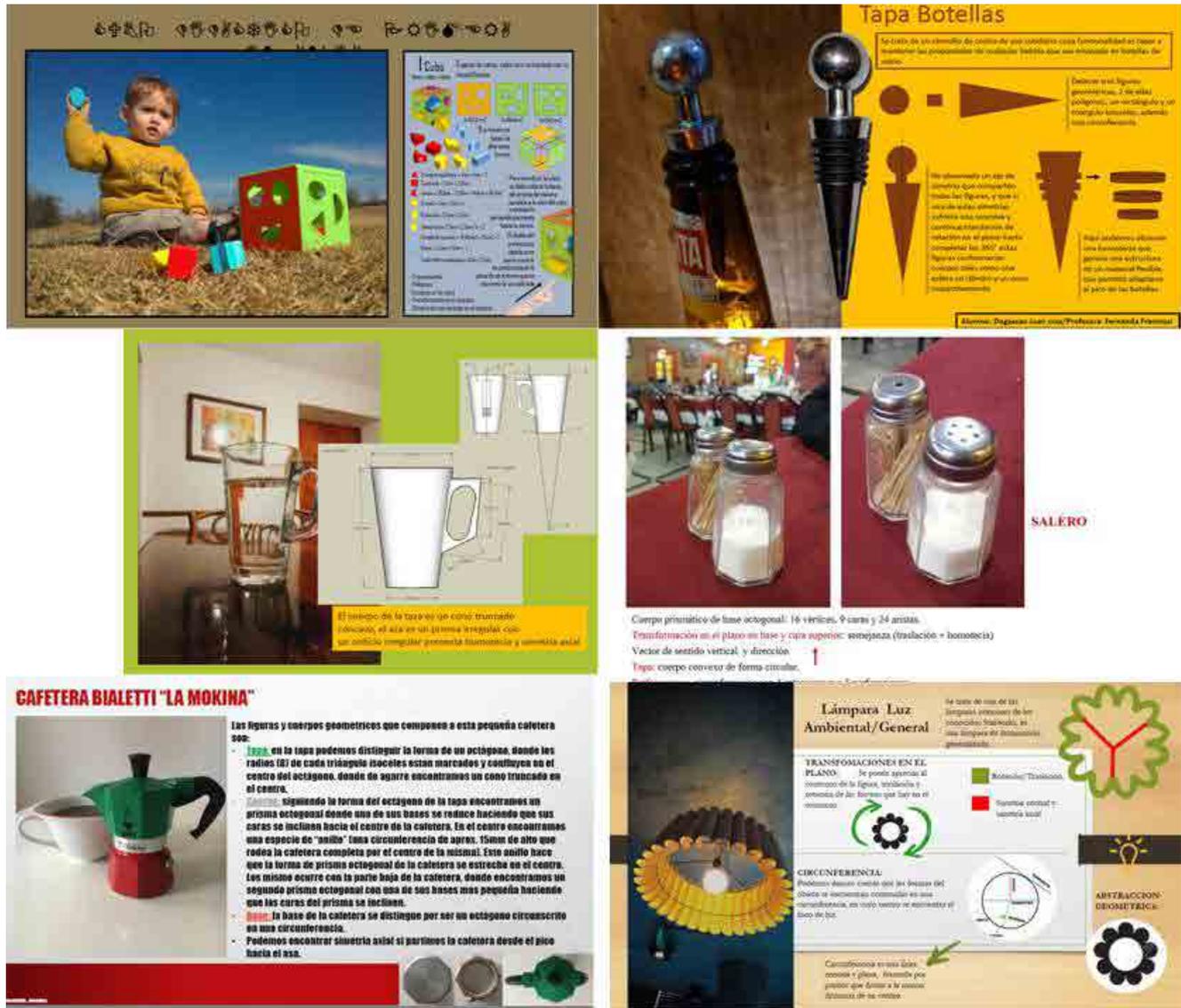


Fig. 4: imágenes de trabajos recibidos de orden doméstico.

Banco para dos personas

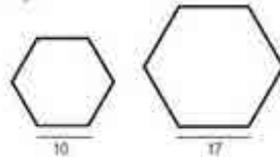


Plafón de luz, cumple una función de decoración sencilla y de iluminar espacios determinados como: living, comedor, habitación, entre otros.

TRABAJO PRÁCTICO: GEOMETRÍAS OBJETALES, CAPTURAS FOTOGRÁFICAS



El producto consiste en tres exágonos y tres triángulos invertidos. Desde la vista superior se puede apreciar como las tres patas conectadas forman un triángulo circunscrito en el hexágono.



perímetro: 60  
apoteca: 10  
Área: 10  
superficie: 300mm<sup>2</sup>

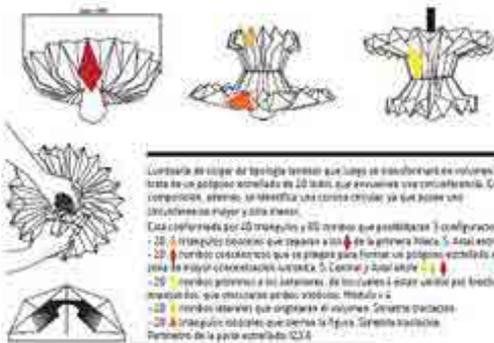
perímetro: 110  
apoteca: 15  
Área: 15  
superficie: 675mm<sup>2</sup>



Transformaciones en el plano

1. Traslación entre los dos hexágonos mayores con una separación de 50mm
2. Se genera una homotecia entre el hexágono mayor y el menor, cambiando su escala pero manteniéndose en el mismo eje.
3. Podemos observar una rotación y una simetría axial en el conjunto de triángulos invertidos ya que tienen un sentido de giro y un centro de rotación.

YORU origami lamp



Trabajo Práctico Geometrías objetuales, Capturas fotográficas. P. Almada, Victoria Dal, TE

Fig. 5: imágenes de trabajos recibidos de orden privado/ público.

abordar tangiblemente el mismo, para que no fuera una mera abstracción de las habituales interfaces gráficas tan cotidianas en sus días: los objetos no son meras abstracciones sino concretas realidades, y ése debe ser un principio posicionado en la cabeza de todo diseñador.

Finalmente, los resultados se presentaron auspiciosos para avanzar en un cierre del año académico grato, pues al cierre de este escrito la Cátedra está avanzando en una segunda parte de la experiencia a los fines de completar temas del Programa, para incluir cónicas abiertas y cerradas, coordenadas 3D y poliedros-cuerpos redondos, y dirigida con la siguiente Guía que se transcribe a continuación:

### Trabajo Práctico: GEOMETRÍAS OBJETUALES, CAPTURAS FOTOGRÁFICAS/ SEGUNDA PARTE

**EJERCICIO:** a partir de la experiencia anterior, se repite la captura fotográfica de productos de diseño industrial de alcance doméstico/ público, para el discernimiento de algunos parámetros geométricos/ matemáticos en relación a los nuevos contenidos estudiados en el Programa de la materia en el segundo cuatrimestre 2019.

**Objetivo General:** se espera que los alumnos logren la incorporación conceptual y práctica de los conocimientos del Programa de la Materia, mediante la obtención de fotografías de productos de diseño industrial dentro de su entorno cotidiano (desde el espacio doméstico al urbano), para el desarrollo de una mirada particular del diseño a partir de la fotografía como herramienta registral.

**Modalidad:** se ejecutará este trabajo respetando las siguientes normas y procedimientos:

1. Deberá ser realizada mediante dispositivos móviles (teléfono celular) y/o máquina digital. Resolución mínima: 1 (un) MB.
2. La fotografía será original e inédita, y distinta a la entrega en la experiencia anterior: **NO SE PUEDE REPETIR LA TOMA**. Igualmente, **NO se admitirán montajes fotográficos (no se podrá editar digitalmente)**.
3. La toma deberá revelar su contexto, es decir, el producto deberá entenderse como tal sin requerimientos más que el de su nombre y lugar de captura.
4. Una vez realizada la toma o captura, se acompañará la misma con una pequeña memoria o texto que describirán nuevamente **los distintos parámetros formales del producto** (en cuanto a su figuración geométrica, escala, tamaño, proporción, etc.), para lo cual **se empleará un lenguaje rigurosamente**

**matemático, pero en este caso, el análisis de la imagen pretende *determinar qué poliedros y/ o cuerpos redondos le componen (líneas directrices y generatrices), y qué secciones cónicas observa (si esto fuera posible) en la imagen del producto, tras lo cual procederá a realizar una abstracción geométrica de la misma, marcando ejes, centros, ángulos, vectores, etc., REPRESENTANDO EN UN SISTEMA AFÍN A SU TRIDIMENSIONALIDAD, según corresponda.***

**Presentación:** en formato .ppt, y en sólo 1 (una) diapositiva por grupo de hasta 3 (tres) alumnos. La misma se enviará al correo electrónico [capturasfotograficas2019@gmail.com](mailto:capturasfotograficas2019@gmail.com), indicando en el asunto APELLIDO, Nombre- TALLER Docente – ESLOGAN (ejemplo: BURUNDI, Solsticio- TALLER Gareca- ATARDECER EN EL PARQUE DE LAS TEJAS).

**Lanzamiento: 05/09/19. Cierre: 26/09/19**

**Plazo de presentación:** se admitirán los envíos por correo electrónico **hasta las 23:59 del día 26 de SETIEMBRE de 2019**, de forma improrrogable, en el formato exclusivamente solicitado.

**Valoración:** se tendrán en cuenta la originalidad, creatividad y relación con la temática requerida en cuanto la transposición de los conceptos difundidos por la cátedra durante el año académico 2019.

**Exposición:** los docentes de cada taller seleccionarán los trabajos que considere de mayor calidad, tras lo cual se montará una clase especial en el Aula Virtual de la Cátedra, a partir del **día 03 de OCTUBRE de 2019**.

**Aclaración:** la cátedra se reserva los derechos de imagen de los trabajos enviados, a fin de ser presentados en el 11° Encuentro de Profesores de Matemática de Escuelas y Facultades de Arquitectura y Diseño del Mercosur (EMAT), Mar del Plata, 09 a 11 de octubre de 2019. La entrega efectiva de los trabajos supone la aceptación de sus bases.

### ALGUNAS CONCLUSIONES

La inclusión de imágenes fijas es “estrategia y posibilidad” (Augustowsky, 2018), y agrega:

*...se abordan las imágenes ligadas a la experiencia subjetiva de un sujeto/ estudiante que es también productor; es decir un observador que crea y un creador que observa. Se trata de propiciar la formación de un observador creativo, autónomo, libre; para Jacques Rancière (2010) es un espectador que va deviniendo en autónomo en la medida que comprende*

*las evidencias que estructuran las relaciones del decir, del ver y del hacer. Comienza cuando se comprende que mirar es también una acción que confirma o que transforma las relaciones sociales de poder y la distribución de las posiciones. Pero el espectador también actúa, observa, selecciona, compara, interpreta; vincula aquello que ve a muchas otras cosas que ha visto en otras organizaciones, en otro tipo de lugares. Compone su propio poema con los elementos del poema que tiene delante.*

Esperamos sea esta experiencia y otras de interés en el área de las cátedras de Matemática y demás ciencias “duras”, a los efectos de re-centrar la mirada, con el auxilio de nuevas prácticas de aprendizaje en estudiantes universitarios (o no): supone entonces la necesidad de achicar distancias y observar posibilidades para un mayor horizonte educativo. Es lo que la Cátedra pretende: el esfuerzo está en lograrlo. El tiempo lo definirá.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almada, Pablo y otros (2017). *Matemática para Diseño Industrial*. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Córdoba.
- Augustowsky, Gabriela. (2018). *Las imágenes fijas para la enseñanza en entornos virtuales de aprendizaje. El etiquetado didáctico como recurso meta – analítico*. Hipertextos, vol. 6, n° 10, Buenos Aires, julio/diciembre de 2018 «97. Número temático: educación y tecnologías digitales. <https://revistas.unlp.edu.ar/hipertextos>
- Barthes, R. (2008). *La cámara lúcida*. Buenos Aires, Paidós,
- Blanco, J.; Parente, D.; Rodríguez, P. y Vaccari, A. (editores) (2015). *Amar a las máquinas: Cultura y Técnica en Gilbert Simondon*. Buenos Aires: Prometeo.
- Haraway, D. (1999). *Las promesas de los monstruos: Una política regeneradora para otros inapropiados/ inapropiables*. En *Política y Sociedad*, N°30, Universidad Complutense, Madrid, 1999, pp. 121-163.
- Julier, Guy. (2010). *La cultura del diseño*, Barcelona, Gustavo Gili.
- Sontag, S. (2006). *Sobre la fotografía*. México: Alfaguara.

# 32

## Matemática 2A para estudiantes de arquitectura. FAUD-UNC

**Miriam Agosto, Pablo Almada, Silvio Chaile, Patricia Crivello, Andrea Farías, Gerardo Gnavi, Mirta Heredia, Clarisa Lanzillotto y Alejandro Torres**

Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina

**Miriam Agosto**

*arqagosto@hotmail.com*

**Pablo Almada**

*almada1970@yahoo.com.ar*

**Silvio Chaile**

*silviochaile@serviciodigitalcba.com.ar*

**Patricia Crivello**

*patricia\_gcrivello@hotmail.com*

**Andrea Farías**

*arqafarias@gmail.com*

**Gerardo Gnavi**

*gergnavi@hotmail.com*

**Mirta Heredia**

*herediamirta@yahoo.com*

**Clarisa Lanzillotto**

*infolan@yaho.com.ar*

**Alejandro Torres**

*torresalejandro2@gmail.com*

Cátedra Matemática IA y IIA - Carrera  
Arquitectura. Facultad de Arquitectura,  
Urbanismo y Diseño. Universidad  
Nacional de Córdoba.

### RESUMEN

Los contenidos de la asignatura Matemática IIA, que se cursa en tercer año de la carrera de Arquitectura de la FAUD-UNC- pretenden una paulatina evolución de los conocimientos relacionados con las dos dimensiones, trabajados en Nivel I en Matemática IA, hacia los necesarios para actuar en las tres dimensiones que es en definitiva el ámbito de la Arquitectura. Las secciones cónicas, las superficies regladas y curvas posicionadas en el espacio geométrico aportan a resolver y diseñar el espacio arquitectónico. Estas entidades analizadas desde la Geometría Analítica Plana y Espacial, posicionadas en sistemas de referencia en las dos y tres dimensiones pueden ser estudiadas en distintos aspectos útiles a la hora de su replanteo en un sitio real, al analizar costos, presupuestos, realizar cálculos métricos y ver factibilidades constructivas.

Para mostrar al estudiante de Matemática IIA esta mirada ampliada de la Matemática desde una perspectiva relacionada con la Arquitectura y el Urbanismo, y dando continuidad al Libro Matemática IA orientada a estudiantes de Arquitectura, surge la necesidad de elaborar el libro “Matemática 2A para estudiantes de Arquitectura”, que facilite la comprensión de los contenidos y posibilite afianzar los conocimientos adquiridos para lograr aprendizajes significativos.

El libro desarrolla los temas del Programa e incluye trabajos integradores, análisis de obras de Arquitectura desde la Matemática, y una síntesis teórica que antecede cada tema. Completamente elaborado por el equipo docente pone énfasis en las aplicaciones, con ejercicios de menor a mayor complejidad, proponiendo resolver situaciones vinculadas al diseño arquitectónico en sus diferentes etapas. Las unidades se vinculan con aplicaciones combinadas y actividades que refuercen lo aprendido como las autoevaluaciones.

El estudiante puede resolver ejercicios, graficar, usar escalas adecuadas, interpretar gráficos presentados con distintas herramientas.

Esta ponencia tiene el objetivo de compartir el Libro y la experiencia educativa.

## INTRODUCCIÓN

### MATEMÁTICA EN LA FAUD- CARRERA ARQUITECTURA. UN POCO DE HISTORIA

El plan de estudios vigente en la FAUD-UNC para la carrera de Arquitectura, Plan de estudios 2007 (Adecuado a la Resolución MECyT N° 498/06), reemplazó al viejo Plan de estudios 86, estableciendo modificaciones que incluyeron, entre otras, el desdoblamiento de algunas cátedras. Matemática, cátedra única, hasta ese entonces, de cursado anual y obligatorio y anclada en el nivel III de la carrera ( tercer año), se desdobra en dos asignaturas:

- Matemática IA ubicada en primer año (nivel I) y que recibe a ingresantes y
- Matemática II que continúa en nivel III (tercer año).

Ambas asignaturas de cursado obligatorio, cuatrimestral y régimen por promoción. La carga horaria de la antigua Matemática se reparte entre ambas correspondiendo 38 hs a Matemática IA y 42 hs a Matemática II. Se establecen en el mismo Plan de estudios, los contenidos curriculares básicos.

A partir de su aplicación comienza en la FAUD un régimen de transición establecido con una duración de cuatro años hasta lograr la completa adecuación al nuevo Plan.

De esta manera, Matemática IA se incorpora a la currícula en forma inmediata en el año 2007, mientras que Matemática II de nivel III lo hace a partir del ciclo lectivo 2009.

Hasta el año 2013, la asignatura Matemática IA (en primer año) se dictó en el segundo cuatrimestre del año lectivo y Matemática II ( en tercer año) en el primer cuatrimestre, quedando entre ambas asignaturas un intermedio de un año lectivo completo.

Por decisión de la gestión, a partir de 2013, Matemática IA se dicta en el primer bimestre del año lectivo y Matemática II entre el primero y el segundo cuatrimestre. Actualmente y tras permanentes gestiones y solicitudes desde la cátedra, Matemática IA suma algunas clases más y Matemática II se posiciona en el segundo cuatrimestre del año lectivo.

A comienzos de 2019, dada la masividad, las cátedras únicas afrontaron un nuevo desdoblamiento: Matemática IA se desdobló en Matemática IA y Matemática IB virtual en primer año y Matemática II en Matemática IIA y IIB virtual en nivel III.

Seguidamente, nos referiremos a Matemática IIA.

### LA ASIGNATURA EN EL CICLO DE FORMACIÓN

Matemática IIA junto a todas las asignaturas de Nivel III de la carrera de Arquitectura está ubicada en el Ciclo Medio de formación según el Plan de estudios vigente: constituido por los Niveles II, III y IV (Segundo, Tercer y Cuarto Año), siendo este ciclo de carácter instrumental, de consolidación vocacional y de formación profesional.

A la hora de ejercer nuestra tarea docente, preparar contenidos, producir materiales e innovaciones, creemos importante situarnos en el contexto donde nos desempeñamos y atender sus requerimientos, ya que formamos parte de una comunidad educativa particular, de un contexto específico, e intervenimos en la formación de un futuro profesional. Seguidamente resaltamos algunos aspectos que establece el ciclo de formación, que enmarca el espíritu de la cátedra.

*(extracto) El ciclo medio de formación se centra "...en la formación proyectual y técnica específica propia de la disciplina..." (Plan de estudios 2007, Anexo , MECyT). Desarrolla la especificidad disciplinar sin dejar de considerar e integrar la multidisciplina de sus Campos de Conocimientos. Es un ciclo formativo en contenidos conceptuales, procedimentales y operativos.*

*El educando debe desarrollar la fundamentación de su accionar proyectual, profundizando en forma creciente, en los distintos campos relacionados con las incumbencias, competencias y actividades profesionales futuras, sus capacidades, aptitudes y habilidades de proyecto y su diseño, se deberá capacitar desde esta etapa, mediante el simulacro de resolución de problemas de la realidad (individual - social), capacitar desde el diagnóstico y planteo de problemas de diseño, los fundamentos teóricos, conceptuales e históricos, las condiciones de integración al contexto urbano, hasta el diseño de los detalles arquitectónicos, los planos técnico constructivos y el planeamiento de los recursos técnicos y económicos.*

*Es una etapa de formación que promueve la capacidad de reflexión crítica, el pensamiento teórico, y la capacidad proyectual -tanto en lo propositivo-creativo como en el desarrollo tecnológico y constructivo.*

*Forma en la visión total del sistema tecnológico y en el conocimiento y manejo de los componentes del mismo, de sus relaciones; en el conocimiento y manejo de diversas tecnologías que le permita imaginar y proyectar objetos arquitectónicos y urbanísticos de factibilidad constructiva, acorde a la complejidad inherente al problema o al diseño que lo resuelve. En todos los casos, mediante simulacros cada vez más ajustados a la realidad concreta del lugar, de los recursos y de los roles de la profesión, integrado todo ello en un diseño, como producto de un proceso de síntesis arquitectónica que se realiza en el taller de Arquitectura.*

### CONTENIDOS MÍNIMOS. PROGRAMA DE MATEMÁTICA IIA

Desde su incorporación a la currícula de la carrera de Arquitectura, abordamos los contenidos establecidos en el Plan de estudios, a saber:

- Proporciones irracionales o dinámicas. El número de oro. Proporción Áurea.
- Geometría Analítica Plana. Secciones cónicas.
- Geometría Analítica en tres dimensiones. Sistemas de coordenadas en el espacio.
- Determinación de las figuras en el espacio. Los ejes y planos coordenados.
- Superficies. Clasificación. Superficies redondas o de revolución. Cuadráticas. Clasificación.
- Aplicación de los Sistemas CAD en la generación de superficies y volúmenes.

Con el tiempo, y en base a los requerimientos de las demás áreas de conocimiento, creímos indispensable tratar los Sistemas Proporcionales en primer año y profundizar el estudio de las superficies en Nivel III.

Para el dictado de clases nos propusimos trabajar en paralelo las dos y las tres dimensiones, en concordancia con el objetivo general que enmarca la asignatura:

- Transferir los conocimientos matemáticos necesarios para un correcto manejo del espacio arquitectónico, sus técnicas constructivas y el cálculo de los elementos que lo componen, con especial énfasis en la geometría plana y del espacio procurando la paulatina evolución de los conocimientos relacionados con las dos dimensiones hacia los necesarios para actuar en las tres dimensiones que es el ámbito esencial de la arquitectura.

La Fig.1 muestra el programa Sintético actualizado de la asignatura.

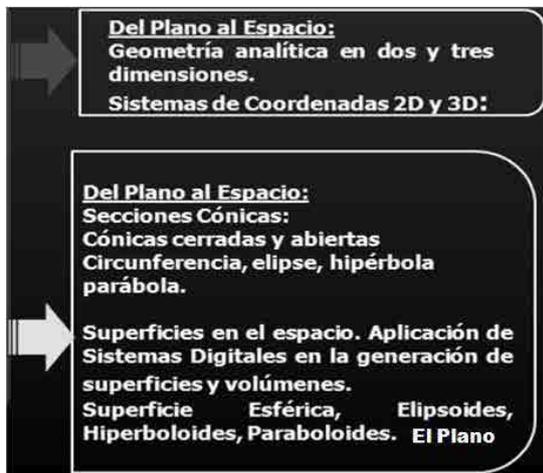


Fig.1- Programa sintético Matemática 2A

## LA NECESIDAD DEL LIBRO DE CÁTEDRA

Desde 2009 elaboramos diverso material didáctico en formato papel y formato digital:

Guías teórico-prácticas de cada tema del Programa, videos cortos y largos, Guías de Ejercitación por tema, Auto evaluaciones, Ejercicios adicionales propuestos y resueltos, Presentaciones, Grabaciones, Cuestionarios, Formularios, sugerencias de enlaces web, compendio de Fórmulas de Aplicación. Abordamos desde 2010 modalidades de enseñanza combinadas, utilizando las plataformas Moodle (disponible para todas las carreras de la UNC), Adobe Connect Pro para clases virtuales en línea y en 2019 incorporamos Google Classroom para la modalidad Aula invertida.

Sumamos recursos a la hora de dictar clases en la virtualidad y en la presencialidad: tabletas de alta resolución, papel digital, software matemático, el celular como recurso educativo entre otros.

Con el correr de los años y la posición de las asignaturas en la cursada, en Nivel I y en Nivel III, la matrícula se acrecentó. El número de ingresantes a la carrera de Arquitectura tuvo un notorio incremento a partir del 2010 y puede reconocerse que la masividad en Arquitectura se concentra en los tres primeros años de la carrera.

Como cátedra debimos acomodarnos a las nuevas condiciones sin perder de vista el contexto descripto. Entre las actividades diagramadas para ambas asignaturas, Matemática IA y Matemática II, definimos la generación de distintos y diversos materiales didácticos, pensando en elaborar un material nuevo que tuviera las siguientes características:

- que mostrara el espíritu de la cátedra y su concepción en referencia a la Matemática aplicada a la arquitectura.
- que tuviera continuidad con el Libro de Matemática IA.
- que fuera coherente con las demandas de los ciclos formativos donde se insertan las asignaturas.
- que la ejercitación incluyera aplicaciones basadas en obras de arquitectura significativas.
- fácilmente transportable.
- con posibilidades de entregar al docente alguna parte si lo requiriese en el momento.
- con posibilidades de compartir e intercambiar con pares.
- que fuera el material con el que el estudiante realizara toda la práctica.

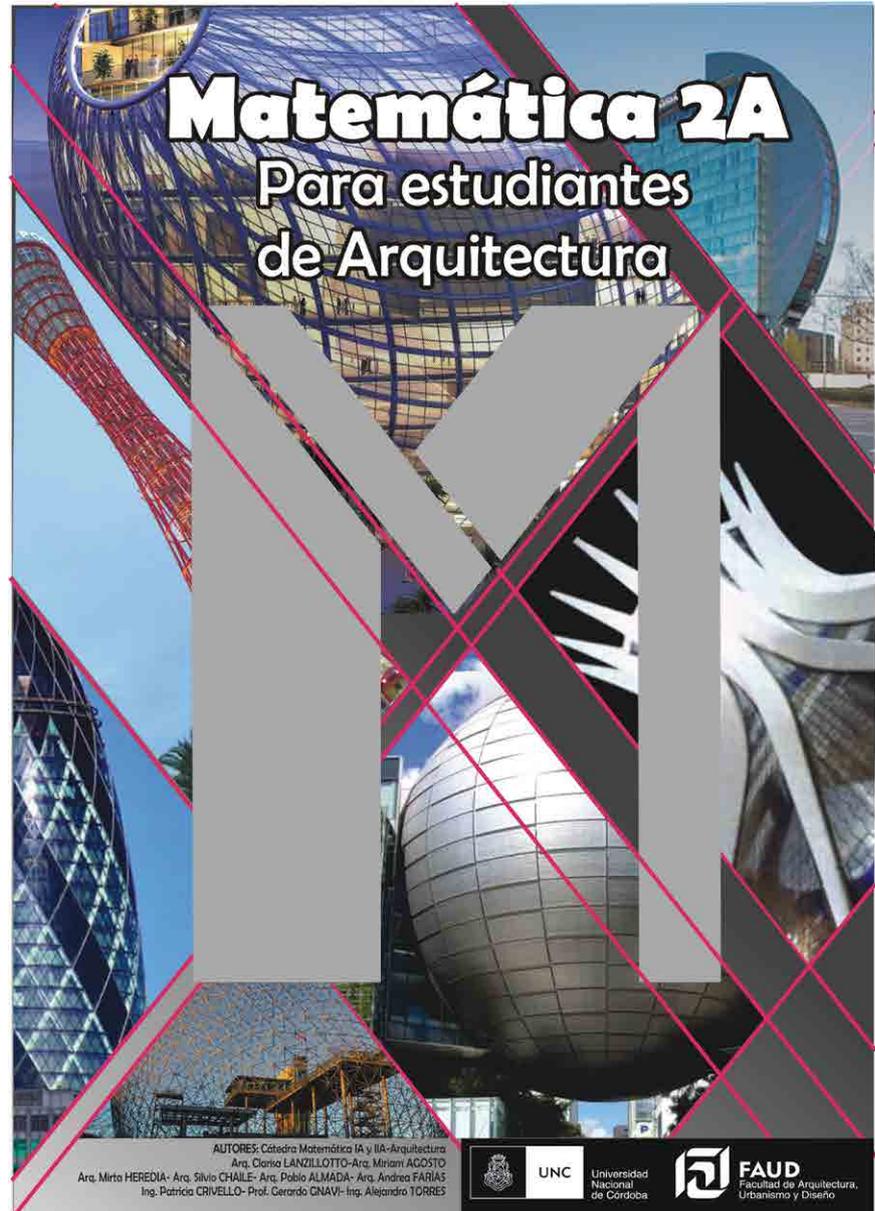


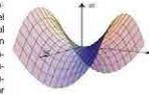
Fig.2- Tapa


**MATEMÁTICA, para estudiantes de Arquitectura.**

Los contenidos de MATEMÁTICA IA tienden a lograr, desde una Matemática aplicada a la Arquitectura, la paulatina evolución de los conocimientos relacionados con el estudio de las figuras planas, sus elementos y propiedades, y su posicionamiento en el plano cartesiano ( dos dimensiones) trabajados en Nivel I de la carrera en la asignatura Matemática IA, hacia los necesarios para actuar en las tres dimensiones que es en definitiva el ámbito esencial de la Arquitectura. Completando lo expresado para la asignatura Matemática IA, Francis Chung, en su obra "Arquitectura, forma, espacio y orden" explica que "un punto, ente geométrico primario, indica una definida posición en el espacio y da clara idea de su existencia, situándose en un determinado campo visual con el que se relaciona". Ese punto define diversas situaciones con su entorno y su prolongación en conjuntos de puntos, genera líneas en el espacio; las líneas definen planos y la extensión de un plano en diversos sentidos constituye un volumen cuyas propiedades mensurables son la longitud, el ancho, la profundidad, la masa, el área, su orientación y posición.

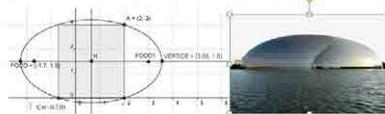


Para la modelización del espacio, el uso de herramientas informáticas, otorga una idea más real del mismo. Los distintos programas de aplicación al Diseño Asistido por computadora, concebidos en base matemática, y Software Matemáticos amigables, como Scagógica, están al alcance del estudiante; Permiten la generación, con rapidez y eficiencia, de objetos que pueden moverse o girar respecto a un observador estacionario, o que éstos permanezcan estacionarios y que el observador se mueva alrededor de ellos, o desde puntos de vista específicos. Estas herramientas abren una ventana nueva al diseño, posibilitan la comprensión de superficies complejas desde múltiples visualizaciones, la transformación de las entidades gráficas, de sus atributos, proponiendo una nueva manera de diseñar el espacio arquitectónico.



Las entidades así creadas, estudiadas y analizadas en este curso desde la Geometría Analítica Plana y Espacial, posicionadas en sistemas de referencia en las dos y en las tres dimensiones pueden estudiarse según distintos aspectos útiles a la hora de ser replanteadas en un sitio real como también a la hora de analizar costos, presupuestos, realizar cálculos métricos y facilidades constructivas.

La Matemática que enseñamos es fundamentalmente aplicada y orientada a resolver problemas concretos de la Arquitectura, el Urbanismo y el diseño en general.



Referencias de las imágenes:  
[http://www.mathem.es/iva/es/2mat/aq/08181005/Cuadradas/marco\\_cuadradas.htm](http://www.mathem.es/iva/es/2mat/aq/08181005/Cuadradas/marco_cuadradas.htm)  
<http://www.cicopgedtchinas.org/sectores/200-arquitectura/informes/guia-para-vidas-arquitecta-en-puzos/>

Fig. 3 y Fig.4: Prólogo del Libro (extractos)

-que concentrara conceptos teóricos y contuviera la ejercitación completa de cada tema del programa.

-que facilitara el aprendizaje ante el escaso tiempo de cursado.

Ello colaboraría en aprovechar el tiempo de taller y afianzar conocimientos. Facilitaría su integración con asignaturas del nivel y otras áreas de la carrera.

Como mostráramos en el 10EMAT realizado en Córdoba, en Villa Carlos Paz, el puntapié inicial lo dio nuestro libro de cátedra Matemática IA orientada a estudiantes de Arquitectura. Este año editamos por primera vez, y para los estudiantes de Nivel III el libro que presentamos en esta ponencia: **Matemática 2A para estudiantes de Arquitectura.**

**EL LIBRO:**

El diseño de la tapa, realizado por la Arq. Andrea Farías, docente de la cátedra, incorpora imágenes de obras de arquitectura significativas vinculadas a los contenidos. Fig.2

El libro se estructura comenzando con la presentación de la Cátedra, los objetivos de la asignatura, las modalidades de enseñanza y el programa sintético.

En el prólogo, se expresan conceptos que refuerzan los objetivos de la asignatura (acordes con la propuesta pedagógica de la Prof. Titular y aportes del equipo docente):

*(extracto) El estudio de las secciones cónicas en este curso (circunferencia, elipse, hipérbola y parábola), los cuerpos geométricos, las superficies regladas (esencialmente la más sencilla: el plano) y las superficies curvas en el espacio aportan a diseñar el espacio arquitectónico. La Matemática que enseñamos es fundamentalmente aplicada y orientada a resolver problemas concretos de la Arquitectura, el Urbanismo y el diseño en general. Se hace referencia al aporte de la Informática a través de software Matemático cuyo uso favorece la comprensión y estudio de las superficies en el espacio. Las Fig. 3 y 4 muestran partes del Prólogo.*

Además de los objetivos Generales y Particulares expresamos el pensamiento de la cátedra sobre Enseñar y Aprender, la Clase, el Aula.

*(extracto): La clase se concibe como un espacio educativo donde se da el "diálogo didáctico" que involucra tres procesos: el objeto de conocimiento, el contexto, y la intención que es la de provocar el aprendizaje. En este sentido nos proponemos diseñar los materiales, los medios, las herramientas y las estrategias didácticas para que se enseñe de un modo cierto, que ofrezca atracción y agrado para ambos,*

MATEMÁTICA IIA	
CONTENIDOS	
<b>PRESENTACIÓN: MATEMÁTICA Y ARQUITECTURA</b>	6
<b>MATEMÁTICA IIA</b> - Modalidades de enseñanza	8
<b>OBJETIVOS-</b>	9
<b>PROGRAMA SINTÉTICO</b>	10
<b>GEOMETRÍA ANALÍTICA EN EL ESPACIO:</b>	
<b>COORDENADAS TRIDIMENSIONALES</b>	
Introducción	11
Aplicaciones	24
<b>DEL PLANO (2D) AL ESPACIO(3D):</b>	
<b>SECCIONES CÓNICAS Y SUPERFICIES</b>	33
<b>CIRCUNFERENCIA Y SUPERFICIE ESFÉRICA</b>	
Introducción	40
Aplicaciones	45
<b>ELIPSE Y ELIPSOIDES</b>	
Introducción	67
Aplicaciones	72
Autoevaluación	82
<b>HIPÉRBOLA E HIPERBOLOIDES</b>	
Introducción	89
Aplicaciones	96
<b>PARÁBOLA Y PARABOLOIDES</b>	
Introducción	106
Aplicaciones	112
Ejercicio Integrador	129
<b>EL PLANO, LA SUPERFICIE MÁS SENCILLA</b>	
Introducción	142
Aplicaciones	140
<b>IMÁGENES DE PRÁCTICAS</b>	149
<b>PALABRAS FINALES</b>	151

Fig.5: Índice

**GEOMETRÍA ANALÍTICA**  
**PLANA Y ESPACIAL**

**INTRODUCCIÓN**  
por CLARISA LANZILOTTO

El desarrollo de cada unidad incorpora una introducción teórica y EJERCICIOS a resolver ordenados de menor a mayor complejidad. Los resultados se encuentran al final de cada tema.

Te sugerimos **LEER CON ATENCIÓN** la síntesis teórica, **RESOLVER** cada uno de las aplicaciones de forma completa, prolija y ordenada y realizar las gráficas con precisión, a escala adecuada, usando útiles de geometría.

Recomendamos utilizar **Geogebra** para verificar, graficar y comprender mejor las figuras y superficies en el espacio.

<http://www.geogebra.org/m/kyvnc8ac>

RECUERDA QUE ES EL AVISO BOOLEO DE MATEMÁTICA IIA HAY MATERIAL QUE CAMPIA LA TEORÍA DE CADA TEMA. TAMBIÉN EN CONTRASTA NOVEDADES, DESCRIPCIÓN, VÍDEOS, AUTOEVALUACIONES Y FOROS DE CONSULTA.

Fig.6: Ejemplo Introducción a capítulo

tanto docentes como alumnos. Entendemos que es fundamental capacitarnos para pensar y diseñar **cómo se comparte y cómo se construye el conocimiento en el aula.**

Los contenidos específicos se organizan según su orden de aparición en el dictado de la materia, comenzando con una Introducción teórica del tema para luego abordar los ejercicios como muestra el Índice Fig. 5.

Las Introducciones a cada capítulo incorporan recomendaciones, sugerencias para abordar la ejercitación, uso de software Geogebra y dónde encontrar documentos y materiales que amplían la teoría. Fig.6

### DISTRIBUCIÓN DE TAREAS PARA ESCRIBIR EL LIBRO

Como expresamos al inicio, el contenido del Libro es elaborado íntegramente por la cátedra.

En un trabajo colaborativo, organizamos equipos de trabajo. Cada equipo tomó una unidad temática del programa de la materia, estableciendo pautas comunes para la generación de los ejercicios en tanto que la Prof. Titular fue la encargada de componer las Introducciones, la teoría y luego realizar la compaginación y armado. La tabla que sigue muestra los equipos constituidos y los temas a desarrollar. Fig. 7

Arq. Mirta Heredia		Ejercicios del tema: Sistemas de Coordenadas en el espacio.
Arq. Andrea Farías Arq. Pablo Almada		Ejercicios del tema: Circunferencia - Superficie Esférica
Ing. Patricia Crivello Prof. Gerardo Gnavi		Ejercicios del tema: Elipse - Elipsoide
Ing. Alejandro Torres Arq. Silvio Chaile		Ejercicios del tema: Hipérbola. Parábola - Paraboloides

**MATEMÁTICA IIA**

**SECCIONES CÓNICAS Y SUPERFICIES - DEL PLANO (2D) A ESPACIO (3D)** Por CLARISA LANZILLOTTO

**Introducción:**  
Las secciones cónicas como tales están presentes en múltiples obras de la Arquitectura de todos los tiempos. Estas son líneas curvas, algunas abiertas y otras cerradas, llamadas CIRCUNFERENCIA, ELIPSE, PARABOLA E HIPERBOLA.

FANG YUANG  
<https://madedeena2.files.wordpress.com/2014/10/fangyuang.jpg>  
PUENTE DE VENTILAS  
<https://madedeena2.files.wordpress.com/2014/10/46484444.jpg>  
AMFITEATRO DE CAPUA  
<http://madedeena2.files.wordpress.com/2014/10/46484444.jpg>

Para definir las cónicas desde el punto de vista geométrico, debemos previamente referirnos a la superficie a partir de la cual se originan estas secciones: la **superficie cónica**.



**MATEMÁTICA IIA**

plano XY. las secciones son elipses semejantes. La elipse determinada por el plano XY es la menor de todas las posibles y recibe el nombre de **elipse de garganta**. Si  $a=b$  la traza será una circunferencia y el hiperboloide será de revolución.

El gráfico construido en Geogebra muestra las intersecciones entre el hiperboloide de una hoja y los planos coordenados XZ e YZ que son hipérbolas. Puede observarse la ecuación del hiperboloide en la vista algebraica.

Traza plano XZ: HIPERBOLA de ecuación:  
$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$$

Traza plano YZ: HIPERBOLA de ecuación:  
$$\frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$$

Las trazas del hiperboloide también son hipérbolas en planos paralelos al plano XZ y al YZ.

Fig.8- Fig.9: Extractos de instrumentación teórica. Capítulos Secciones Cónicas y Superficies

Arq. Miriam Agosto		Ejercicios del tema: Hiperboloides - El Plano
Arq. Clarisa Lanzillotto		Introducciones de Capítulos. Teoría. Compaginación y armado
Arq. Andrea Farías		Diseño, formato y tapas

## LOS CAPÍTULOS

Para el desarrollo de los mismos establecimos las siguientes pautas:

-El estudiante debe encontrar en el Libro todo el material teórico-práctico necesario para la comprensión de los contenidos.

-A cada tema debe preceder una Introducción teórica gráfico conceptual, que incluya las expresiones matemáticas necesarias para el desarrollo de los ejercicios.

-Se asociarán conceptos a actividades propias de un profesional arquitecto en instancias de proyecto o construcción de una obra de arquitectura.

-La complejidad de la ejercitación propuesta debe ir de menor a mayor reforzando la noción de las dos y las tres dimensiones, vinculando el espacio geométrico al espacio habitable.

-Los ejercicios deben tender al planteo y resolución de problemas reales.

-Seleccionar obras de arquitectura interesantes y significativas, utilizando dimensiones y datos reales para plantear una situación problemática.

-Agregar las referencias de obras de arquitectura y demás materiales seleccionados para ejemplificar las aplicaciones.

-Incorporar ejercitación complementaria, a modo de ejercicios integradores o auto evaluaciones para afianzar conocimientos, evaluando los conceptos anteriores al tema desarrollado.

-Los gráficos orientativos de cada ejercicio se realizarán con el programa Geogebra, en coherencia con los recursos utilizados en clases teóricas y prácticas.

**MATEMATICA IIA**
**Ejercicio N° 2:**

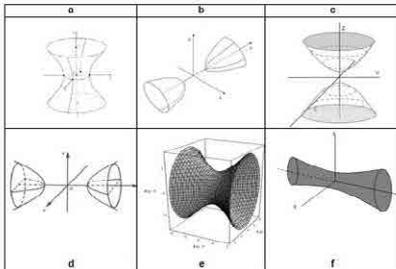
La imagen corresponde al Puente peatonal en Benidorm.

Este puente peatonal se asemeja a la forma de un hiperboloides de una hoja, el cual se desarrolla a lo largo del eje "y". Sabiendo que el sistema de ejes cartesianos "x", "y", "z", tiene su centro coincidente con el de la superficie cúbica, que su traza sobre el plano coordinado "YZ" es una circunferencia de radio 2,2m y que el parámetro "b" del hiperboloides tiene un valor de 6,65, se pide:

- Construir la ecuación de la cúbica.
- Describir y graficar la traza en el plano YZ.


<https://drive2474.files.wordpress.com/2011/07/hiperboloides-02.jpg>
**EJERCICIO N°3:**

Definir las siguientes superficies según la clasificación estudiada. Asignar el nombre correspondiente.


**MATEMATICA IIA**
**EJERCICIO N°7:**

La imagen de la derecha nos muestra a las TULOU-HAUS, casas tradicionales chinas, declaradas patrimonio de la humanidad por la UNESCO en 2008. Sus cubiertas se esquematizan por dos circunferencias concéntricas, que delimitan patios interiores que con su forma circular colaboran con el acondicionamiento climático de la vivienda.


<https://www.dibujosimpon.com/eco-de-circunferencia-para-medir-el-contraste-en-los-edificios/>

 Con los datos del gráfico. (ecuaciones de ambas circunferencias) se pide calcular el AREA ENCERRADA entre ambas circunferencias (Corona Circular), en m<sup>2</sup>.

*Nota:* las medidas de los radios están expresadas en metros (m)

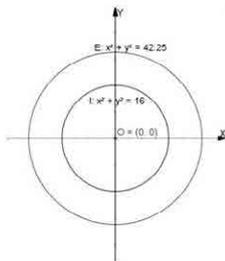
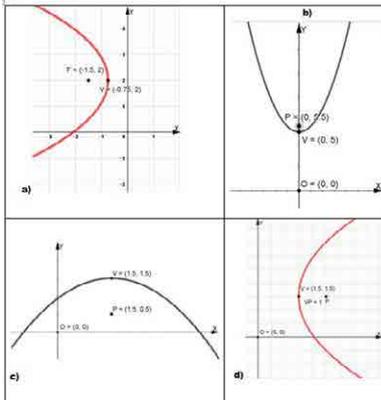


Fig.10- Fig.11: Ejercicios. Hiperboloides-Circunferencia

**MATEMATICA IIA**
**EJERCICIO N° 3:**

Para cada uno de los siguientes gráficos, se pide hallar la Ecuación de la Parábola desde el enfoque de la Geometría Analítica.


**MATEMATICA IIA**
**SOLUCIONES** HIPÉRBOLA E HIPERBOLOIDES

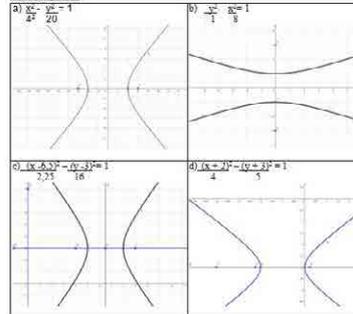
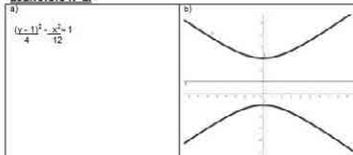
**HIPERBOLA:**
**Ejercicio N° 1:**

**EJERCICIO N° 2:**


Fig.10- Fig.11: Ejercicios. Hiperboloides-Circunferencia

-La ejercitación debe resolverse en el Libro, con espacios destinados para ello. De este modo el Libro se convierte en material de consulta.

-Al final de la ejercitación de cada tema se ubicarán las respuestas correctas de los ejercicios.

-Todo el material producido debe responder a un mismo formato, respetar tipos de fuentes, diagramación, y organización de datos y gráficos, de tal forma de unificar criterios.

-Podrán agregarse notas, llamadas o sugerencias que orienten al estudiante a resolver la ejercitación. Las Figuras 8,9,10,11,12,13 y 14 muestran ejemplos de lo antedicho.

**REVISIÓN Y COMPAGINACIÓN DEL MATERIAL**

Una etapa importante en la construcción del Libro fue la revisión de lo producido. Todo el material se intercambió entre el equipo docente realizando correcciones entre pares, revisando detalladamente datos, enunciados, gráficos, para detectar posibles errores. También se verificaron los resultados de la ejercitación planteada.

A continuación comenzó la tarea de compaginación general a cargo de la Prof. Titular para organizar el material y adecuarlo al formato pautado.

MATEMÁTICA IIA   

**ELIPSE Y ELIPSOIDE** AUTOEVALUACIÓN

Responder Verdadero (V) o Falso (F) y explicar en los casos "F" cambiando el enunciado para que sea "V".

- Los elipsoides son superficies con el plano.
- La elipse es una curva cerrada.
- La ecuación canónica de la elipse a eje horizontal es:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$  siempre que sea  $a < b$ .
- Un punto  $P(x, y)$  pertenece a la elipse solamente si  $x = y$ .
- En una elipse de excentricidad  $e = 0,5$  el eje mayor mide el doble del eje focal.
- Los lados rectos de la elipse son rectas que pasan por los focos.
- Si la excentricidad de la elipse tiene un valor muy próximo a 1, la forma de la elipse se aproxima a una circunferencia.
- Si el centro de la elipse a eje vertical se ubica en  $(-6; 6)$ , siendo  $a = 6$  y  $b = 3$ , la ecuación de la misma es:  $\frac{(x+6)^2}{36} + \frac{(y-6)^2}{9} = 1$ .
- Para verificar si un punto  $P(x, y)$  pertenece a la elipse, reemplazo sus coordenadas en la ecuación de la misma.
- La posición de los focos de una elipse es independiente de las medidas de sus ejes.
- Para que un punto pertenezca a la elipse debe cumplir que la suma de las distancias del punto a los focos sea igual al eje menor.
- Los focos se ubican sobre el eje mayor de la elipse.
- La elipse de ecuación:  $\frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9} = 1$  corta a los ejes coordenados en:  $(4; 0)$ ,  $(-4; 0)$ ,  $(0; 3)$  y  $(0; -3)$ .
- Los focos de la elipse del ejercicio anterior, se ubican en:  $F(0; 2,65)$ ,  $F'(0; -2,65)$ .
- Los elipsoides son superficies regladas.
- El elipsoide de ecuación:  $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{16} + \frac{z^2}{9} = 1$ 
  - Tiene su centro en  $C(0; 0; 0)$ .
  - Corta a los ejes en:  $(9; 0; 0)$ ,  $(-9; 0; 0)$ ,  $(0; 16; 0)$ ,  $(0; -16; 0)$ ,  $(0; 0; 9)$ ,  $(0; 0; -9)$ .
  - Revoluciona alrededor del eje  $y$ .
  - Las trazas son todas elipses.
- El elipsoide de ecuación:  $\frac{(x-3)^2}{9} + \frac{y^2}{16} + \frac{(z-2)^2}{4} = 1$ 
  - Tiene su centro en  $C(-3; 5; -2)$ .
  - Es un elipsoide de Revolución.
  - Corta al eje  $X$  en:  $(4,18; 0; 0)$ ,  $(1,82; 0; 0)$ .
  - Corta al eje  $Y$  en:  $(0; -1,75; 0)$ ,  $(0; 8,75; 0)$ .
  - Corta al eje  $Z$  en:  $(0; 0; 4)$ ,  $(0; 0; -4)$ .
  - El área encerrada por la traza  $X'Y'$  es:  $94,240 \text{ m}^2$ .

Fig.14: Ejemplo de Auto evaluación

Como cierre de esta primera edición, optamos por incorporar imágenes de la Muestra del Trabajo Práctico integrador realizado por nuestros estudiantes. La Muestra se realizó en las instalaciones de la FAUD, en el marco de la Semana de Acciones Académicas.

## CONCLUSIONES

Esta primera edición del Libro Matemática 2A para estudiantes de Arquitectura salió a luz en julio de 2019. La asignatura finaliza a fines de octubre. En esa oportunidad realizaremos una encuesta anónima consultando sobre la valoración del libro como material educativo. Al momento de redactar esta ponencia el Libro está en pleno uso por estudiantes y docentes. Los resultados de la encuesta permitirán corregir errores, revisar aún más los enunciados, agregar información, replantear lo necesario. Por el momento disfrutamos la experiencia de crear un material desde el inicio, elaborarlo en todos sus aspectos a partir del trabajo mancomunado y colaborativo del equipo docente.

Nos comprometemos a perfeccionarlo siguiendo las apreciaciones de nuestros alumnos que también contribuyen a nuestro enriquecimiento.

## BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

- Carmona y Pardo, Mario de Jesús – Matemática para Arquitectura. - Edit. Trillas.
- Nicolini Angeles, Santa Maria Graciela, VASINO Susana- Matemática para arquitectura y diseño- Buenos Aires -: Nueva librería
- Klimovsky, Gregorio (1997) Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología. 3ra. edición. (Buenos Aires: AZ).
- De Spinadel, Vera W, Nottoli, Herman- Notas de Matemática: para arquitectos y diseñadores-Buenos Aires : F.A.D.
- Lehmann, Charles- Geometría Analítica- Edit. Limusa
- Kindle, Joseph H.- Geometría Analítica - Edit. Mc. Graw Hill.
- Material didáctico teórico y práctico elaborado por la cátedra. Análisis de obras.
- GeoGebra-<https://www.geogebra.org>

# 33

## La Multidisciplinariedad y la interdisciplinariedad en la enseñanza de la Arquitectura en el ciclo básico de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de la FADU-UNL. Caso: Matemática y Proyecto Arquitectónico

**Pamela M. Demartini, Ma Soledad Fritz, Ma Graciela Imbach,  
Sandra F. Kernot, Paula A. Ricardi y Ma Victoria Vuitot**

Universidad Nacional del Litoral (UNL), Argentina

### RESUMEN

La noción de multidisciplinariedad se concibe como la búsqueda del conocimiento, interés o desarrollo de habilidades en múltiples disciplinas. Adquiere gran valor en el terreno del conocimiento y la investigación cuando se logran conectar los saberes y valores de los diferentes campos, convirtiéndose en un elemento clave para la creatividad y la innovación, así como un requisito para la interdisciplinariedad.

Se plantea que un arquitecto reciba una educación holística. La formación en Arquitectura no solo debe permitir la integración de los saberes de la disciplina sino las relaciones con otras disciplinas, que hace de la formación básica en los primeros años una labor de alta complejidad.

Los planes de estudios de la carrera de Arquitectura se han fragmentado en las áreas de los saberes que la componen, con la idea de encontrar una síntesis en los talleres de proyecto. Esta fragmentación en áreas disciplinares y la autonomía de cada una de ellas, hace difícil relacionar contenidos y encontrar la síntesis buscada.

Como forma de brindar a los estudiantes, desde los primeros años de su formación, instancias que busquen un trabajo multidisciplinar e interdisciplinar habilitando una formación integral, se propone un trabajo conjunto entre las cátedras de Matemática y de Taller de Proyecto Arquitectónico I (cátedra Arq. Bessone).

**Pamela M. Demartini**  
[pamelam.demartini@gmail.com](mailto:pamelam.demartini@gmail.com)

**María Soledad Fritz**  
[solefritz@hotmail.com](mailto:solefritz@hotmail.com)

**María Graciela Imbach**  
[imbach@gmail.com](mailto:imbach@gmail.com)

**Sandra F. Kernot**  
[sandra.kernot@gmail.com](mailto:sandra.kernot@gmail.com)

**Paula A. Ricardi**  
[pricardi@gmail.com](mailto:pricardi@gmail.com)

**María Victoria Vuitot**  
[mavi\\_548@hotmail.com](mailto:mavi_548@hotmail.com)

Cátedra de Matemática. Facultad de  
Arquitectura, Diseño y Urbanismo,  
Universidad Nacional del Litoral.

En este trabajo se presentan los contenidos, abordajes metodológicos y resultados de la transferencia a las asignaturas del área de matemática de un prestatamiento proyectual “Diseño de un dispositivo de apropiación corporal a partir de secciones apropiables” realizado en el Taller de Proyecto, llevada a cabo en dos instancias diferenciadas: en primer lugar la implementación de una actividad aplicada en el trabajo regular de Taller de Matemática y luego, una experimentación proyectual con la modelización matemática utilizando Rhinoceros y Grasshopper.

## INTRODUCCIÓN

*“Es necesario sustituir el pensamiento que separa por un pensamiento que religue, y esta unión pide que la causalidad unilineal sea sustituida por una causalidad en bucle y multirreferencial, que la rigidez lógica sea corregida por una dialógica capaz de religar complementariamente nociones antagonistas, que el conocimiento de la integración de las partes en un todo se complete por el reconocimiento de la integración del todo en el interior de las partes,[...], tengo por imposible conocer las partes sin conocer el todo, así como conocer el todo sin conocer particularmente las partes. La aptitud para contextualizar y globalizar es una cualidad fundamental del espíritu humano que la enseñanza parcelarizada atrofia y, por el contrario, es necesario desarrollar. El conocimiento pertinente es aquel conocimiento capaz de situar toda información en su contexto, es decir, en el conjunto global en el que se inscribe. Este debe movilizar la aptitud general del espíritu humano para ponerse y resolver los problemas; cuanto más potente es esta aptitud general, más grande es su aptitud para tratar problemas particulares” (Morín,E., 2001)*

En los diseños curriculares predominan, en muchas de las instituciones educativas, lo disciplinar, entendida la disciplinaria como mono-disciplina, que representa especialización en aislamiento (Max-Neef, 2004). Esto quiere decir que los profesores enseñan los saberes de una disciplina en particular en forma parcelada, aislada, fragmentada, situación que genera en los estudiantes dificultades para poder trascender a un conocimiento más holístico.

*“Una persona puede estudiar simultánea o secuencialmente más de un área del conocimiento, pero sin hacer conexiones entre ellas. Se puede llegar a ser competente en Química, Sociología y Lingüística, por ejemplo, sin que por ello se genere cooperación entre las disciplinas”. (Max-Neef, 2004)*

La noción de multidisciplinaria se concibe como la búsqueda del conocimiento, interés o desarrollo de habilidades en múltiples disciplinas, adquiere un gran

valor en el terreno del conocimiento y la investigación cuando se logran conectar los saberes y valores de los diferentes campos convirtiéndose con ello en un elemento clave para la creatividad y la innovación, así como un requisito para la interdisciplinaria. Cuando se logra desarrollar la habilidad y práctica de combinar e integrar actores, elementos y valores de múltiples áreas del saber, el conocimiento y la técnica práctica, así como identificar sinergias, analogías, paradojas y enfoques desde múltiples puntos de vista y orientados en distintos aspectos de los fenómenos y procesos con los que se trabaja, se está desarrollando interdisciplinaria. Moya (1987) citado por Becerra y Moya (2009), sostiene que la interdisciplinaria es considerada como la interacción existente entre dos o más disciplinas, pudiendo ir esta relación desde la simple comunicación de ideas hasta la integración en un mismo cuerpo de reglas, conceptos directivos, metodologías, epistemología, entre otras.

En este proceso convergen y trabajan profesionales de distintos campos del saber sobre el caso concreto que lo requiere, mediante el acoplamiento de los saberes, métodos y aplicaciones de cada ciencia. El trabajo interdisciplinario articula con claridad los límites del saber de quienes participan, así como el respeto a sus campos de conocimiento mediante la aceptación y apertura al saber, a la cooperación y coordinación de lo propio, con los demás conocimientos que intervienen.

La formación multidisciplinaria e interdisciplinaria permite al estudiante integrar los conocimientos de cada una de las disciplinas teóricas y prácticas con sus respectivos límites, reformular el conocimiento adquirido desde las diferentes aportaciones y desarrollar su creatividad e innovación para la resolución de situaciones problemáticas.

Se plantea que un arquitecto reciba una educación holística. La formación en Arquitectura no solo debe permitir la integración de los saberes de la disciplina sino las relaciones con otras disciplinas, que hace de la formación básica en los primeros años una labor de alta complejidad.

Los planes de estudios de la carrera de Arquitectura se han fragmentado en las áreas de los saberes que la componen, con la idea de encontrar una síntesis en los talleres de proyecto. Esta organización por áreas disciplinares y la autonomía de cada una de ellas, si bien es necesaria para la formación específica, principalmente en el ciclo básico, predispone una fragmentación del aprendizaje y hace difícil relacionar contenidos para encontrar la síntesis buscada. Las asignaturas que conforman el plan de estudios de la carrera de Arquitectura y Urbanismo, de la F.A.D.U. - U.N.L., están agrupadas en tres Áreas del Conocimiento (Diseño – Ciencias Sociales – Tecnología) que se desarrollan en 3 ciclos (Básico – Medio – Superior).

En el marco de esta estructura tramada, en la cual los objetivos y contenidos se disponen por Áreas de Conocimiento (en la dirección Vertical) y en Ciclos de Aprendizaje (en la dirección horizontal), las tres Matemáticas están en el ciclo básico, que se considera Introductorio y que define la pertenencia a la disciplina, la formación general y básica disciplinar; y en el subárea de Ciencias Básicas dentro del área de Tecnología.

Dentro de las Incumbencias Profesionales del Título del Arquitecto, las acciones principales de su actuación se refieren a “diseñar”, “proyectar”, “calcular”, “dirigir” y “ejecutar”. Como grupo de cátedra adoptamos una postura reflexiva en cuanto a la formación que pretendemos brindar en este contexto. Entendemos que la Matemática no sólo tiene una aplicación en la arquitectura, sino más bien forma parte de ella. Es una forma de pensar. Tal como expresa Felix Calcerrada Zamora (2013), la arquitectura se revela como una de las más complejas actividades de síntesis del pensamiento humano; opera en el espacio mediante la construcción y su fin es dotar al hombre de un escenario para su vida. Es una disciplina autónoma, integradora, con un lenguaje propio en el que se mezclan el Arte, la Ciencia, el Humanismo y la Tecnología. Parece evidente entonces que, siendo la forma y la estructura de las construcciones tan importantes en el diseño de las obras arquitectónicas, la Geometría y la Matemática sean una parte fundamental de la Arquitectura.

Es así como la Matemática forma parte de la Arquitectura no sólo como herramienta de cálculo de estabildades de estructuras, de resistencia de materiales, de tensiones, de cargas soportables, y de costos económicos de ejecución; sino principalmente como herramienta de proyecto, creadora de la forma, la escala, las proporciones, la espacialidad.

Y es por esta concepción que creemos que la Matemática en la carrera de Arquitectura debe buscar, además de un conjunto de conceptos y destrezas que el estudiante debe dominar, plantear situaciones que entrenen en el razonamiento y permitan al estudiante adquirir confianza en su propio pensamiento matemático, para incorporarlo al conjunto de herramientas proyectuales.

## DESARROLLO

Se presenta un caso testigo de una experiencia de trabajo conjunto entre las cátedras de Matemática y de Taller de Proyecto Arquitectónico I (cátedra Arq. Bessone), ambas correspondientes al ciclo básico. El diseño de esta experiencia es un intento de salir del aislamiento disciplinar para buscar prácticas que faciliten la elaboración de propuestas de trabajo integrando conocimientos y unidades didácticas entre cátedras de la carrera de Arquitectura y Urbanismo de

la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional del Litoral. Su principal propósito es buscar soluciones, inicialmente con la llamada multidisciplinariedad para luego lograr la interdisciplinariedad, formando equipos de trabajo con los docentes de ambas cátedras intentando implementar un abordaje holístico del proyecto.

Dicha experiencia se inicia con el trabajo práctico dado en el Taller de proyecto: “Diseño de un dispositivo de apropiación corporal a partir de secciones apropiables”, que se retoma para su resignificación y análisis en las asignaturas del área Matemática. En una primera instancia en la implementación de una actividad aplicada en el trabajo regular de Taller de Matemática y luego, una experimentación proyectual con la modelización matemática utilizando Rhinoceros y Grasshopper, realizada por los docentes como posible intervención en segundo año de la carrera.

### Taller de Proyecto Arquitectónico I (TPAI)

Como requerimiento para el diseño del dispositivo de apropiación corporal se plantea que el mismo parta de una serie de “secciones apropiables” para diferentes usos, las cuales se han denominado “Genes”. Se delimita como sección apropiable a aquellas que surgen de acciones realizadas por los estudiantes en forma individual o grupal. Para ello se realiza una serie de ejercicios a partir de los cuales se pretende que cada estudiante experimente en forma individual o grupal diferentes acciones secuenciadas por un relato que guía la configuración de la forma.

Esta estrategia, que parte de la experiencia corporal, emotiva y sensorial, induce un proceso de generación de la forma que coloca al cuerpo en el centro del aprendizaje del diseño arquitectónico. El posterior trabajo con las secciones, referenciado por la figura humana que surge de la propia experiencia, se transforma en un instrumento para el reconocimiento de las relaciones que el cuerpo establece en el espacio con los otros cuerpos y el lugar.

Para la generación espacial, se parte de estos “genes”, a los cuales se les aplicaría un movimiento de traslación a través de una directriz. Se plantea una trasposición de lógicas paramétricas, pero su materialización se realiza con una maqueta analógica. Primero la construcción bidimensional de las secciones apropiables (genes), que además se vinculan con la resolución estructural, ya que se plantean como las costillas del sistema, y luego, a partir de la traslación de estas se materializa la estructura secundaria y el cerramiento del modelo tridimensional.

Las láminas de las figuras 1 y 2 muestran el proceso y producto del caso testigo que se presenta.



Figura 1: Caso testigo trasladado a Matemática. Proceso.



Figura 2: Caso testigo trasladado a Matemática. Producto.

### Transferencia a las asignaturas del área de Matemática

En la asignatura **Taller de Matemática** de cursado paralelo al TPAI, se realiza una Actividad Aplicada que tiene como objetivo que el estudiante adquiera destrezas en el manejo gráfico y analítico de las curvas y figuras geométricas en el plano, y en la generación de superficies en el espacio, contenidos específicos del Taller de Matemática. En esta actividad se les plantea el diseño de la envolvente espacial de un espacio recinto que cubra 400m<sup>2</sup> en planta (con una tolerancia en más o en menos del 10%). Para la generación de la forma espacial, pueden utilizar diferentes movimientos (traslación, rotación o torsión) con una o más generatrices (curvas o figuras en el plano).

A los estudiantes que cursan simultáneamente ambas asignaturas se les propone que partan de la idea generadora del trabajo realizado en TPAI y realicen un replanteo utilizando las curvas y/o figuras geométricas estudiadas en Taller de Matemática.

En la actividad deben, además de generar la forma, realizar cálculos de las dimensiones de la planta teniendo en cuenta la restricción impuesta, de área de la envolvente y/o volumen del recinto.

En el caso presentado, el grupo de estudiantes replanteó el diseño original con la utilización de elipses. La generatriz “genérica” se fue transformando, manteniendo fija la longitud del eje mayor y variando la longitud del eje menor. De esta manera definieron 3 generatrices a las que le aplicaron una traslación discontinua en la dirección determinada por un arco de circunferencia con la secuencia G1, G1, G2, G3, G2, G1, G1. Nuevamente se propone la construcción análoga del modelo. En esta instancia, al trabajar con elementos geométricos, los estudiantes tienen un mayor dominio de la forma al conocer y definir los elementos de las curvas. Incorporan con mayor precisión el uso de la escala y control de las dimensiones.



Figura 3: Maquetas de las propuestas en TPAI y Taller de Matemática

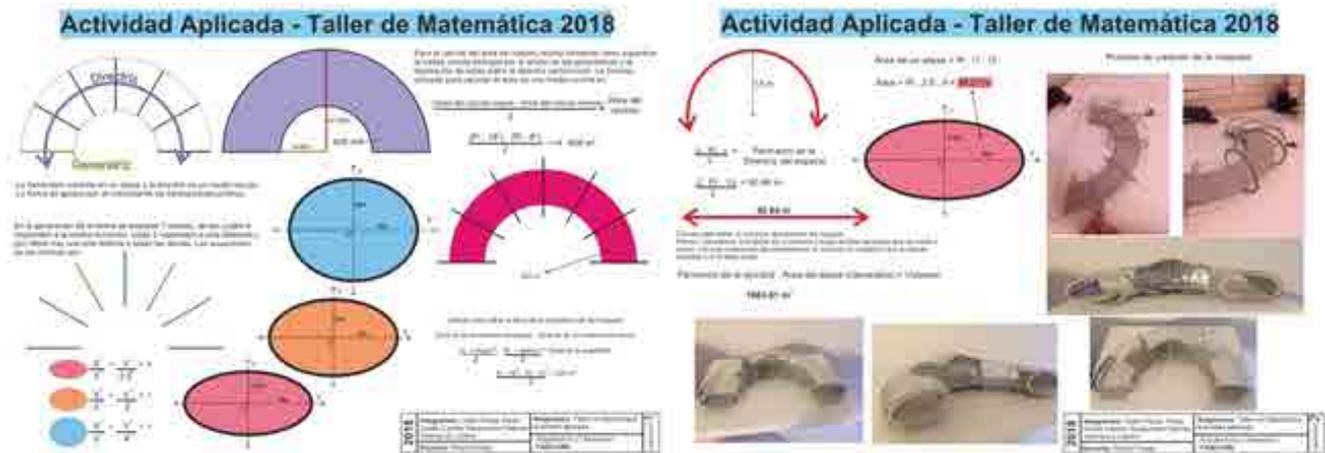
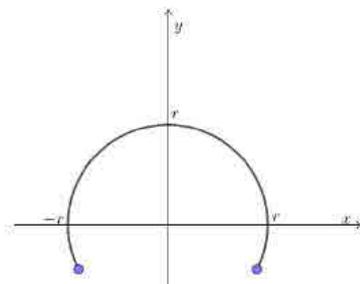


Figura 4: Láminas presentadas en Taller de Matemática con análisis geométrico y cálculos



$$D: \begin{cases} x = r \cos(t) \\ y = r \sin(t) \end{cases}; t_1 \leq t \leq t_2$$

$r$ : radio del arco de circunferencia

$t_1$  y  $t_2$ : valores iniciales y finales de  $t$ .  
(determinan el inicio y final del arco)

Figura 5: Modelización de la Directriz

En **Matemática Básica**, asignatura del primer cuatrimestre del segundo año de la carrera, se realiza una actividad de aplicación utilizando la modelización matemática como herramienta didáctica. En la actividad se propone la modelización, utilizando Grasshopper y Rhinoceros, de la planta y/o secciones de una obra arquitectónica a través de rectas y cónicas; para luego trabajar la modelización de la volumetría de la obra a partir de diferentes superficies en el espacio (planos y/o cuádricas). Las dimensiones de la obra deben ser parametrizadas y relacionadas a través de las fórmulas matemáticas. En los últimos años se han realizado análisis y modelizaciones de obras arquitectónicas existentes.

Como ensayo, ante la propuesta de que los estudiantes puedan retomar sus proyectos realizados en primer año, desde la cátedra se realizó la modelización del espacio diseñado por el grupo de estudiantes del caso testigo. Manteniendo los supuestos realizados por el grupo, se trabajó con las ecuaciones paramétricas de la circunferencia y la elipse para modelizar la directriz y las generatrices respectivamente.

Se muestra a continuación la visualización en Rhinoceros de las secciones generatrices definidas en Grasshopper con la secuencia G1, G1, G2, G3, G2, G1, G1 en la dirección definida por el arco de circunferencia.

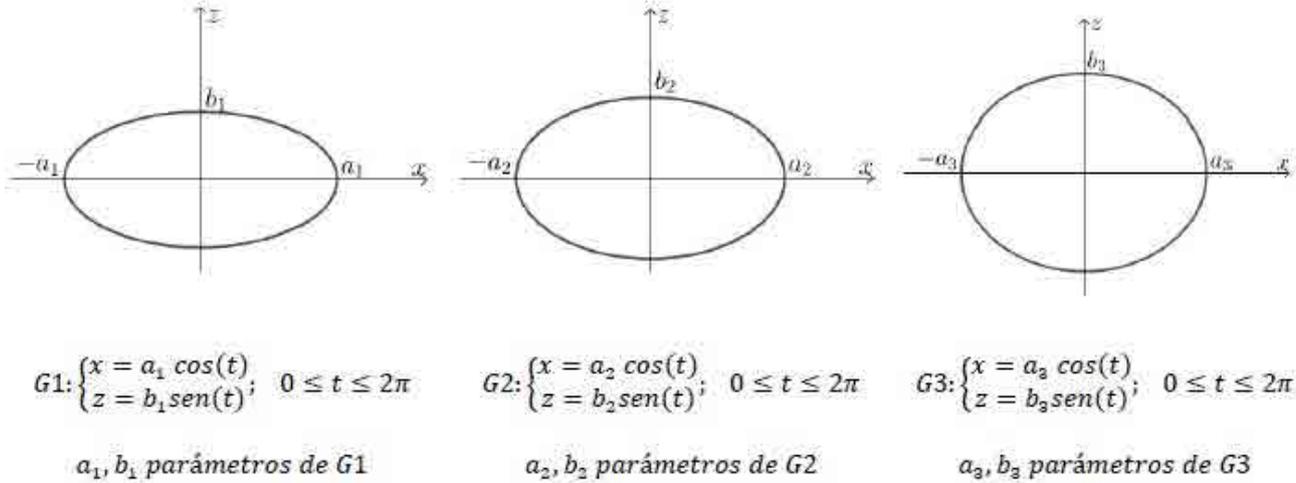


Figura 6: Modelización de las Generatrices

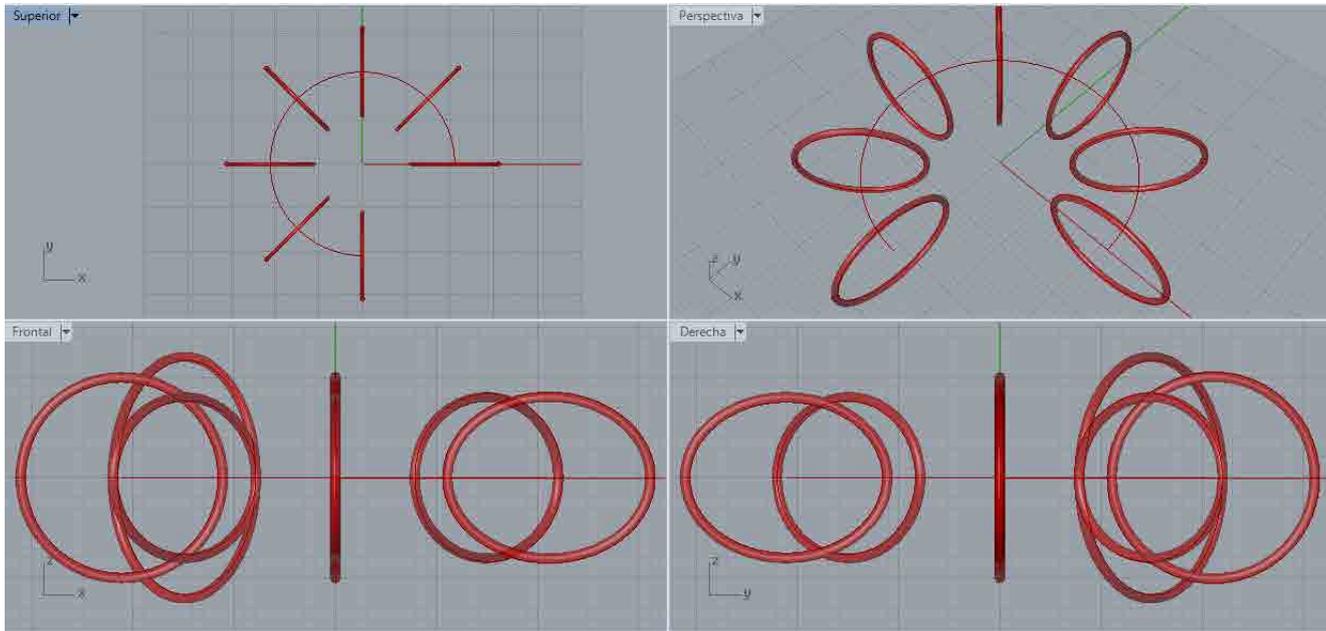


Figura 7: Visualización en Rhinoceros de las generatrices e la directriz.

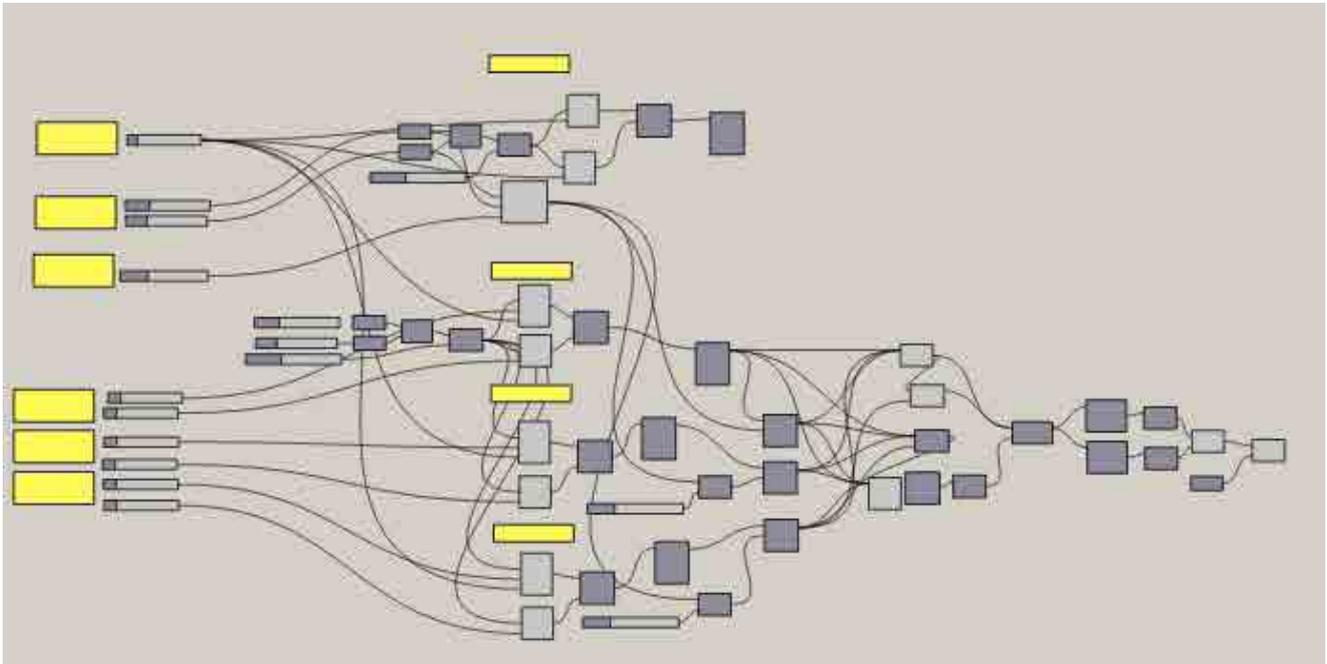


Figura 8: Fórmula en Grasshopper

A partir de simples rutinas paramétricas de operación (rotación y desplazamiento) y generación (transición entre las curvas bidimensionales ubicadas en el espacio), se obtiene como resultado la envolvente o superficie del objeto tridimensional. Trabajar con la modelización matemática de las secciones generatrices, posibilita la incorporación de parámetros que permiten modificar, con la manipulación de estos, no solo cada una de las curvas generatrices sino la superficie tridimensional final.

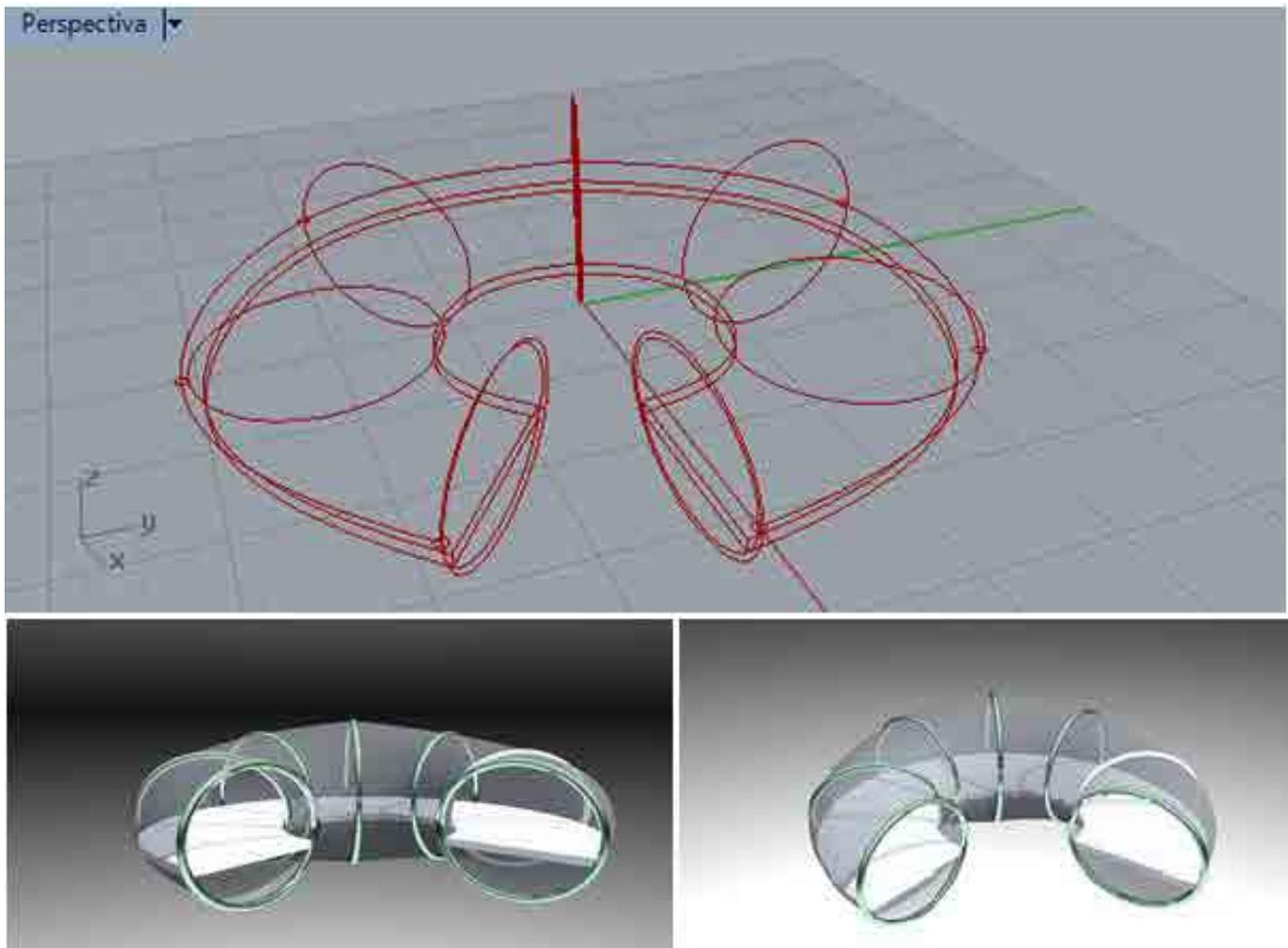


Figura 9: Imagen de alambre l objeto 3 D.

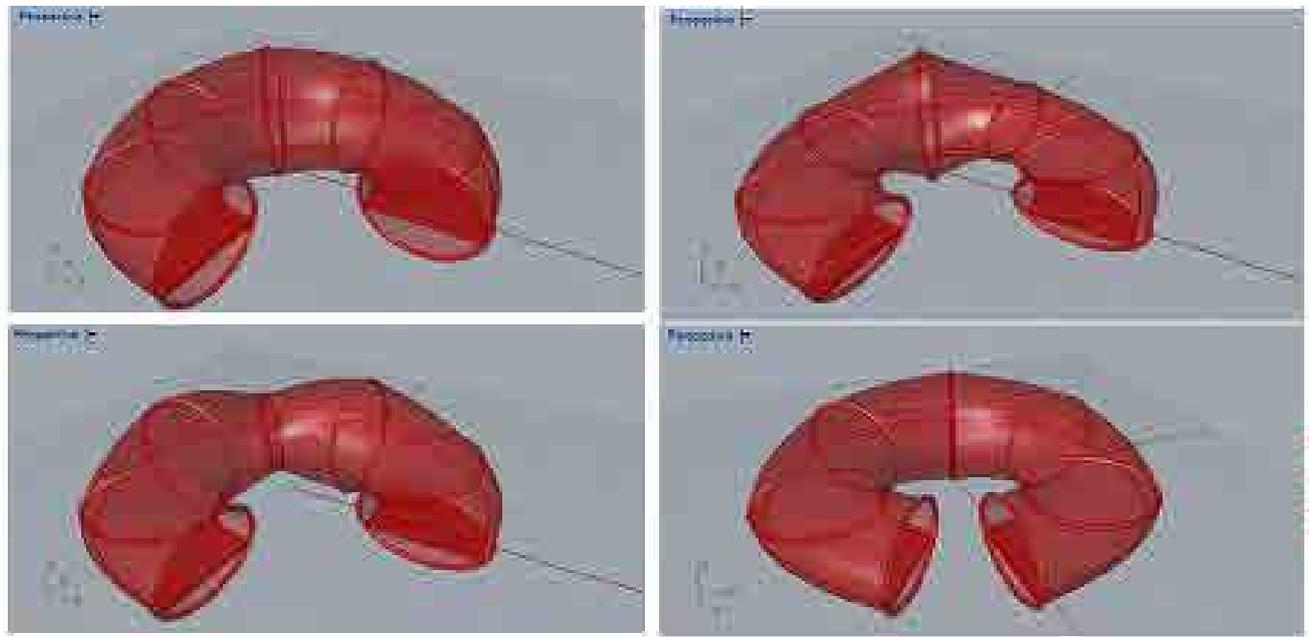


Figura 10: Visualización con variación de parámetros.

## CONCLUSIÓN

Intentando concebir la interdisciplinariedad en prácticas educativas universitarias se trata de legitimar una mirada metodológica y didáctica que permita superar los obstáculos generados por el reduccionismo disciplinario. El caso presentado constituye un ejemplo del camino emprendido en este sentido, que como se dijo es un intento de salir del aislamiento disciplinar para buscar prácticas que faciliten la elaboración de propuestas de trabajo integrando conocimientos y unidades didácticas entre cátedras del ciclo básico de la carrera.

La interdisciplinariedad como estrategia organizativa y metodológica en prácticas universitarias provee enfoques sistémicos y holísticos, con conocimientos integrados, logrando así acompañar y orientar a los estudiantes en su formación profesional con pensamiento crítico, habilitando miradas complejas sobre el objeto de estudio y autonomía en la búsqueda de su propio aprendizaje.

Aún, estando clara la epistemología de la interdisciplinariedad, su aplicación como metodología aún plantea deficiencias y necesita espacios de consolidación que son difíciles de propiciar en el marco de lo académico. Falta alcanzar claridad

respecto a algunas cuestiones, por ejemplo, ¿Cómo llevar la implementación de estas experiencias a otros niveles educativos superiores de la carrera, con otras cátedras?, ¿es posible el abordaje interdisciplinario en la totalidad de las cátedras de un determinado año de cursado?, ¿se podría reformular los currículums desde esta mirada? Todas son preguntas abiertas que orientan la investigación como proyecto-acción, destinado a mejorar la comprensión de los procesos de enseñanza y aprendizaje, en continua retroalimentación. Es necesario asumir el desafío de diseñar prácticas diferentes aplicables en ámbitos universitarios, en el marco de la interdisciplinariedad, como método sistémico holístico.

### BIBLIOGRAFÍA

- Becerra Hernández, R; Moya Romero, A. (2009). *La Pluri, Inter y Transdisciplinariedad en la UPEL. Una perspectiva docente. Revista de Investigación*, núm. 66. Universidad Pedagógica Experimental Libertador Caracas, Venezuela.
- Calcerrada Zamora, F. (2013). *Las Matemáticas y la Arquitectura*. [https://www.academia.edu/34362732/LAS\\_MATEM%C3%81TICAS\\_Y\\_LA\\_ARQUITECTURA](https://www.academia.edu/34362732/LAS_MATEM%C3%81TICAS_Y_LA_ARQUITECTURA)
- Lazo Pérez, M.A. (2011). *La interdisciplinariedad y la integralidad una necesidad de los profesionales de la educación*. Cuadernos de educación y desarrollo Vol 3 Nro 27. <http://www.eumed.net/rev/ced/27/malp.htm>
- Levy, C. (2009). *Multidisciplinariedad, Interdisciplinariedad y Transdisciplinariedad*. <http://redlatinoamericanadeliderazgoeducacionycalidad.bligoo.cl/content/view/726182/Multidisciplinariedad-Interdisciplinariedad-y-Transdisciplinariedad.html#.VyNwivnhDIU>
- Litwin, E. (2005). *Las configuraciones didácticas: una nueva agenda para la enseñanza superior*. 3ª edición. Buenos Aires: Paidós.
- Max-Neef, M.A. (2004). *Fundamentos de la transdisciplinariedad*. Universidad Austral de Chile Valdivia, Chile. <http://ecosad.org/phocadownloadpap/otrospublicaciones/max-neef-fundamentos-transdisciplinariedad.pdf>
- Mejía Ortiz, C. y otros (2015). *A favor de la enseñanza integral en el primer año de arquitectura*. Arquitecturas del Sur. ISSN 0719-6466. <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/AS/article/view/1971>.
- Morín, E. (2001). *Reformemos la reforma de la Universidad*. Traducción al castellano de Emilio Roger Ciurana. Edgar Morin, Sitio Web Oficial Internacional. <http://www.edgarmorin.org/images/publicaciones/edgar-morin-reformemos-la-reforma-de-la-universidad.pdf>

Morín, E. (1998). *Sobre la interdisciplinariedad*. Sitio Web Oficial Internacional. <http://www.edgarmorin.org/images/publicaciones/edgar-morin-sobre-la-interdisciplinariedad.pdf>

Torres, J. (2012). *Globalización e interdisciplinariedad: El curriculum integrado*. Madrid: Morata, 6ª edic.

# 34

## Estudio de Caso: Las Garitas de Seguridad del ingreso al Campus Resistencia

**Marta Giruado y Analía Myriam Piccini**

Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Argentina

### RESUMEN

A raíz del cambio en el plan de estudios de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste, las materias del primer año: Introducción a la arquitectura(taller), Ciencias Básicas Aplicadas, Introducción a la Tecnología y Sistemas de Representación se encuentran enmarcadas dentro de un trabajo conjunto de transversalización de los contenidos.

Desde el comienzo de año las cinco cátedras han trabajado sobre un objeto arquitectónico real: Las garitas de seguridad de los cinco accesos al campus de la UNNE en Resistencia. Cada materia ha aportado desde sus contenidos el material necesario para el primer trabajo práctico integrador, ya que se tendrán tres del mismo tenor durante todo el año.

Desde Ciencias Básicas hemos aportado a esta experiencia los contenidos de: Razones y proporciones, escala, teoría del error, mediciones, magnitudes, recta en el plano, polígonos y cuerpos, todos ellos aplicados al objeto arquitectónico en estudio.

Las otras asignaturas fueron entregando diferentes conceptos necesarios para el abordaje de esta temática de trabajo. Sistema de Representación con la aplicación de croquis y los primeros pasos en sistema Monge; Tecnología con el concepto de envolvente y los materiales que los posibilitan; Taller desde el relevamiento y el rediseño de la misma según el plan de necesidades investigados por los alumnos.

El trabajo realizado por Ciencias Básicas Aplicadas fue a partir del relevamiento y los gráficos presentados y a partir de allí se trabajó la verificación de la existencia o no del rectángulo áureo como así también la teoría del error desde las medidas obtenidas en el trabajo de campo. Para la presentación de los croquis han realizado los cálculos pertinentes para la obtención de la escala convenientes a aplicar para los diferentes formatos de hoja según la ISO 216.

**Marta Giruado**

[martabv@gmail.com](mailto:martabv@gmail.com);

**Analía Myriam Piccini**

[apapiccini@gmail.com](mailto:apapiccini@gmail.com)

Cátedra Ciencias Básicas Aplicadas. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Universidad Nacional del Nordeste Resistencia Chaco. [www.arq.unne.edu.ar](http://www.arq.unne.edu.ar)

## FUNDAMENTACIÓN

La sociedad actual exige a las instituciones educativas una permanente adaptación al cambio global, es por esto que los estudios universitarios constituyen uno de los principales caminos para este mundo, induciendo a las universidades a tener una especial responsabilidad como creadoras de oportunidades y como puentes entre los jóvenes y sus proyectos de vida.

El principal objetivo del docente universitario, en el proceso de enseñanza-aprendizaje es lograr la integración de la teoría con la práctica a través de diferentes estrategias, haciendo que el alumno adquiera y conecte eficazmente el conocimiento con la realidad y así obtener un aprendizaje significativo.

Según Ausubel se plantea al aprendizaje significativo como: “ (...) *La nueva información se incorpora de forma sustantiva, no arbitraria, a la estructura cognitiva del alumno. Hay una intencionalidad de relacionar los nuevos conocimientos con los del nivel superior: más inclusivos, ya existentes en la estructura cognitiva. Se relaciona con la experiencia, hechos u objetos. Hay una implicación afectiva al establecer esta relación, al manifestar una disposición positiva ante el aprendizaje* Ausubel, D. *Psicología Educativa. (1983, p. 16).*”

En el presente año, en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UNNE, se puso en marcha el nuevo plan de estudio de la carrera de Arquitectura, como consecuencia del proceso de acreditación de la misma.

Con la implementación del nuevo plan de estudio, las cinco asignaturas de primer año, decidieron trabajar en forma mancomunada en la transversalidad de contenidos, teniendo como eje principal los temas de TALLER. Ya que se entiende que a través del mismo se llevan a cabo las principales actividades del proceso formativo del estudiante, propiciando la interrelación de las acciones educativas de las diversas áreas del conocimiento arquitectónico.

Pensar los ejes u organizadores en torno a los cuales se nuclean los contenidos, supone poner en relación la lógica disciplinar y las jerarquías de saberes del campo con las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y con los modos en que el conocimiento se produce y circula en los actuales escenarios.

Una de las estrategias para un aprendizaje significativo puede ser el planteamiento y análisis de un caso en la medida en que los alumnos, logren involucrarse y comprometerse con la actividad, logrando así los objetivos deseados por el profesor y la reflexión de forma grupal de dicho desarrollo. De este modo, se genera un proceso en donde los pensamientos expresados simbólicamente, no arbitrarios y objetivos, se entrelazan con los conocimientos ya existentes del alumno.

La estrategia utilizada, fue el estudio de un caso: La Garita de seguridad de los accesos al campus de la UNNE en la ciudad de Resistencia. Este recurso resulta interactivo entre estudiantes y docentes, ya que los conocimientos se construyen paso a paso, lo que posibilita la comprensión por parte de los estudiantes de la estructura global que sustenta una situación real que puede reclamar un diagnóstico ante lo que se plantea.

Cada materia dentro de su espacio curricular incorpora los contenidos necesarios para que el alumno pueda desarrollar el trabajo planteado de una manera integral. El modo de organizar y presentar el conocimiento y la manera en que se propicie el vínculo de los estudiantes con él, no sólo incidirá en los aprendizajes específicos de la materia, sino que también contribuirá a definir ciertas formas de aprender, de pensar, de percibir y comprender la realidad y las problemáticas vitales, sociales y culturales.

*“.....Es crucial que los educandos aprendan al participar en el mismo tipo de actividades que realizan los expertos en diferentes campos del conocimiento, así como en situaciones lo más reales y cercanas posible a las que enfrentarán en la vida y para las cuales tienen que desarrollar competencias sociofuncionales y profesionales apropiadas. Asimismo, se argumentó que la realización de proyectos, la resolución de problemas, el análisis de casos y el aprendizaje basado en el servicio son metodologías con un gran potencial siempre y cuando aborden de manera estratégica cuestiones reales, de verdadera relevancia social, académica y práctica para el alumno.”- Díaz Barriga, Frida. (2005).*

## OBJETIVO

Que el alumno comprenda que el objeto arquitectónico es único y que cada una de las materias observan y tratan conceptos específicos que hacen a la concepción integral del mismo.

## METODOLOGÍA

Para la ejecución de esta nueva forma de enseñanza, donde claramente se empieza a desandar el camino de la educación por competencias, los docentes del primer año han asistido a diferentes talleres para conocer, comprender y así implementarla.

“...el desarrollo de la arquitectura y el diseño industrial está sujeto a la elaboración de nuevas construcciones mentales que representen adecuadamente el espacio y el tiempo habitados por el ser humano de manera consciente, en función de su

proyección al medio y de la satisfacción de las necesidades reales de la comunidad. Se requieren nuevas nociones de conceptualización y análisis con dinámicas de carácter empresarial, innovación y coherencia tecnológica, que brinden más y mejores posibilidades que los enfoques científicos convencionales, para afrontar la heterogeneidad de los procesos y conflictos presentes en el territorio, considerándolos como conjuntos de elementos y de procesos interactuantes que generan nuevos elementos complejos producto de la interrelación de dichos sistemas Mosquera, 2007:10. Epistemología y didáctica del proceso de enseñanza aprendizaje en arquitectura y diseño industrial”.

Desde este año se ha pensado en una enseñanza basada en el alumno, considerando que el docente es el experto que lo guía y ayuda para la adquisición de los diferentes conocimientos.

“Una docencia centrada en el estudiante, requiere capacitarlo para el aprendizaje autónomo y dotarlo de herramientas para el estudio.

- Un diferente papel del profesor: de estar centrado en la transmisión de los contenidos de la materia, a ser gestores del proceso de aprendizaje de los alumnos.

- Una organización de la formación orientada a la consecución de competencias (competencias generales para todos los estudiantes y competencias específicas de cada titulación).

- Cambios en la organización de los aprendizajes: una perspectiva curricular del trabajo docente que refuerce la continuidad y la coordinación.

- Un nuevo papel de los materiales didácticos que pasan a ser recursos capaces de generar conocimientos de alto nivel y de facilitar el aprendizaje autónomo. Un importante papel juegan, en este sentido, las nuevas tecnologías de la Información y la Comunicación” ZABALZA BERAZA. (2004).

Los docentes han mantenido reuniones de trabajo desde el año pasado para adaptar curricularmente sus programas a la nueva demanda.

A partir de esta decisión, se planificaron tres trabajos prácticos integradores. Como primera intervención se resolvió trabajar con las cinco garitas de acceso al campus universitario de la ciudad de Resistencia.

El trabajo integrador: Garita, se conformó con las cuatro materias del primer cuatrimestre. En el segundo se incorpora Historia –única materia cuatrimestral del primer año- que participará del trabajo práctico integrador programado a tal efecto, para el mes de octubre, es el último de primer año.



Foto 1: Garita 1



Foto 2: Garita 2



Foto 3: Garita 3



Foto 4: Garita 4

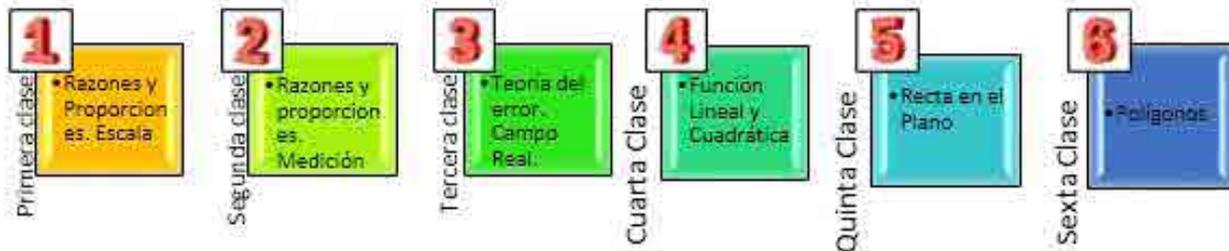


Foto 5: Garita 5



Gráfico 1

En relación a Ciencias Básicas Aplicadas al Diseño, se ha realizado el trabajo en seis tramos desarrollado en ocho clases consecutivas que responden a los primeros temas del nuevo programa de la cátedra:



Las consignas del trabajo que debían realizar los alumnos fueron:

**Clase 1: Razones y Proporciones:** En base a las garitas que estamos trabajando en todas las cátedras de primer año. Ciencias Básicas les propone las siguientes actividades.

- Obtener el valor de la razón entre la altura y la base de la pared en la que se encuentra la puerta de acceso.
- Dibujar dicha pared en escala 1:100.
- ¿En qué formato sería adecuado presentar dicho esquema?
- Si quisiera un croquis más pequeño de dicho esquema, ¿Cuál es la escala adecuada? ¿En qué tamaño de hoja se podría presentar?

### Clase 2: Razones y Proporciones. Medición.

- Localizar la pared en la que se ubica la ventana, obtener las medidas del alto y el ancho en metros. Luego verificar si corresponde a un rectángulo áureo o no.
- Reducir las medidas de alto y ancho a cm y mm.

### Clase 3: Teoría del error. Campo Real

En esta ocasión se les solicita que realicen un trabajo de campo en la garita seleccionada.

- Relevar la medida en metros del ancho de la ventana de la garita que el grupo ha elegido.
- Repetir el proceso cinco veces y anotar los resultados obtenidos en una tabla similar a la del ejercicio 2 del presente práctico.
- Calcular:
  - El verdadero valor de las mediciones.
  - El error absoluto.
  - El error relativo.
  - El error porcentual.
- Presentar todo el proceso realizado el miércoles 3 de abril del corriente.

### Clase 4: Función Lineal y Cuadrática

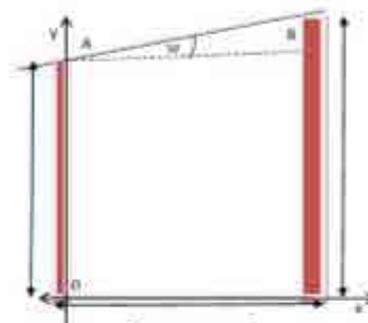
Se solicita seguir cada uno de los siguientes pasos:

- Elegir la garita con la que realizará esta instancia.
- En un esquema planimétrico ubicar en planta el techo de la garita y los accesos vehiculares.
- Colocar la orientación, es decir, primero los puntos cardinales y luego la orientación que tiene la garita seleccionada.
- Medir las distancias que existen desde cada arista de la garita al centro de la calzada del acceso principal.
- Se presenta, para una mejor interpretación un ejemplo.



Esquema 1

- f) Repetir el procedimiento en con cada una de las aristas (Línea formada por la intersección de dos planos, en este caso dos paredes)
- g) Unir los puntos mediante rectas.
- h) Incorporar los árboles que se encuentren a no más de 10m de la misma.
- i) Agregar las distancias existentes entre la vegetación incorporada y un punto cualquiera de la garita, en el esquema presentado.
- j) Medir las distancias de cada árbol incorporado a las dos calzadas



Esquema 1

### Clase 5: Recta en el Plano

- a) De acuerdo a las medidas que usted tiene, calcular la pendiente del techo de la garita, que ha trabajado anteriormente.
- b) Verificar la pendiente del techo si corresponde al material de la cubierta que tiene.
- c) Marcar con color las diferentes rectas que identifica en el corte de la garita que ha elegido para trabajar; según lo especificado en el material teórico. Incorporar la expresión simbólica de la ecuación de la recta para cada caso identificado.

Este trabajo práctico se entregaba en formato papel una vez que se terminaba de desarrollar el tema.

El alumno llegaba a esta etapa después de haber pasado por varias intermedias propuestas por la cátedra al comienzo del año, de acuerdo al siguiente esquema expuesto el primer día de clase:



1- En clase se dictó las teorías que también las podían encontrar en el aula virtual, se intentó guiar al alumno hacia el camino de la autogestión, mostrándoles la vía del estudio en el ámbito universitario, es por esto que las teorías y las guías de trabajos prácticos se las subía al aula una semana antes de cada clase para que el estudiante cuente con todo el material necesario para cada instancia.

2- Se dividieron en grupos de no más de 45 alumnos a cargo de un docente donde se resolvieron los ejercicios prácticos de aplicación del tema desarrollado. Es importante mencionar que las actividades siempre fueron de aplicación directa a un objeto arquitectónico.

3- Los alumnos resolvieron una guía de trabajos prácticos obligatoria que se encontraba colgada en el aula virtual, con tiempo de solución y entrega. Luego de esta instancia se les ofrecía las soluciones para que pudieran realizar su autocorrección.

4- Terminada estas instancias, los estudiantes resolvieron un cuestionario con diez preguntas de orden teórico del tema desarrollado; éste también se encontraba en el aula virtual y tenía su nota al cerrar el mismo. El cuerpo docente consideró que de esa manera el alumno permanezca activo con cada una de las instancias que se les propuso y comience la senda de su gestión de aprendizaje. Con este

cuestionario el estudiante pudo evaluar hasta donde comprendió el tema y que le falta todavía revisar.

5- Luego de todas estas etapas previas recién procedían a resolver lo que se proponía para la garita, como actividad colectora de todo lo aprendido sobre ese contenido y con aplicación directa al objeto arquitectónico. Se les platearon fases de autogestión en las cuales debieron recurrir a todo lo dado en las clases teóricas y prácticas para dar respuestas a las instancias solicitadas.

Coincidiendo con lo expuesto por Diana Muñoz Álvarez que describe las distintas habilidades que debe tener tanto el alumno como el docente, en este nuevo paradigma de enseñanza.

1. “El estudiante debe adquirir la capacidad de realizar una buena planificación de su proceso de aprendizaje. De manera que sea de fácil aplicabilidad para otras instancias. Realizando un proceso constante de mejora generado por el estudiante.
2. Luego de realizada la planificación, el paso a paso del proceso de aprendizaje, se debe realizar la ejecución del mismo. La manera como el estudiante organiza este proceso y realiza constantes mejoras de acuerdo a como se presentan las situaciones. Generando estrategias flexibles y realizando una constante búsqueda de este proceso.
3. Por otro lado, el estudiante debe contar con una capacidad resolutive. Esto se debe a que el proceso de autogestión del aprendizaje está en constante mejora, sin embargo el estudiante debe ser capaz de decidir cuando el proceso se finaliza, completando el objetivo preestablecido.
4. El estudiante debe contar con un rol activo en el proceso de adquisición del conocimiento, aceptando la responsabilidad y el deber que conlleva generar su propio conocimiento.
5. Por último, el estudiante debe comprender la necesidad de aprender de sus compañeros en forma cooperativa, como forma de estrategias del proceso de aprendizaje.

Además, para que los profesores guíen a sus estudiantes, deben tomar en cuenta lo siguiente:

1. El estudiante debe recibir un apoyo motivacional-conductual, que le permita sentir la guía y asistencia por parte del profesor en este proyecto de autogestión de su aprendizaje.

2. Es importante para el estudiante sentir que cuenta con una instancia de confianza y apoyo por parte del profesor. Confianza que le permitirá liderar el proceso de autogestión del aprendizaje.
3. Motivar al estudiante a la curiosidad de la búsqueda, del estudio, del compromiso y aceptar el desafío de la autogestión del conocimiento, entiendo que la gestión, labor y esfuerzo que le entregue al proceso tributará a su propio conocimiento.
4. Motivar y guiar al estudiante en el desarrollo de las habilidades de búsqueda y análisis crítico de la información.”

Considerando lo que dice esta autora, en relación a ser guía y motivador de los procesos que los estudiantes debieron desarrollar, los docentes han realizado clases de tutorías, en días y horarios diferentes, de tal manera que el alumno cuente con un abanico de posibilidades para evacuar sus dudas y realizar las consultas necesarias en este proceso.

### RESULTADOS OBTENIDOS

A los alumnos se les propuso trabajar en un objeto arquitectónico desde las Ciencias Básicas con ciertos cálculos y gráficos; instancias que un profesional realizará en sus croquis o anteproyectos, siempre considerando que el educando con el que se está trabajando recién tiene contacto con la arquitectura ya que su primer año y una de sus primeras materias en la carrera.

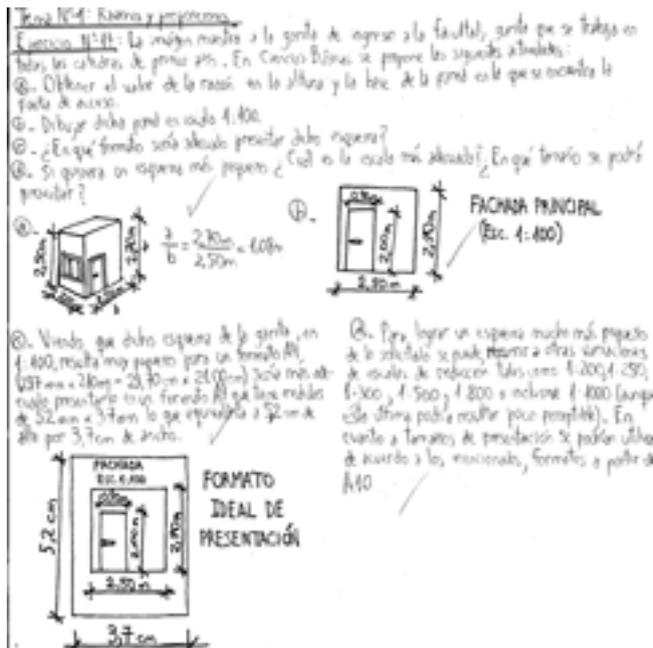
“la necesidad de una evaluación más acorde con las nuevas concepciones del proceso de enseñanza y aprendizaje; es decir, una que sea capaz de otorgar más importancia al trabajo autónomo del alumno a tenor de la incorporación de metodologías activas.....La mejora de la evaluación supone incidir previamente en lo que se enseña y en cómo se enseña (Bolívar, 2000) o, como diría Perrenoud (2008, p. 24), «se debe cambiar la evaluación para cambiar la Pedagogía».”  
Mónica Vallejo Ruiz y Jesús Molina Saorín.

Es importante también contemplar que el trabajo realizado con la garita fue la primera experiencia de actividad colaborativa e integral de todas las materias del primer año, a partir de allí se planificaron dos instancias más, una al finalizar Junio y la otra al finalizar Octubre. Es imperativo resaltar que todas las materias tuvieron muy en cuenta el perfil del alumno y las instancias de trabajo.

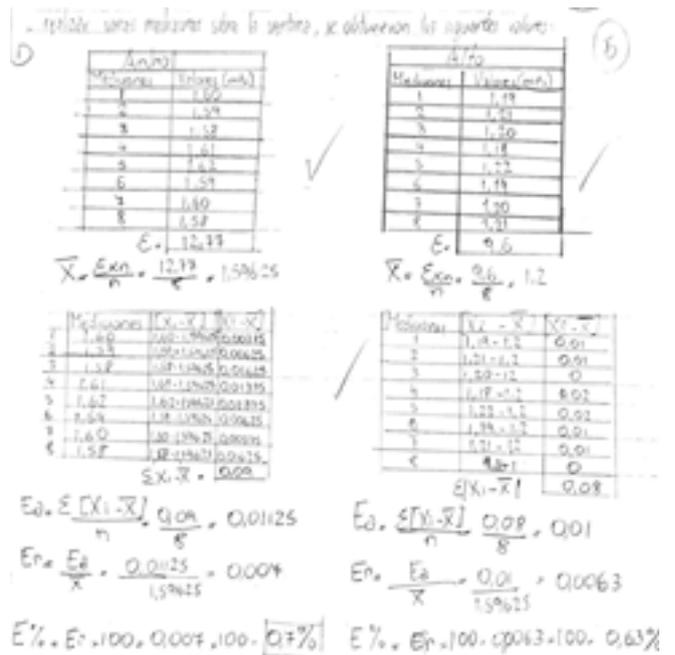
“la influencia recíproca existente entre enseñanza, aprendizaje y evaluación son dos caras de la misma moneda, e influye fuertemente el uno en el otro» (Gulikers y otros, 2004, p. 68).”  
Mónica Vallejo Ruiz y Jesús Molina Saorín.

Los resultados que los docentes de Ciencias Básicas obtuvieron fueron altamente satisfactorios, el alumno se centró en la resolución del problema presentado en el objeto arquitectónico.

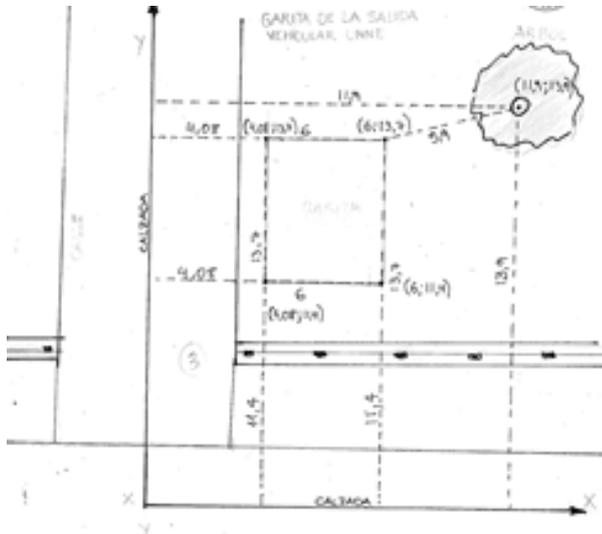
Se muestran algunas producciones que los alumnos: Erix Luis Acosta; Enzo Alarcón; Lautaro Banus; Nahir Aranda Morand; Laura Belén Ayala Cancelarich; Francisco Albariño; Francisco Rubén Arce han cedido gentilmente para que podamos exhibir los resultados logrados.



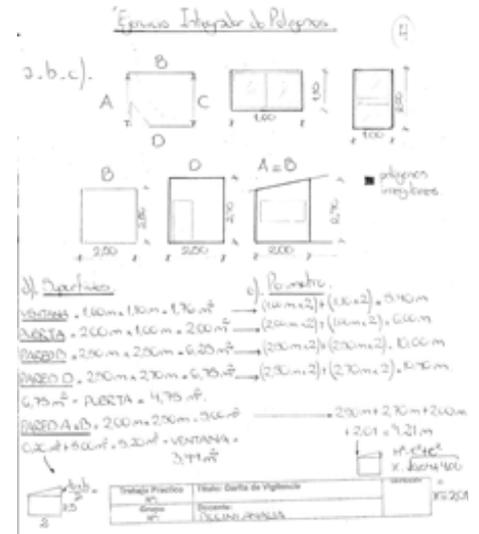
Dibujo 1: Producciones correspondientes a la clase 1 y 2: RAZONES Y PROPORCIONES. ESCALA. MEDICIÓN



Dibujo 2: Producciones correspondientes a la clase 2 y 3: MEDICIÓN. TEORÍA DEL ERROR



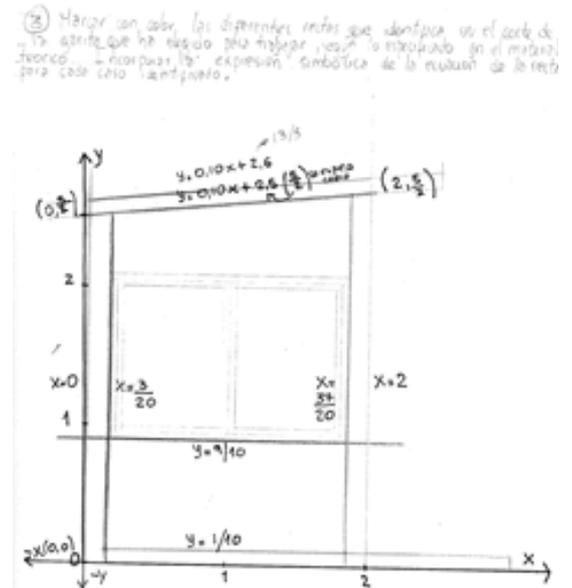
Dibujo 3: Producciones correspondientes a la clase 4: FUNCIÓN LINEAL



Dibujo 4: Producciones correspondientes a la clase 6: POLIGONOS



Dibujo 5: Producciones correspondientes a la clase 6: POLIGONOS



Dibujo 6: Producciones correspondientes a la clase 5: RECTA EN EL PLANO

## BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, D. (1983) *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Buenos Aires: 2° edición.
- Mosquera Téllez, J. (2007) *Epistemología y didáctica del proceso de enseñanza aprendizaje en arquitectura y diseño industrial\**
- Zabalza Beraza, M.(2004) *Guía para la Planificación Didáctica de la Docencia Universitaria en el Marco del EES*.
- Muñoz Álvarez, D. *La Autogestión, Una Competencia para el Aprendizaje*. [www.fundacionunam.org.mx/educacion/autogestion-del-aprendizaje](http://www.fundacionunam.org.mx/educacion/autogestion-del-aprendizaje).
- Vallejo Ruiz, M. y Molina Saorín, J. *La Evaluación Auténtica de los Procesos Educativos*.
- Díaz Barriga, F. (2005). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw Hill. Capítulo 5.

# 35

## La utilización de ecuaciones en la materialización de superficies generadoras del diseño

**Erica Natalia Minet Bravo, Facundo Andrés Vila y Gladys Santiago**

Universidad Nacional de San Juan (UNJS), Argentina

### RESUMEN

El presente trabajo se enmarca en una propuesta Pedagógica que detalla la experiencia realizada con los alumnos de segundo año de la asignatura Matemática Aplicada de la carrera de Diseño Industrial de la UNSJ.

Se fundamenta y describe una práctica de carácter exploratorio sobre la enseñanza del concepto de superficies en el espacio, resaltando la importancia de la matemática en la generación de sus formas. Se aborda el estudio de diferentes superficies, partiendo del concepto de las cuádricas, estudiadas en el ciclo anterior, como así también la inclusión de nuevas superficies que surgen explorando ecuaciones, enfocándonos así, en modelos matemáticos generados con la ayuda de los sistemas de álgebra computacional. La incorporación de software matemático a la enseñanza, debe significar una innovación importante que conducirá a profundos cambios en la enseñanza de la matemática en el Diseño.

El vínculo entre las representaciones analíticas y gráficas en algunas superficies no convencionales es un tema de interés formativo. Trabajar con imágenes y gráficas, mejora la comprensión de conceptos abstractos y facilita la resolución de problemas. La visualización siempre ha sido un ingrediente importante para la comunicación de las matemáticas en las carreras proyectuales. Se utiliza la tecnología computacional como herramienta, empleando un software matemático y la impresora 3D.

El uso reflexivo y creativo de las nuevas tecnologías permite dar un significado concreto a las nociones matemáticas. Por esta razón, es necesario el diseño de nuevas estrategias didácticas utilizando nuevas metodología que muestren su uso efectivo en el aula.

**Erica Natalia Minet Bravo**

[eriminet@hotmail.com](mailto:eriminet@hotmail.com)

**Facundo Andrés Vila**

[vilafacu@gmail.com](mailto:vilafacu@gmail.com)

**Gladys Santiago**

[gladysantiago@yahoo.com.ar](mailto:gladysantiago@yahoo.com.ar)

Docentes de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la UNSJ. Asignaturas: Matemática (Diseño Gráfico e Industrial), Matemática (Arquitectura), Matemática Aplicada (Diseño Industrial) y Estadística Aplicada

La construcción que hace el alumno de conceptos tan abstractos como el de las superficies implicadas en el diseño, supone una comprensión de la geometría que le ayudará a interpretar y a operar en él, de manera más efectiva.

## INTRODUCCIÓN

La matemática es una asignatura fundamental en la formación profesional del estudiante de Diseño, porque por medio de ella, logra desarrollar una serie de competencias de índoles cognitivas, así también habilidades, destrezas para el cálculo matemático y la capacidad de abstracción que lo lleva posteriormente a procesos mentales más complejos.

Se caracteriza por su precisión, por su carácter formal y abstracto, por su naturaleza deductiva y por su organización a menudo axiomática.

La experiencia y comprensión de las nociones, propiedades y relaciones matemáticas a partir de la actividad real es, al mismo tiempo, un paso previo a la formalización y una condición necesaria para interpretar y utilizar correctamente todas las posibilidades que encierra dicha formalización. La matemática permite traducir los fenómenos de la vida mediante expresiones algebraicas. Sin embargo, esta formalización no siempre es de interés para los alumnos, cuya carrera está relacionada más con el diseño que con la matemática pura, generando así dificultad para aprenderla formalmente. Su estudio es fundamental y para los docentes se convierte en un desafío llevar a cabo nuevas estrategias que permitan solucionar la problemática.

El conocimiento lógico-matemático hunde sus raíces en la capacidad del ser humano para establecer relaciones entre los objetos o situaciones a partir de la actividad que ejerce sobre los mismos y, muy especialmente, en su capacidad para abstraer y tomar en consideración dichas relaciones en detrimento de otras igualmente presentes.

Las aplicaciones matemáticas tienen una fuerte presencia en nuestro entorno. Si queremos que el alumno valore su papel, es importante que los ejemplos y situaciones que mostramos en la clase hagan ver, de la forma más completa posible, el amplio campo de fenómenos que las matemáticas permiten organizar.

Se promueve un cambio en la metodología de la enseñanza, motivando a los alumnos el estudio de las matemáticas. El docente logra un equilibrio entre el carácter formal de la disciplina, como ciencia abstracta y las expectativas de los alumnos que la aprenden, como herramienta útil de su carrera y su posterior ejercicio profesional.

Este aprendizaje requiere niveles fuertes de motivación y de preparación inicial. La interacción con el objeto de estudio es lo que permite construir un aprendizaje significativo, permitiendo la visualización exacta del concepto de manera que no se vuelva monótona y abstracta, sobre todo en la geometría, evitando que se reduzca a fórmulas, números y procedimientos de manera compleja y poco didáctica.

Una de las características más importantes del pensamiento lógico- matemático es el hábito de exploración e investigación enfrentando al alumno con problemas de su disciplina y buscando soluciones nuevas o resultados fuera de lo habitual. Es común que en este proceso mencionen la “intuición” como iniciativa en el proceso de investigación, análisis y síntesis de sus trabajos.

Este tipo de investigaciones ordenan y validan una secuencia de enseñanzas que permitan que los alumnos vayan construyendo conceptos y procedimientos propios de la carrera. Lo motiva a indagar, cuestionar, pensar, razonar y organizar el propio pensamiento. Planteándose los problemas de manera metódica y calculada, descubriendo y a vinculando las partes con el todo y desarrollando de manera paulatina un juicio crítico que le permite expresarse mediante un vocabulario formal adecuado.

La visualización siempre ha sido un ingrediente importante para la comunicación de las matemáticas. La nueva tecnología de la impresión 3D puede ayudar a concebir demostraciones y conceptos matemáticos, lo cual genera otro gran potencial, muy importante a la hora de incentivar a los alumnos el estudio de la matemática en las carreras proyectuales. Las figuras y los modelos han ayudado a expresar las ideas, incluso antes de que el lenguaje matemático formal fuese capaz de describir las estructuras.

La teoría del aprendizaje y de la tecnología para el aprendizaje está en el medio de la revolución científica. Se tiende a propiciar modelos de enseñanza en el que se procura crear ambientes donde el alumno participe activamente en la comprensión del mundo externo y refleje sus interpretaciones. Cuando el estudiante trabaja con la tecnología computacional, debe ser estimulado a aprovechar sus posibilidades, para potenciar su pensamiento, para desarrollar su capacidad de comprender y operar en el mundo. En la enseñanza de la geometría se ha tomado plena conciencia de esta idea.

El uso de las tecnologías computarizadas ofrece variadas aplicaciones para la interpretación geométrica y analítica, sobre todo en las diferentes superficies no convencionales, donde los alumnos, de manera precisa podrán descubrirlas, relacionarlas, variando las ecuaciones y sus parámetros, sin la necesidad de utilizar los complejos métodos analíticos para graficarlas e interpretarlas. Este

vínculo entre las representaciones analíticas y gráficas en algunas superficies no convencionales es un tema de interés formativo en nuestra asignatura.

Gastón Bachelard asegura que la primera tarea en la que se funda el espíritu científico consiste en: “Tornar geométrica la representación, vale decir, dibujar los fenómenos y ordenar en serie los acontecimientos decisivos de una experiencia [...]. En efecto, es de este modo como se llega a la cantidad representada, a mitad de camino entre lo concreto y lo abstracto, en una zona intermedia en la que el espíritu pretende conciliar las matemáticas y la experiencia, las leyes y los hechos.”<sup>1</sup>

A partir de la convicción que compartimos con Bachelard de que “[...] todo saber científico ha de ser, en todo momento, reconstruido” y de que “[...] es necesario pasar, ante todo, de la imagen a la forma geométrica y luego de la forma geométrica a la forma abstracta, y recorrer el camino psicológico normal del pensamiento científico.”<sup>2</sup>, es que planteamos nuestra experiencia.

La tarea de diseñadores es inseparable de las leyes y los elementos geométricos que conciben el espacio de tres dimensiones. Es una noción de representación abstracta que se tiene sobre nuestro lugar de vida y el lugar en que cada objeto conocido está ubicado. Por su parte, las restricciones geométricas son las invariantes universales de las cuales depende todo diseño real. La construcción que hace el alumno de conceptos tan abstractos como el de las superficies implicadas en el diseño supone una visión de la geometría que le ayudará a comprender mejor el mundo y a operar en él de manera más efectiva.

La representación es especialmente crucial para la educación de nuestra área, puede llevar a nuevos enfoques, ayuda a exhibir la belleza de las matemáticas y a promover este campo. Las figuras pueden inspirar nuevas ideas, generar nuevos teoremas o ayudar en los cálculos. La mayoría de los matemáticos se inspiran en las matemáticas visuales, extraen ideas creativas e intuiciones a partir de imágenes.

Hoy en día, hay varias tecnologías que permiten mostrar contenidos espaciales y dinámicos en la web, como Javascript, Java, Flash, WRML, SVG ó WebGL,

La impresión 3D en particular surgió hace unos 30 años y es considerada por algunos como parte de una revolución industrial en la cual la fabricación se ha vuelto digital. Esta tecnología que se hizo comercial en 1994 con materiales impresos de cera, se ha movido hacia otros materiales como acrilatos fotopolímeros o metales y ahora está entrando en el rango de tecnología de

<sup>1</sup> Bachelard, Gastón, (1979) LA FORMACIÓN DEL ESPÍRITU CIENTÍFICO. México: Siglo XXI.

<sup>2</sup> Ibid.

consumo. Los servicios de impresión pueden imprimir en color, con diversos materiales y en alta calidad.

El desarrollo de la impresión en 3D es la última pieza de una cadena de técnicas de visualización. Se vive un momento que experimentamos no sólo una, sino dos revoluciones a la vez: una revolución de la información y una revolución industrial.

La impresión 3D se utiliza ahora en el campo de la medicina y la industria aeronáutica, para crear prototipos de robots, para crear arte y joyas, para construir nano estructuras, bicicletas, barcos, circuitos, para producir arte, robots, armas, casas, e incluso se utiliza para decorar tortas.

La tecnología de impresión 3D en la educación todavía no se ha explorado y es considerado para el desarrollo sostenible, para la educación de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. No hay duda de que tendrá un gran impacto en la educación. Los modelos impresos permiten ilustrar conceptos en varios campos matemáticos como cálculo, geometría o topología. Ya ha dado lugar a nuevas perspectivas en la educación matemática.

La incorporación de software matemáticos a la enseñanza, no debe verse solo como medio didáctico, sino, que debe significar una innovación importante que conducirá a profundos cambios de los objetivos, contenidos y métodos de enseñanza.

## DESARROLLO

La propuesta se centra, en la estrecha relación que la matemática y la geometría mantiene con el quehacer proyectual. Su objetivo principal es explorar y vincular las expresiones analíticas de las diferentes ecuaciones comprendiéndolas desde su carácter formal como una concepción para sus futuros diseños.

En este proceso de enseñanza- aprendizaje se promueven distintas instancias:

1. Información acerca de los saberes previo necesario para su realización; tanto de conceptos matemáticos sobre cuádricas, superficies no convencionales y manejo tecnológico
2. Orientación guiada acerca del desarrollo de las superficies.
3. Exploración
4. Integración.

En la primera instancia se revisaron los conceptos de intervalos, ecuaciones cónicas y cuádricas. También se indagó sobre los conocimientos que los alumnos poseen sobre el uso de las herramientas tecnológicas.

En una segunda instancia, se trabajó con los alumnos en el Gabinete de Computación de la FAUD, donde se presentó el software matemático con el cual se trabajaría. El mismo tiene la ventaja de poder generar la superficie a partir de una ecuación dada. Posee un sistema de álgebra computacional que describe y exhibe matemáticamente objetos tridimensionales.

La elección del programa en particular surge porque:

- ✓ Tiene un lenguaje accesible para el alumno
- ✓ Puede trabajar en formato STL para poder imprimir en 3D.
- ✓ Trabaja en el espacio de 3 dimensiones.

El potencial que posee el programa es amplio y permite una mayor rapidez de respuesta en el estudio de una serie de familias de curvas y superficies de interés, a partir de las ecuaciones planteadas por los alumnos.

En esta etapa, se les explicó a los alumnos todas las características del programa, funciones a utilizar y la forma de usarlo correctamente.

También, se realizó una visita con los alumnos de la asignatura al Taller de prototipado de la Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, para que conocieran las herramientas y el lugar donde se realizarían sus impresiones. Se les dió una clase teórica – práctica con todo los conocimientos básicos y las consideraciones necesarias a tener en cuentas para la utilización de la impresora 3D, Scanner 3D y Ruter, en el cual los alumnos luego accederán a realizar sus proyectos.

En la tercera etapa, los alumnos pudieron explorar y visualizar las diferentes superficies que generaron, utilizando dicho software. De manera experimental modificaron los exponentes, variables, intervalos y/o coeficientes hasta transformar la ecuación y convertirla en una superficie no convencional. En forma paralela, debían registrar y realizar una breve descripción de los parámetros e intervalos que modificaron. Esta exploración no es libre, sino que debe ajustarse a las consignas dadas en el trabajo práctico

Posteriormente, elije una de las superficies exploradas, justificando su elección de manera detallada, para luego, poder darle una aplicación desde el campo del Diseño Industrial. La relación entre la movilidad de los parámetros de las ecuaciones y la variación de las formas que se obtienen es un elemento de significado importante para la construcción del concepto.

Luego pudieron materializar dicha superficie, imprimiéndola en la impresora 3D de la FAUD. La forma de trabajo empleado rompió los esquemas convencionales con los que los alumnos de estas carreras proyectuales vienen trabajando en los talleres o en otras asignaturas, donde siempre se trabaja la parte formal con herramientas de dibujo asistido por computadora, dejando de lado el sustento matemático y científico que da origen a lo forma.

En la última etapa, el alumno deberá integrar y valorar las propias habilidades matemáticas desarrolladas para afrontar situaciones que permitan motivar los aspectos creativos, manipulativos, estéticos o utilitario y aplicarlos a la disciplina.

La evaluación es en forma continua y progresiva. Se va realizando en cada una de las instancias antes mencionadas ya que es necesario superar cada una de las etapas para llegar a la producción final.

### EJEMPLO

Se tomó como ejemplo la ecuación de una esfera (Figura1), a la cual los alumnos le fueron realizando sus variantes.

### EXPLORACIÓN

En la Figura 2, cambiaron los intervalos de los ejes de la esfera, con un dominio menor a R, seccionando la superficie.

```
ContourPlot3D[x^2 + y^2 + z^2 == 1, {x, -2, 2}, {y, -2, 2}, {z, -2, 2}]
```

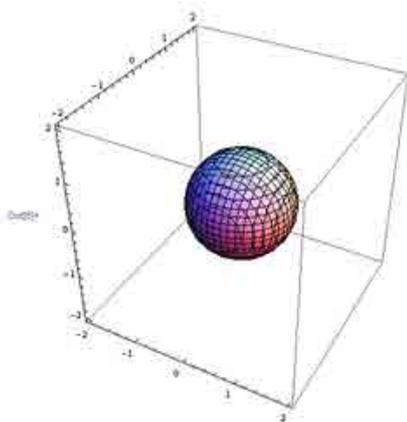
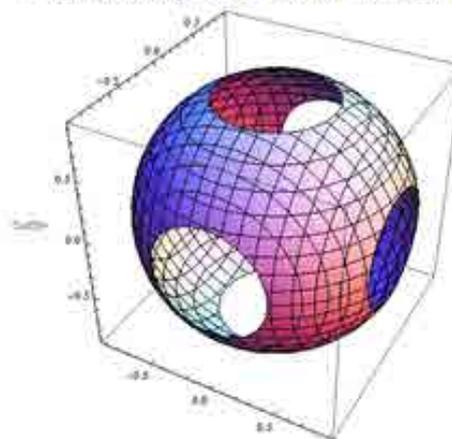


Figura 1

```
ContourPlot3D[x^2 + y^2 + z^2 == 1, {x, -0.9, 0.9}, {y, -0.9, 0.9}, {z, -0.9, 0.9}]
```



Esfera con dominio <math><R</math>

Figura 2

La variable x esta elevada al cubo ahora. Aparece el término de rotación, donde las 3 variables aparecen multiplicadas entre sí, acompañada de un coeficiente numérico. (Figura 3)

```
In[27]= ContourPlot3D[x3 + y2 + z2 + 6 x y z = 1, {x, -2, 2}, {y, -2, 2}, {z, -2, 2}]
```

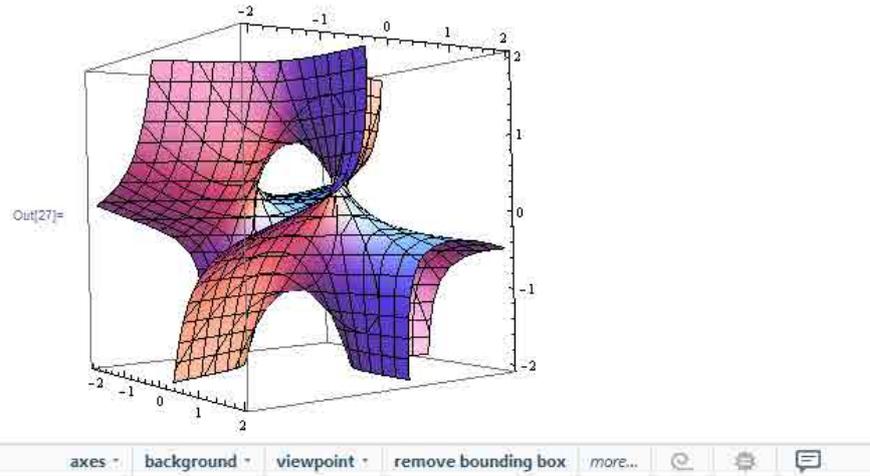


Figura 3

### GENERACIÓN DEL MODELO 3D

```
ContourPlot3D[x3 + y2 + z2 + 6 x y z == 1, {x, -2, 2}, {y, -2, 2}, {z, -2, 2},  
Mesh -> False, ContourStyle -> Thickness[0.1], PlotPoints -> 60]
```

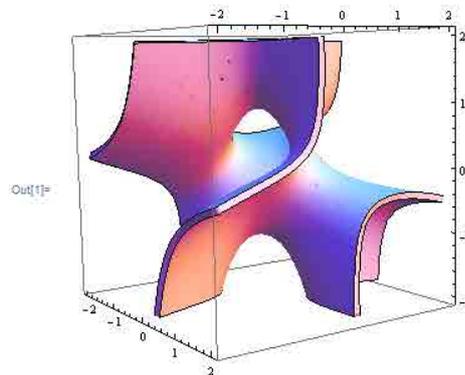


Figura 4

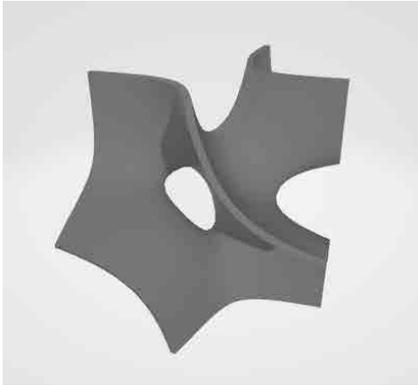


Figura 5

### IMPORTAR MODELO Y VISUALIZAR MEDIDAS

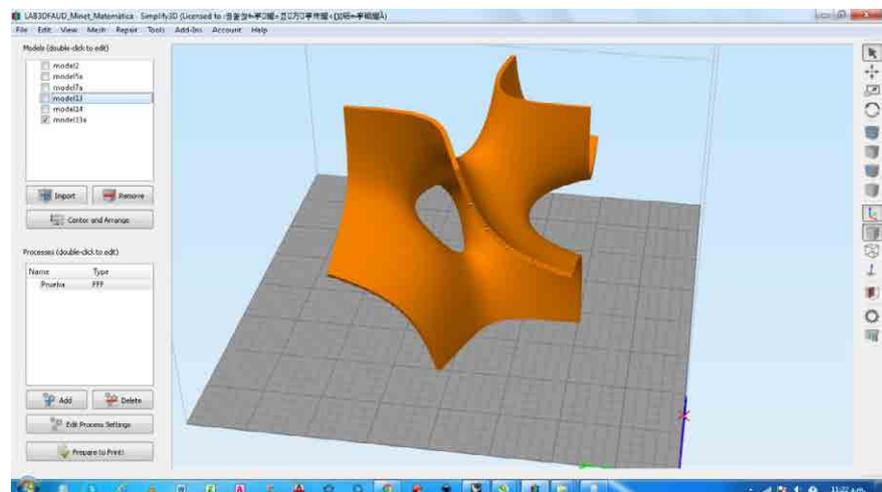
Una vez exportados los modelos se visualizan en el programa 3D Builder para ver el objeto antes de ser impreso (Figura 5), donde se puede editar, conocer dimensiones y espesores, rotar, hacer zoom para ver detalles, entre otras. La relación entre el límites de los intervalos de las variables y el espesor del modelo deben ser tenidos en cuenta para dar las escala.

### PREPARAR EL OBJETO PARA IMPRIMIR

Una vez editado el objeto, guardo el archivo en el formato compatible (STL) para poder imprimir. Los archivos se guardan en una tarjeta de memoria para poder ser impresos en la impresora 3D.

### CARÁCTERÍSTICAS DEL PROGRAMA UTILIZADO PARA IMPRIMIR 3D

- ✓ Simplify3D es un software de impresión 3D para garantizar y es compatible con el último hardware de impresión en 3D y para que pueda obtener resultados excepcionales.
- ✓ Simula impresiones con anticipación y permite identificar problemas con anticipación
- ✓ Configura Estructuras de apoyo galardonadas.



### MATERIAL USADO PARA IMPRIMIR

Filamento para impresión 3D:

- ✓ P.L.A (Poliácido Láctico)
- ✓ 1,75 mm
- ✓ Marca: "Grilon"¿

### IMPRESIÓN 3D

Para imprimir nuestro modelo 3D debemos poner a calentar a la debida temperatura tanto el extrusor como la plataforma. En la impresora, el filamento se calienta y se extrude a través de la boquilla obteniendo la superficie impresa. (Figura 5)

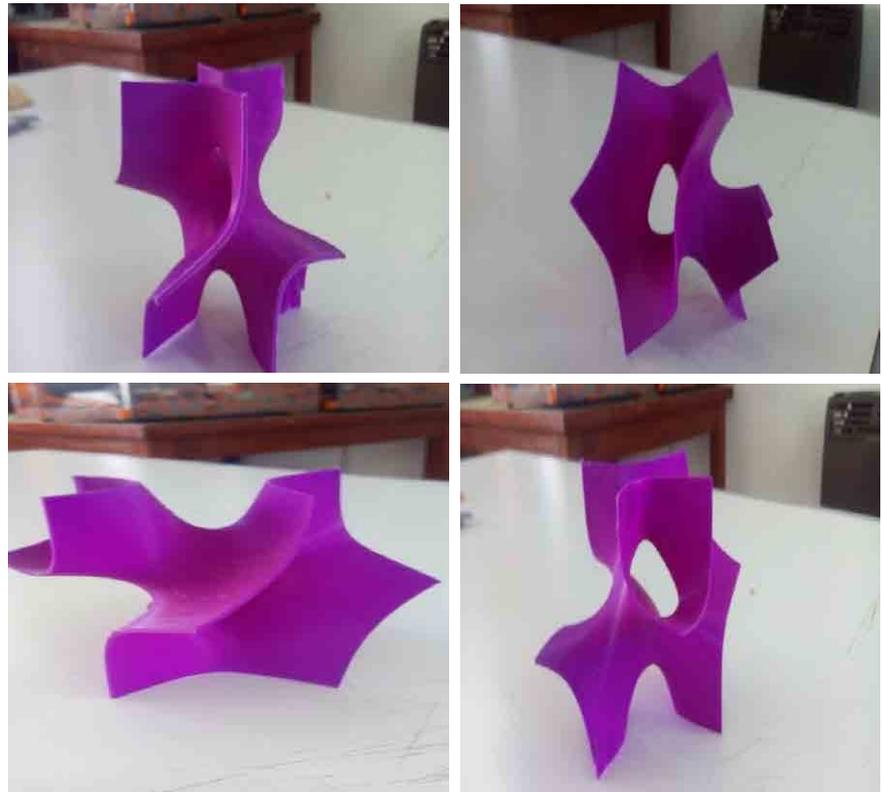


Figura 5

## CONCLUSIÓN

En este trabajo se ha detallado una primera parte con carácter exploratorio, de una manera didáctica, en un tema que podría ser incorporado a los contenidos curriculares de la matemática básica en las carreras de arquitectura o diseño. Se ha buscado, en esencia, aproximar respuestas al campo disciplinar e indagar en la potencialidad de la representación computarizada para comprender la relación entre la ecuación de una superficie y su gráfica, situación que al alumno le cuesta interpretar en la primera etapa de su formación matemática.

Consideramos la necesidad de introducir cambios en la educación de la matemática, y fundamentalmente en el enfoque con que se la enseña, por lo que este trabajo, apoya la necesidad de que el aprendizaje se realice explorando las situaciones del mundo real y su aplicación en el campo disciplinar, sirviendo de motivación en los alumnos y profesores para el proceso Enseñanza – Aprendizaje.

El uso de las tecnologías y su integración con los contenidos de la asignatura de Matemática Aplicada nos permitieron crear situaciones de enseñanza que posibilitaron mejoras en los aprendizajes de los alumnos para la resolución de problemas a la hora de construir el conocimiento, promoviendo y facilitan el trabajo colaborativo y desarrollando competencias digitales.

Presmeg (2006, p. 233 -234) apunta una serie de direcciones a seguir en cuanto a temas de investigación en este campo y también enumera una lista con trece cuestiones que parecen ser las más significativas para la investigación sobre visualización en educación matemática además esta autora insiste en que la necesidad de investigación en visualización sigue siendo un asunto primordial tanto en la resolución de problemas como la interacción de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en las aulas a todos los niveles. Otras cuestiones formuladas por Presmeg se dirigen principalmente a cómo promover las habilidades de visualización en la enseñanza de las matemáticas

## BIBLIOGRAFÍA

Bachelard, Gastón (1979). La Formación Del Espíritu Científico. México: Siglo XXI.

Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. Recherches en didactique des Mathématiques, 7, 2, P. 33-115. (Fundamentos y métodos de la didáctica de la matemática. Traducción de Dilma Fregona y Facundo Ortega). Argentina.

Brousseau G. (1999). "Educación y Didáctica de las matemáticas", en Educación Matemática, México.

- Charnay, R. (1994). Aprender por medio de la Resolución de Problemas. En *Didáctica de la Matemática. Aportes*. Paidós. Ira Edición. (Compiladoras: Cecilia Parra e Irma Saiz). Buenos Aires. Argentina.
- Dewey, John (1993). *La Reconstrucción de La Filosofía*. Barcelona: Planeta-Agostini,
- Fernandez, Veremundo y otros (1999). *Educación Matemática para no Matemáticos*. Editorial Fundación U.N.S.J.
- Guzmán, Miguel (1992). *Tendencias Innovadoras en la Educación Matemática*. Oma. Bs. As.
- Presmeg, N.C. (2006). Research on visualization in learning and teaching mathematics, *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future*. PME 1976-2006. (pp. 205–235 ). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

# 36

## Aplicación de modelado paramétrico y algoritmos evolucionistas durante el proceso proyectual

**Luis Fernando Barrionuevo**

Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina

### RESUMEN

Lo propuesto aquí está orientado a la primera etapa del proceso proyectual arquitectónico, que es la formalización de *ideas*. Hablar de proceso proyectual, no implica la adopción de uno aceptado por una mayoría corporativa o académica, con fines específico, reglas rígidas y preestablecidas. Hoy todo se pone en duda y se cuestiona por la fragmentación que vive esta sociedad posmoderna, donde lo individual prima por sobre lo colectivo. Es más, lo digital lo ha multiplicado, o al menos lo ha magnificado. La arquitectura se ha fragmentado en dos campos diferentes: la arquitectura de substancia material (realidad real) y la de substancia digital (realidad virtual). Para este trabajo se ha elegido usar medios digitales durante el proceso proyectual arquitectónico, aplicando sistemas orientados a la definición, generación y evaluación de objetos geométricos digitales con un sesgo arquitectónico. A partir de la *definición* propuesta en un entorno de programación paramétrica (*Grasshopper*), se aplicará un algoritmo evolucionista mediante el cual se generarán *poblaciones* de *individuos* que serán evaluados en *generaciones* sucesivas. De cada generación se seleccionarán individuos que se usarán para *recombinarlos* entre sí, o producir una *mutación* en uno de ellos, poblando nuevamente la próxima generación "*evolucionada*". Así, hasta lograr el objetivo establecido por el usuario-diseñador. Terminado este proceso, operará sobre el objeto geométrico obtenido hasta que cumpla con el propósito arquitectónico para el cual fue generado. Para este trabajo el diseñador será el que evaluará la cercanía del objeto geométrico al objetivo arquitectónico deseado. Por último, se editará el sistema geométrico 3D para producir un objeto con características arquitectónicas, incorporando, eliminando, y transformando al sistema geométrico 3D, hasta alcanzar una descripción adecuada a un objeto arquitectónico en las primeras etapas de formalización del proceso proyectual.

**Luis Fernando Barrionuevo**

[lbarrionuevo@gmail.com](mailto:lbarrionuevo@gmail.com)

Laboratorio de Sistemas de Diseño (LSD)  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
(FAU) Universidad Nacional de Tucumán  
(UNT)

## INTRODUCCION

La vertiginosa carrera a que nos pone día a día la actual sociedad consumista, generando la necesidad de eficiencia, eficacia y efectividad (principio de las tres “E”) para competir por más y mejores resultados, ha llevado al desarrollo de sistemas digitales donde la producción automatizada y repetitiva ha evolucionado hacia el desarrollo de sistemas digitales no predictivos y “creativos” donde la computadora juega un rol que va más allá del simple cálculo (Goodfellow, 2018). Lo que antes era un sistema lineal y convergente a un resultado esperado, hoy los sistemas son no lineales y no predictivos. En este sentido, el área del diseño en general y el arquitectónico en particular saca provecho de estos últimos sistemas mediante los llamados “algoritmos evolucionistas”.

## LA PROPUESTA

En este trabajo se aplican medios digitales, algoritmos evolucionistas, durante el proceso proyectual arquitectónico, usando sistemas orientados a la definición, generación y evaluación de objetos geométricos digitales con un sesgo arquitectónico. Considerando la existencia de etapas o instancias durante un proceso proyectual arquitectónico, será necesario desarrollar mayor o menor descripción del objeto en diseño dependiendo en qué etapa se encuentre el diseñador. El proceso que se describe en este trabajo está limitado por las restricciones del espacio textual que se pide. En la práctica la extensión dependerá de la complejidad del tema a desarrollar y del nivel académico donde sea aplicado. Así, en un marco académico, la escala, la complejidad y la temática podrán variar según el curso donde sea aplicado, yendo, en los primeros niveles, desde algo de baja complejidad y escala hasta llegar, en los últimos niveles, a escalas y complejidades mayores, siempre dependiendo de la temática a abordar.

Partiendo del supuesto que se han superado las etapas de definición del tema y del análisis del programa de necesidades, lo propuesto aquí está orientado a una de las primeras etapas del proceso proyectual arquitectónico, que es la formalización de ideas aplicando una definición, entendiendo este último concepto como el flujo del programa que representa dónde inicia su ejecución el programa, qué lleva a cabo en el medio y cómo sabe cuándo se completa la ejecución del programa. (Ver Fig 03).

En esta etapa, “el diagrama es precisamente esa estructura gráfica de pensamiento asociada a un procedimiento. No es necesariamente lingüística. Presenta los datos básicos, físicos, de relaciones, o de programas que en ese momento dado

se conocen de la idea en profundidad. Al mismo tiempo, deja abierta otras partes del proyecto que, o bien no son necesarias, o bien serán desarrolladas y conocidas en etapas posteriores”, (Soriano, 2004).

A partir de la definición propuesta, se aplicará el algoritmo evolucionista que generará poblaciones de individuos que serán evaluados en cada generación consecutiva, (ver Fig 05). De cada generación se seleccionarán individuos que serán usados para recombinarlos entre sí, o producir mutación en uno de ellos, poblando la próxima generación “evolucionada”, (ver Fig 01). Así, hasta lograr el objetivo establecido por el usuario-diseñador. Este procedimiento tiene el valor de generar alternativas impensadas, lo que permite incorporar nuevos casos de soluciones al problema en desarrollo que no fueron contemplados por el usuario. (Ver Tabla 01).

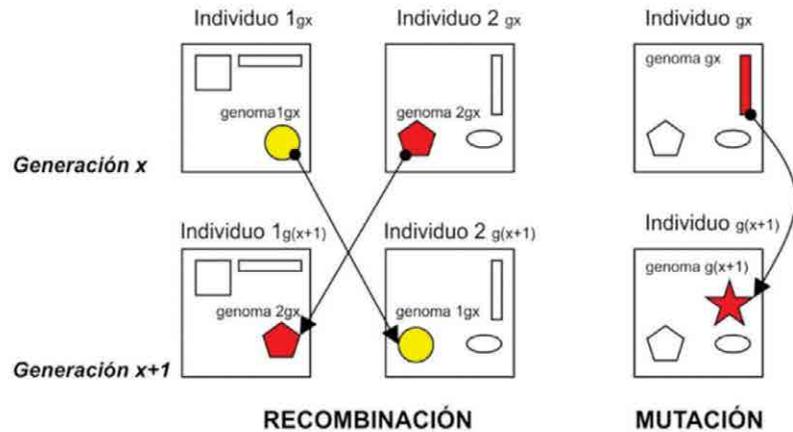


Fig. 01: Izquierda, recombinación o cruce de genomas entre individuos de una misma “generación x”. Derecha, mutación de un genoma para producir individuos en la “generación (x+1)”.

Una vez terminado este proceso, la próxima etapa consiste en la elección y puesta a punto del objeto geométrico obtenido, de tal manera que cumpla lo mejor posible con el propósito arquitectónico para el cual fue generado. En esta instancia pesará la valoración por coeficientes que representen criterios pragmáticos establecidos *ad hoc* por el diseñador. Esto no quita que esta etapa sea implementada de un modo automático donde la valoración de *aptitud*, representada por dichos coeficientes, contemple la cercanía a metas preestablecida por el diseñador y plasmada en una *función objetivo*. En este trabajo el diseñador será el que evaluará la cercanía del objeto geométrico al objetivo arquitectónico deseado.

Por último, se editará el sistema geométrico 3D obtenido de tal manera de producir un objeto con características arquitectónicas. Para ello se usará un programa del tipo CAD, en este caso *Rhinoceros*, para incorporar, eliminar, y transformar el sistema geométrico 3D, hasta alcanzar una descripción adecuada a un objeto arquitectónico en las primeras etapas de formalización del proceso proyectual. En esta etapa se generarán las primeras imágenes de estudio del objeto arquitectónico en diseño.

Todos estos pasos previos pueden ser llevados a cabo las veces necesarias para la producción de una cantidad apropiada de variantes sobre un mismo tema.

### DEFINICIONES NECESARIAS

A continuación, y para un mejor entendimiento de lo que se describirá en este trabajo, es necesario definir y explicar ciertos conceptos vertidos en el punto anterior, y que serán usados a lo largo de este trabajo.

En enero de 1995, John Frazer publicó su libro *"An Evolutionary Architecture"*. En él se investigaron los procesos fundamentales de generación de formas en la arquitectura, considerando a la arquitectura como un objeto de vida artificial, y proponiendo una representación genética en forma de código de escritura similar al ADN que luego se somete a procesos de desarrollo y de evolución en respuesta al usuario y al entorno. El interés no es una analogía superficial relacionada con verse como un organismo, sino una preocupación fundamental con el funcionamiento como un organismo y en una analogía directa con el proceso de diseño subyacente en la naturaleza.

Por otro lado, un concepto que se encuentra en pleno desarrollo es el de *Arquitectura Responsiva*. Incorporado por Nicholas Negroponte al final de la década de 1960, (Negroponte, 2011). Una definición común de arquitectura responsiva puede ser *"un tipo de arquitectura que tiene la habilidad para alterar su forma en respuesta al cambio a las condiciones ambientales que la rodean"*, (Tristan d'Estrée Sterk, 2003); o también *"puede ser vista como un sistema dinámico que causa cambios en su entorno, o además como un sistema que se puede modificar asimismo"*, (Meyboom et al, 2011).

Negroponte propone que la arquitectura responsiva es el producto natural de la integración del poder de cómputo en espacios y estructuras construidos, y que el resultado obtenido son edificios más racionales y con un mejor rendimiento.

A continuación, dos definiciones:

- *Modelado Paramétrico:* Conjunto de relaciones entre parámetros que definen al objeto como un todo. A esto se lo llama una *definición*.
- El *proceso* es el protagonista, donde se recurre a un esquema algorítmico para expresar parámetros y reglas que definen, codifican y evidencian las relaciones entre las partes.
- La comparación de resultados parciales (tanto cuantitativos como cualitativos) conlleva a una evaluación y selección de los más apropiados para satisfacer pautas y premisas iniciales que debe cumplir el objeto arquitectónico en diseño. Para esta etapa se propone la aplicación de los algoritmos evolucionistas.
- *Algoritmos evolucionistas:* Son una rama de la inteligencia artificial (IA) que usan métodos de optimización y búsqueda automática de soluciones basados en los postulados de la evolución biológica.

Un algoritmo evolucionista queda definido de la siguiente manera,

*inicio*

$t \leftarrow 0$

*inicializar*  $P(t)$

*evaluar*  $P(t)$

*mientras* (no condición de término) *hacer*

*inicio*

$t \leftarrow t+1$

*seleccionar*  $P(t)$  desde  $P(t-1)$

*alterar*  $P(t)$

*evaluar*  $P(t)$

*fin*

*fin*

Traducido de (Michalewicz, 1996)

Siendo " $t$ " el índice de tiempo; y  $P(t)$  la Población en el tiempo  $t$

Los algoritmos evolucionistas fueron usados en el LSD en proyectos de investigación, basado en trabajos desarrollados entre 1997 y 1998. Entre ellos (Barrionuevo, 1999), (Barrionuevo, 2001), (Barrionuevo *et al*, 2018). En (Bentley, 1999), se muestra el alcance y el poder de la computadora al implementar algoritmos con principios en IA aplicados al diseño.

## METODOLOGIA

A modo de ejemplo, el tema arquitectónico a desarrollar en este trabajo es un *stand de exposición de autos*. Se supone que el tema es apto y aplicable a los primeros años de una carrera de arquitectura, preferentemente el segundo, ya que previamente deberán tener destreza en el uso de programas CAD. También puede ser implementado en materias electivas donde se apliquen sistemas digitales más sofisticados, como el modelado paramétrico y los algoritmos evolucionistas, entre otros.

El proceso que se describe a continuación consta de definición, generación y selección morfológica, donde se pone énfasis en 4 aspectos:

- 1- Determinación de los parámetros que describen al objeto.
- 2- Implementación de la "*definición*" de un proceso que tenga subsumido miríadas de resultados posibles, lo que se conoce como "*familia*".
- 3- Producción de generaciones evolucionadas sucesivas, como potenciales soluciones específicas de resultados posibles (población) según la definición diseñada.
- 4- Por último, selección del individuo más apto según el objetivo propuesto, ya sea automático usando una función objetivo, o voluntario con intervención humana.

Uno de los primeros pasos para implementar un modelado paramétrico es detectar los elementos y las variables que definen y conforman una geometría potencialmente arquitectónica. Una vez detectados los parámetros, se los representa mediante aplicaciones CAD que permitan llevar a cabo variaciones de la forma a través de sus parámetros y operadores de transformación y modificación.

## ELECCIÓN DEL SISTEMA GEOMÉTRICO

Se comienza por evaluar la compatibilidad formal entre una geometría, elegida a priori por el diseñador, con la función a albergar. La elección está condicionada por la “experiencia” del diseñador, definida como un hacer consciente que produce conocimiento sobre un tema específico. Este conocimiento se expresa en el modo de patrones de pensamiento gestados a través de la historia acumulada por un diseñador (Soriano, 2004). Se usó papel y lápiz (analógico) para el estudio función – forma.

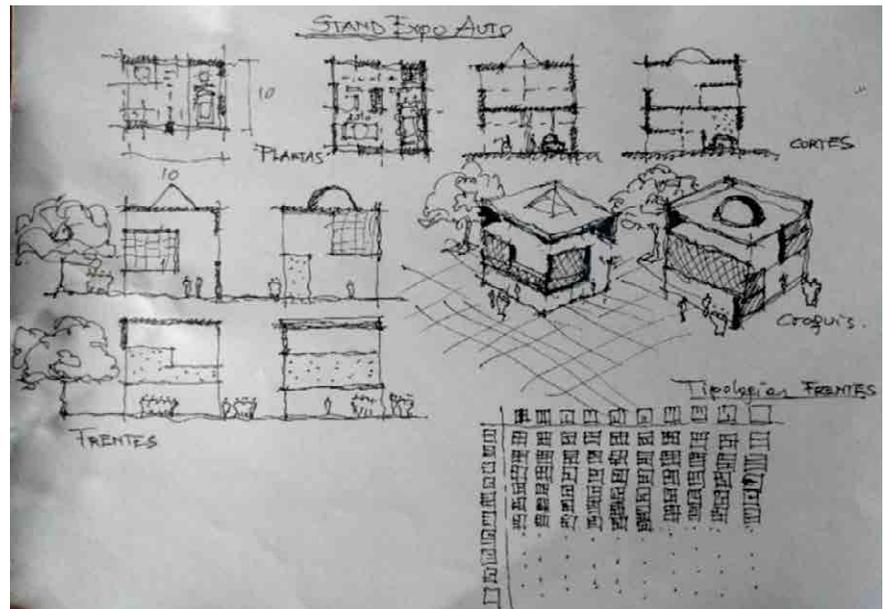


Fig. 02: Análisis previo de función – forma.  
Breve estudio de tipologías de frente.

## IMPLEMENTACIÓN DE LA DEFINICIÓN EN UN SISTEMA DE MODELADO PARAMÉTRICO

Evaluada la relación función-forma, se elige un sistema geométrico adaptable a la actividad que albergará y se procede a implementar un proceso que modele paramétricamente al sistema geométrico. Se lo implementa con *Grasshopper*, plugin que reside en la aplicación CAD *Rhinceros*. El sistema geométrico consta de un número variable de cajas (*Box*) subsumidas dentro de una mayor.

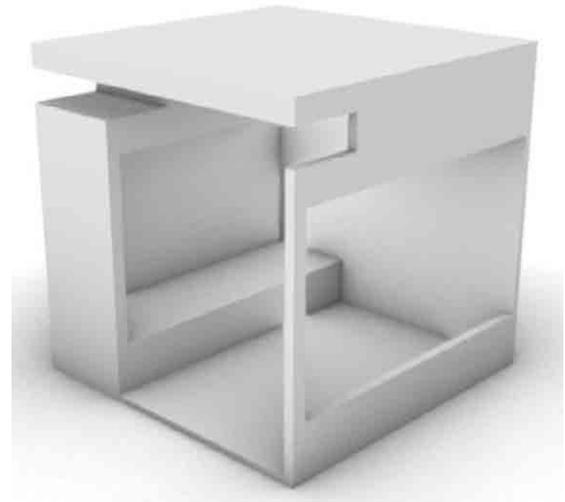
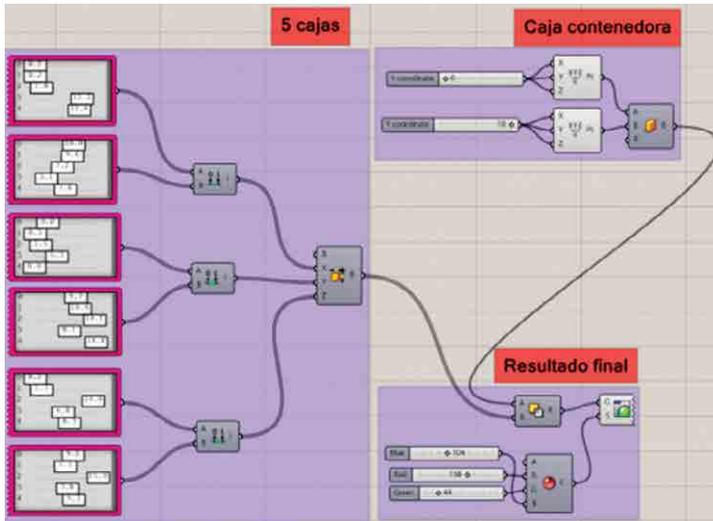


Fig. 03: Definición del sistema geométrico usado en Grasshopper. Posible resultado geométrico de partida en **Rhinceros**.

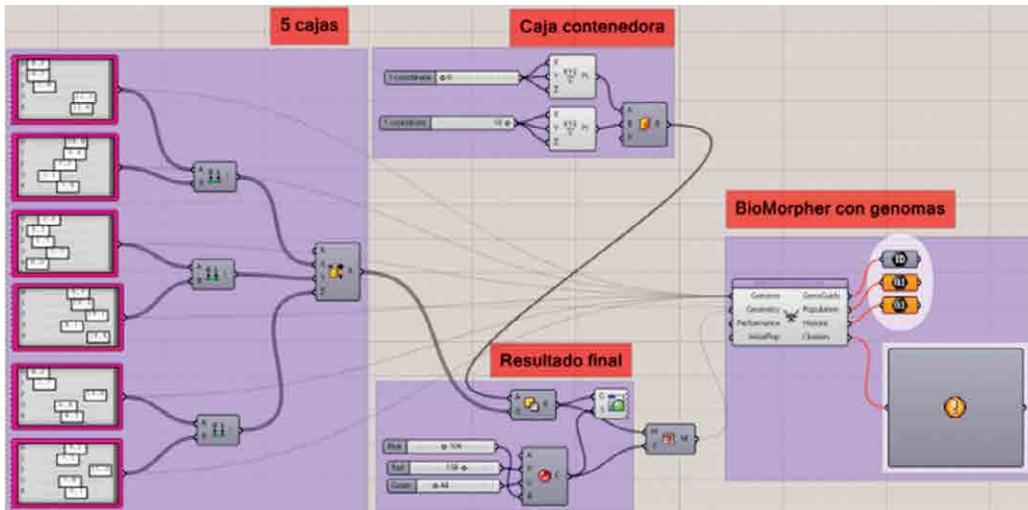


Fig. 04: Incorporación del algoritmo evolucionista BioMorpher y definición del “genoma” del sistema.

## APLICACIÓN DE UN ALGORITMO EVOLUCIONISTA

Una vez modelado paraméricamente el sistema geométrico, se aplica el algoritmo evolucionista. Se adopta el *plugin BioMorpher*, que reside a su vez dentro de *Grasshopper*. *BioMorpher* implementa y aplica un algoritmo evolucionista sobre un conjunto de parámetros que definen al “*genoma*” del sistema sobre los que operará. En esta etapa el algoritmo generará poblaciones y el usuario seleccionará individuos a recombinar para la próxima población. El diseñador evaluará la aptitud arquitectónica de cada individuo que componen cada población de generaciones sucesivas. (Fig. 04)

## BREVE DESCRIPCIÓN DEL ALGORITMO EVOLUCIONISTA

Para iniciar el algoritmo evolucionista es necesario configurar previamente un conjunto de valores expresados como deslizadores y botones que se encuentran en su pantalla de inicio. Por un lado, el tamaño de la población que albergará cada generación; por otro, la probabilidad de mutación lo que permitirá la generación de más individuos con “*alteraciones*” formales distintas a las de sus progenitores seleccionados en la generación previa. Por último, existen tres botones “*Go*” que permitirán dar inicio a la producción de sucesivas generaciones de individuos (poblaciones). También es posible observar cuatro pestañas: *Population* (población), *Designs* (Diseños), *History* (Historia) y *About* (Acerca de). La pestaña que se usará en este ejercicio será *Design*, donde se observarán resultados gráficos de cada generación de poblaciones. Al picar sobre uno de los botones “*Go*” en el entorno de *BioMorpher* se generará la primera generación de potenciales soluciones. Dependiendo del valor de la probabilidad de mutación, se producirán alteraciones en cada individuo de cada población. La siguiente figura muestra a la izquierda el entorno de *BioMorpher* y a la derecha la primera generación de población.

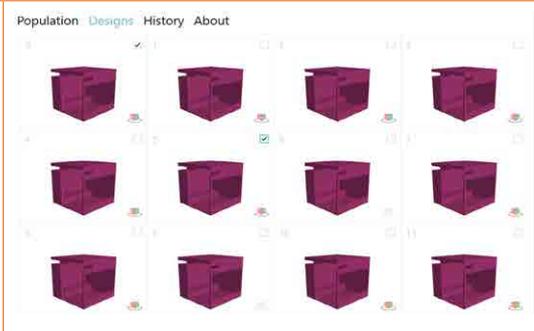
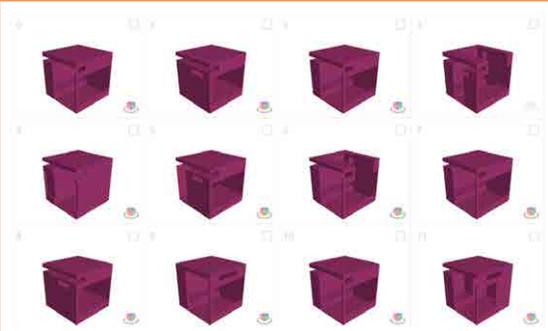
En la figura 05 a la derecha se puede observar la poca variación formal entre individuos de la primera generación. Esto se debe a que se selecciona el botón “*Go, Current*” (actual), es decir a partir de los valores actuales que contiene la definición del modelado paramétrico. Por su baja tasa de mutabilidad, los individuos de la primera población tienen escasa variación entre sí. Al aumentar la tasa de mutabilidad se observa que, luego de seleccionar dos individuos de la población que compone la primera generación, la siguiente población tendrá individuos que difieren más entre sí. En la siguiente tabla, columna de la izquierda, se muestra la selección de individuos (círculos) para la siguiente generación población de individuos. A la derecha se muestra la población resultante de

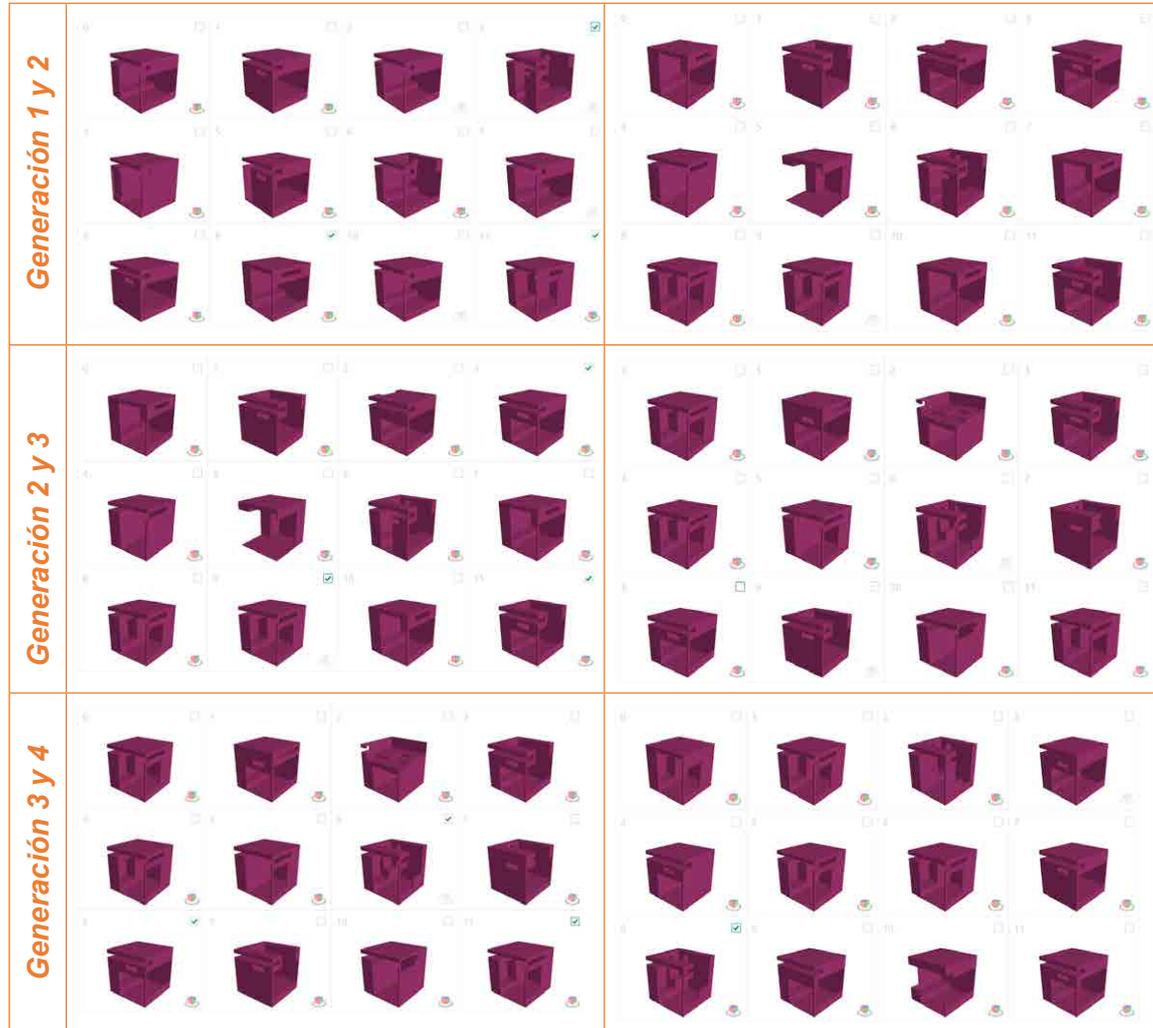


Fig. 05: Entorno de **BioMorpher** y primera generación de población.

recombinar los individuos seleccionados en la generación anterior y las posibles mutaciones ocurridas. Ciertas características de los individuos seleccionados son recombinadas entre sí lo que asegura su permanencia en la siguiente generación, así hasta lograr un individuo que contenga la mayoría o, en algunos casos, la totalidad de las características necesarias para la arquitecturización del individuo geométrico obtenido por evolución a través de generaciones.

Tabla 01: Proceso generativo a través de diferentes generaciones de poblaciones hasta alcanzar el objetivo.

	<b>Selección de individuos. para recombinación</b>	<b>Generación de nueva población</b>
<b>Generación 0 y 1</b>		



### SELECCIÓN DEL INDIVIDUO MÁS APTO EN UN ALGORITMO EVOLUCIONISTA

La selección puede ser realizada de dos maneras: automático o manual con intervención del usuario. Para el automático se debe implementar una función objetivo que refleje las condiciones que deben ser “medidas” en cada generación,

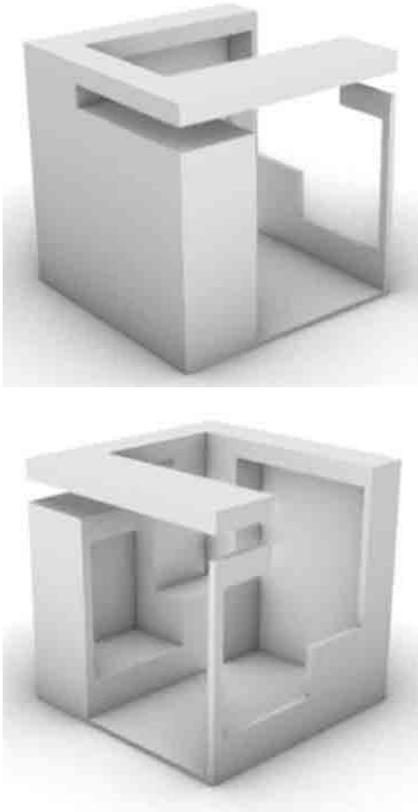


Fig. 06: Individuo de la generación 5 seleccionado por el usuario.

seleccionando los individuos más aptos para ser los nuevos “padres” de la siguiente generación. A los individuos seleccionados se les aplica operadores de transformación del tipo “*cruza*” y/o “*mutación*” y, los resultados obtenidos, conformarán los individuos de la siguiente generación. Así hasta alcanzar el objetivo en una *generación x*. En este caso la selección de individuos la realiza el usuario – diseñador de acuerdo a criterios tipológicos y arquitectónicos preestablecidos durante la etapa de estudio forma – función (ver Fig 2). En esta instancia se verifica el cumplimiento de necesidades, restricciones y propósitos requeridos (por ejemplo, ambientales, estructurales, constructivos, funcionales, etc.) que deben ser satisfechos. La aptitud arquitectónica también queda reflejada mediante el cumplimiento de pautas de diseño como, por ejemplo, la tríada Vitruviana. La búsqueda termina cuando el usuario – diseñador considera que uno de los individuos de la *generación x* ha alcanzado la geometría adecuada para albergar la función solicitada. La espacialidad junto a la actividad que puede albergar hacen de este individuo, geométrico aún, apto para su arquitecturización. Si bien existen otros individuos en un dominio más amplio de búsqueda que pueden cumplir con el fin buscado, es la experticia del diseñador la que prima, en este caso, para la selección del más apto.

A continuación, se procede a adaptar el modelo geométrico 3D mediante agregados, sustracciones, modificaciones y transformaciones necesarias, hasta alcanzar un resultado lo suficientemente detallado para la etapa de formalización arquitectónica.

### ADECUACIÓN DEL MODELO GEOMÉTRICO 3D A UN MODELO ARQUITECTÓNICO 3D

La mayoría de las veces el resultado obtenido deberá ser adecuado a la función que debe albergar. La figura siguiente muestra el proceso de adecuación realizado a partir del modelo geométrico 3D obtenido al final del algoritmo evolucionista.

Las operaciones a realizar sobre el modelo geométrico 3D pueden ser:

- Operaciones aditivas, en color rojo.
- Operaciones sustractivas, en color azul.
- Operaciones de transformación, por ejemplo, estirado, escalado, copia.
- Operaciones de modificación, por ejemplo, de apariencia, de geometría.

La siguiente figura muestra el resultado final obtenido luego de aplicar materiales, entorno, cartelería, luces, y la escala humana.

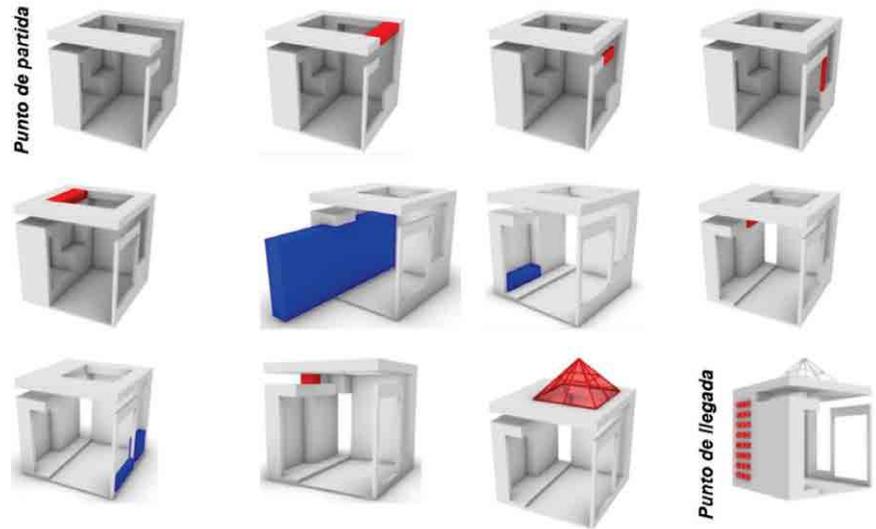


Fig. 07: Adecuación de modelo geométrico 3D a un modelo arquitectónico 3D.

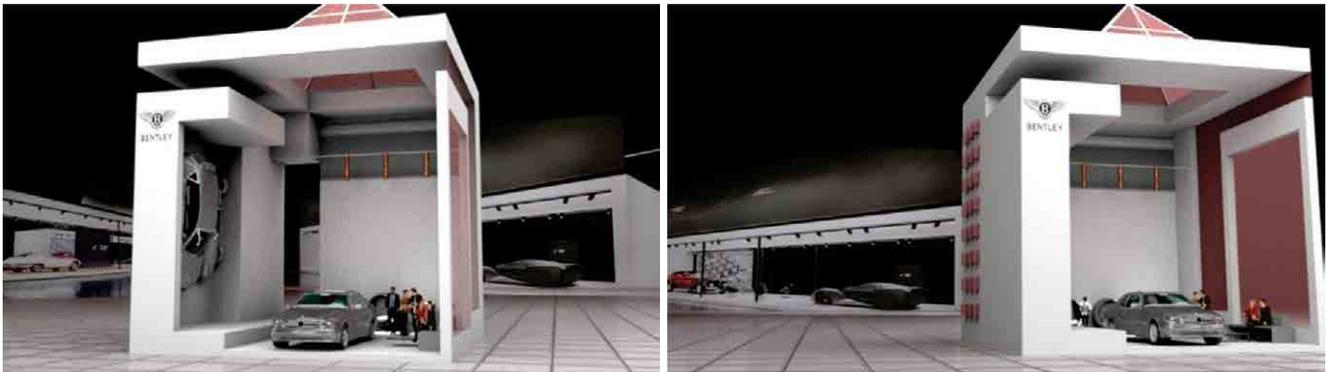
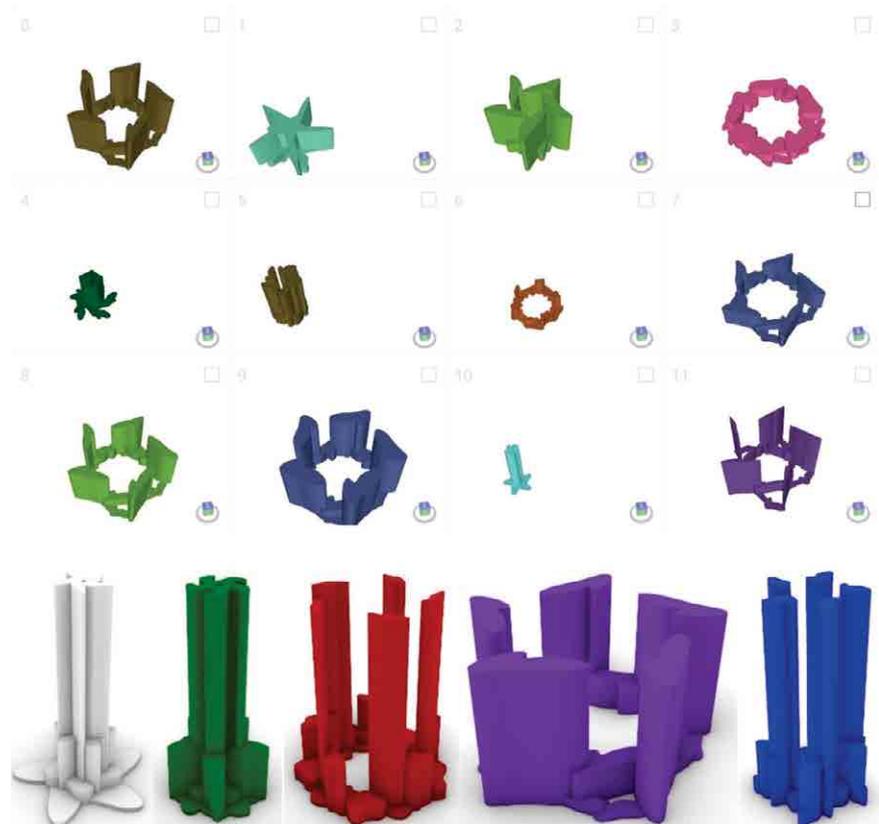


Fig. 08: Modelo arquitectónico 3D, etapa de formalización.

## CONCLUSIONES

Este proceso proyectual puede ser aplicado reiteradamente sobre un mismo tema produciendo soluciones alternativas. Como lo muestran las dos figuras siguientes, el proceso también puede ser aplicado en temáticas y escalas arquitectónicas diferentes. (Barrionuevo, Serrentino, 2015)



*Fig. 09: Aplicación de modelado paramétrico y algoritmos evolucionista en Spirospace cerrados.*

*Fig. 10: Posibles resultados arquitectónicos de agrupamientos de edificios en altura basados en Spirospace cerrados.*

La generación de soluciones inesperadas al aplicar el algoritmo evolucionista amplía la imaginación del diseñador al incorporar soluciones que no había contemplado. El uso de procedimientos tradicionales de búsqueda de soluciones a un problema específico, el diseñador se limita a su imaginación almacenada durante su experiencia, lo que en muchos casos es muy limitada. El uso de medios



Fig. 11: Rostros inventados de celebridades creados por la GAN en el marco de un proyecto que llevó adelante Nvidia.

digitales automáticos de generación y evaluación de variables geométricas - arquitectónicas permite aumentar la productividad con mayor eficiencia, eficacia y efectividad.

El uso de la inteligencia artificial (IA) en tareas de diseño está en auge. En un artículo publicado en el diario digital [www.infobae.com](http://www.infobae.com) el día 19 de noviembre de 2018 bajo el título “*Quién es el científico que lidera la revolución creativa de las máquinas*”, inmediatamente debajo del título (la entrada) se puede leer:

*“Ian Goodfellow desarrolló GAN, una novedosa técnica que le permite a la inteligencia artificial inventar desde voces o rostros humanos hasta edificios...”*

Goodfellow, científico investigador de Google en el departamento de Investigación y aprendizaje de las máquinas, desarrolló una innovadora técnica llamada redes generativas antagónicas (GAN, por sus siglas en inglés) que permite a las máquinas generar contenido original y realista. Ver Fig 11.

Es evidente el protagonismo que está cobrando la IA en distintos aspectos de nuestras vidas y, en muchos casos, sin que lo podamos advertir. Se está naturalizando lo artificial. Ante esto, surgen las preguntas tales como, ¿la computadora reemplazará al arquitecto?, a la IA ¿se la acepta conscientemente o lo incorporamos inconscientemente? El aceptarlo conscientemente nos permitirá saber ante qué nos enfrentamos para, luego, de un modo crítico, aplicarlo durante el proceso proyectual. Como diseñadores, negar esta realidad nos puede llevar a ser herramientas de la IA y no usuarios con criterio de elección y aplicación durante el proceso proyectual.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barrionuevo, Luis F. (1999). Posicionamiento de Volúmenes Arquitectónicos Mediante Algoritmos Evolucionistas. En *III Congreso Iberoamericano de Grafico Digital [SIGRADI]*.

Barrionuevo, Luis F. (2001). Positioning of Buildings in a Land. In *Architectural Information Management: 19th eCAADe Conference Proceedings*, 493-499. eCAADe: Conferences. Helsinki, Finland: Helsinki University of Technology (HUT).

- Barrionuevo, Luis F.; Serrentino, Roberto H. (2015). Modelado Paramétrico de Sistemas Geométricos Complejos. En 9º Encuentro de Docentes de Matemática en Carreras de Arquitectura y Diseño de Universidades Nacionales del Mercosur. FAU-UNT, Tucumán, Argentina.
- Barrionuevo, Luis F.; Serrentino, Roberto H.; Borsetti, Ricardo; Serrentino, Silvia C. (2018). Generación Morfológica Digital en Arquitectura: Diseño Paramétrico y Algoritmos Evolucionistas. En VII Congreso Internacional y XV Congreso Nacional de Profesores de Expresión Gráfica en Ingeniería, Arquitectura y Carreras Afines, EGRAFIA. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Bentley, Peter J; editor. (1999). An Introduction to Evolutionary Design by Computers. Evolutionary Design by Computers. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, USA. Pp 1 Introduction.
- Frazer, John. (1995). An Evolutionary Architecture. Architectural Association. Printed in London by E.G. Bond Ltd.
- Goodfellow, Ian J. (2018). Generative Adversarial Nets (GAN). In Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS). Montreal, Canada.
- Meyboom, AnnaLisa, Greg Johnson, and Jerzy Wojtowicz. Architectonics. (2011). Towards a Responsive Environment. International Journal of Architectural Computing 9, no. 1, 77-98.
- Michalewicz, Zbigniew. (1996). Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. Pp. 2 Introduction.
- Negroponete, Nicolás. (2011). Towards a Humanism Through Machines. Computational Design Thinking. Chichester, Reino Unido: John Wiley & Sons, 78-81.
- Soriano, Federico. (2004). Artículos Hiperminimos. En El Croquis. Madrid, España. Nro 119, pp 6.
- Sterk, Tristan de Estree. (2003). Building Upon Negroponete: a Hybridized Model of Control Suitable for Responsive Architecture. Digital Design: 21th eCAADe Conference Proceedings, 407-414. eCAADe: Conferences. Graz, Austria.

# 37

## Metodología didáctica para la enseñanza del espacio tridimensional cartesiano

**Renée Buffa**

Universidad Nacional de Avellaneda (UNDAV), Argentina

### RESUMEN

En la UNDAV, en las carreras de DI y Marcas y Envases, el estudiante de primer año llega con contenidos básicos de la escuela secundaria, sin que medie un curso preparatorio, debemos agregar que son alumnos que trabajan y cursan el turno noche, en estas condiciones es fundamental el aprovechamiento del tiempo y que el alumno (en el poco tiempo que dispone) pueda construir su propio conocimiento.

Con este fin, se implementó una metodología que permite contextualizar conceptos matemáticos en el espacio tridimensional.

Sintéticamente consiste en partir de una estructura bidimensional libre con determinadas pautas de diseño y sobre la cual se irán desarrollando diferentes intervenciones hasta llegar a una estructura espacial tridimensional cartesiana.

Los lineamientos utilizados en las diversas etapas permiten manejar conceptos de proporciones geométricas, escala, movimientos, geometría descriptiva, recta y plano en el espacio, vectores.

Las prácticas incluyen soportes en papel, maquetas y manejo de geogebra.

En la ponencia se desarrollarán los contenidos curriculares y prácticas que hacen a la mencionada metodología.

**Renée Buffa**

[rinabuffa@gmail.com](mailto:rinabuffa@gmail.com)

Catedra de Matemática Aplicada 1. Materias: Licenciatura en Diseño Industrial y Tecnicatura en Marcas y Envases. Departamento de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. UNDAV – Universidad Nacional de Avellaneda.



### OBJETIVO

Implementación de una metodología para contextualizar conceptos matemáticos en el espacio tridimensional.

### PROBLEMATICA

En la UNDAV, en las carreras de DI y Marcas y Envases, el estudiante de primer año llega con contenidos básicos de la escuela secundaria, sin que medie un curso preparatorio. Debemos agregar que son alumnos que trabajan y cursan el turno noche, en estas condiciones es fundamental el aprovechamiento del tiempo y que el alumno (en el poco tiempo que dispone) pueda construir su propio conocimiento, incorporado conocimientos matemáticos que le permitan generar modelos de vital importancia hoy en día para su ejercicio profesional y ejercitar así el conocimiento abstracto.



### METODOLOGIA

Consiste en la construcción de una estructura bidimensional a la que llamaremos "Mosaico" Geométrico", convirtiéndose en el hilo conductor de la propuesta y que atravesando diferentes intervenciones se llegará a una estructura espacial tridimensional cartesiana.

Tras la realización del Mosaico, el trabajo se divide en una primera parte que se trabajara en 2 dimensiones y una segunda en 3 dimensiones.



### Pautas para la construcción del "Mosaico Geométrico":

Sobre un soporte rígido de 30x30 cm se definirá una grilla que divide a ambos lados en igual cantidad de partes, tratando que la unidad sea un numero entero, para facilitar el seguimiento del ejercicio, se utilizará esa grilla para generar un esquema geométrico libre, que quedará formado por cuadrados, rectángulos, triángulos, círculos. Se trabajará sobre las figuras definidas, con técnicas libres de color, texturas, collage, etc. dando libertad a su expresión general (fig.1).

Fig.1 – Ejemplos de "Mosaicos Geométricos" realizados por alumnos Undav 2018/19

### Primera parte – 2D

Se manejarán conceptos de proporciones geométricas, escala, movimientos, geometría descriptiva, recta y plano en el espacio, vectores.

La idea de estas actividades es que tras el contenido de las teóricas dadas en clase, que le dan material para desarrollar los diferentes temas de la currícula, sean los estudiantes quienes propongan como ejercitarlas en cada etapa, siempre guiados y acompañados por el docente.

1- El primer ejercicio consiste en dibujar el esquema geométrico y mostrar su estructura proporcional, esto permite analizar las proporciones del Mosaico y también ejercitar la utilización de la escala (fig.2) ya que deberá ser dibujado en una hoja A4, y su tamaño reducido.

Se analizarán razones, proporciones, relaciones entre las partes y el todo, irracionales y fundamentalmente se visualizará la obtención de un esquema estructurado.

Las preguntas que se realizan los estudiantes viendo su propio mosaico y que permitan estudiar los temas citados, serán del siguiente tipo:

¿Qué proporción de rectángulos/ cuadrados/ triángulos/ círculos hay?

¿Cuál es la proporción de los diferentes colores?

¿Cuál es la relación de proporcionalidad entre los diferentes triángulos/ rectángulos/ cuadrados?

¿Hay algún irracional en el esquema?

Se propondrá además analizar cada una de las figuras y deducir la relación que existe entre la proporción y su medida real.

¿Se puede verificar la proporción aurea en el esquema? Justificar por si o por no

2- En el segundo ejercicio se analizarán movimientos en el plano, impartiendo movimientos a las figuras del esquema realizando por lo menos una rotación, traslación, simetrías (2 tipos por lo menos) analizando la relación de estos con la estructura general utilizada (fig.3).

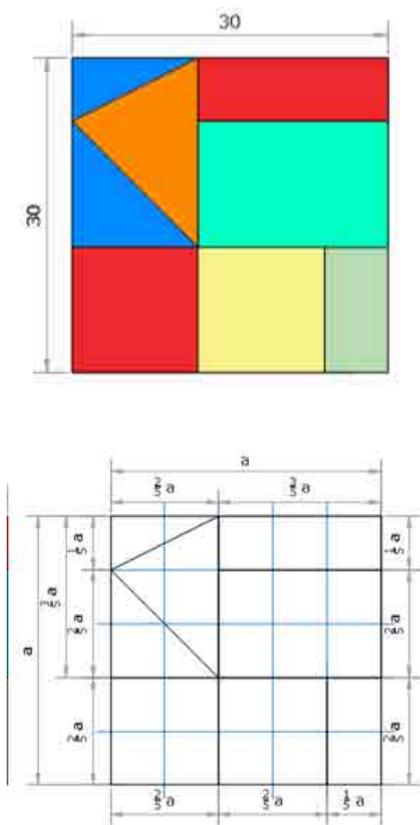


Fig.2 Esquema geométrico, análisis de proporciones y escala

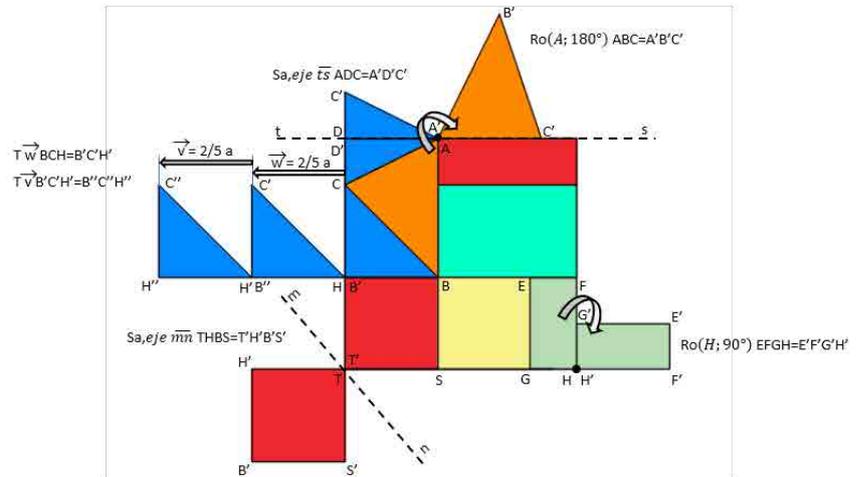


Fig.3 Esquema geométrico con análisis de movimientos

3- El tercero, se desarrollará el tema de teselados, para lo cual volvemos al esquema del mosaico original y generando determinados movimientos y transformaciones con sus elementos, se deberá llegar a un patrón que permita generar un teselado (fig.4).

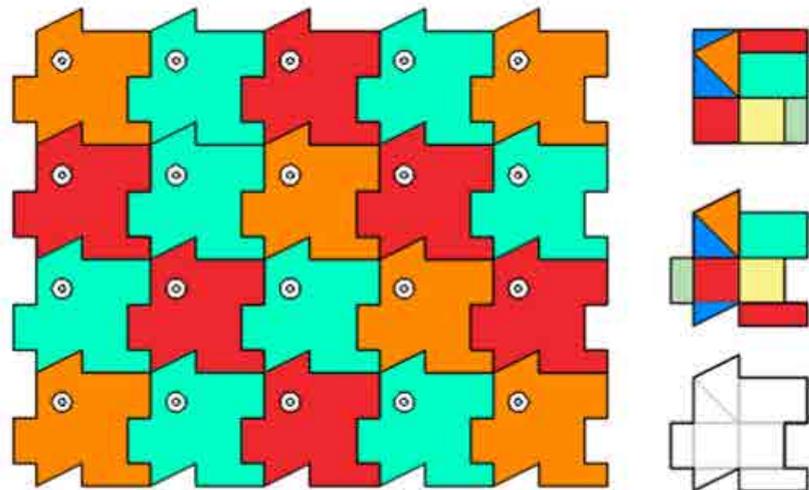


Fig. 4 Realización de teselado partiendo de movimientos y transformaciones del esquema geométrico

### Segunda parte – 3D

Se desarrolla una maqueta en cartón de 15x15 cm de base y que tendrá el mismo esquema

geométrico con que venimos trabajando, es decir, manteniendo la proporción, se reproduce en otra escala. El trabajo de la escala es algo con que trabajamos mucho, tiene que ver con la manera de reproducir elementos iguales en diferentes soportes y tamaños, es un buen ejercicio de proporciones, pero además es fundamental para las carreras de diseño tener dominio sobre este tema.

Se empieza a trabajar con la 3° dimensión, dándole una altura diferente a cada una de las figuras, esas alturas deben corresponder al mismo esquema de proporciones, la pieza más alta entonces será de 15 cm. Nos ayudamos con un Monge para poder entender de qué manera con este sistema podemos visualizar algo que está en tres dimensiones (fig.5).

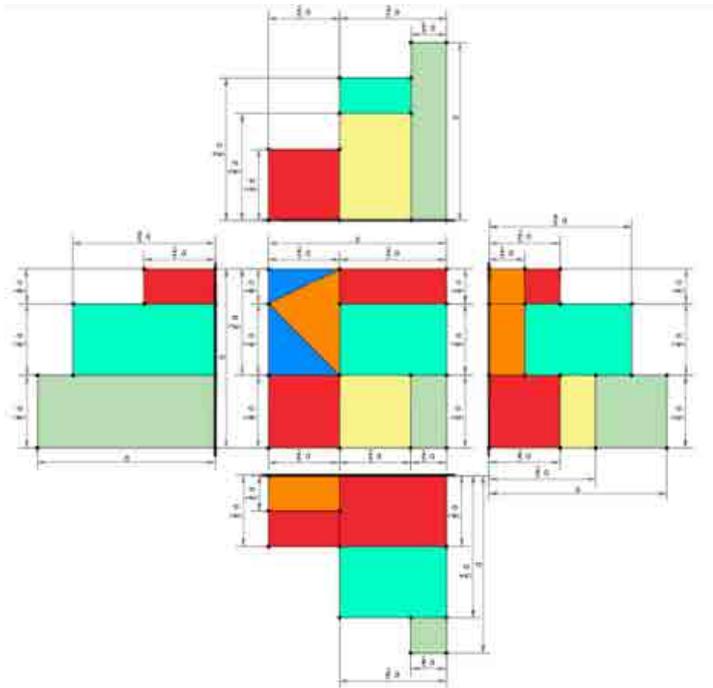


Fig.5 Ejemplos de maquetas realizadas por alumnos UNDAV 2018/19



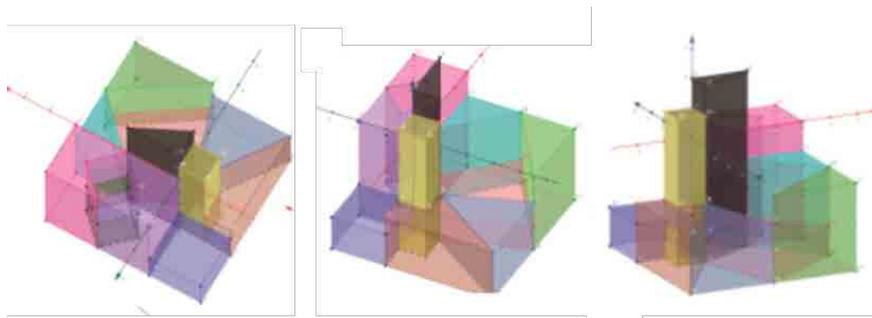


Fig.8 Axonómicas realizadas por Verónica Aloj, alumna de UNDAV 2019

### Introducción al programa GEOGEBRA

*“GeoGebra es un software matemático interactivo libre para la educación en colegios y universidades. Su creador Markus Hohenwarter, comenzó el proyecto en el año 2001, como parte de su tesis.*

*GeoGebra está escrito en Java y por tanto está disponible en múltiples plataformas. Es básicamente un procesador geométrico y un procesador algebraico, es decir, un compendio de matemática con software interactivo que reúne geometría, álgebra, estadística y cálculo, por lo que puede ser usado también en física, proyecciones comerciales, estimaciones de decisión estratégica y otras disciplinas.”* (fuente Wikipedia)

Siguiendo con nuestro ejercicio, estamos en condiciones de decir que tenemos un sistema de ejes coordenados X; Y; Z y un conjunto de puntos definidos, pasamos entonces a utilizar este programa para generar un modelo digital. En la fig.9 vemos dibujado uno solo de los volúmenes a modo de ejemplo, se ven indicados los puntos, en la parte algebraica que está a la izquierda se ven las coordenadas de cada uno de ellos. Así se siguen ubicando todos los puntos y construyendo todos los volúmenes.

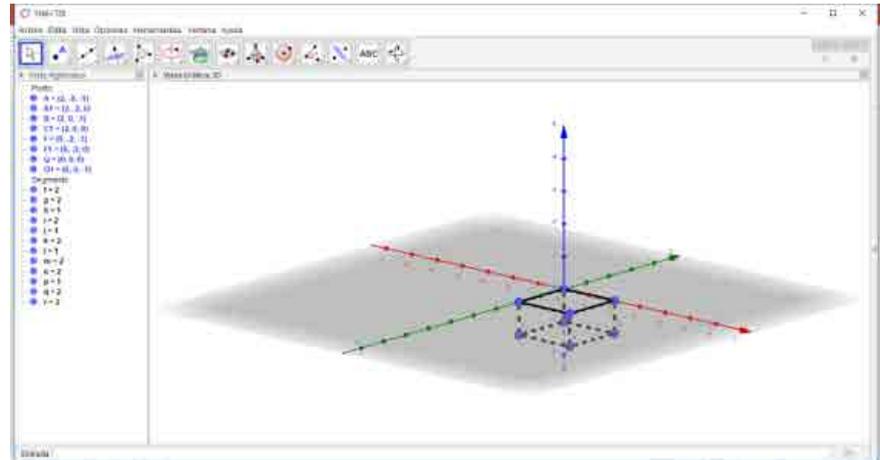


Fig.9 Ejemplo con introducción de puntos en GEOGEBRA

El modelo digital de la maqueta se puede realizar además con otros programas, por ejemplo el Autocad:

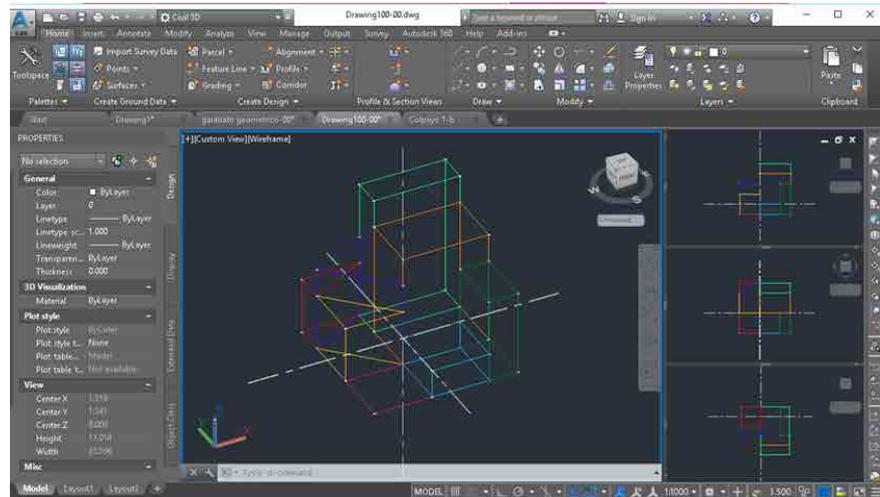


Fig.10 Ejemplo AUTOCAD, modelo digital

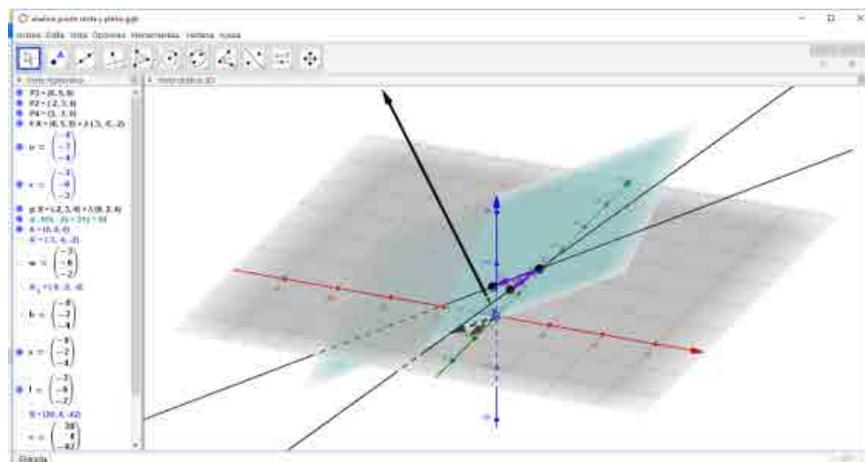
Este programa permite ver, con mucha claridad también, el espacio matemático, el programa lo llama “modelo espacial”, se pueden ver los ejes X; Y; Z , los ejes cartesianos, la ubicación de todos los puntos y los volúmenes trabajados, también permite abrir más ventanas de “modelo espacial” lo cual permite ver la maqueta desde diferentes posiciones al mismo tiempo, en la fig. 10, visualizamos la maqueta en el espacio y a la derecha podemos ver la planta y un par de vistas. De todas maneras, la cursada promueve la utilización de GEOGEBRA ya que permite visualizar gráfica y algebraicamente conceptos matemáticos, pero siempre se apoya la utilización de otros programas que los alumnos ya estén utilizando debido a que esto les permite introducirse en el tema mas facilmente y asi luego pasar al GEOGEBRA.

Continuando con los contenidos académicos, analizaremos puntos, recta y planos en el espacio, elegiremos tres puntos correspondientes a vértices de volúmenes del modelo, que no estén alineados ni posicionados sobre los ejes cartesianos, se representaran en la maqueta de cartón y cargaremos esos puntos en un nuevo archivo de GEOGEBRA pasando a analizar los siguientes temas:

- a) Puntos en el espacio, definidos por sus tres coordenadas
- b) Distancia entre puntos.
- c) Vectores
- d) Angulo entre vectores
- e) Vectores asociados
- f) Vector normal al plano
- g) Ecuación de la recta
- h) Ecuación del plano

Todo este contenido, apoyado por teorías, será desarrollado manualmente y de manera tradicional, el GEOGEBRA posteriormente nos permitirá visualizarlo gráficamente y verificar todos los cálculos realizados en su vista algebraica (Fig.11).

Fig.11 Ejemplo GEOGEBRA de puntos rectas planos vectores asociados y normales



## CONCLUSION

Mantener un hilo conductor sobre un objeto que es de propia creación del estudiante y que permita transitar la materia utilizándolo como objeto de análisis, incorporando contenido académico, esta resultando muy beneficioso, el estudiante trabaja con un objeto “amigable” ya que es de su propia autoría y facilita arribar a prácticas de cierta complejidad, incentivando el conocimiento abstracto.

# 38

## Aula invertida en la carrera de Arquitectura - Experiencia de cursado virtual en la Cátedra de Matemática IC- IIB

**María Cristina Avila y Gustavo Leopoldo Moll**

Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina

### RESUMEN

Siguiendo las pautas planteadas por el Rector de la Universidad Nacional de Córdoba respecto al cursado virtual de asignaturas, desde Secretaría Académica y con el aval de la Sra. Decana de la FAUD se promovió el desdoblamiento de distintas cátedras de la carrera de Arquitectura. Así surgió, entre otras, la Cátedra de Matemática 1C IIB, a la que nos referiremos en esta ponencia que se dicta de manera totalmente virtual.

Las herramientas utilizadas son diversas, a saber: la plataforma Moodle como vínculo entre el estudiante y la Cátedra; y el servicio de grupos de Whatsapp para consulta.

En la plataforma Moodle se introdujeron las unidades temáticas, cada una con un breve video explicativo tanto de la teoría como de la parte práctica.

Cada video trae, al finalizar, un cuestionario del tipo Pregunta Calculada, donde, mediante la generación de datos aleatorios para un mismo problema se trata de que cada alumno elabore su propia respuesta. Así, cada unidad temática se compone de diversos cuestionarios que conforman un trabajo práctico, el que se dará por aprobado con nota mínima del 50%.

Las consultas por Whatsapp son de suma importancia, ya que permiten establecer un vínculo permanente entre estudiante y docente lográndose asimismo una comunicación muy fluida entre los estudiantes. Finalmente, se culminará el cursado con un examen globalizador presencial que permitirá promocionar o regularizar la materia.

Como conclusión se observa que el contacto entre estudiantes y docentes es superior respecto del que se obtiene normalmente en las clases presenciales y

**María Cristina Avila**

[mariacristinaavila@hotmail.com](mailto:mariacristinaavila@hotmail.com)

**Gustavo Leopoldo Moll**

[mollgustavo@hotmail.com](mailto:mollgustavo@hotmail.com)

Cátedra: Matemática 1 C y II B, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Córdoba.

que se logró una práctica de los temas más profunda e intensa que en el cursado normal. Las estadísticas estarán en breve prontas ya que el fin del cursado de la materia será a principios de Mayo y esperamos volcar sus resultados en el extenso.

## INTRODUCCIÓN

**Es indudable que las llamadas nuevas tecnologías se han introducido profundamente en nuestra sociedad. Las instituciones educativas como partes de la misma responden incorporándolas de diversas maneras a su estructura, tanto administrativa como Académica.**

A medida que estas herramientas se fueron utilizando en el ámbito académico surgieron nuevos desafíos a enfrentar. Estos tenían que ver no solo con lo pedagógico, ya que el docente no solo genera material adecuado sino que se transforma en un curador del material existente en la web, y con la instrumentación de esta nueva manera de abordar la docencia sino también con el grado de credibilidad que generaba la misma dentro de la institución.

Con el correr de los años y a gran velocidad se fueron sumando distintos acontecimientos que colaboraron para que hoy existan tres Cátedras que dictan la totalidad de sus contenidos en la modalidad a distancia en la FAUD, entendiendo como tal y según consta en el Artículo 1º, de la *Resolución N° 1717/2004 del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología B.O. 12/1/2005*) lo siguiente: “A los efectos de la presente reglamentación, entiéndese por 'Educación a Distancia' el proceso de enseñanza-aprendizaje que no requiere la presencia física del alumno en aulas u otras dependencias en las que se brindan servicios educativos, salvo para trámites administrativos, reuniones informativas, prácticas sujetas a supervisión, consultas tutoriales y exámenes parciales o finales de acreditación, siempre que se empleen materiales y recursos tecnológicos especialmente desarrollados para obviar dicha presencia y se cuente con una organización académica y un sistema de gestión y evaluación específico disertando para tal fin. Quedan comprendidas en esta denominación las modalidades conocidas como educación semipresencial, educación asistida, educación abierta y cualquier otra que reúna las características indicadas precedentemente”.

**Entre los factores que ayudaron a definir la creación de las distintas cátedras virtuales en la FAUD, se encuentran los siguientes:**

- **El nivel de capacitación del cuerpo docente encargado de las mismas.**
- **La decisión institucional de rectorado de la U.N.C. que permitió la factibilidad de que la F.A.U.D. pudiera impulsar abiertamente esta propuesta.**
- **La necesidad de buscar soluciones alternativas a la falta de espacio físico.**
- **Brindar una respuesta de excelencia acorde con los tiempos que corren, con menores costos para estudiantes, docentes e institución.**

### OBJETIVOS DE NUESTRA PROPUESTA COMO CÁTEDRA

#### Generales:

- Como siempre, articular, transferir y asociar con las otras áreas de conocimiento a partir de las producciones de los alumnos tanto personales como de trabajo en equipo.
- Aprender a reconocer la situación problemática y proponer al estudiante distintos caminos para resolver las mismas.
- Estimular al estudiante presentándoles estudios de casos donde la obra en estudio puede variar desde un proyecto sencillo hasta obras emblemáticas de la historia de la Arquitectura.

#### Particulares:

- Despertar en el alumno la curiosidad por comprender como haría para determinar, mediante el cálculo, aspectos que le permitirán realizar y materializar su proyecto de arquitectura, tales como:
  - Replanteo.
  - Excavaciones
  - Fundaciones
  - Cómputo métrico.
  - Pre-cálculo y cálculo de estructuras.
  - Etc.

## METODOLOGÍA – IMPLEMENTACIÓN:

Podemos distinguir las siguientes etapas bien diferenciadas, que tuvimos para estructurar nuestros contenidos y propuesta pedagógica:

1. Universo de estudiantes que integran la Cátedra- Equipo docente- Elaboración del cronograma.
2. Etapa de elaboración y sistematización de contenido de las Aulas Virtuales.
3. Primera comunicación con alumnos vía mail y creación de grupos de WhattsApp.
4. Clase inaugural Presencial
5. Etapa propia de Cursado Virtual
6. Parcial Presencial y Recuperatorio
7. Encuestas a los estudiantes sobre la metodología de cursado
8. Conclusiones

### 1. Universo de estudiantes que integran la Cátedra- Equipo docente- Elaboración del cronograma.

A finales de Diciembre de 2018 el Consejo de la F.A.U.D aprobó el desdoblamiento de la Cátedra de Matemática de Nivel I y III, lo que permitió avanzar en el tema urgente referido a cuales serían los estudiantes que cursarían, al menos, en la Cátedra IC de carácter virtual. Desde Secretaría Académica se decidió, con el consenso de los docentes, que formaran parte de este tipo de cursado aquellos alumnos que recursaban la materia siendo su número de aproximadamente quinientos estudiantes.

En cuanto al equipo docente, el mismo quedo conformado por un Profesor Adjunto a cargo con Semi-dedicación y un Profesor Asistente con Semi-dedicación, a los que luego se sumaron, un profesor Asistente con Dedicación Simple (de manera temporal) y una Egresada Adscripta.

De esta manera solo quedaba ajustar el cronograma para estructurar el aula virtual el mismo debía ajustarse a la cantidad de clases de clases establecidas que son las siguientes:

- Carga horaria de 38 hs. se dicta en 10 clases
- El dictado es virtual con clases de consulta en línea los días jueves.

## 2. Etapa de elaboración y sistematización de contenido de las Aulas Virtuales.

En esta etapa se recopiló todo el material sobre el que veníamos trabajando desde hace años y se realizaron videos de pocos minutos de duración que explicaban tema por tema.

Se decidió estructurar la pantalla con la modalidad de pestaña, y utilizar colores para distinguir las distintas opciones:



Fig.1. Pantalla inicial donde se muestra el menú de trabajo disponible para el estudiante.

- Pestañas Verdes: de ayuda y consulta.
- Pestañas Azules: de lectura y/o resolución obligatoria.
- Pestañas Rojas: Apartados con información importante.

### a) Pestañas Verdes:

El apartado verde consta solo de dos pestañas, que no son de uso de uso obligatorio pero si sugerido. En ellas, el estudiante encuentra dos temas: Entes Geométricos y Despejes. Si bien estos temas son elementales y deberían ser harto conocidos es un hecho que la gran mayoría de nuestros alumnos presentan severas falencias en los mismos y es por ello que consideramos imprescindible incorporarlos a los contenidos de la plataforma bajo la forma de videos explicativos y cuestionarios de autoevaluación no vinculantes.



Fig.2. Pantallas correspondientes a las pestañas verdes donde se encuentra el material de uso no obligatorio pero conveniente de ser revisado por el estudiante.

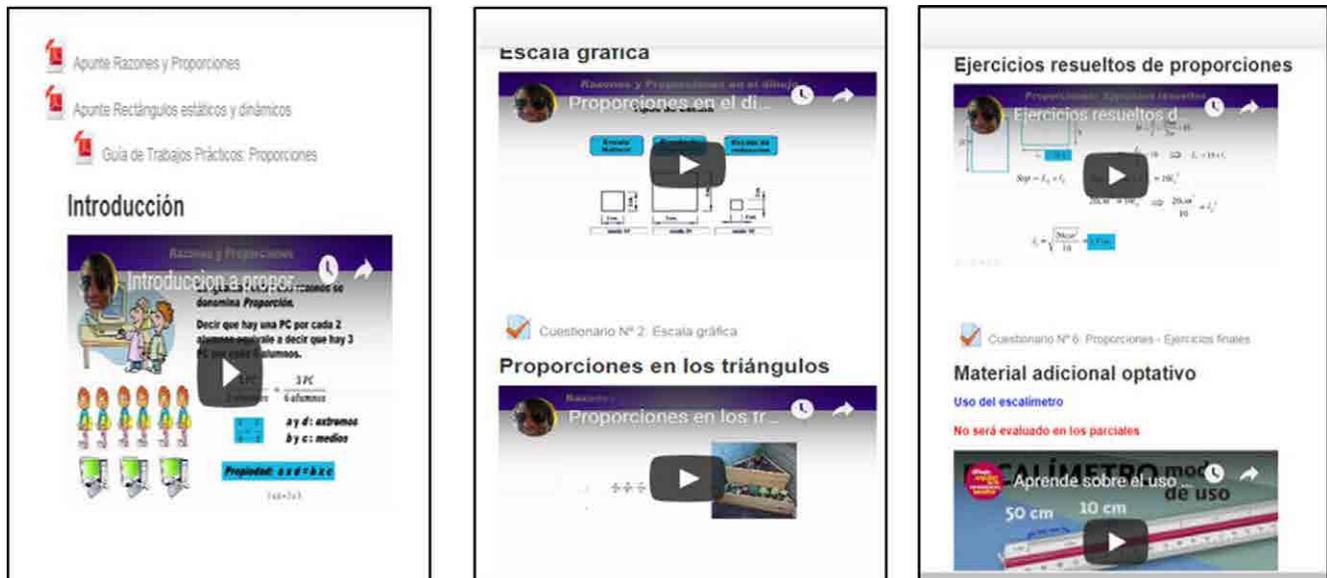


Fig.3. Pantallas correspondientes a las pestañas verdes donde se encuentra el material de uso no obligatorio pero conveniente de ser revisado por el estudiante.

### b) Pestañas Azules:

Por cada tema señalado en el cronograma, por ejemplo Razones y Proporciones, hay una serie de cuestionarios a resolver a continuación de cada video explicativo.

Una vez resuelto el cuestionario el estudiante debe pulsar el botón Enviar y Terminar y automáticamente se entrega esa parte del Trabajo Práctico. Cuando se completan todos los cuestionarios del tema el Trabajo Práctico se da por terminado.

Pueden hacerlo cualquier día a cualquier hora, los cuestionarios de un tema pueden resolverse en un mismo día o en días sucesivos hasta completar la entrega. Lo que no puede ocurrir que sean enviados fuera de la fecha tope estipulada con anterioridad.

La nota mínima para aprobar es de 5 puntos, y los cuestionarios de cada tema pueden ser resueltos cuantas veces sea necesario antes de la fecha tope hasta lograr alcanzar aprobarlos, en cada nuevo intento los datos cambian de manera aleatoria.

Es muy importante la pestaña señalada como ENCUESTA que nos permitió conocer (además de las opiniones recibidas en el chat) cuales eran las distintas opiniones de nuestros alumnos respecto de esta manera alternativa de realizar el cursado.

### c) Pestañas Rojas:

En este apartado los estudiantes encuentran la información relevante sobre su situación en el cursado de la materia.

## 3. Primera comunicación con alumnos vía mail y creación de grupos de whatsapp.

La primera comunicación con los alumnos se estableció previo al inicio del cursado mediante dos canales de comunicación: mail y luego Whatsapp.

Despacho da alumnos proveyó a la Cátedra los mails de los alumnos inscriptos y por esta vía se les envió a los mismos la información sobre:

- Lugar, fecha y hora donde se llevaría a cabo la clase inaugural. Link de aula virtual en plataforma Moodle.
- Vínculos para sumarse al whatsapp de la Cátedra

#### 4. Clase inaugural Presencial

La primera clase se realizó en la F.A.U.D y tuvo como finalidad fundamental aclarar dudas y disipar los temores lógicos frente a lo desconocido.

En la misma se explicaron las condiciones de regularidad y promoción y la manera de navegar las aulas virtuales. Se les aclaró la metodología de cursado donde, si bien tendrían dos días fijos de consulta de dos horas a la mañana y dos horas por la tarde, podrían interactuar libremente todo el tiempo en ese espacio y los docentes responderían también fuera de los horarios pautados en la medida de sus posibilidades.

#### 5. Etapa propia de Cursado Virtual

Esta etapa fue la verdadera prueba de funcionamiento del sistema donde las fechas de vencimiento de los primeros prácticos fueron decisivas.

Por ser ésta una materia que se cursa en solo un bimestre, era necesario ajustar muy bien los contenidos a esta modalidad. Si bien no realizábamos control de asistencia formal la misma se veía reflejada en la entrega semanal de los prácticos en línea de aprobación obligatoria con nota mínima de cinco puntos.

Hubo que realizar cambios de fechas por caídas de la plataforma Moodle y por el mismo motivo fue necesaria la creación de un aula virtual paralela que solo sirviera de repositorio de contenidos para ser utilizada como material de estudio. Por otro lado, comenzamos a utilizar clases sincrónicas en línea utilizando para ello una plataforma de uso gratuito llamada Zoom que soporta hasta 100 alumnos por cada media hora de clase. Enviando por WhatsApp el link se conectaban los alumnos que podían y deseaban hacerlo.

Fue muy interesante observar la intensa interacción entre estudiantes consultándose y consultándonos con verdadero interés en algunos casos, y en otros solo para aprobar.

El seguimiento que se logró fue más personalizado, ya que si un estudiante salía del grupo de WhatsApp se le consultaba por privado cuáles eran los motivos y se lo alentaba a continuar. Esto, tanto desde el equipo docente como desde sus compañeros ya que se formó una red de contención muy eficiente para contrarrestar el desánimo y la eventual deserción.

## 6. Parcial presencial y parcial recuperatorio

Debido a la gran cantidad de estudiantes y para reafirmar la credibilidad de los resultados los parciales final y recuperatorio se realizaron de manera presencial.

Por tratarse de una materia de promoción este único parcial que se toma al final del cursado de la materia tiene todas las características de un examen final. Abarca todos los temas vistos, al igual que el parcial recuperatorio. La nota de promoción es de 7 puntos y dado que el nivel del recuperatorio era similar al del parcial final este también otorgaba la posibilidad de promover.

Aquellos que no alcanzaron la nota de promoción pero llegaron a los 4 puntos alcanzaron la regularidad en la materia quedando los alumnos restantes en condición de libres.

Los alumnos libres formaron un grupo de consulta vía WhatsApp donde nos agregaron a los docentes, lo que les fue de gran ayuda para el examen final.

### Estadísticas

Fig.4. Estadísticas sobre aquellos estudiantes inscriptos en la materia.

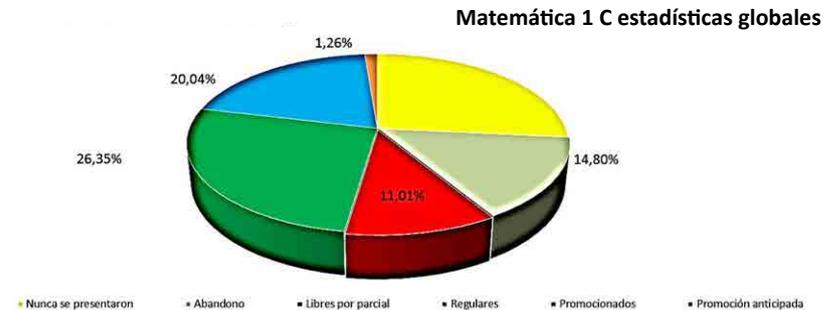
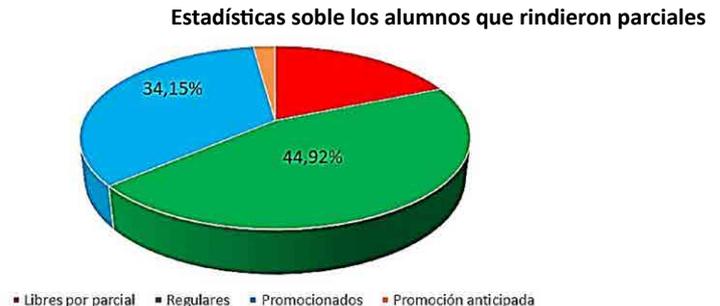


Fig.5. Estadísticas sobre aquellos estudiantes que efectivamente cursaron la materia.



### 7- Encuestas a los estudiantes sobre la metodología de cursado.

La encuesta no era de carácter obligatorio y solo la respondieron treinta y seis estudiantes, a continuación presentamos algunos detalles de la misma y las respuestas obtenidas. Algunas preguntas y sus respuestas:



Fig.6. Respuestas de los estudiantes sobre el nivel de esfuerzo y que les demandó la materia.



Fig.7. Consideraciones de los estudiantes respecto de los conocimientos adquiridos.

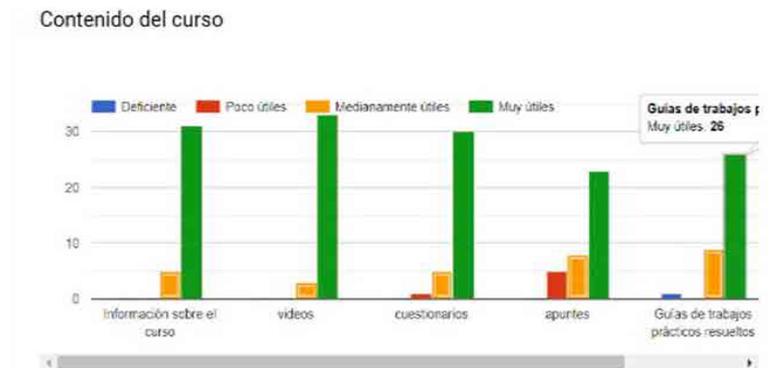


Fig.8. Consideraciones de los estudiantes respecto de los contenidos.

### Otras preguntas y sus respuestas fueron las siguientes:

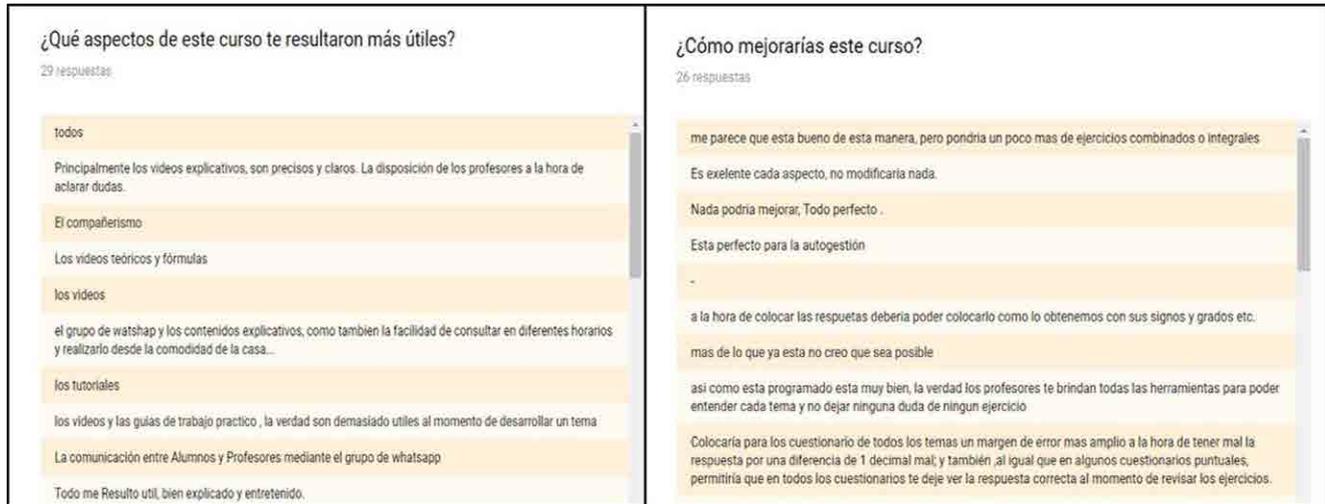


Fig.9. Respuestas aleatorias de los estudiantes a la pregunta sobre posibles mejoras a implementar

## 8- Conclusiones

Nuestras conclusiones como Cátedra fueron las siguientes:

- Se logró optimizar el cursado, al permitir al estudiante cursar y estudiar en aquellos tiempos que le resultaban más convenientes.
- Las entregas virtuales redujeron drásticamente el uso de insumos tales como el papel y espacio físico.
- Las relaciones humanas de alguna manera cambiaron, pero igualmente fueron uno de los pilares del sistema, e indudablemente surgieron como un importante recurso pedagógico cuya presencia en las aulas no se percibe con tanta intensidad.
- Todavía hay mucho por hacer en este campo.
- El apoyo institucional es fundamental.

- El entusiasmo del equipo docente se transmite al grupo de estudiantes y se transforma en una retroalimentación continua que no se detiene ni aún después de terminado el cursado de la materia.
- Estamos convencidos de que este es el camino a seguir.
- Pensamos seguir investigando en este campo y esperamos seguir contando con el apoyo institucional para poder implementarlo en otros ámbitos.
- En comparación con las clases presenciales se pudo lograr más acercamiento con los alumnos, que preguntaban con más confianza debido al trato cotidiano mediante WhastApp y además se logró la resolución de más ejercicios dado que se sentían más motivados.
- En cuanto a las calificaciones, se redujo casi a la mitad la cantidad de alumnos libres y se duplicó la cantidad de promocionados.

# 39

## Algoritmos de generación geométrica en la formación del arquitecto

**Andrea Carnicero, Gustavo Fornari y Sebastián González Botasi**

Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina

### RESUMEN

Como docentes de la materia Elementos de Matemática en la Facultad de Arquitectura de la UNLP nos encontramos trabajando en la elaboración de estrategias que involucran la exploración de herramientas de software específicas que posibilitan el uso de código y programación como herramientas de exploración proyectual con el fin de afianzar los contenidos teóricos y completar el proceso de aprendizaje. Optamos por utilizar el software Processing ya que, al ser de código abierto, nos permite iniciarnos en la programación y jugar directamente con el código obteniendo resultados inmediatos. El programa nos brinda una hoja en blanco para comenzar a bocetar y probar ideas, modificando el código y encontrando resultados no esperados. Los alumnos, a través del aprendizaje del lenguaje de programación, desarrollarán además un proceso de comprensión de las herramientas necesarias para adentrarse en el universo de la programación aplicada al diseño. Con esto buscamos por un lado que los alumnos puedan experimentar y visualizar conceptos relacionados a la geometría, a sus movimientos, variaciones y transformaciones, y por otro ofrecer una comprensión teórica de la cultura digital y los procesos de diseño asociados para que los alumnos puedan expresar su creatividad a través de los instrumentos digitales y el lenguaje informático. Intentamos con esto, que los sistemas informáticos dejen de ser soporte para ser geometría espacial configurante.

Nos proponemos con estas actividades que en el futuro el alumno domine habilidades relacionadas a la programación facilitándoles crear sus propias herramientas digitales. Por lo tanto en estas clases de computación dentro del curso, intentamos inculcar a los alumnos un mejor conocimiento geométrico y habilidades en programas, algoritmos y manejo de datos, y como éstos se utilizan

**Andrea Carnicero**

[andrea.carnicero@gmail.com](mailto:andrea.carnicero@gmail.com),

**Gustavo Fornari**

[gustavo.fornari@gmail.com](mailto:gustavo.fornari@gmail.com)

**Sebastián González Botasi**

[sgonzalez@bionimio.com.ar](mailto:sgonzalez@bionimio.com.ar)

Laboratorio SisEdLab, FAU UNLP.  
Cátedra de matemática Creus-Carnicero,  
FAU UNLP. La Plata, Argentina.  
[www.fau.unlp.edu.ar](http://www.fau.unlp.edu.ar)

para crear nuevos procesos, formas y espacios. De esta manera, los estudiantes del curso se involucran en una serie de lecciones para desarrollar sus habilidades prácticas.

### **DESARROLLO: Un proceso creativo que incluye la matemática y la tecnología**

Somos un equipo de docentes e investigadores de la Facultad de Arquitectura de la UNLP. Desde hace algunos años nos encontramos trabajando en la elaboración de estrategias que involucran la exploración de herramientas de software específicas que posibilitan el uso de código y programación para ahondar en la exploración proyectual. Desde la intersección entre las experiencias áulicas, profesionales y la investigación buscamos afianzar los contenidos teóricos y enriquecer el proceso de aprendizaje. En este marco trabajamos en comprender cómo la tecnología está transformando el diseño y las prácticas docentes e investigamos el potencial de estas herramientas para reimaginar nuevas actividades y estrategias metodológicas en el aula.

El trabajo que presentamos en este encuentro es el que desarrollamos en el año 2018 en la cátedra de matemática Creus+Carnicero de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP para los alumnos de primer año de la carrera. Este trabajo reunió al grupo de docentes de la cátedra y a investigadores del Laboratorio de Sistemas Edilicios (SisEdLab) también de la FAU UNLP quienes nos propusimos elaborar nuevas metodologías y herramientas para acompañar al alumno en su aprendizaje.

El trabajo se desarrolló en diferentes etapas y consistió desde un comienzo en integrar conceptos matemáticos, arquitectónicos, físicos y tecnológicos. La idea primaria de explorar el concepto de la tecnología digital relacionada con la enseñanza y la producción arquitectónica (explorar metodologías mediadas por una computadora o por algún tipo de proceso de datos) como sistema complejo, paradójico, que en muchos casos no tiene unicidad, ni prolijidad en su definición, fue decantando en experimentos de diseño y estética donde se entrecruzaban conceptos artísticos, matemáticos y tecnológicos. El trabajo en su totalidad contó con una secuencia de complejidad creciente a medida que los alumnos incorporaban el conocimiento y la información necesaria pautada en cada una de las etapas del trabajo.

### **ETAPAS DEL DESARROLLO EL TRABAJO:**

- 1. Investigar** nuevas Metodologías y herramientas para acompañar al alumno en el aprendizaje. Durante esta etapa determinamos un

claro marco teórico. A partir de este marco determinamos diferentes estrategias como premisas fundamentales: el desarrollo de una serie de actividades prácticas generadas a través de espacios de aprendizaje flexible, el uso de tecnologías innovadoras y una fuerte integración de conceptos científicos y artísticos. El desafío principal en esta etapa es interpretar como se traducen estos conceptos en contenidos curriculares y de propuestas metodológicas en el contexto de la enseñanza de la matemática en alumnos de primer año en la Facultad de Arquitectura.

2. **Descubrir** las leyes primarias de generación geométrica de una determinada composición en papel hasta encontrar los principios rectores y posibilidades alternativas de la generación inicial. En esta primera etapa trabajábamos con los alumnos tirando rectas, paralelas, círculos, ángulos y aplicando transformaciones en el plano hasta descubrir las leyes primarias de generación geométrica de una determinada composición. Posteriormente analizábamos otras posibilidades alternativas de la generación inicial y, en base a esas leyes, los alumnos generaban composiciones personales. Esta primera etapa fue puramente analógica.
3. **Introducir** a procesos compositivos alternativos basados en generación de geometrías por medio de lenguaje informático.
4. **Generar** digitalmente a través de la manipulación del código figuras geométricas y aplicarles transformaciones en el plano con el fin de que cada alumno genere diferentes composiciones y analice las leyes de generación y establezca sus propios patrones geométricos. Esta etapa se basó en el aprendizaje mediante el juego y la experimentación. Generar una divertida manipulación matemática. Siempre mantuvimos presente la idea de crear, diseñar y generar. Pensamos en un proceso creativo desde una idea hasta su concreción a través de una programación sencilla y ejercicios generados a partir de unas condiciones de base y estableciendo reglas con la posibilidad de realizar ciertas manipulaciones. En esta etapa se produjo un interesante intercambio docente-alumno y alumno-alumno ya que se encontraban errores en el proceso de generación a través de código pero en conjunto se depuraban y arreglaban. Esta etapa del trabajo concluyó con una exposición de los diferentes grupos de alumnos quienes comunicaban y argumentaban lo aprendido. Algunas de las competencias que aparecieron en esta etapa fueron: perseverar frente a errores y seguir adelante, y colaborar con otros.

5. **Explorar** en particular el concepto de la tecnología digital relacionada con la enseñanza y la producción arquitectónica. En esta etapa nos adentramos específicamente a relacionar el trabajo anterior con ideas arquitectónicas que se basan en la generación a través de sistemas.
6. **Rastrear** producción arquitectónica que haya utilizado métodos de generación digital similares donde se intersecten cuestiones tecnológicas, físicas, matemáticas y arquitectónicas. En esta etapa nos procuramos generar con el equipo docente y de investigación, instancias de formación y aprendizaje referentes a la aplicación de los conceptos aplicados al trabajo en proyectos arquitectónicos en sus diferentes escalas.
7. **Indagar**, en un paso futuro pensamos desarrollar protocolos en el sistema a partir de algoritmos de optimización que utilicen herramientas matemáticas estableciendo diferentes operatorias para que el sistema comience a iterar hasta mejorar la performance (machine learning). Pensamos un trabajo en base al ingreso de ciertos inputs y a la elaboración y ejecución de sucesivas transformaciones geométricas y algoritmos matemáticos hasta arribar al output deseado. Trabajar con los alumnos en la generación y ejecución de estos algoritmos haciendo que la máquina repita constantemente una serie de procesos hasta que entienda esos procesos y descubra la mejor manera de resolverlo de una manera muy eficaz, en un muy corto tiempo y de la forma más económica y efectiva, sería el centro del trabajo entre el grupo de docentes y alumnos. Pensamos una serie de actividades basadas en la generación de imágenes producidas por iteraciones automáticas haciendo que la máquina realice millones de posibilidades en un muy corto tiempo utilizando aplicaciones digitales y generando un sinnúmero de respuestas. La generación geométrica de este tipo de imágenes es muy interesante. Se establecen inicialmente protocolos en el sistema a partir de algoritmos de generación geométrica y se desarrolla una operatoria para que el sistema comience a iterar. El programa aprende por cada iteración hasta encontrar la solución más óptima de acuerdo a las pautas iniciales preestablecidas, de la forma más económica y efectiva, a través de dichos procesos de iteración. Esto se denomina software robot ya que logra automatizar procesos y aprender por cada iteración. Son desarrollos simples de lo que se denomina Inteligencia artificial, básicamente significa hacer que la máquina repita constantemente un proceso hasta que entienda ese proceso y descubra la mejor manera de resolverlo. Pensamos que en un mundo cada vez más complejo, donde la tecnología tiene un rol cada vez más relevante, generar estrategias

DESARROLLO DEL TRABAJO PRÁCTICO						
1	2	3	4	5	6	7
DOCENTES	DOCENTES + ALUMNOS	DOCENTES + ALUMNOS	DOCENTES + ALUMNOS	DOCENTES	DOCENTES + ALUMNOS	DOCENTES
investigar	descubrir	introducir	generar	explorar	rastrear	indagar
nuevas Metodologías y herramientas para acompañar al alumno en el aprendizaje	las leyes primarias de generación geométrica de una determinada composición en papel hasta encontrar los principios rectores y posibilidades alternativas de la generación inicial	a procesos compositivos alternativos basados en generación de geometrías por medio de lenguaje informático	digitalmente a través de la manipulación del código figuras geométricas y aplicarles transformaciones geométricas con el fin de que cada alumno genere diferentes composiciones y analice las leyes de generación	en particular el concepto de la tecnología digital relacionada con la enseñanza y la producción arquitectónica	producción arquitectónica que haya utilizado métodos de generación digital similares donde se intersecten cuestiones tecnológicas, físicas, matemáticas y arquitectónicas	en un paso posterior, el desarrollo de protocolos de iteración en el sistema a partir de algoritmos de optimización que utilizan herramientas matemáticas (machine learning)

Fig 1: Diagrama de la estructura del trabajo integrador

de pensamiento que permitan resolver problemas y sistematizarlos es fundamental.

Durante las **etapas 1, 2 y 3** exploramos metodologías de indagación (aprendizaje basado en proyectos, en casos y en problemas) promoviendo la experimentación en la intersección entre arte, ciencia y tecnología. Investigamos entre los docentes y el equipo de investigación toda una generación de caminos posibles a partir de algoritmos generativos que utilizan herramientas matemáticas como las transformaciones en el plano. Al terminar de definir las estrategias entre los docentes e investigadores fuimos introduciendo a los alumnos en cómo estas metodologías permiten al diseñador crear sus propias herramientas, generando geometrías a partir de parámetros iniciales, un set de relaciones formales y su posible manipulación. La **etapa 4** correspondió a la creación de imágenes y sus relaciones utilizando herramientas matemáticas y aplicaciones digitales instancia que permitió a los alumnos crear un sinnúmero de composiciones producidas por la manipulación del código y explorar las leyes matemáticas intrínsecas a cada una de ellas. Los alumnos generaron una serie de diseños basados en variaciones geométricas a partir de algoritmos de transformaciones en el plano. Fuimos determinando a partir de los resultados cuál fue el mejor proceso para



Fig 2: Fotos en el aula de computación de los alumnos

cada composición. Esta metodología permite no sólo crear un diseño, sino una familia de diseños a partir de la alteración de la programación inicial. Jugamos con posibilidades creativas a partir de herramientas matemáticas.

### Ejemplo de composiciones generadas por los alumnos:

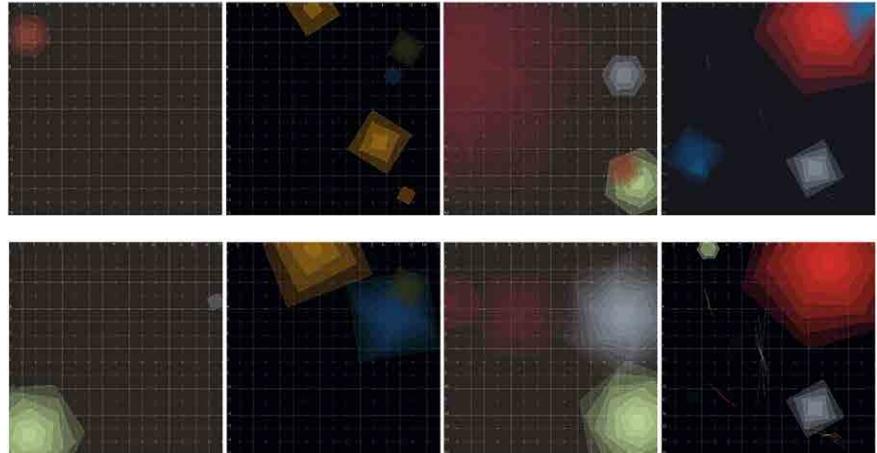


Fig 3: Ejemplo de composiciones generadas por los alumnos

La investigación de metodologías a partir del diseño computacional, permitió explorar las posibilidades de la complejidad promoviendo la experimentación en el diseño morfo-digital fomentando la exploración espacial y la investigación proyectual a partir de la intersección de herramientas de programación aplicada al diseño involucrando programas, algoritmos matemáticos, datos y cuestiones estéticas, y cómo éste conjunto de variables y herramientas se utilizan para crear nuevos procesos y formas.

Al concluir la **etapa 4** iniciamos una serie de instancias de debate entre los docentes, investigadores participantes y los alumnos. Comenzaron a surgir preguntas tales como:

- *¿Hasta qué punto los algoritmos pueden modelar los espacios y objetos proyectados por el hombre?*
- *¿Puede la injerencia de la tecnología digital significar nuevas expresiones en el mundo de los objetos, de tal modo que su utilización y manipulación genere nuevos espacios en el arte y en el diseño en general con simples modificaciones de código en dispositivos tecnológicos?*
- Por otro lado explorar lo satisfactorio en la creación de un conjunto de reglas y las bellas imágenes que brotan de ellas fue otro de los disparadores que nos permitió generar charlas y debates sobre la cuestión de si el arte en el arte generativo se refiere al código, o a los resultados del código.

Fue divertido e interesante discutir todos estos interrogantes en una compañía mixta de alumnos, docentes e investigadores. Estas preguntas nos dieron para comenzar a recorrer caminos relacionados a la exploración proyectual desde la mirada del pensamiento computacional. Cómo dichas soluciones comienzan a ser utilizadas en el diseño en general. Ejemplos como el Edificio Bloomberg en Londres del año 2017 diseñado por el estudio del arquitecto Norman Foster o la Torre Al Bahar en Abu Dhabi del año 2009-2012 del estudio de arquitectura Aedas Arquitectos, son algunos de los casos de arquitectura que utiliza intensos cálculos matemáticos y físicos y modelado computacional generativo a través del uso de procesadores de algoritmos gráficos y codificación en sus proyectos o en parte de las obras por ejemplo para generar fachadas cinéticas con el fin de mejorar el rendimiento energético y el confort térmico interior. Comenzamos a conocer cómo composiciones generadas automáticamente a través de patrones geométricos específicos se pueden materializar para dar respuestas a determinadas condicionantes específicas a partir de la generación de formas optimizadas basadas en requerimientos y funciones arquitectónicas generando sistemas adaptativos y receptivos.

### Ejemplo de piezas arquitectónicas basadas en geometrías optimizadas

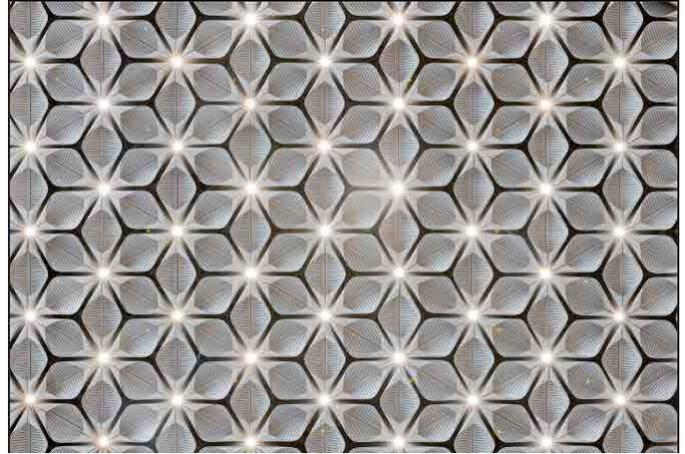
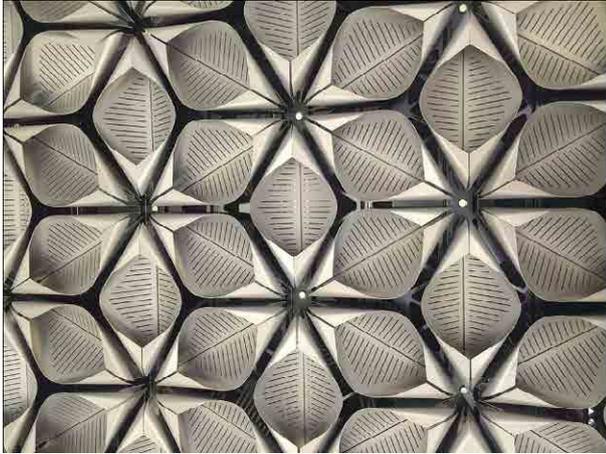


Fig 4: Pétalos del techo para optimizar el rendimiento del nuevo edificio Bloomberg, Londres diseñado por Foster + Partners

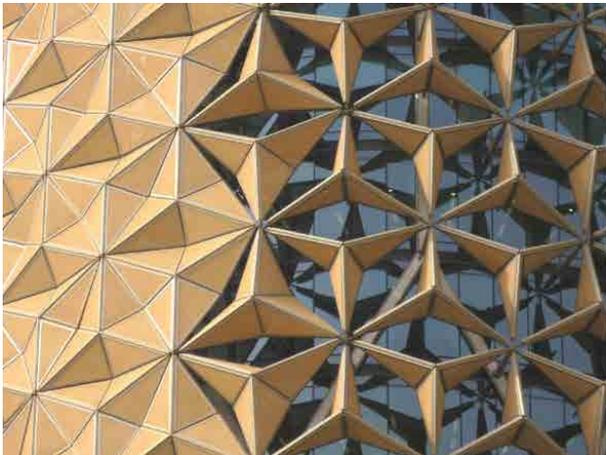


Fig 5: Piezas adaptativas para optimizar el rendimiento de la Torre Al Bahar en Abu Dhabi del año 2009-2012 diseñado por Abdulmajid Karanouh Associate Architect

Investigamos desde la geometría superficies interactivas desarrolladas como piezas sensibles que responden a los cambios causados por la lluvia, el sol, la sombra. Proyectos que introducen nuevas ideas sobre la sostenibilidad y la construcción inteligente a partir de la generación de una serie de prototipos a partir de variaciones geométricas aplicando movimiento y transformación. Desde la microescala hasta la construcción del edificio.

Abordar la investigación de los diferentes tipos de producción arquitectónica que están mediadas por una computadora o vinculadas a algún tipo de procesos de datos computacionales en donde la matemática y la física hayan tenido un papel preponderante fue el centro de las actividades de las **etapas 5 y 6**. A partir de estas obras pudimos explorar la conjugación de la tradición artística + avances tecnológicos + aportes científicos. La idea de sistema en arquitectura implica la búsqueda de racionalidad constructiva, de optimización de recursos, de reducción de costos, e involucra también los conceptos de flexibilidad y crecimiento. *“En los 50 el desarrollo de la Teoría general de sistemas, una teoría que viene de las ciencias biológicas, rápidamente influencia a todos los modos de hacer y generar conocimiento, también llega a la arquitectura. La forma arquitectónica, como forma, deja de tener valor porque no existe la idea de una forma acabada sino que el sistema, con sus leyes de generación y crecimiento son los que van a determinar una forma que en principio puede ser hasta desconocida por el proyectista”. “El sistema es una estructura lógica, con sus propios patrones de comportamiento, pueden ser sistemas abiertos o cerrados, y dentro de esa lógica existen características como son el dinamismo, la flexibilidad, el crecimiento, la mutación, incluso la idea de caducidad, caducidad entendida como caducidad tecnológica, que hacen que estos proyectos, estas obras de arquitectura, tengan de alguna manera por asimilarlo a las ciencias biológicas, tengan vida propia. El diseñador una vez que plantea las leyes de funcionamiento del sistema, el sistema de acuerdo a las demandas del entorno, dentro del cual aparece la figura del usuario de la obra de arquitectura, son los que van a determinar como la obra de arquitectura se va a desarrollar dentro de esas lógicas”.*

Un paso más adelante surgió a partir de este trabajo la idea de elaborar actividades relacionados al concepto de machine learning donde la máquina repite un determinado proceso constantemente hasta que entienda ese proceso y aprenda cuál es la mejor manera posible de resolverlo llegando a una óptima solución. El proceso trabaja con probabilidades. Hay trabajos que son mecánicos, repetitivos o basados fundamentalmente en la memoria que a los humanos no le sale muy bien y sin embargo a las máquinas le sale muy bien. La idea es desarrollar actividades donde los procesos repetitivos o de altísima complejidad le correspondan a las máquinas y lo creativo al alumno y docente.

Crear ambientes y escenarios estableciendo mecanismos, reglas y funciones que conjuguen e integren los conceptos vinculados a la currícula traduciendo todos estos conceptos, conjuntamente con los alumnos, en protocolos a través de cálculos de probabilidades con el fin de llegar a la respuesta óptima deseada inicialmente.

## CONCLUSIÓN

¿Qué hacemos con los alumnos que hoy comienzan su carrera?, ¿los estamos preparando para el mundo del futuro donde habrá otras ideas?, ¿qué competencias debería desarrollar la futura generación emergente de arquitectos y diseñadores?. Desde un primer momento nos propusimos investigar y rediseñar experiencias de aprendizaje que se sumen al proceso de competencias adyacentes fundamentales para el desarrollo de su vida profesional. Es así que nos centramos en que los alumnos construyan las llamadas competencias del siglo XXI: creatividad e innovación, pensamiento crítico y resolución de problemas complejos, comunicación y colaboración. Diseñamos estrategias para que durante todas las etapas de este trabajo las puedan poner en práctica. Por otro lado creemos que, tanto para los docentes como para esta nueva generación de estudiantes de arquitectura, es de suma importancia aprender a pensar y a resolver problemas utilizando herramientas digitales. La tecnología tiene sus propias reglas y espacios de validación. Conocerlas y explorarlas nos permitirán conectarnos con nuestro entorno abarcando toda su complejidad a la vez que nos ayudará a movernos por múltiples dimensiones. La actual era de la información demanda docentes capaces de comprender la complejidad de situaciones y gestionar e incorporar el inmenso incremento de la información en sus procesos, así como adaptarse flexible y creativamente a la velocidad del cambio y a la incertidumbre que lo acompaña. Creemos que los desarrollos metodológicos deben tener diversas posibilidades de recorrido y no deben tener un itinerario fijo rígido ni una utilización única.

En síntesis creemos haber logrado un proyecto académico de aprendizaje activo, de reflexión y producción en clave transdisciplinar. Exploramos cómo la tecnología está transformando no solo las prácticas docentes sino la arquitectura y el diseño. Indagamos su potencial para reimaginar las actividades sobre problemas y situaciones reales, a través de proyectos retadores que motivaron a los alumnos y docentes estimulando la cooperación, la búsqueda de alternativas, la proliferación de hipótesis, la gestión educativa de las emociones, el desarrollo de actitudes y habilidades conscientes e inconscientes que permitieron la actuación entusiasta y eficaz de cada participante, afrontando las dificultades y

la incertidumbre que encontrarán durante el resto de su carrera y en su vida profesional.

#### BIBLIOGRAFIA:

Zapata-Ros, M. y Pérez-Paredes, P. (2018). El pensamiento computacional, análisis de una competencia clave. Createspace Independent Publishing Platform.

Eiben, Agoston E. y Smith, Jim (2005). From evolutionary computation to the evolution of things. *Nature*, Vol. 521, 28 mayo 2015, 476–482.

Rhodes, Margaret (2015, 23 septiembre). The Bizarre, Bony-Looking Future of Algorithmic Design. *Wired*. (2016, 3 noviembre). So, Algorithms Are Designing Chairs Now. *Wired*. (2017, 25 mayo). The Lowly Folding Chair, Reimagined with Algorithms

Gilles Retsin: “Discrete: Reappraising the Digital in Architecture. *Architectural Design*

Marcelo Spina, Khourian, Sebastian: “Después de Yokohama. La explosión diagramática”. Universidad Torcuato Di Tella.

MAEDA John, *Leyes de la Simplicidad, diseño, tecnología, negocios y vida*. Gedisa Editorial. Primera edición año 2006.

# 40

## “Curvas y superficies aplicadas a la Arquitectura, Proyecto Aula 20-Muro dinámico”

**Patricia Langer, Adriana Agosteguis, Raúl Rimoldi,**

**Valeria Castañeda y Nicolás Barcos**

Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina

### RESUMEN

A partir del año 2016, iniciamos nuestra actividad académica como Cátedra de Matemática en la FAU-UNLP. Trabajamos con modalidad pedagógica de Taller para la asignatura Matemática Aplicada, perteneciente al ciclo medio (2do. Año) de la carrera de Arquitectura.

El curso presencial durante el cuatrimestre es intenso, con evaluación continua y aprobación de trabajos prácticos.

En esta oportunidad presentamos un Trabajo Practico Integrador. Una enriquecedora experiencia de trabajo en equipo sobre una temática específica: “Curvas y superficies aplicadas a la Arquitectura, Proyecto Aula 20 - Muro dinámico”. Incluye investigación, modelado 3D, láminas, informes y exposición de los resultados en breves ponencias.

Los alumnos comienzan a descubrir el concepto de espacio desde los Talleres de diseño y arquitectura en respuesta a las actividades humanas, un espacio que puede ser transformado y moldeado según las diferentes necesidades y contexto.

No es casual entonces que, en el Área de Matemática Aplicada, los alumnos trabajen sobre el espacio donde rectas, curvas, planos y superficies matemáticas comienzan a generarse frente a los futuros arquitectos.

La experiencia consistió en introducir al alumno en las *geometrías paramétricas* mediante el estudio de las curvas de Bézier, como generadoras de superficies dinámicas.

Asistidos con plataformas informáticas se trabajó para construir un muro dinámico cuya directriz inferior permitió diferentes configuraciones en base a cambios coordinados a través de los puntos de control.

**Patricia Langer**

[patriciamoralanger@gmail.com](mailto:patriciamoralanger@gmail.com)

**Adriana Agosteguis**

[adriagosteguis@gmail.com](mailto:adriagosteguis@gmail.com)

**Raúl Rimoldi**

[raulrimoldi474@gmail.com](mailto:raulrimoldi474@gmail.com)

**Valeria Castañeda**

[vcastañeda2006@gmail.com](mailto:vcastañeda2006@gmail.com)

**Nicolás Barcos**

[nicolasbcos@gmail.com](mailto:nicolasbcos@gmail.com)

Cátedra de Matemáticas LAB  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo.  
Universidad Nacional de La Plata.

El espacio de intervención elegido fue el Aula 20, un ámbito reconocido por los estudiantes, que permitió un flujo de trabajo constante durante las clases asignadas al proyecto.

Abarcó análisis matemático, reconocimiento de herramientas informáticas paramétricas, diseño y construcción en escala real de un Muro Dinámico en el Aula.

A partir de ejemplos de la producción de los alumnos queremos poner en consideración nuestro aporte a la educación basada en competencias relacionadas con la enseñanza de la matemática en Arquitectura.

### INTRODUCCIÓN:

*"La geometría por sí misma no aporta soluciones a los problemas que plantea la arquitectura de forma libre, sin embargo, un buen entendimiento y control del diseño geométrico es un principio esencial para la buena realización de este tipo de proyectos"*

POTTMAN, Helmut. *Architectural Geometry*. 2007

En la FAU-UNLP el primer cuatrimestre del 2do. Año de la carrera cuenta entre otras, con la asignatura Matemática Aplicada, con formato pedagógico de Taller. Esta modalidad formativa apunta a la resolución práctica de problemas y ejercicios, haciendo que las actividades sean participativas y socializadas por parte de los estudiantes, como ocurre en la vida profesional. El Taller es una instancia de experimentación para el trabajo colaborativo y en equipo, para la investigación y el autoaprendizaje en el estudio y resolución de problemas.

La actividad presencial es intensa durante el cuatrimestre y la evaluación es continua. La aprobación de un único Parcial, la presentación de la Carpeta individual de Trabajos Prácticos y el Trabajo Práctico Integrador, son requisitos para la aprobación de la cursada, no obstante, la asignatura se aprueba con examen final.

Presentamos una actividad práctica que desarrollamos durante el tramo final de la cursada del presente año lectivo (2019), denominada Trabajo Práctico Integrador (TPI) "Proyecto Aula 20 - Muro dinámico", trabajando en equipo y con tutoría docente, con investigación sobre la temática desarrollada en la Unidad 3 "Geometría No Lineal" del programa analítico de Matemática Aplicada.

Durante la experiencia áulica relacionada con geometrías 2D-3D, los alumnos analizaron las formas, los aspectos geométricos relevantes para el diseño bidimensional y tridimensional y el modelado paramétrico.

Los estudiantes confeccionaron las láminas con toda la información relacionada con el trabajo y realizaron la presentación de resultados en breves ponencias.

### CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD Y TEMÁTICA DEL TPI:

*"El vínculo que el docente establece con los alumnos para relacionarlos con el conocimiento revela sus lazos personales con el saber que enseña".*

GORODOKIN, Ida C. 2007

El Trabajo Práctico Integrador resultó una actividad muy importante para nosotros, porque durante el desarrollo del mismo, el concepto de "aprendizaje activo y centrado en el alumno" se verificó completamente.

Requirió del seguimiento y apoyo docente en las consultas (consultas del "equipo", por lo que debieron asistir todos los integrantes del mismo).

La duración de la actividad se estableció en 4 clases, tomando las últimas 4 semanas del cuatrimestre.

Si bien cada equipo reguló sus tiempos, se propuso un cronograma que acompañase a buen ritmo los trabajos en taller y las fechas de pre entregas y entregas, teniendo en cuenta que la mayoría de los alumnos debería completar además su Carpeta de Trabajos Prácticos y atender las exigencias de otras asignaturas.

El TPI consistió en una actividad flexible en su organización.

Con la finalidad de realizar el trabajo de manera colaborativa, se conformaron espontáneamente equipos de 2, 3 ó 4 integrantes con un docente de la Cátedra que ofició de Tutor.

El docente Tutor operó en las consultas como un disparador de ideas que, según las observaciones que iba realizando sobre el grupo, consideró de mayor pertinencia.

Antes de comenzar el trabajo de producción propiamente dicho, los Docentes responsables de la Cátedra compartieron con todos los equipos, el encuadre de la temática asignada al mismo, a fin de orientar a los alumnos, plantear expectativas respecto de sus logros y dar oportunidad a las consultas que surgieron en ese primer contacto.

## CONSIGNAS DEL TPI

Una vez presentado el tema, la dinámica de la actividad consistió en:

- a. Revisar los conceptos teóricos basados en la lectura comprensiva de antecedentes de aplicación de curvas y superficies en arquitectura, Curvas de Bézier y diseño de superficies regladas “conoides”.
- b. Exponer las pautas y consignas a seguir por los estudiantes para el desarrollo del trabajo.
- c. Trabajar en una experiencia áulica relacionada con geometrías 2D-3D, profundizando en la percepción de las formas y los aspectos geométricos relevantes para el diseño bidimensional y tridimensional.
- d. Abordar la geometría desde su aspecto formal (físico y visual) para luego concretarlo en las correspondientes ecuaciones o algoritmos matemáticos.
- e. Investigar cómo y por qué surgen las curvas y superficies, y también su formulación matemática junto con algunos ejercicios de aplicación.
- f. Reconocer las transformaciones dinámicas y su poder generativo, utilizando la técnica de “modelado con herramientas paramétricas”, permitiendo desarrollar al máximo las potencialidades imaginativas para el diseño, basadas en el hacer, el pensar y el reflexionar.
- g. Describir la experiencia en el aula y extraer algunas conclusiones respecto a la resolución del diseño de un MURO DINÁMICO utilizando curvas de Bézier.

Compartimos la producción de nuestros alumnos en una selección de contenidos (láminas, maquetas, proceso constructivo del MURO DINAMICO, fotografías del proyecto, etc.), obtenidas de las presentaciones que ellos realizaron como exposición final del TPI.

## INSTANCIAS DEL DESARROLLO DEL TRABAJO

1. *Relevamiento del espacio de trabajo y replanteo de la “grilla” a escala*

Los alumnos pusieron “manos a la obra” y trabajaron en el Sector Aula 20 indicado en el croquis: (Figura 1.a, 1.b y 1.c)

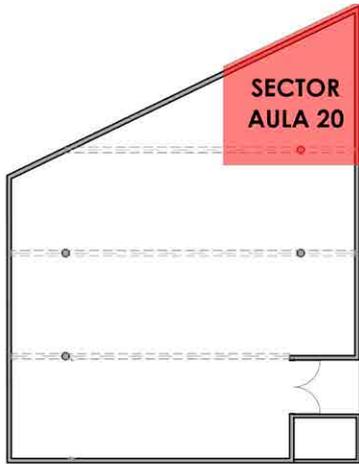


Figura 1a. Sector Aula 20

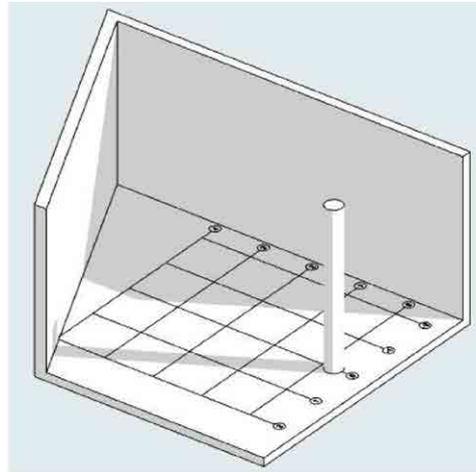


Figura 1b. Espacio de trabajo

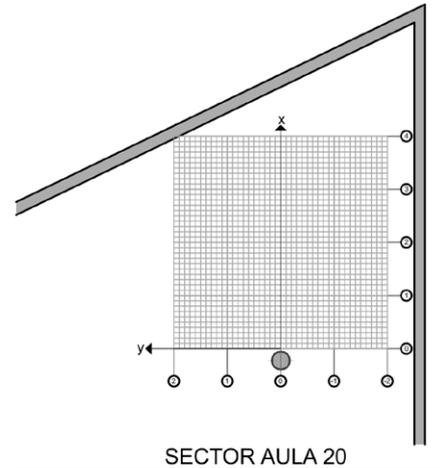


Figura 1c. Grilla

## 2. *Trazado de curvas planas utilizando plantillas*

Utilizando una plantilla de Burmester (pistolete), realizaron el siguiente ejercicio de aplicación práctica conceptual:

Graficaron en la grilla del Sector Aula 20, las respectivas curvas de Bézier a partir de los siguientes puntos de control:

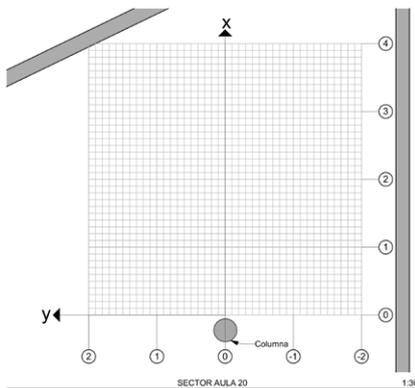


Figura 2. Grilla con modulación 0,1m

A (0,0; 0,0)

B (1,5; 1,5)

C (4,5; 0,0)

A (0,0; -1,0)

B (4,0; -1,8)

C (4,5; 0,0)

**Nota:** La modulación de la grilla es de 0,1m. Graficar las curvas de Bézier con el método gráfico (utilizando plantilla de Burmester) a partir de los puntos de control que se definen. Figura 2.

### 3. *Diseño de la propuesta del MURO*

Materialidad. Proceso constructivo.

Los alumnos identificaron los materiales con los cuales trabajaron durante el proceso constructivo de la directriz superior, la grilla inferior (nivel cero) y las generatrices de la superficie. Figura 3.

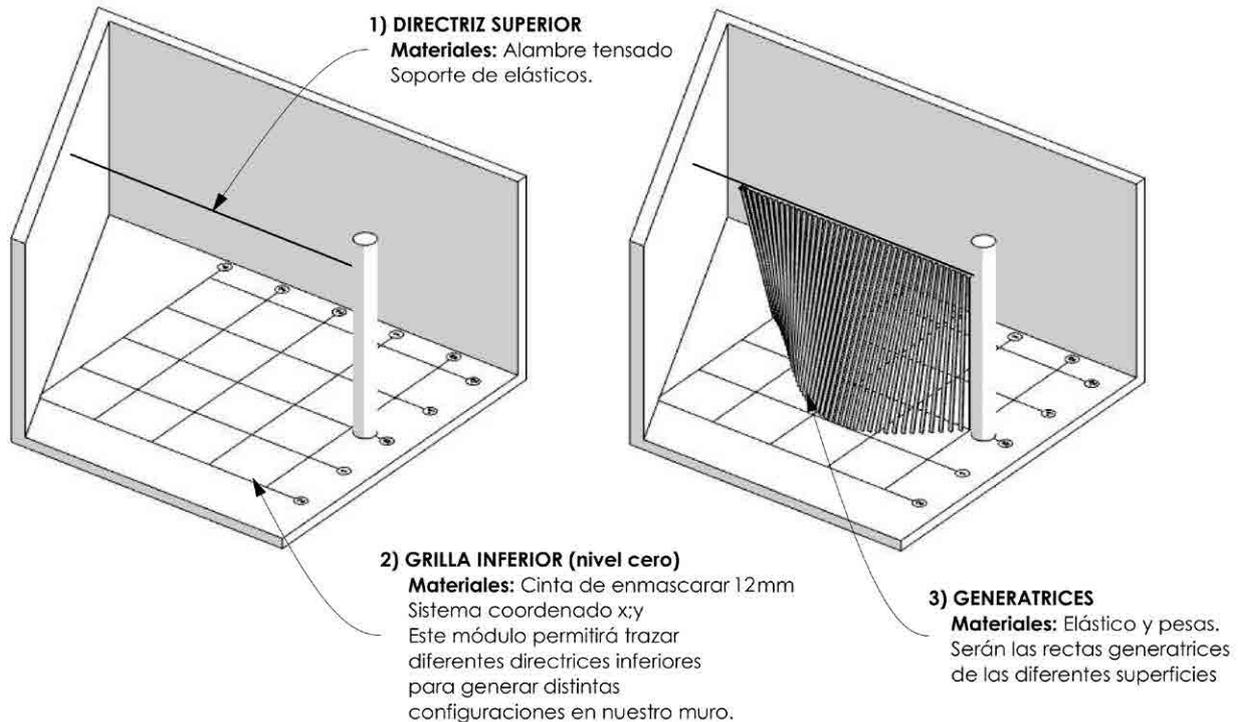


Figura 3. Materialidad

Siguiendo las consignas de los docentes tutores, utilizando materiales apropiados (alambre, elásticos, cinta de enmascarar de papel, pesas, etc.), trabajaron en la materialización del MURO. Replantearon la directriz inferior sobre la grilla, referida al Sistema Coordenado Cartesiano (x;y), y ubicaron el punto (0;0) y los puntos de control en correspondencia con el proyecto de MURO que cada equipo sugirió. (Figuras 4.a, 4.b, 4.c, 4.d, 4.e, 4.f y 4.g).



Figura 4.a Replanteo y construcción de la Grilla



Figura 4.b. Corte de las generatrices (elásticos)



Figuras 4.c.1 Desmolde de las pesas



Figura 4.c.2 Desmolde de las pesas



Figura 4.d Montaje de la directriz superior



Figura 4.e.1 Ajuste de generatrices (elásticos) para su visualización



Figura 4.e.2 Ajuste de generatrices (elásticos) para su visualización



Figuras 4.f.1 Primeras pruebas del MURO DINÁMICO



Figura 4.f.2 Primeras pruebas del MURO DINÁMICO



Figura 4.f.3 Primeras pruebas del MURO DINÁMICO



Figura 4.g.1 MURO DINÁMICO terminado

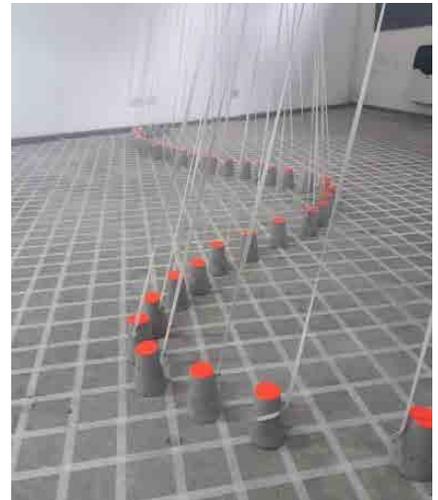


Figura 4.g.2 MURO DINÁMICO terminado

#### 4. Modelización y algoritmos matemáticos. Exploración con herramientas informáticas.

Para la modelización los alumnos trabajaron con *Rhino* 3D+*Grasshopper*, modificando distintos parámetros y generando los modelos 3D para diferentes propuestas del MURO DINÁMICO. (Figura 5).

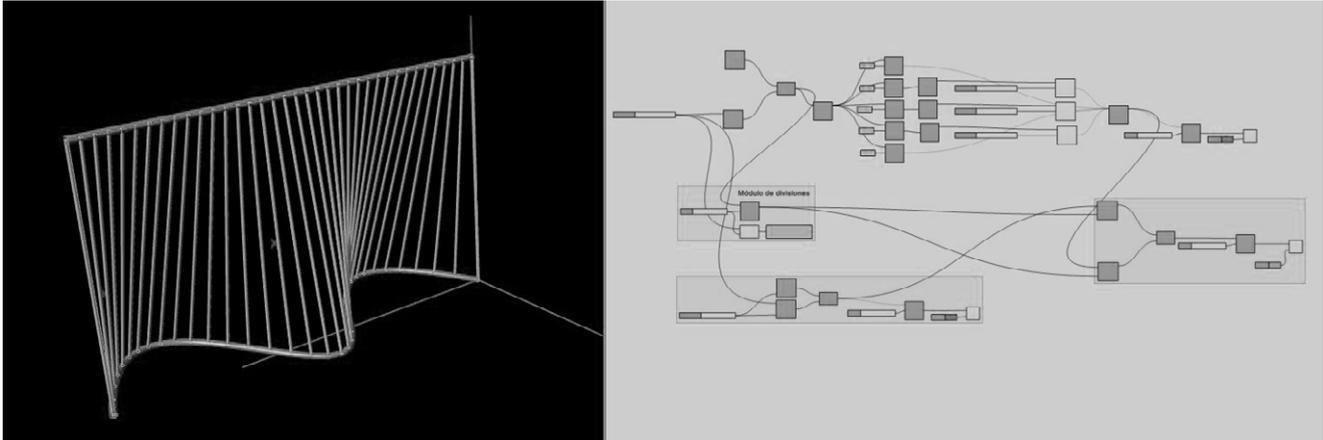


Figura 5. Captura de pantalla: Muro dinámico en interfaz de Rhino+ Grasshopper

Cada grupo diseñó un MURO DINÁMICO en base a una curva de Bézier de 5 puntos de control (de 4to. orden); estos puntos se ubicaron en la grilla y, utilizando las herramientas informáticas con la guía del docente Tutor, obtuvieron las coordenadas de todos los puntos necesarios para materializar la idea explorada.

Extraídos los valores numéricos, se analizaron y definieron cada una de las superficies regladas con mayor precisión, permitiendo así tomar decisiones constructivas que resultó la base para la materialización del MURO.

#### 5. Informe.

Los alumnos elaboraron un informe escrito del análisis geométrico general en relación al MURO DINÁMICO, acompañado con gráficos, fotografías, formulación matemática, croquis y videos del proceso creativo y constructivo. El trabajo se entregó por equipos en láminas formato 35cm x 50cm.

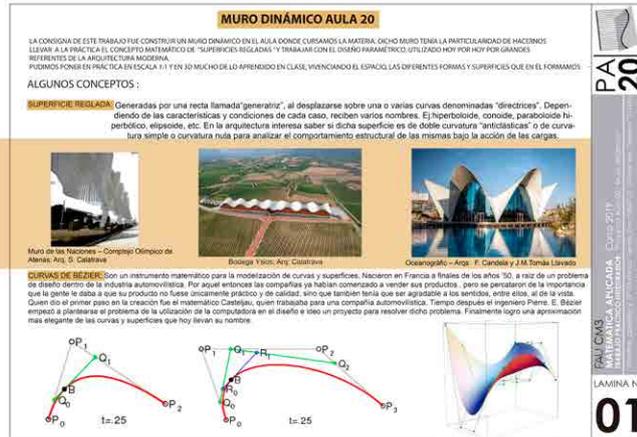


Figura 6.a

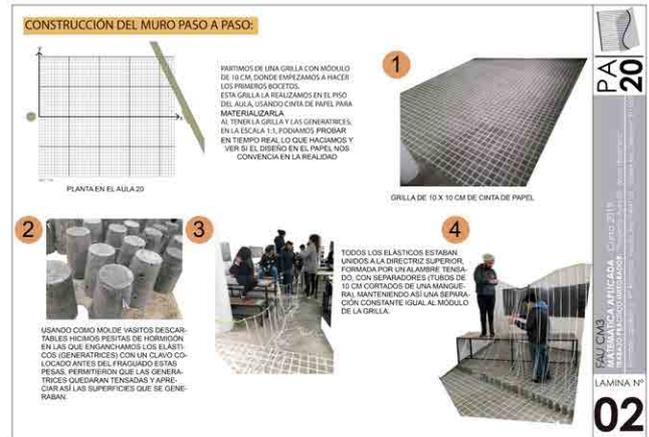


Figura 6.b

Los informes presentados en las láminas (Figuras 6 y 7) incluyeron:

- Introducción. Descripción del trabajo
- Diseño de la propuesta. Puntos de control. Curva de Bézier, coordenadas
- Proceso de construcción del MURO en el aula. Etapas, materiales utilizados, funcionamiento, etc.
- Herramientas informáticas. Experiencia con Rhinoceros 3D+Grasshopper (capturas de pantalla), proceso de rediseño.
- Datos del gráfico, referencias, coordenadas, variantes de diseño.
- Análisis de las superficies. Características, funcionamiento. Algoritmos matemáticos.
- El MURO DINAMICO construido. Fotografías con distintas variantes.
- Conclusiones. Opinión del Equipo sobre la experiencia del trabajo: las intenciones, las dificultades y los resultados.



Figura 6.c



Figura 7.a



Figura 7.b

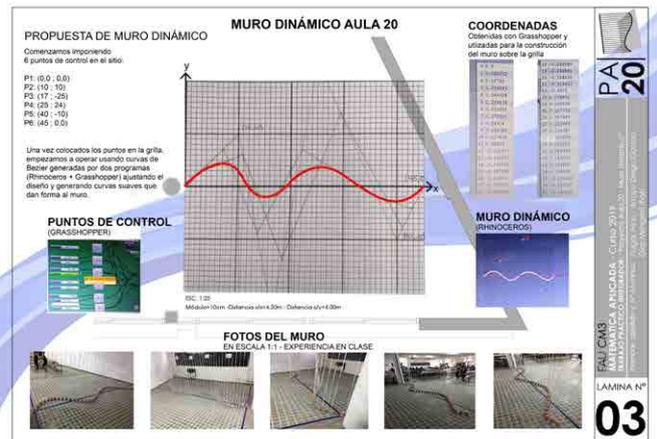


Figura 7.c

Figuras 6.a; 6.b; 6.c Láminas TPI “PA20-MURO DINÁMICO” Alumnos: Eva Vercillo N°40.471/5 y Ma.Celeste Goldar N°31.165/6  
 Figuras 7.a; 7.b; 7.c Láminas TPI “PA20-MURO DINÁMICO” Alumnos: Alan Pulgar N°39763/0; Diego Arroyo N°39889/4 e Iñaki Díaz Mengoni N°39849/5



Figura 8.a Exposición de trabajos en Equipos

## 6. Puesta en común y exposición del trabajo en Equipos

La exposición y entrega final consistió en una presentación con láminas de unos 15 minutos de duración, de la cual participaron los integrantes de todos los equipos. Los alumnos realizaron una apreciación general sobre el uso de la *Matemática Aplicada como instrumento de ideación, proyecto y construcción en referencia a las superficies diseñadas*. (Figuras 8.a y 8.b)

Finalmente, la totalidad de la documentación en formato digital fue subida al Espacio de Cátedra. <https://cm3lab.wixsite.com/blog>

## OPINIONES DE LOS EQUIPOS SOBRE LA EXPERIENCIA DEL TPI

*“... Como opinión personal podemos decir que el proyecto no pareció interesante y nos gustó la iniciativa de la Cátedra por diseñar Trabajos Prácticos Integradores que nos permitan una interacción con “lo construido”, que se combine con nuestra formación como arquitectos. Como crítica nos hubiese gustado que den una clase para aprender a utilizar los programas en plataforma paramétrica, así adquirimos conocimientos para el futuro.”*

Alumnos: Luciana Benz y Denise Sukup

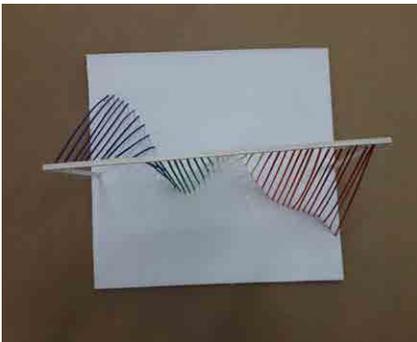
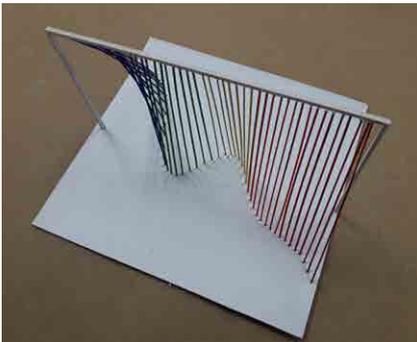
*“... Nos pareció una experiencia única, ya que en las demás materias no hemos aplicado en escala lo que diseñamos. Pero hemos hecho algo parecido en el curso de ingreso, con una maqueta volumétrica marcamos con grillas y fuimos formando los espacios y diseñando. Este trabajo fue interesante ya que fuimos armando en grupo una grilla y el muro que diseñamos, no solo lo fuimos modificando en lo digital sino en el armarlo en escala 1:1 y al ver cómo quedaba, nos pareció algo único y dinámico.”*

Alumnos: Alexandro Ruiz Díaz, Nahuel Álvarez y Lis López

*“... El trabajo propuesto por la Cátedra nos pareció maravilloso. Desde el primer día fue una construcción colectiva de los profesores y los alumnos.*

*Tener la posibilidad de construir y poder visualizar lo que proyectamos en escala 1:1 nos permitió poder desarrollar mucho mejor el trabajo y así también volver a “jugar” mientras realizábamos la propuesta. ¡Saber que lo que dibujábamos como “un punto” en la hoja lo podíamos ver “en 3D” en el muro, fue genial! En nuestra Facultad no solemos tener la posibilidad de que eso ocurra, suele quedar todo en el papel o como mucho materializado en una maqueta en pequeña escala. El día a día, el cortar los elásticos, trazar la grilla, pensar entre todos como podía hacerse mejor, o simplemente que podíamos aportar, hizo que este trabajo sea un momento de disfrute y de aprendizaje diferente, ya que las fórmulas pueden olvidarse, pero nunca se olvida aquello que realmente se aprende haciendo.”*

Alumnos: Eva Vercillo y María Celeste Goldar



Figuras 8.b y 8.c Maqueta alumnas: Eva Vercillo y Ma.Celeste Goldar

### EVALUACIÓN DEL TPI:

Durante el desarrollo del TPI, las consultas permitieron al docente tutor, aportar ideas y orientar el trabajo e ir conociendo a los integrantes del equipo, ver como éstos se desenvolvían y proponían alternativas (resultó ser una primera evaluación de la actividad del grupo). Los equipos por su parte fueron mostrando la idea del trabajo, a modo de pre entrega, adquiriendo confianza y seguridad para la presentación final. Las exposiciones de trabajos resultaron ser para los estudiantes, un excelente momento en la etapa de la vida universitaria, dado que los preparó para la presentación de proyectos en el futuro desempeño de la profesión. Para evaluar el TPI se utilizó la siguiente rúbrica (Figura 9.)

CM3		MATEMATICA APLICADA				PA 20			
TRABAJO PRACTICO INTEGRADOR: PROYECTO AULA 20 "MURO DINAMICO"									
Tema: Curvas y superficies aplicadas en arquitectura									
EQUIPO N°	Integrantes	Docente Tutor	Consultas	Fecha Exposición (láminas y MURO DINAMICO)	Trabajo en Equipo (Materiales, participación, colaboración)	Presentación (Laminas, fotos, maquetas, reflexión y conclusiones) formato papel y digital	Exposición individual	NOTA grupal	
1	Alumno 1			10/8/2019					
	Alumno 2								
	Alumno 3								
	Alumno 4								

Figura 9. Rúbrica para evaluación del TPI

### RESULTADOS

El Trabajo Práctico Integrador, se presentó con formato de “Guía”, donde se enunciaron los objetivos, las instancias ó etapas para su desarrollo, los datos técnicos, la duración de la actividad, la forma de presentación (esquema de láminas), los sitios web y la bibliografía de consulta recomendada. La Guía completa del TPI “Proyecto Aula 20 PA20-Muro Dinámico” se publicó en el Espacio de Cátedra: <https://cm3lab.wixsite.com/blog/matematica-aplicada>

### ESTADÍSTICA DE LOS RESULTADOS

En los siguientes gráficos mostramos el resultado de aprobación del TPI del 1er. Cuatrimestre de 2019. De un total de 72 alumnos cursantes, 39 -es decir un 54%- se integraron en 14 equipos para los cuales mostramos el resultado (Figura 10.a). Al momento de la presentación de este informe, 21 alumnos, -el 29%- no entregaron y/o no expusieron el TPI y 12 alumnos -es decir un 17%- abandonaron el curso o quedaron libres por no cumplimentar las pautas de cursada. (Figura 10.b)

Los alumnos que finalizaron el Curso y completaron voluntariamente la Encuesta de Cátedra, manifestaron en las mismas que el TPI fue una experiencia novedosa,

### Calificación TPI por Equipos



Figura 10.a Calificación TPI por Equipos

### Curso MATEMATICA APLICADA 2019

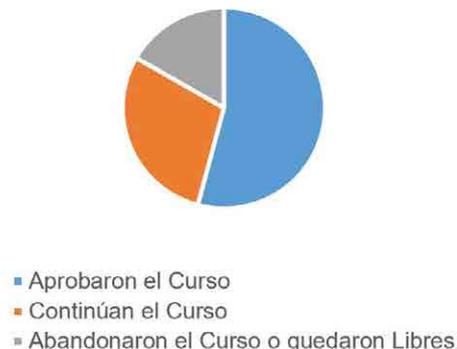


Figura 10.b Estadística Matemática Aplicada (Ago. 2019)

intensa, donde se sintieron involucrados y comprometidos con la temática propuesta aplicada al diseño 2D-3D. Pretendemos profundizar el camino emprendido y en el futuro incorporar nuevos tópicos para el TPI de Matemática Aplicada.

### CONCLUSIONES

La asignatura cuatrimestral “Matemática Aplicada” con formato de Taller que impulsa el Plan de Estudios VI vigente en la FAU-UNLP, requiere de los docentes a cargo del Curso una innovación en las estrategias didácticas y en el sistema de evaluación. El proceso de evaluación continua compromete a una planificación y actividades prácticas diseñadas en función de los resultados esperados y centradas en el alumno.

En ese sentido, creemos que el diseño de nuestro TPI “Proyecto Aula 20–MURO DINAMICO”, proporciona claridad para esta nueva metodología pedagógica y pretende ser un aporte a disposición de todos los docentes.

En una mirada reflexiva hacia el interior de nuestra Cátedra, disfrutamos el entusiasmo con que los alumnos de Matemática Aplicada enfrentaron esta etapa final de la materia, porque:

Aprendieron a trabajar en equipo

Aprendieron haciendo

Aprendieron a auto aprender

Aprendieron a presentarse y a exponer

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los Docentes integrantes del Equipo LAB, por sus valiosos aportes y su colaboración para la aplicación de esta experiencia en el Aula 20 de la FAU-UNLP y el logro de los resultados.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pottmann, H., A. Asperl, M. Hofer, and A. Kilian. (2007). *Architectural Geometry*. Exton, PA: Bentley Institute Press

Gorodokin, I. (2007) La formación docente y su relación con la epistemología. *Revista Iberoamericana de Educación*. Argentina.

Claudi Alsina Catalá. (2011). Conoides. <http://textos.pucp.edu.pe/texto/Conoides>

Ramón J. Zoido Zamora. (2018). Curvas y superficies en arquitectura. Segundo Congreso Internacional de Matemáticas en Ingeniería y Arquitectura. España.

Orlando Galdames Bravo. (2011). *Modelización con curvas y superficies de Bézier*. Universidad Politécnica de Valencia.

# 41

## **“Torta de bodas”: una obra Salomónica en balcarce. Su análisis morfológico, considerando aspectos geométricos, simbólicos y de analogía.**

**Analía Walter, Mariana Attanasio y Néstor Alberto Díaz**

Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina

### **RESUMEN**

El presente trabajo forma parte de una investigación que comprende el análisis de obras arquitectónicas relevantes, desde aspectos compositivos-geométricos y simbólicos, enmarcados en el Proyecto de Investigación “Morfología de la Geometría Sagrada, su rastreo histórico, su aplicación al Diseño y su enseñanza” que se desarrolla en la FAU-UNLP.

Como parte de tal proyecto de investigación, se seleccionaron hechos arquitectónicos pertenecientes a la obra del arquitecto Francisco Salamone (1897-1957), quien realizó entre los años 1936 y 1938 en la provincia de Buenos Aires, para la gobernación de Manuel Fresco, un plan de obras importantísimo destinado a la revalorización de poblados bonaerenses.

De su casi centenar de obras, de estilo art déco en la gran mayoría, integrado por municipalidades, mataderos, portales de cementerios, plazas, mobiliario urbano, solados públicos...; el recorte efectuado es analizado teniendo en cuenta variables de diseño, seleccionadas desde el punto de vista compositivo, que se relacionan con ordenadores proyectuales inherentes a la geometría y que son una constante en su obra. Como así también es estudiado el significado simbólico que sugiere la disposición de sus ornamentos y la elección de su morfología que, de alguna manera, a través de esta simbología arquetípica, nos manifiesta situaciones de contexto más allá de lo meramente formal.

En particular, el estudio que se expone en esta oportunidad se centra en su primera obra en la provincia de Buenos Aires, efectuada en la localidad de Balcarce, construida en 1936 y demolida en 1945. Esta obra, denominada en esa época por los balcarceños como “*La torta de bodas*”, implantada en la Plaza Libertad, contiene en su morfología un importante contenido simbólico con el que Salamone nos deja un mensaje y el cuál es reiterado en distintos elementos de sus edificios públicos futuros.

**Analía Walter**

[analiawalter@yahoo.com.ar](mailto:analiawalter@yahoo.com.ar)

**Mariana Attanasio**

[attanasio.mariana@gmail.com](mailto:attanasio.mariana@gmail.com)

**Néstor Alberto Díaz**

[nestoralbertodiaz@gmail.com](mailto:nestoralbertodiaz@gmail.com)

Cátedra de Matemática N°1  
“Díaz-Fileni-Toscano”. Instituto de Historia,  
Teoría y Praxis de la Arquitectura y la Ciudad.  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo.  
La Plata, Argentina.

### LA "TORTA DE BODAS" HISTORIA Y DESCRIPCIÓN

La primera obra, denominada en esa época por los balcarceños como "*La torta de bodas*", fue diseñada por el arq. Francisco Salamone y construida en el año 1936 en la Plaza Libertad de la ciudad de Balcarce (Figura 1).

Su destino era una confitería donde se reunían personalidades políticas de la época. También se la utilizó para presentaciones culturales, talleres de pintura y una oficina de turismo de la Asociación de Fomento y Turismo de Balcarce.

En el año 1945, por razones políticas e ideológicas, fue demolida.

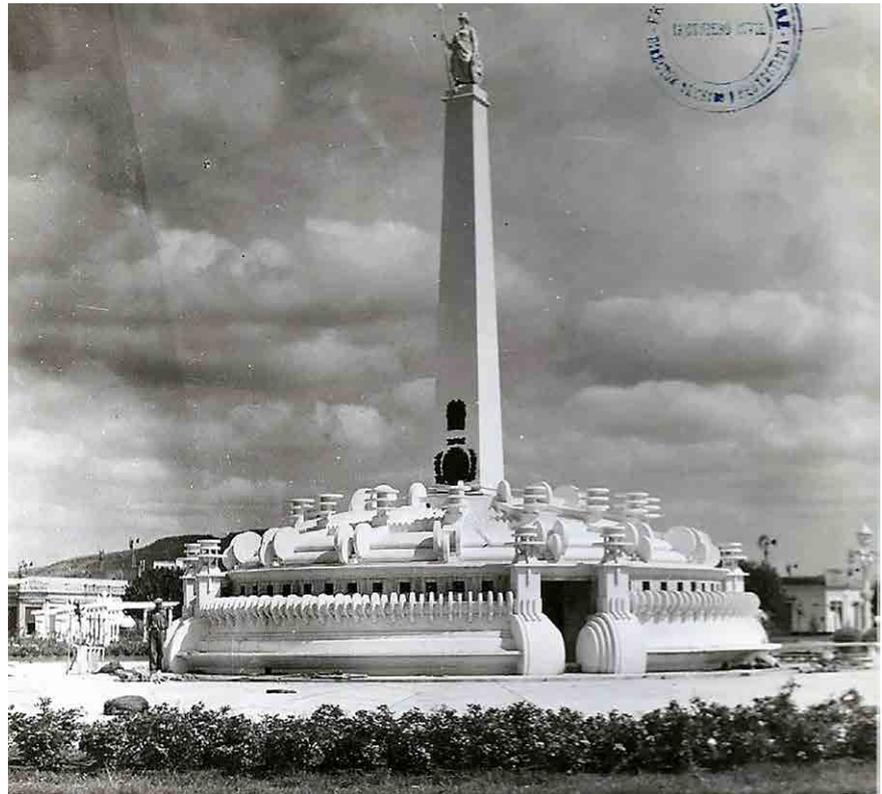


Figura 1: La denominada "Torta de bodas". Fuente Centro Cultural Salamone (CCS)

Era una construcción de 15 metros de diámetro por 3,5 de alto. Sus paredes estaban realizadas con carbón de coque y su interior estaba revestido con mármol de carrara.

La cubierta con una serie de círculos concéntricos tenía en su parte superior 16 discos verticales que originaban 16 radios. Estos últimos tenían una segunda fila de 16 torres formadas por 3 discos horizontales que se elevaban verticalmente. En la parte inferior de los radios se encontraban 32 discos verticales, ubicados de a pares, que intercalaban uno de menor tamaño.

Su planta circular tenía 4 accesos y en su interior se encontraba la confitería con el sector de servicios.

Cada puerta estaba flanqueada por dos farolas construidas sobre una gran base circular.

Entre cada una de las puertas, en las paredes de la fachada, había 12 ventanas cuadradas de 24 cm de lado. Debajo de ellas se encontraba el macetero con 41 discos verticales y el banco semicircular.

### CONSIDERACIONES PARA INTERPRETAR SU DISEÑO

La denominada "Torta de Bodas" es su primera obra en la Provincia de Buenos Aires y sin duda sería su carta de presentación ante el gobernador Fresco y el resto de los intendentes bonaerense, por tal motivo consideramos que su morfología tiene un sustento teórico que la respalda.

Para establecer el marco teórico de dónde partió la concepción de su diseño, planteamos las siguientes consideraciones:

- 1) Implantación y ubicación: en el centro de la Plaza Libertad.
- 2) Lo preexistente: en este caso la Pirámide, construida en 1889 para conmemorar la batalla de Suipacha (Figura 2). Está compuesta de un basamento, una pirámide y un coronamiento con una clara referencia a la Pirámide de Mayo.

Esta última, que se encuentra en la plaza de Mayo es el primer monumento patrio de la ciudad de Buenos Aires construido durante el año 1811 para celebrar el primer aniversario de la Revolución de Mayo. En el año 1856 se le agrega un coronamiento con una escultura de la Libertad que ha servido de modelo para la alegoría de la República Argentina (Figura 3).

Estas dos consideraciones nos hacen presuponer que su idea rectora tiene en cuenta la simbología del hecho preexistente.



Figura 2 Plaza Libertad Balcarce.  
Fuente CCS

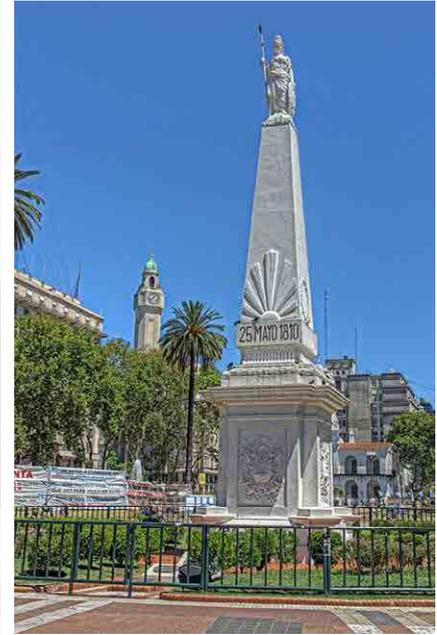


Figura 3 Pirámide de Mayo.  
Fuente Flickr photos

## ANÁLISIS DE LA OBRA

### EL SIGNIFICADO DE SU FORMA

Teniendo en cuenta lo citado anteriormente, analizamos el significado de las formas de la obra que fue diseñada como parte del Monumento a la Republica.

El basamento de la Pirámide tiene forma cuadrada.

En un cuadrado, trazando sus diagonales se ubican los cuatro puntos cardinales Norte, Sur, Este y Oeste. En los cuatro puntos cardinales sitúa los accesos a la confitería.

Los ejes del cuadrado determinan las direcciones restantes obteniendo de ese modo las 8 orientaciones.

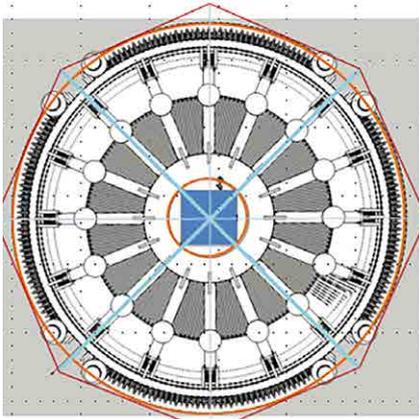


Figura 4: Análisis de la cubierta

El cuadrado además de estar relacionado con la Tierra, simboliza la estabilidad del mundo y representa las cuatro orientaciones primarias.

Salomone para completar este monumento, formalmente elige un círculo. La forma circular con su sentido de la globalidad que todo lo abarca tiene como uno de sus significados la unidad.

Conjuntamente (cuadrado más círculo) encierran el tiempo y el espacio (Fig. 4).

En el inicio del solado de la plaza se observa un octógono que siendo la representación geométrica del 8 indica: equidad, justicia, equilibrio (Figura 5).

Su aspecto formal, con su significado: unidad, equidad, justicia y equilibrio nos deja un mensaje con clara referencia a la República.

### ANALOGÍA DE SU COMPOSICIÓN

Siguiendo con lo que consideramos fue su idea rectora, para determinar la ornamentación de la cubierta y la fachada, nos preguntamos:

Qué aspectos históricos y simbólicos tuvo en cuenta?

Si bien al monumento de la Plaza Libertad se la llama pirámide, su forma es la de un obelisco y a esta forma se la asocia con el culto al sol.

Y, ¿cuál es el sol que se relaciona con el 25 de mayo?

Si retrocedemos en la historia Argentina, hasta la Revolución de Mayo, siempre se habla del Sol del 25 de Mayo, aunque ese día llovió.

El Sol de Mayo hace referencia a la Revolución de Mayo que marcó el inicio de la independencia de España por parte de los países que formaban parte del Virreinato del Río de La Plata. Su imagen contiene dieciséis rayos rectos y dieciséis rayos flamígeros intercalados que salen de un sol con rostro humano (Figura 6). Representa la luz de esperanza que surgió ese 25 de mayo. La esperanza y el nacimiento de una nueva nación. Como lo expresa El Himno Nacional Argentino en una de sus estrofas. "Se levanta en la faz de la tierra una nueva gloriosa nación".

El Sol de Mayo se trata de un sol figurado que personifica al dios del sol inca, Inti.

La imagen de Inti se representaba con la forma de un elipsoide de oro con rayos como atributos de poder. La cantidad de rayos eran 32 como resultado de las 16 columnas hacia el Este y hacia el Oeste que tenía el templo de Coricancha (templo del sol).

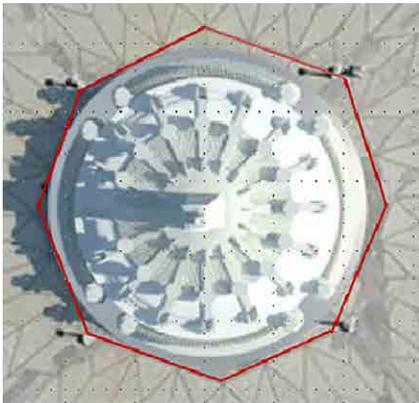


Figura 5: Octógono en el solado.  
Fuente 3D CCS

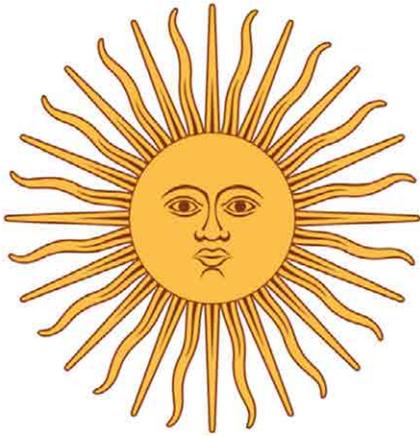


Figura 6: Sol de mayo

En la Asamblea General Constituyente del año 1813 se ordenó el diseño de un sello simbólico que reemplazara el sello de España. Este símbolo además sería acuñado en una moneda propia de la región (Figura 7). La tarea le fue asignada al artesano y grabador peruano Juan de Dios Rivera que había nacido en Cuzco, Perú y era hijo de una princesa del Imperio Inca. Rivera se inspiró en sus orígenes para dar vida al Sol de Mayo, haciendo referencia al Inti o Dios Sol Inca.

La Bandera Nacional Argentina, junto con el Escudo Nacional Argentino y el Himno Nacional constituyen los tres símbolos de nuestro país, aquellos que nos representan ante el resto del mundo. El diseño de los elementos gráficos, en la Bandera y el Escudo, están cargados de simbología. Además de los colores blanco y celeste que fueron tomados del manto de la Virgen de la Inmaculada Concepción tanto la Bandera como el Escudo llevan grabados el Sol de Mayo.

En la Bandera con 32 rayos: 16 rectos y 16 flamígeros. Mientras que en el Escudo se ve asomar un sol de mayo con 21 rayos, 11 rectos y 10 flamígeros (Figura 8).



Figura 7: Moneda del año 1813



Figura 8: Bandera y Escudo Nacional Argentino

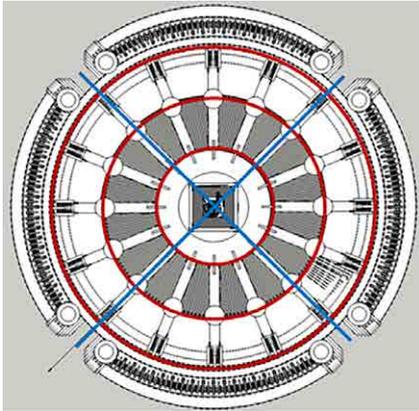


Figura 9: Círculos en la cubierta

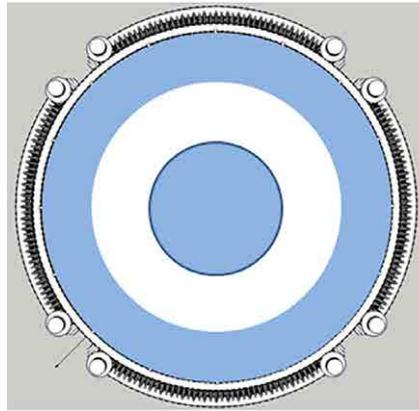


Figura 10: Análisis en la cubierta:  
Escarapela

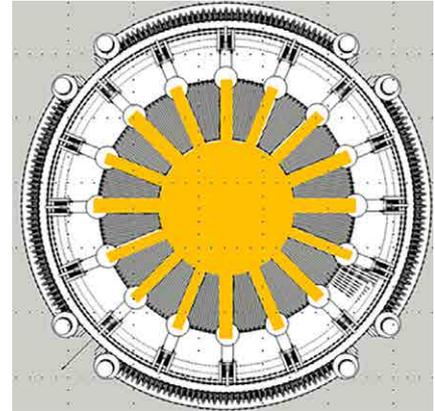


Figura 11: Análisis de la cubierta: El Sol de Mayo.

### EL ORNAMENTO DE SU CUBIERTA

Salamone en su obra recurre a las figuras retóricas y en algunas utiliza la metáfora, como se aprecia en sus obras para los mataderos municipales.

En esta obra observamos que recurre a la analogía que es aquella en donde su estructura tiene que ver con imágenes o mensajes que transmiten los edificios.

Hemos establecido que para la ornamentación de la obra, la analogía que tuvo en cuenta tiene relación con la Revolución de Mayo y el Sol de Mayo.

La cubierta tiene un diseño compuesto por una serie de círculos concéntricos (Figura 9).

Los diámetros de los círculos no son elegidos al azar, sus dimensiones guardan correspondencia con la proporción utilizada en la Escarapela, primer distintivo patrio (Figura 10).

Los discos verticales u horizontales están ubicados en cada uno de los tres círculos y la cantidad varía entre 16 y 32.

En el primer círculo hay 16 discos verticales, en el segundo 16 discos horizontales igual número que los rayos rectos y los rayos flamígeros.

En su parte inferior, tercer círculo, encontramos 32 discos, correspondiente a la suma de ambos. La analogía con el Sol de Mayo puede observarse si consideramos el primer círculo como el que representa el rostro del sol y del cual nacen los rayos (Figura 11).

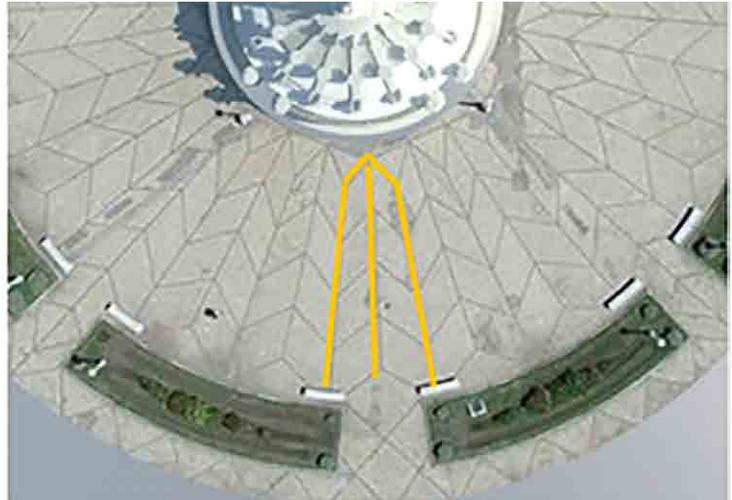


Figura 12: Análisis de la puerta de acceso y solado de la Plaza Libertad. Fuente fotos: CCS

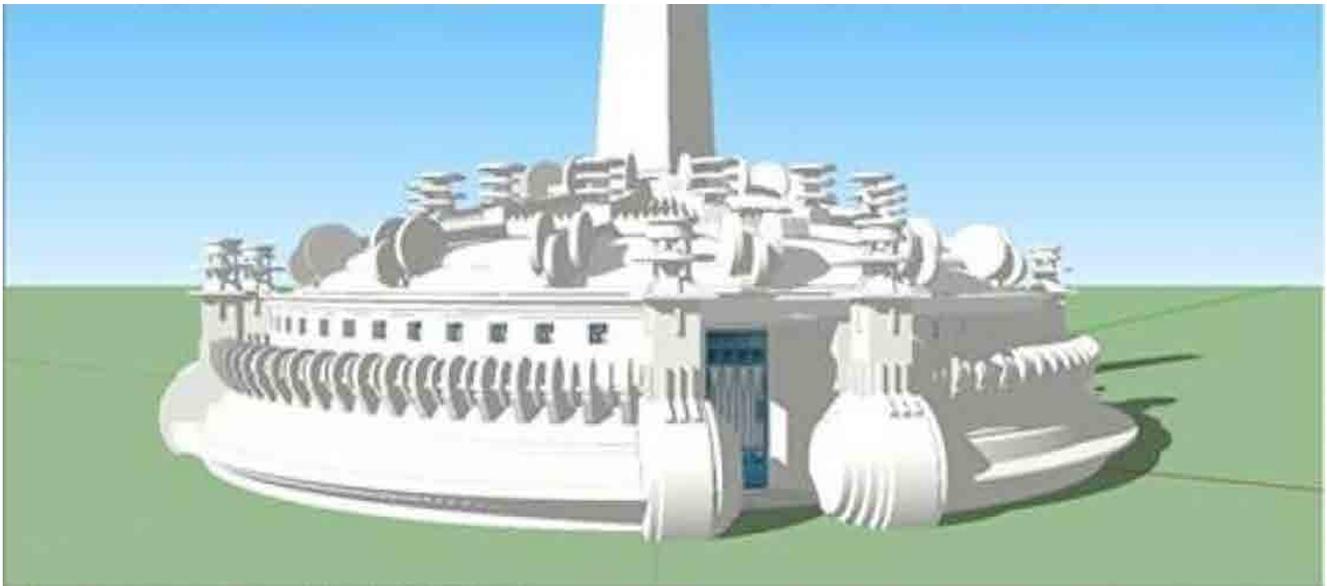


Figura 13: Modelación en 3D. Fuente: CCS

La idea de rayos solares se ve representada en el diseño de la herrería de sus puertas y en el solado de la plaza (Figura 12).

### LA ORNAMENTACIÓN DEL MACETERO

En la fachada, la pared ubicada entre las puertas, tenía un banco semicircular y un macetero con una ornamentación de 41 discos, en la parte superior (Fig.13).

Para interpretar el significado de este número se tuvo en cuenta la ciencia de la numerología, que tal y como ha llegado a nuestros días, es creación de Pitágoras. Este afirmaba que los números eran el nexo de unión entre todas las cosas, como la lógica que mueve el cosmos y el universo. Los números son: principios absolutos en la aritmética y magnitudes en estado de reposo en la geometría.

En las personas la numerología del nacimiento nos da una idea sobre su carácter o personalidad. Para determinarla hay que realizar la suma y reducción de las cifras de una fecha a un solo número del 1 al 9.

En el análisis de la cubierta se plantea que para la ornamentación su analogía tiene que ver con el 25 de Mayo.

Para determinar la cantidad de discos en el macetero ¿pudo haber considerado esa fecha, coincidiendo además que el proyecto lo presentó para su aprobación en mayo de 1936?

Realizamos la suma de las cifras de las fechas: Semana de Mayo: 18 al 25 de mayo

$$1+8+2+5+5= 21$$

Esta es la cantidad de discos mayores

Año de la Revolución de Mayo: 1810

$$1+8+1+0=10$$

Año del proyecto y construcción de la obra: 1936

$$1+9+3+6 = 19= 1+9= 10$$

La suma de ambos años nos da **20** que es la cantidad de discos menores

De esta manera logramos obtener los 41 discos que tiene el ornamento del macetero.

La reducción de esta cifra es  $4+1=$  **5**

El cinco es el número que representa la libertad y el cambio.

Nuevamente vemos que el mensaje tiene que ver con lo que deseaban los patriotas el 25 de mayo de 1810.

### REFLEXIÓN

Si en otras obras posteriores de Salamone como en las fuentes de la plaza de Laprida o Guaminí, nos encontramos que la distribución de su ornamentación repite la misma sucesión numérica.

Si en el diseño de sus mataderos utiliza la metáfora en alusión a la actividad desarrollada en ellos.

Con su diseño para la confitería de la Plaza Libertad, 126 años más tarde: ¿Pretendió revivir el espíritu de la Revolución de Mayo?

Salamone pudo haber realizado la morfología de esta obra de diferentes maneras pero sin duda la que eligió fue para jerarquizar el Monumento a la República.

“La República que nace y clama a sus cuatro puntos cardinales: LIBERTAD”.

### BIBLIOGRAFÍA

Federico, C. V., Díaz, N. A., y Arias Mercader, M. J. (2007). Enseñanza interdisciplinaria: geometría y arte. In I Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales (La Plata, Argentina). Sedici.

Fiorentino, R. M. (2007). Forma y estado. La arquitectura como propaganda política. In III Jornadas de Investigación en Disciplinas Artísticas y Projectuales (La Plata, Argentina). Sedici.

Fornari, A., y Walter, A. (2006). Geometrizar los proyectuales en la arquitectura Argentina. In IV Jornadas Nacionales de Investigación en Arte y Arquitectura en Argentina (La Plata, Argentina).

Novacovsky, A, Benito, P, Roma, S.(2001). 'Francisco Salamone en la Provincia de Buenos Aires. Reconocimiento Patrimonial de sus obras. Volumen I. (Mar del Plata, Argentina). Grafikart.

- Longoni R., y Molteni J. (2004). Francisco Salamone. Sus obras municipales y la identidad bonaerense. (La Plata, Argentina). Instituto Cultural Gobierno de la Provincia de Bs. As.
- Pezzano, L. (2003). El Anverso de las Primeras Monedas Patrias. *Jornario de las XXII Jornadas Nacionales de Numismática y Medallística. (Rosario, Argentina).*
- Walter, A y Fornari, A. (2006). Estudio compositivo-geométrico de la obra de Salamone. Actas de las III Jornadas de Proyectos de investigación. (La Plata, Argentina). Facultad de Arquitectura y Urbanismo (UNLP).
- Walter, A., y Fornari, A. (2007). Simetría y proporción: ordenadores proyectuales en la obra de Francisco Salamone. (Buenos Aires, Argentina). Págs. 484 a 487. Sema.

#### En Internet

Facebook "Reconstruyamos la torta de Salamone"

Metáfora y analogía

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7853/TESINA%20Metafora%20y%20Analogia%20BOMPORIDOU>

Los secretos de la numerología

<http://www.lanacion.com.ar/1272753-los-secretos-de-la-numerologia>

El cuadrado mágico de la sagrada familia.

[http://catedu.es/matematicas\\_mundo/CURIOSIDADES/cuadrado\\_Gaudi.htm](http://catedu.es/matematicas_mundo/CURIOSIDADES/cuadrado_Gaudi.htm)

El sol de las primeras monedas patrias

<http://www.billetesargentinos.com.ar/articulos/solpatrio.htm>

# 42

## Modelando geometrías. Aplicación en la documentación gráfica del patrimonio

**Nélida Beatriz Rodríguez, Romina Beatriz Pérez, María Florencia Pelanda, Andrea De Socio y Gonzalo Bustos**

Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), Argentina

### RESUMEN

Los modeladores digitales son una valiosa herramienta que favorecen los procesos formales del diseño tridimensional. Se trata en primer lugar de reconocer el aprendizaje del modelado 3D como estrategia para desarrollar habilidades del pensamiento de la forma, pensamiento del espacio, por sobre las habilidades gráficas.

La práctica del modelado digital requiere de formación geométrica para posibilitar la visión del espacio y la generación rigurosa de formas. Operar directamente en un espacio virtual 3D implica un cambio metodológico en los procesos de ideación del diseño. La Geometría favorece el análisis, comprensión y expresión gráfica de las formas, tanto en su prefiguración como en la representación. Las destrezas geométricas potencian la capacidad creativa.

La comprensión de los instrumentos conceptuales y operativos que sustenten la generación digital de la forma, beneficia la formación de una actitud crítica para el conocimiento de límites y posibilidades de la herramienta digital. Esta comprensión potencia el uso de los modeladores digitales.

Es conveniente enfocar el aprendizaje de la modelización tridimensional como estrategia cognitiva y creativa, favoreciendo el desarrollo de hipótesis formales para la modelación. El uso del dibujo como método de investigación sustenta el propósito de concebir el aprendizaje del modelado 3D unido al pensamiento de la forma.

En la FAUD UNSJ, en el marco de la línea de investigación “Valor de la documentación gráfica del patrimonio”, se desarrollan modelos 3D del patrimonio arquitectónico

**Nélida Beatriz Rodríguez**

*nbrodri@yahoo.com.ar*

**Romina Beatriz Pérez**

*romi\_carp@hotmail.com.ar*

**María Florencia Pelanda**

*nbrodri@yahoo.com.ar*

**Andrea De Socio**

*nbrodri@yahoo.com.ar*

**Gonzalo Bustos**

*nbrodri@yahoo.com.ar*

Cátedras: GRÁFICA Sistemática 2, Dibujo del espacio tridimensional. Departamento de Diseño. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. UUNSJ. San Juan, Argentina.  
<http://www.faud.unsj.edu.ar>

de San Juan. Estos son realizados en gran medida por alumnos de la carrera de Diseño Industrial. Esta experiencia nos lleva a verificar: la importancia del pensamiento geométrico de las formas para realizar con rigurosidad los modelos y la posibilidad de utilizar el modelado 3D como método de investigación de la geometría de las formas.

### Modeladores 3D y Geometría

“La modelación o modelización geométrica se entiende como el proceso científico abstracto, por el cual en el ámbito de una determinada geometría se elabora una teoría que conceptualmente puede reflejar la característica esencial de un objeto o fenómeno”. (Suarez Sotomontes, 2006).

Los modeladores digitales son una valiosa herramienta que favorece los procesos de generación de las Formas en el diseño tridimensional. Su consideración en la formación del diseñador posibilita la integración de conocimientos que fortalecen el pensamiento gráfico.

El modelado geométrico digital ha puesto en valor el pensamiento geométrico, en particular las acciones y métodos de la geometría del espacio, descriptiva y proyectiva, como también la estructuración cartesiana del espacio. La Geometría fundamenta, facilita y estructura la comprensión, selección y expresión de las soluciones formales en el campo del diseño y su producción.

La práctica del modelado digital requiere de la formación geométrica que posibilita la visión del espacio y la rigurosidad en la generación de formas. Operar directamente en un espacio virtual 3D implica un cambio metodológico en los procesos de ideación del diseño. La Geometría favorece el análisis, comprensión y expresión gráfica de las formas, tanto en su prefiguración como en la representación. Las destrezas geométricas potencian la capacidad creativa. La capacidad de pensar gráficamente reduce las limitaciones creativas, no solo en el proceso de generación formal sino también en la resolución de problemas espaciales de la misma. El conocimiento de la geometría es necesario para desarrollar habilidades en la generación y manipulación de formas también en el medio digital. En ella se encuentran infinitas posibilidades estructurales y de composición que pueden ser aplicadas en todo proceso de construcción del objeto.

Con la modelización 3D se puede entender procesos geométricos presentes en la generación de las formas. La comprensión de los instrumentos conceptuales y operativos que sustentan la generación digital de la forma, posibilita la formación

de una actitud crítica basada en el conocimiento de límites y posibilidades de la herramienta digital. Esta comprensión potencia el uso de los modeladores digitales.

La geometría asociada a la computación, pone a disposición del diseñador nuevos caminos geométricos para la generación de formas complejas. Las primeras computadoras comenzaron trabajando con curvas Splines y B-Splines basadas en curvas Bezier. Algunos modeladores utilizan NURBS (Non Uniform Rational B-Spline) para generar curvas y superficies. Nuevos fundamentos matemáticos y geométricos benefician la gráfica digital, permitiendo realizar diseños con superficies orgánicas que pueden ser calculadas y dimensionadas luego de haber sido ideadas.

### MODELADORES 3D, ESTRATEGIA COGNITIVA

La modelización tridimensional se puede considerar como estrategia cognitiva y creativa, ya que su aprendizaje permite desarrollar el pensamiento de la forma, pensamiento del espacio, además de las habilidades gráficas. Cuando esta práctica comienza con el planteo y visualización de hipótesis formales para recién comenzar la construcción de un modelo se canaliza entonces desde la investigación, favoreciendo así la reflexión que da lugar al desarrollo del conocimiento de morfologías. El uso del dibujo, herramienta del pensamiento gráfico, como método de investigación de la Forma sustenta el propósito de concebir el aprendizaje del modelado 3D unido al pensamiento de la forma. La tecnología digital permite el desarrollo de metodologías en los procesos de enseñanza –aprendizaje que potencian la percepción espacial durante los procesos creativos del diseño.

### EXPERIMENTANDO EL MODELADO 3D

En la FAUD UNSJ, en el marco de la línea de investigación “Valor de la documentación gráfica del patrimonio”, se desarrollan modelos 3D del patrimonio arquitectónico de San Juan. Estos son realizados por alumnos de la carrera de Diseño Industrial de la FAUD – UNSJ, que ya tenían aprobadas las asignaturas: Sistemas Gráficos 1, 2 y 3. Esta experiencia nos permitió plantear el papel del pensamiento geométrico en la construcción de modelos 3D de edificios patrimoniales existentes. Abordar la generación de maquetas virtuales de edificios patrimoniales requiere de realizar un trabajo comprometido que tiene su correlato en la rigurosidad con que se encara el trabajo. De aquí la importancia del pensamiento geométrico de las formas a fin de realizar con rigurosidad las maquetas virtuales, utilizando los

procesos de modelado 3D como método de investigación de la geometría de las formas.

Incorporando el proceso de experimentación como medio para analizar geometrías conformativas, podemos indicar que, en términos generales el proceso de modelización se inicia con la recolección de datos experimentales que favorecen la comprensión del problema o su modificación. El relevamiento de datos permitió contar en todos los casos con: fotografías y planos que en general no estaban actualizados lo que se hizo necesario el levantamiento de medidas con medidor laser. Los estudios de campo fueron muy importantes para experimentar perceptualmente el edificio y comenzar in situ con las visualizaciones de sus conformaciones geométricas. Cabe reconocer que este proceso no sigue un desarrollo lineal, sino que las diferentes fases se modifican de acuerdo a los resultados alcanzados en cada momento del proceso.

Los modelos fueron desarrollados en el marco de Proyectos de Investigación Acreditados y otros mediante Becas de Investigación en la categoría de Alumno Avanzado.

Las siguientes figuras se enmarcan en el proyecto “Documentación gráfica del patrimonio escolar pre 44. Caso modelo: Colegio Nacional monseñor Dr Pablo Cabrera”. Fueron realizadas por el alumno Gonzalo Bustos.

Figura 1: Moldura del Pabellón administrativo.

Figura 2: mástil del Colegio

Las siguientes figuras se enmarcan en la Beca de Iniciación a la Investigación, categoría Estudiante Avanzado” de la alumna María Florencia Pelanda. Nombre del proyecto de investigación: "Registro gráfico de la valoración de un bien patrimonial. Caso modelo: Parroquia Sagrada Familia, Zonda – San Juan.

Figura 3 Modelo del Conjunto parroquial

Figura 4: Modelo del conjunto parroquial

Figura 5 Modelo del Campanil

Figura 6: Modelo geométrico del conjunto parroquial

Los análisis realizados por cada alumno sobre sus propios procesos de modelado transparentan la presencia del pensamiento geométrico en los procesos de elaboración del modelo desde distintos caminos. Sus propios relatos contienen expresiones muy ricas para la reflexión a la hora de abordar la geometría en los procesos de generación formal. A continuación, se transcribe algunos pasajes de sus relatos de la experiencia:

- “Comencé a dibujar, a manera de boceto, las carpinterías de la administración del edificio, de manera tal de representar lo mas pregnante y así tener una base de información que me permitiera dar el primer paso de análisis y comenzar el modelado. Dichos bocetos tenían una intención marcada, ya que por medio de la vista frontal podía comenzar a modelar. Teniendo esta información ya me generaba un esquema de prefiguración por conocimientos previos, tanto del programa como así también de la geometría. Poder dibujar primero a mano alzada y después modelar 3D, me genera una constante ida y vuelta, ya que todo el tiempo tenía que cotejar las dimensiones, forma, proporción. No solamente los bocetos fueron de mi ayuda sino también por medio de fotos. Este proceso me ayudo para comprender, dibujar y modelar lo existente, es un proceso de constante ida y vuelta, dinámico y sobre todo me ayudo a internalizar y utilizar conceptos de la geometría que es fundamental a la hora de reconstruir por medio del modelado 3D de elementos existentes de los cuales hay escasa o no hay información.” Romina Pérez.

- “Al iniciar el proceso de modelado, comencé por las partes generales. Tuve que dibujar la planta sin detalles y luego realizar una serie de cortes, empalmes y uniones con diferentes comandos. Una vez que terminé la planta realicé una extrusión hasta la altura correspondiente de los muros. Luego con diferentes planos, paralelos a la base realice cortes, que me servirían de guía más adelante, donde iba a colocar las molduras y la altura de donde se conectaba la galería. El paso siguiente fue el techo, al tener solo la vista Frontal del edificio, podía obtener solo la altura total del edificio, lo que me dificultaba saber con precisión las dimensiones de los planos inclinados que lo conforman. Realicé la descomposición geométrica de la parte superior del edificio, dándome como resultado cuatro planos que se relacionaban por una recta perpendicular al eje”. Andrea di Socio.

- “Para comenzar con el proceso de reconstrucción de un modelo digital lo primero que realizo es un análisis de los planos, si es que cuento con ellos, y luego realizo un relevamiento de las medidas generales del objeto a reconstruir. Hago un esquema mental de las volumetrías contenedoras y luego las boceto y comienzo a construir en el programa digital con las medidas recabadas. Lo más importante en esta etapa inicial es reconocer las geometrías contenedoras,

ver distintos niveles y direcciones generales del objeto a reconstruir. Como dije anteriormente la parte más importante es el comienzo ya que se identifica y se comienza a construir la base geométrica que será como el alma del proceso de reconstrucción digital, luego se van incorporando geometrías y generando los detalles sobre estas geometrías básicas y ya se convierte en un proceso más fluido. En mi proceso utilizo la geometría espacial en todo momento ya que cada plano lo voy dibujando con líneas, puntos, planos contenedores que me van generando la estructura espacial para la reconstrucción del objeto”. Florencia Pelanda.

- “En el desarrollo curvilíneo, descubrí que se apela mucho al uso de arcos de circunferencia. Estos se empalman en algunos casos con segmentos de recta, lo que le otorga un sentido de continuidad a la polilínea. También se producen empalmes de curva con curva, generándose muchas veces inflexiones de curva. Para poder representar estas líneas intenté aproximarme a la ubicación del punto de inflexión y encontrar la recta tangente común a ambas. Este juego de curva y contracurva en mi opinión es lo que les da el carácter a las distintas molduras y vincula las distintas partes del edificio con un lenguaje en común. La presencia de curvas sugiere suavizados en la superficie y contrastan con los quiebres producto de encuentros entre segmentos de rectas en el perfil.” Gonzalo Bustos.

Estas palabras compartidas sobre sus experiencias nos entusiasman y se transforman en el motor que nos alienta a continuar con el compromiso de fortalecer el pensamiento geométrico en el proceso de diseño.

## CONCLUSIONES

Es necesario poner especial atención en la reflexión acerca de la utilización de los procesos de modelización geométrica como estrategia que potencia los procesos de enseñanza y aprendizaje en todos los niveles de la formación de grado del diseñador. Educar geoméricamente es un objetivo docente clave cuya finalidad debe ser facilitar el conocimiento del espacio tridimensional, desarrollando con ello la creatividad.

## BIBLIOGRAFÍA

Publio Suarez Sotomonte (2006). *Conceptos Geométricos en Modelación 3D*  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Grupo Piramide.  
<http://funes.uniandes.edu.co/11409/1/Suarez2006Conceptos.pdf>

# 43

## “Aplicaciones informáticas en geometrías no euclidianas”

**Manuel Shibuya**

Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP), Argentina

### RESUMEN

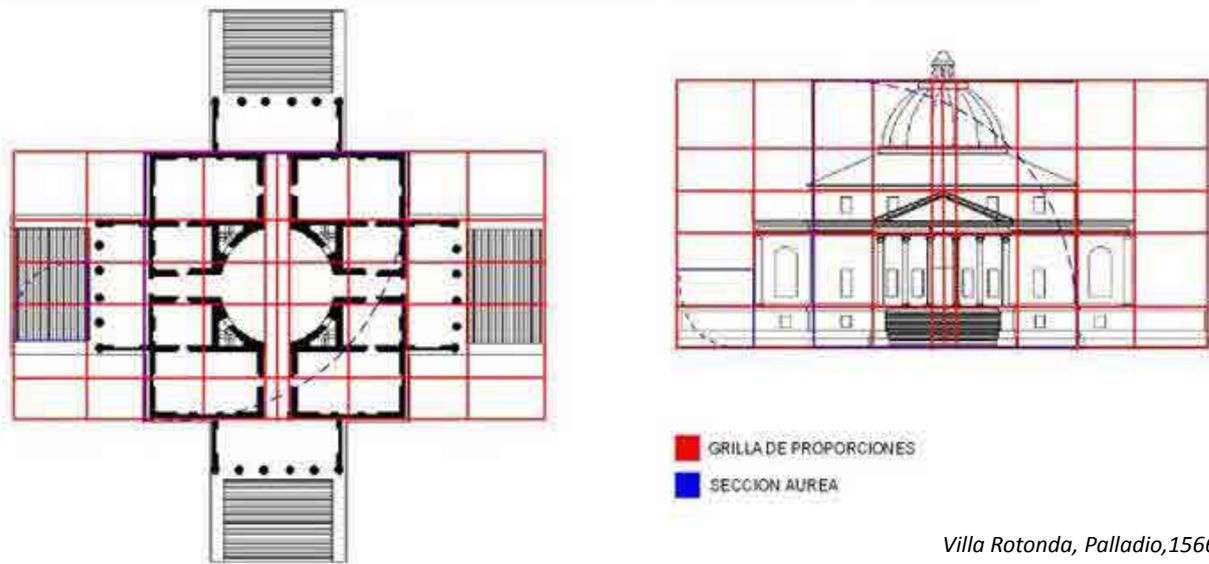
Este trabajo parte de la propuesta metodológica de la cátedra, y en particular de su titular la Arq.Susana Toscano, de poder incorporar metodologías de representación y modelización en 3d, partiendo de conceptos matemáticos y de la incorporación de software informáticos de cálculos matemáticos y de funciones geométricas, que permitan en una interfaz entre el diseño y la matemática, poder interactuar y desarrollar nuevas posibilidades morfológicas, espaciales y conceptuales de la arquitectura.

Los elementos que caracterizaban la tectónica, hoy juegan un papel diferente, donde las sensaciones, su volatilidad, liviandad, fluidez, o permeabilidad, hoy son factores que son constituyentes de la imagen de la obra, y empieza a perder sentido el discurso con que el arquitecto o proyectista, o creador de una obra de arte, concibe a priori su obra para brindar un efecto en el otro, sino a la inversa, es el otro quien tiene la palabra más importante, es el otro quien interpreta y da sentido a la obra misma. El proyectista abandona el rol protagónico de la obra. Y por otro, es la computación quien juega un rol crítico dentro del proceso de creación. Las relaciones habituales entre diseño y representaciones se abandonan en favor de complejidades generadas por computación. Procesos de diseño aptos para transformaciones coherentes, continuas y dinámicas están reemplazando los principios estáticos convencionales (tectónica del trilitico). Complejas geometrías curvilíneas se producen con la misma facilidad que las formas planas, cilíndricas, esféricas y cónicas de la geometría euclidiana. La planta ya no genera el proyecto; los cortes asumen un papel puramente analítico. Las grillas, repeticiones y la simetría pierden su anterior razón de ser, y la variabilidad infinita se convierte en algo tan factible como la modulación, y lo individual concebido masivamente se presenta como la alternativa de la producción en serie.

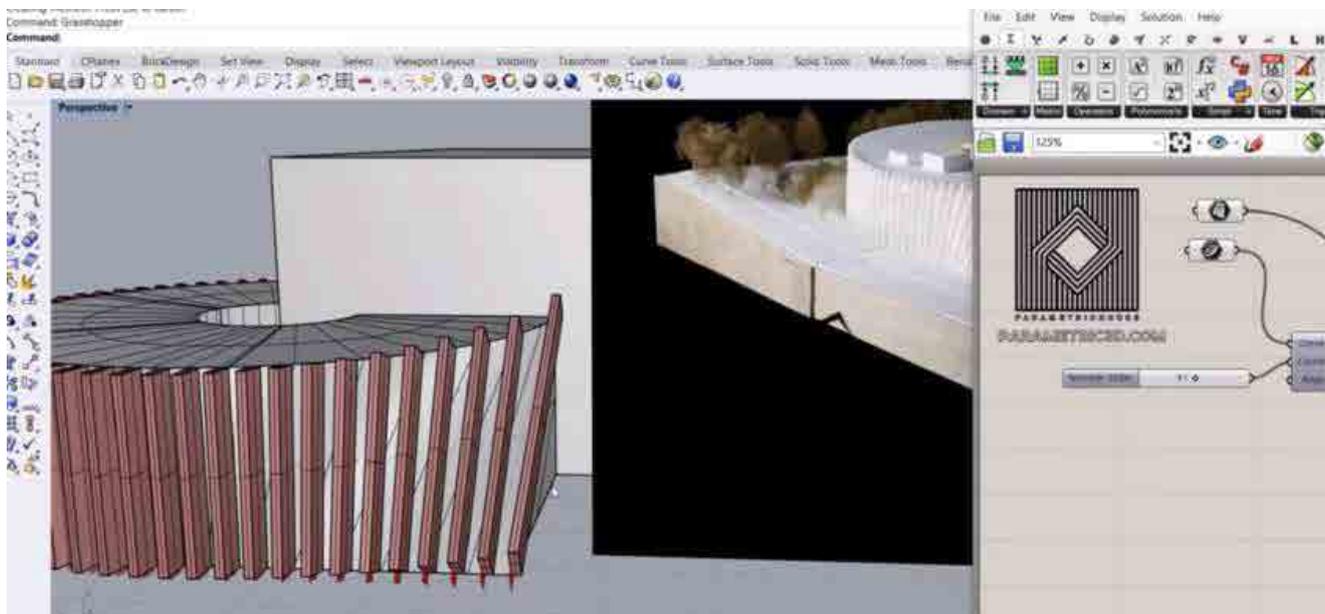
**Manuel Shibuya**

[manuelshibuya@gmail.com](mailto:manuelshibuya@gmail.com)

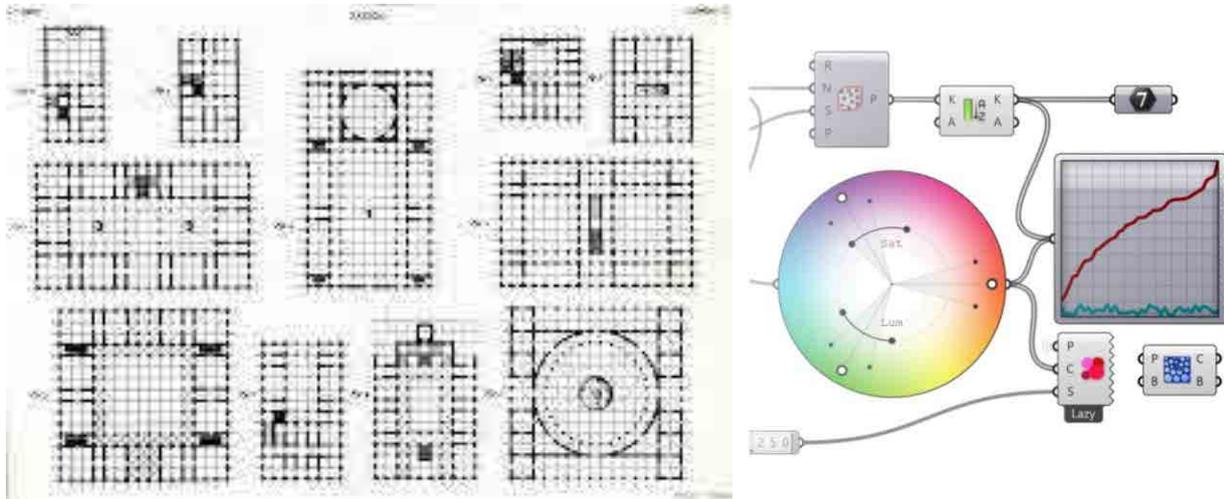
Cátedra Toscano. Facultad de Arquitectura,  
Diseño y Urbanismo. Universidad de Buenos  
Aires. Buenos Aires, Argentina



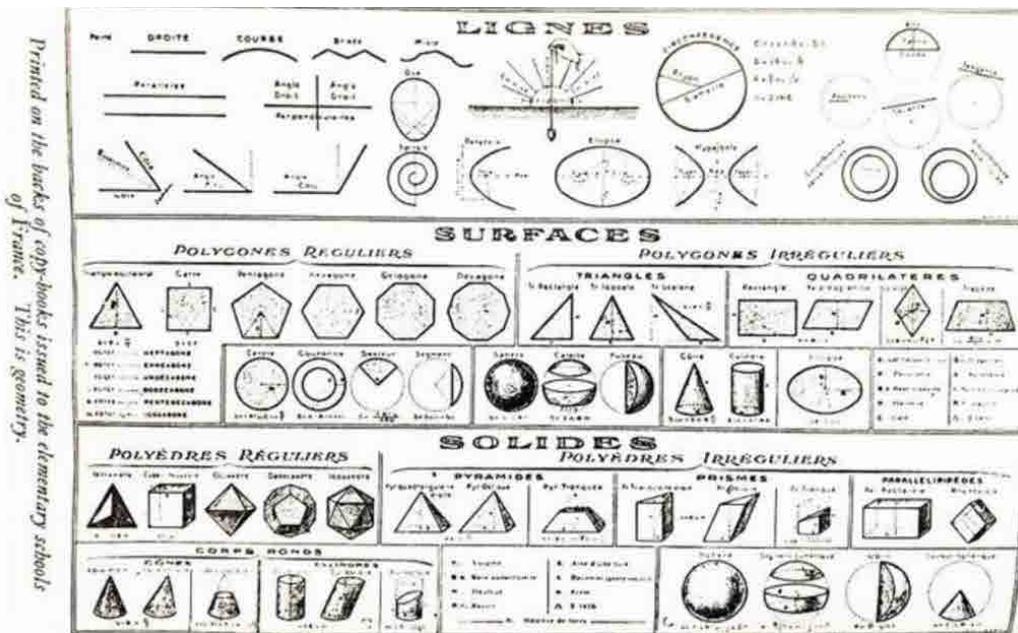
*Villa Rotonda, Palladio, 1566.*



*Casa desarrollada en Grasshopper*

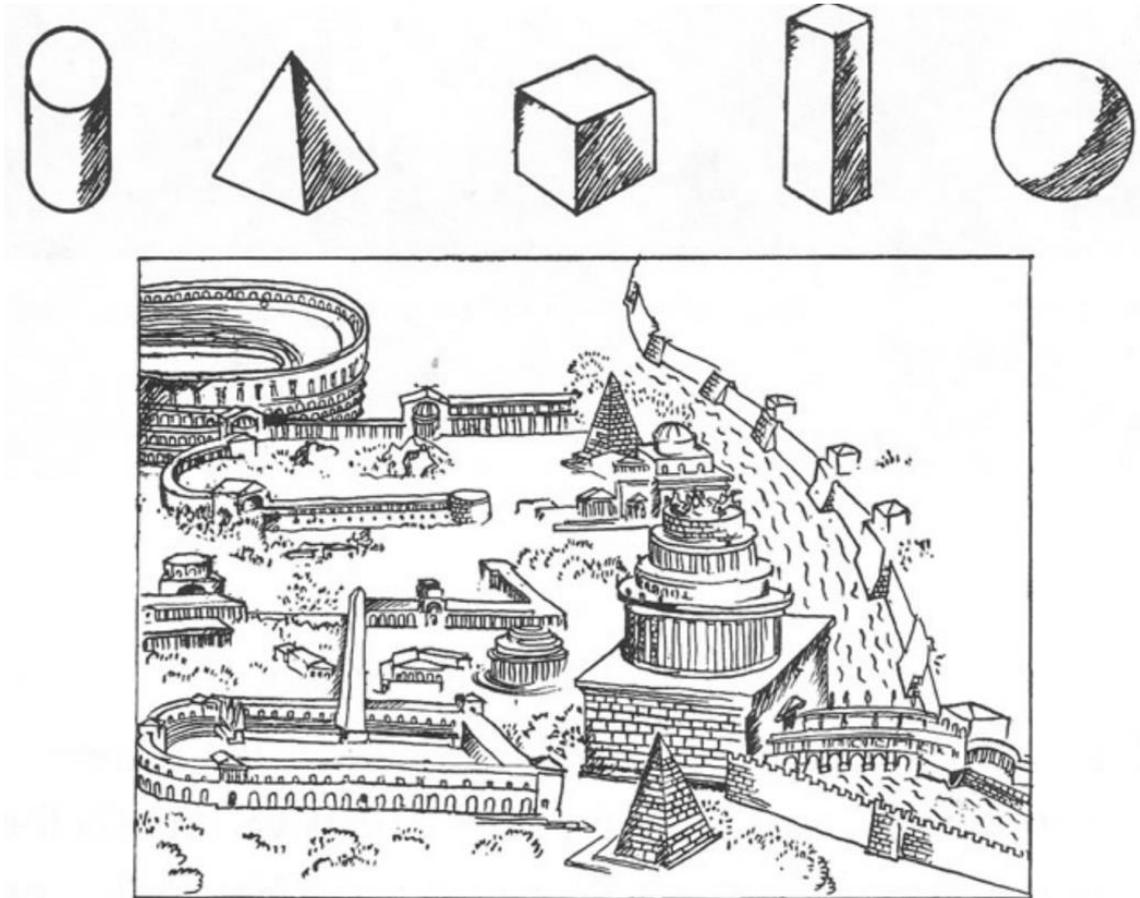


Grilla/ Parámetros



Printed on the backs of copy-books issued to the elementary schools of France. This is geometry.

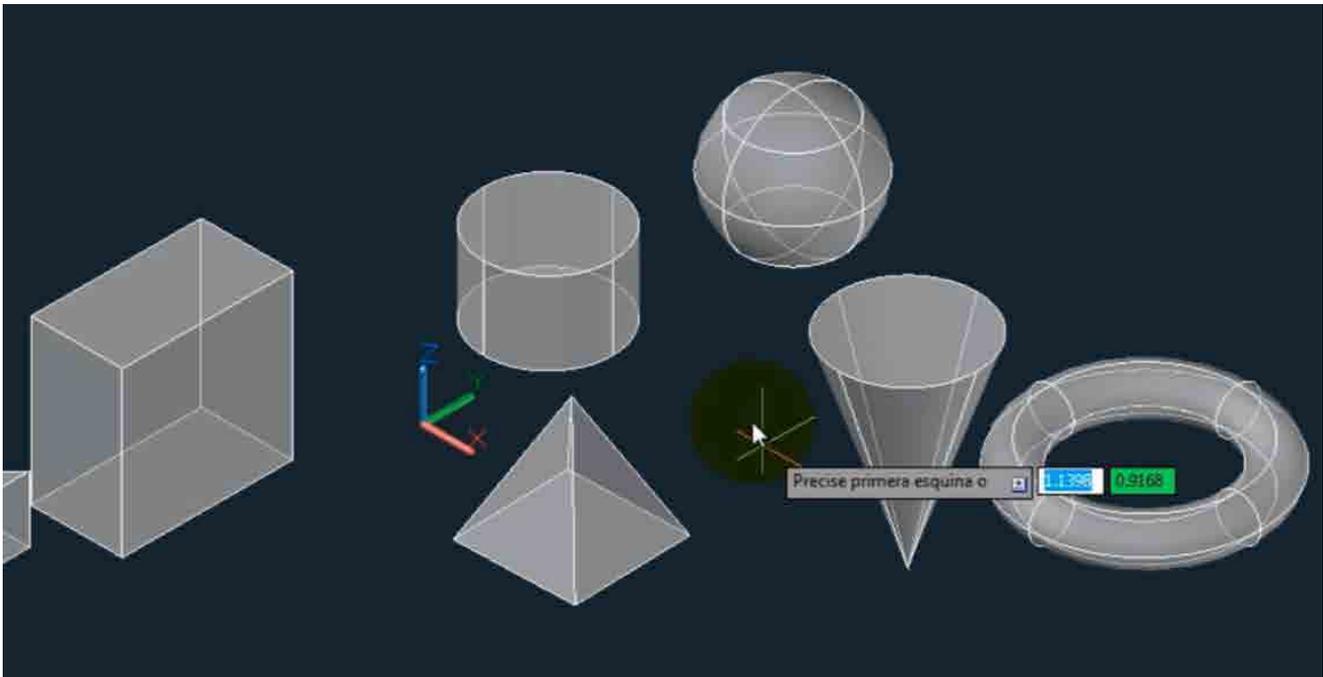
De Le Corbusier, La ciudad del mañana y su planificación, Prólogo, París 1925



*De Le Corbusier, hacia una nueva arquitectura, p.159*

### Geometrías no-euclidianas

A lo largo de los siglos, el pensamiento arquitectónico, se ha basado firmemente en el pensamiento de Euclides y los sólidos platónicos, perfectamente representados en la arquitectura de Le Corbusier. El cilindro, la pirámide, el paralelepípedo, y la esfera no fueron sólo las formas esenciales de la arquitectura egipcia, griega y romana, sino que también fueron los "primitivos" universales geométricos de los sólidos digitales modelados por los software en los finales del siglo XX. Ya no se ven como una serie de arquetipos únicos y aislados, sino como un caso especial de superficie cuadrática y paramétrica.



"(...)En los *Elementos*, Euclides propone cinco postulados básicos de la geometría, todos considerados como evidentes, excepto el quinto: el postulado de "paralelismo", que afirma que dos líneas son paralelas, es decir, que no se intersectan, si hay una tercera línea que intersecta a ambas perpendicularmente. La consecuencia de este postulado de la geometría de Euclides es que en cada punto hay una y sólo una línea paralela a cualquier otra línea" Eugenio Beltrami. *Essay on an Interpretation of Non-Euclidean Geometry*. 1868. Siguiendo este postulado de Euclides, el quinto, hoy por hoy hay una fragmentación a través del proceso de diseño digital, donde una línea curva puede ser recta, una esfera una superficie plana, y un punto parte de un todo poblacional.

En la actualidad, los procesos generativos digitales han abierto nuevos territorios a la exploración conceptual, formal y tectónica, proponiendo una morfología arquitectónica centrada en las propiedades emergentes y adaptables de la forma. El énfasis pasa de esta de la "construcción de la forma" hacia el "descubrimiento de la forma", en técnicas generativas basadas en el marco digital.

Las arquitecturas digitales, y sus topologías están definidos en procesos de morfogénesis digital en conceptos computacionales como geometrías topológicas (Eisenman) polisuperficies isomorfas ("blobs"), movimientos cinemáticos y dinámicos, formas clave animadas (metamorfosis), diseño paramétrico, algoritmos genéticos (arquitecturas evolutivas), rendimientos, etc. Estas tipologías se convierten en el principio estructurante y organizativo para la generación de forma y obra en la arquitectura. Es una estructura de relaciones, que dan forma y resultantes según su interacción.

### Ejemplos:

*Casa de la Cultura, Eisenman.*



*Zaha Hadid Architects, composición blob  
/ meta-bail de massing, Soho Galaxy,  
Beijing.*



*Toyo Ito, geometría de superficie mínima,  
modelo de sección, Taichung Opera  
House, Taichung, Taiwán*



Otro punto importante a destacar, es la capacidad intrínseca de estos procesos, en generar espacios ambivalentes en que los límites entre el interior y el exterior son borrosos, evitando la diferencia habitual entre el adentro y el afuera. Ejemplos antiguos de ello son la cinta de Moebius, o la botella de Klein por ejemplo, donde la arquitectura también los ha tomado como factor de definición de la forma.



Cinta de Moebius

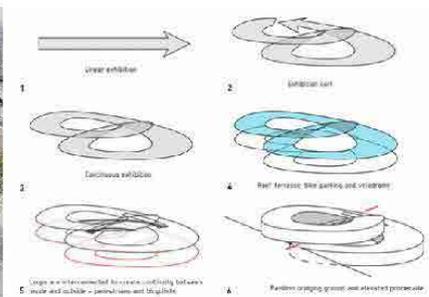


Botella de Klein

(Casa Moebius, 1995 Ben Van Berkel y Caroline Bos)



Pabellón de Dinamarca, Shanghai 2010. BIG.



### Diseño Original

La futura biblioteca Nacional será un edificio cuya estructura exterior, compuesta por una gran cinta de Möbius que en su interior contiene un círculo y una espiral.

**ESTRUCTURA INTERNA**

La estructura interna es una malla que le otorga rigidez, compuesta por 20 rectángulos los cuales giran sobre el propio eje del círculo. Cada rectángulo gira aproximadamente 13° grados.

**ESTRUCTURA EXTERNA**

Podemos observar los 20 planos rectangulares girando tanto en planta como en suometría.

**Composición en Rhino**

Con estas Baterías creemos las revoluciones que necesitamos para girar los planos sobre el círculo.

Con la batería Rotate unimos los planos; el rectángulo y las revoluciones para crear la obra.

Por último unimos con la batería Loft y luego con Deconstruct Sweep para crear la superficie.

Parámetros básicos de la cinta de Möbius:

- Se aplica la fórmula que parametriza una superficie de revolución para una curva en el plano:  $(u, v) \rightarrow (r(u) \cos(v), r(u) \sin(v), z(u))$
- Se da un segmento de línea que un ángulo  $\pi$  y para ello usamos la parametrización:  $(t, 1) \rightarrow (r(t) \cos(\pi t), r(t) \sin(\pi t), z(t))$
- Se da un segmento de línea que un ángulo  $\pi$  y para ello usamos la parametrización:  $(t, 1) \rightarrow (r(t) \cos(\pi t), r(t) \sin(\pi t), z(t))$
- Se da un segmento de línea que un ángulo  $\pi$  y para ello usamos la parametrización:  $(t, 1) \rightarrow (r(t) \cos(\pi t), r(t) \sin(\pi t), z(t))$

Se creó una circunferencia con la batería Circle.

Luego hicimos el sweep y luego con la batería Rotate.

Con la batería Rotate unimos los planos; el rectángulo y las revoluciones para crear la obra.

Por último unimos con la batería Loft y luego con Deconstruct Sweep para crear la superficie.

### Comparación de obras

**COMPARACIÓN EN MAQUETA**

Revolución en 180°	Rectángulo	Compuesto por 20 rectángulos	Ubicación: Astana, Kazajistán	Revolución en base de un rectángulo	Revolución en base de un triángulo	Revolución en base de un triángulo	Revolución en base de un triángulo
Revolución en 360°	Triángulo	Compuesto por 10 triángulos	Ubicación: Argentina, Río de la Plata de Buenos Aires	Revolución en base de un triángulo	Revolución en base de un triángulo	Revolución en base de un triángulo	Revolución en base de un triángulo

### REDISEÑO - PLAZA



**AXONÓMETRICA**

**MONGE**

**CORTE**

### Composición en Rhino

Se le da un radio y los segmentos al Polygon.

Hacemos que la batería Perp Frame transforme los planos sobre el círculo en triángulos.

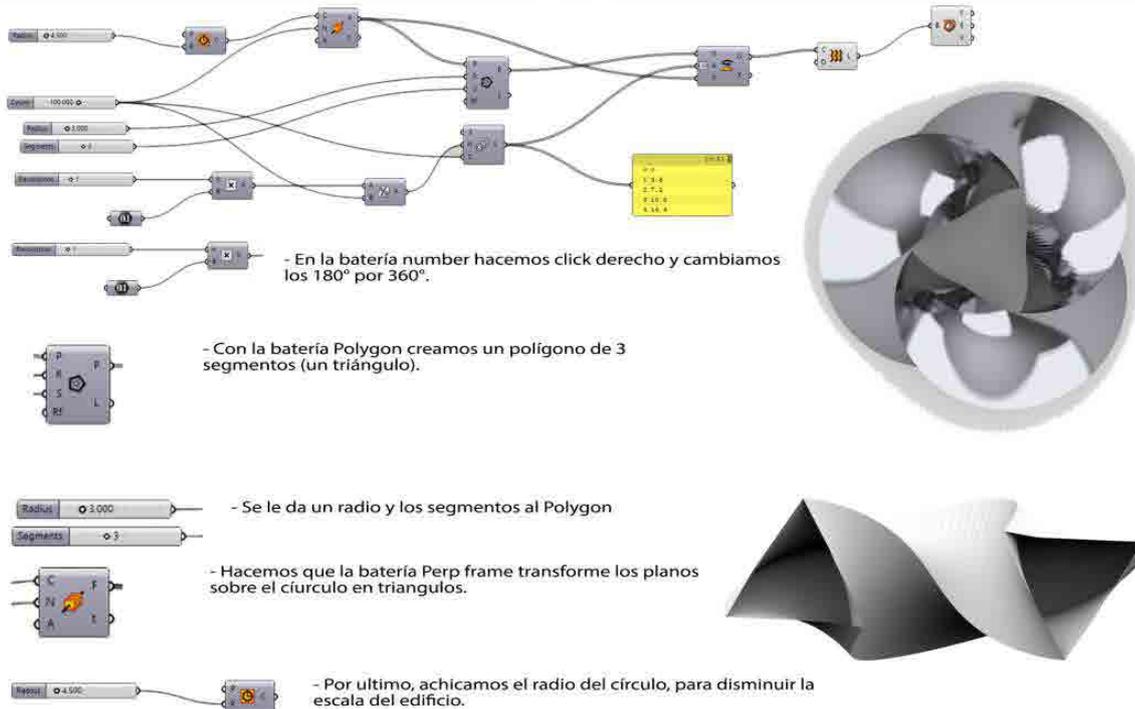
Por último, aplicamos el radio del círculo, para disminuir la escala del edificio.

Biblioteca Nacional de Kazakhstan. BIG.  
Análisis de alumnos: Fernández-Volpe.  
FADU 2018

E.M.2 Cátedra TOSCANO	Año 2018	Arq. Susana Toscano	Docente: Manuel Shibuya	Alumnos: Fernández Peruilh, Rocio Volpe, Augusto	Grupo n° 9	FADU UBA
-----------------------------	----------	---------------------	-------------------------	--	------------	----------

La idea de refugio limitado, transparente o sólido, que una casa o una institución debe proporcionar, a menudo opera en contra de la continuidad sin fisuras, dando lugar a la dicotomía interior/externo, propia por ejemplo de la cinta de Moebius. En estas citas, no son las tipologías lo que lo hacen particularmente atractivos, sino la forma de estructuras de relación, las interconexiones, o las cualidades inherentes del proyecto.

## Procedimiento de armado en Rhino Rediseño



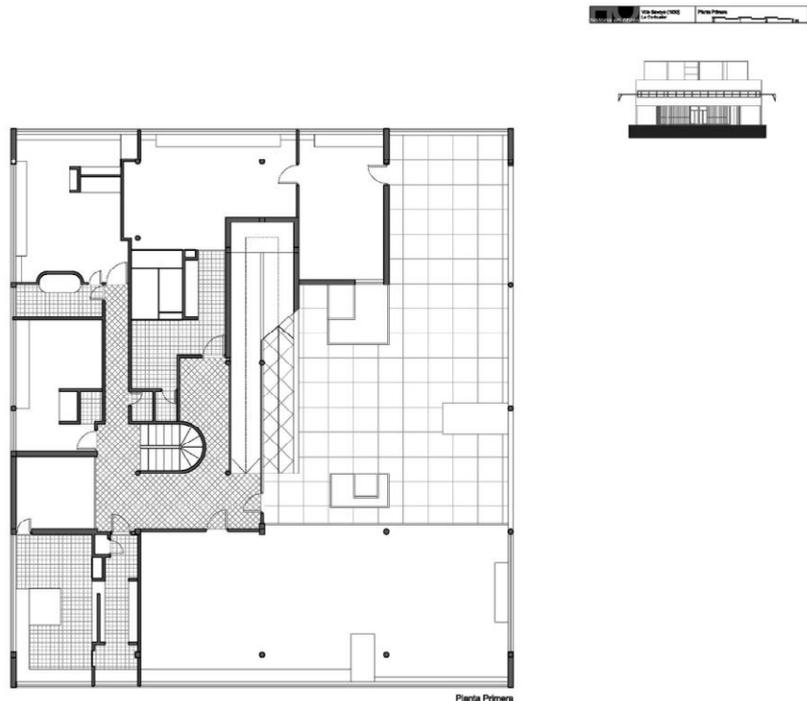
E. M. 2  
Catedra  
TOSCANO  
2018



TP Nº 2 : título/ Trabajo práctico final	9
Integrantes: Fernández Peruth Rocio Volpe Augusto	
Docente: Shibuya Manuel	
9º Laminas	Cont. Laminas

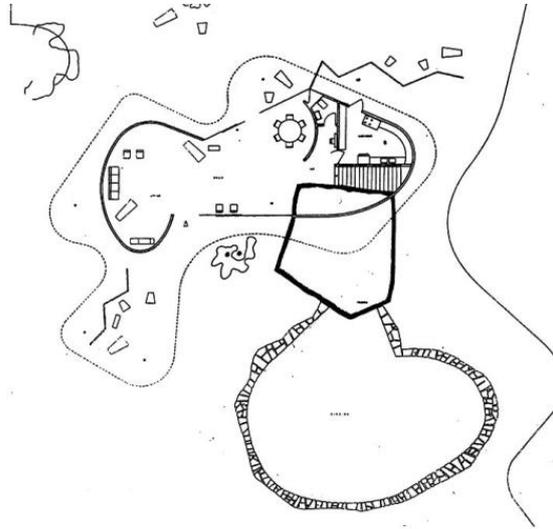
Biblioteca Nacional de Kazakhstan. BIG. Análisis de alumnos: Fernández-Volpe.FADU 2018.

Dado que las estructuras topológicas son a menudo representadas por formas curvilíneas complejas, la topología es considerada sinónimo de superficies curvas. Mientras que a una estructura topológica se le da una forma de geometría y arquitectónica, el ámbito operativo es meramente euclidiano. Ambas, euclidiano y no-euclidiano forman parte del mismo universo geométrico, pero lo que hace una distinción entre las mismas son la generación o el punto de partida de su forma.

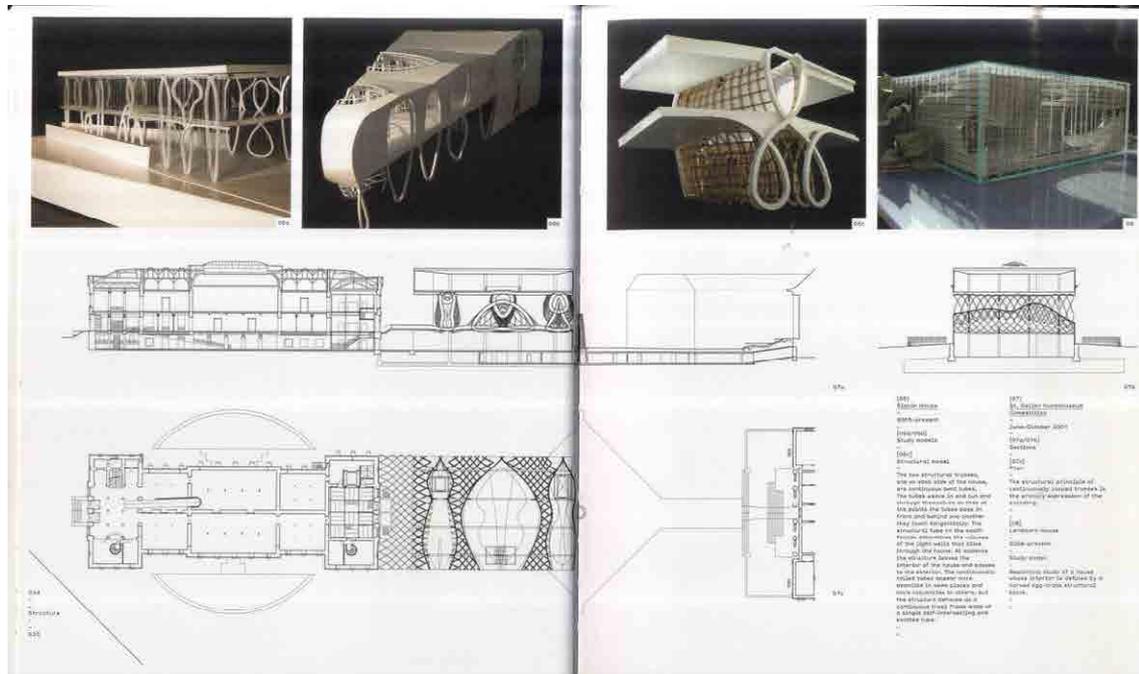


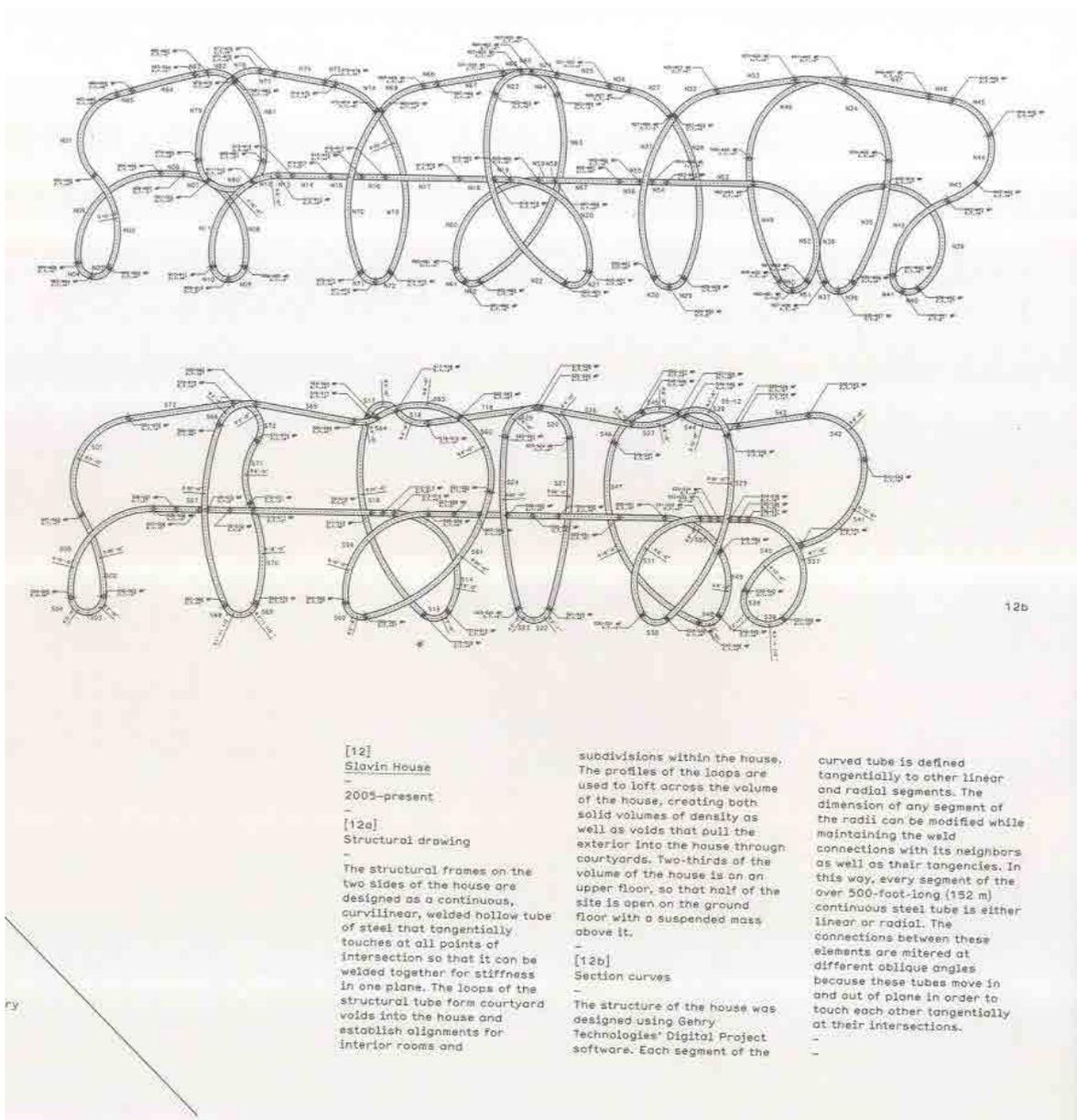
*Villa Savoye, 1929. Le Corbusier*

En la arquitectura previa a lo digital, la potencialidad formal estaba, en gran medida, en la ampliación directa de los límites de la geometría euclidiana (líneas, círculos, cuadriláteros, etc.), en la descripción y, en consecuencia, en la construcción de un conjunto de curvas complejas que se llevaba a cabo por medio de arcos de círculo tangentes y concatenados y segmentos de líneas rectas que podrían ser delineadas con facilidad tanto en el papel y como en el sitio de construcción.



Casa en Canoas. Oscar Niemeyer





[12]  
Slavin House  
2009-present

[12a]  
Structural drawing

The structural frames on the two sides of the house are designed as a continuous, curvilinear, welded hollow tube of steel that tangentially touches at all points of intersection so that it can be welded together for stiffness in one plane. The loops of the structural tube form courtyard voids into the house and establish alignments for interior rooms and

subdivisions within the house. The profiles of the loops are used to loft across the volume of the house, creating both solid volumes of density as well as voids that pull the exterior into the house through courtyards. Two-thirds of the volume of the house is an upper floor, so that half of the site is open on the ground floor with a suspended mass above it.

[12b]  
Section curves

The structure of the house was designed using Gehry Technologies' Digital Project software. Each segment of the

curved tube is defined tangentially to other linear and radial segments. The dimension of any segment of the radii can be modified while maintaining the weld connections with its neighbors as well as their tangencies. In this way, every segment of the over 500-foot-long (152 m) continuous steel tube is either linear or radial. The connections between these elements are mitered at different oblique angles because these tubes move in and out of plane in order to touch each other tangentially at their intersections.

Slavin House, Greg Lynn.

Es por ello que, mediante la incorporación de elementos informáticos, en la constitución proyectual de cualquier obra, se torna tan importante poder comprender cuales son los parámetros que constituyen estos espacios, cuales son las generatrices, algoritmos y funciones que determinan y posibilitan modificar esta arquitectura para poder corresponderse con las nuevas necesidades, usos y nuevos sentidos estéticos dentro de nuestra cultura.

## DISEÑO COMPUTACIONAL

El nivel actual del diálogo entre la arquitectura y las computadoras ha crecido exponencialmente. En el área del diseño digital, la computadora fue considerada como una herramienta para la visualización de ideas ya acabadas (software CAD) Sin embargo, la capacidad de las tecnologías de la información de desarrollo de programas y software de computación específicos para cada diseño ha expandido el potencial del proceso en el diseño arquitectónico. Hoy por hoy, la computadora se ha convertido en un sistema abierto de algoritmos y parámetros promotores de la producción arquitectónica (Grasshopper).

La mayoría de los programas actuales de computación, se originaron en los campos de la investigación de la industria del automóvil, los aviones, la construcción naval, así como también del cine, la animación y los videojuegos. Pero, por el contrario, cuando uno mira hacia unos años atrás, uno puede observar que los campos de aplicación, como los objetivos han comenzado a cambiar y acrecentarse. El objeto ya no está puesto en el desarrollo de geometrías complejas e irregulares, sino que ahora la mirada está puesta en la optimización de los aspectos estructurales, sistémicos y económicos de la arquitectura. Por lo tanto, los nuevos debates están orientados hacia la presentación de antecedentes de procesos de cambio y evolución (Ver Greg Lynn, Marcos Novak\*, BIG; Coop Himmelblau, Berbard Cache, Zaha Hadid, entre otros) La meta no es sólo permitir una mejor comprensión de la problemática del diseño espacial, sino de identificar variables del marco conceptual que está por detrás de estas tendencias de origen en BIM (Building information modelling)

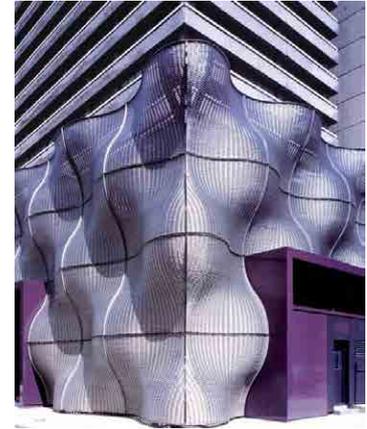
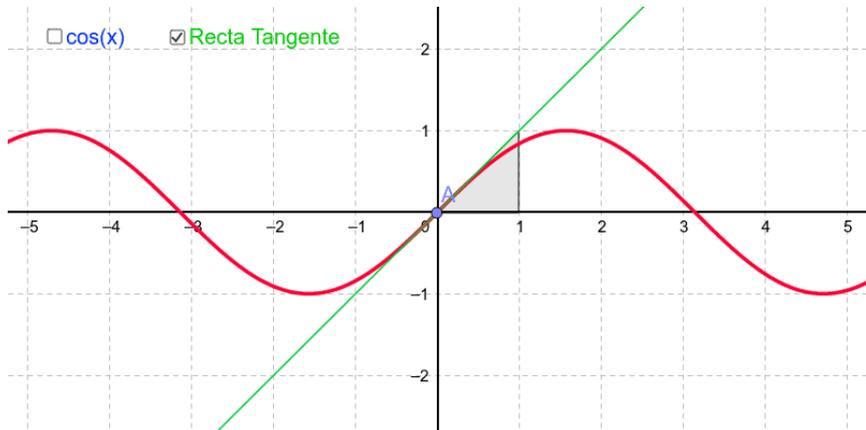
\* El concepto de "arquitectura líquida" se deriva del ensayo "Liquid Architectures in Cyberspace", del arquitecto y artista digital grecoamericano Marcos Novak. Novak es considerado como uno de los pioneros de la arquitectura digital, y él usó la metáfora de la arquitectura líquida en la Primera Conferencia Internacional sobre el Ciberespacio (1990) para describir las formas especiales que se asociaron con el comportamiento evolutivo de los sistemas biológicos. Marcos Novak, "Liquid Architectures in Cyberspace", en Michael Benedikt (ed.), *Cyberspace: First Steps*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1992.

Cabe destacar aquí, como explica muy bien la arquitecta Susana Toscano, que los procesos evolutivos y no lineales de la naturaleza se han convertido en el foco de trabajos de investigación sobre las preocupaciones actuales del diseño digital. "Naturaleza, del latín nasci, es decir, devenido o derivado, significa que todo lo que desarrolla formas y se mueve por sí mismo y por sus propias fuerzas" Lissitzky 1924. Revista Merz. En este sentido es el concepto de "diseño-auto-generativo" quien ha demostrado su importancia como término clave de desarrollo de la arquitectura actual.

"(...) "Generación", del latín generatio o creatio, se deriva de la palabra griega génesis, que describe la aparición de cosas nuevas, a diferencia de un mero cambio en las cosas que ya existen." Vrachliotis. El salto desde la conciencia lineal a la computacional: modelos evolutivos en el pensamiento y la arquitectura.

Aristóteles, hacia una distinción entre dos conceptos; Forma (eidos) y materia (hyle), y explicaba que hay un proceso particular de la "génesis", el devenir de las cosas nuevas, en que creía que el proceso de transformación sólo se basa en las cosas que se producen dentro de la naturaleza misma. Por lo tanto, el concepto de generación de forma, significa "auto generación de forma". En la arquitectura en tanto, se utiliza la frase "sistema generativo" como análisis combinatorio de diferentes variables de diseño,

La posibilidad que nos dan los programas de modelización es el de poder manipular estas funciones, por medio de la parametrización, y así poder articular los diferentes elementos intervinientes, modificar morfologías para escenarios diversos, o incorporar alguna materialidad que sea parámetro de constitución, como puede ser la incorporación de un ladrillo como módulo homogéneo de cálculo y optimización proyectual. Matemáticamente este cambio ontológico es posible gracias a la introducción de álgebra computacional usando variables y cálculo, es decir, trabajando con incrementos infinitesimales y variaciones en funciones cuadráticas, cúbicas u otras funciones polinomiales o senoidales como descripciones de curvas complejas con radios continuamente variados, a diferencia del clásico repertorio de líneas rectas, arcos y proporciones de números enteros simples.



*The Boiler Suit housing The Boiler House, Guy's Hospital, London, England. Heatherwick*

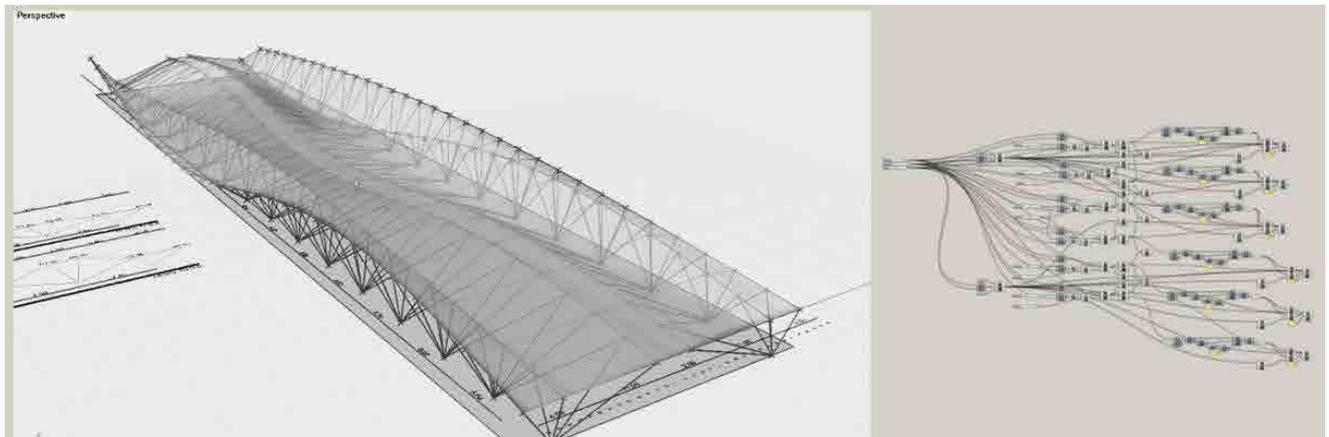
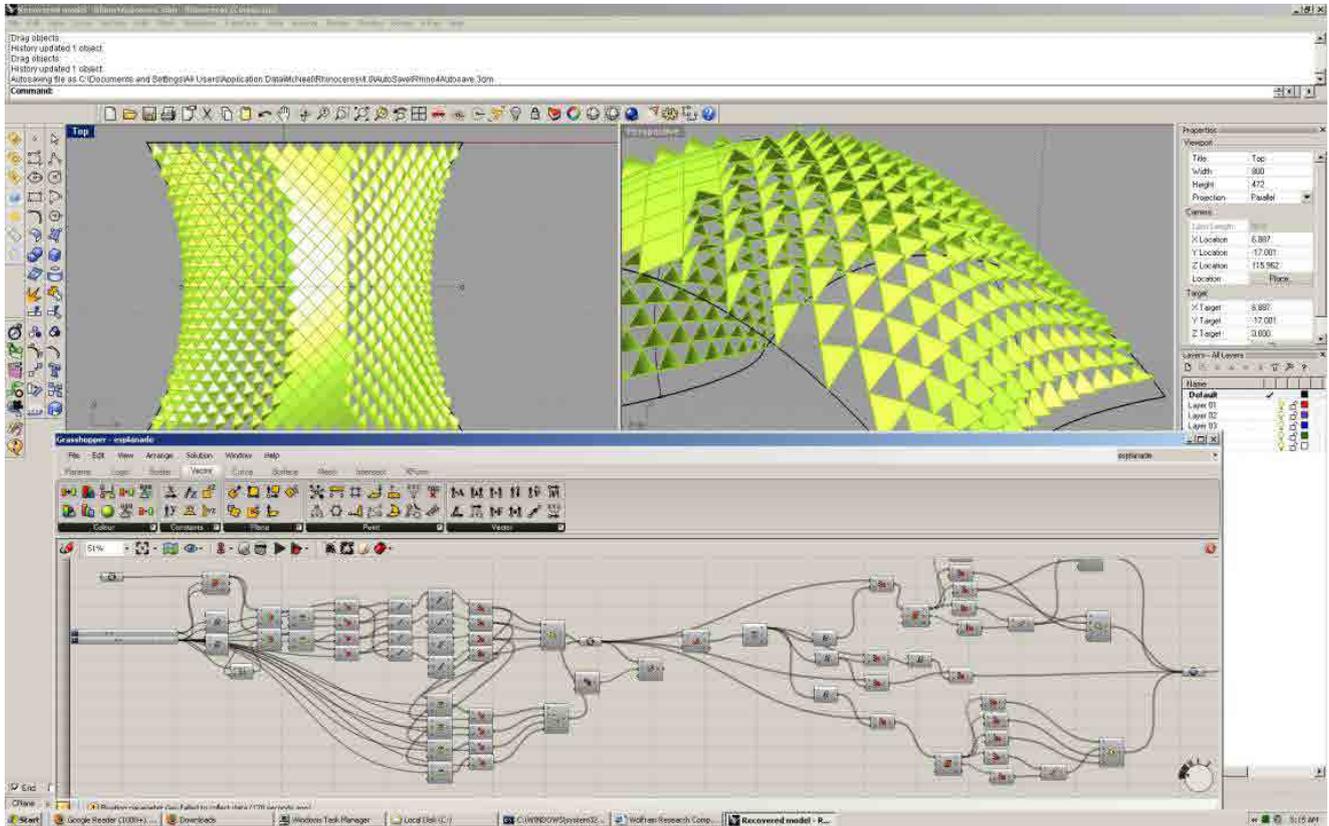
### Lo “paramétrico”.

Lo paramétrico puede proveer una poderosa herramienta para la concepción de la forma arquitectónica, al describir un abanico de posibilidades, reemplazando los procesos estables por la variabilidad, la singularidad por la multiplicidad. Usando procesos paramétricos, un diseñador puede crear un número infinito de objetos similares, manifestaciones geométricas de un esquema previamente articulado de vínculos entre variables dimensionales, relacionales u operativas.

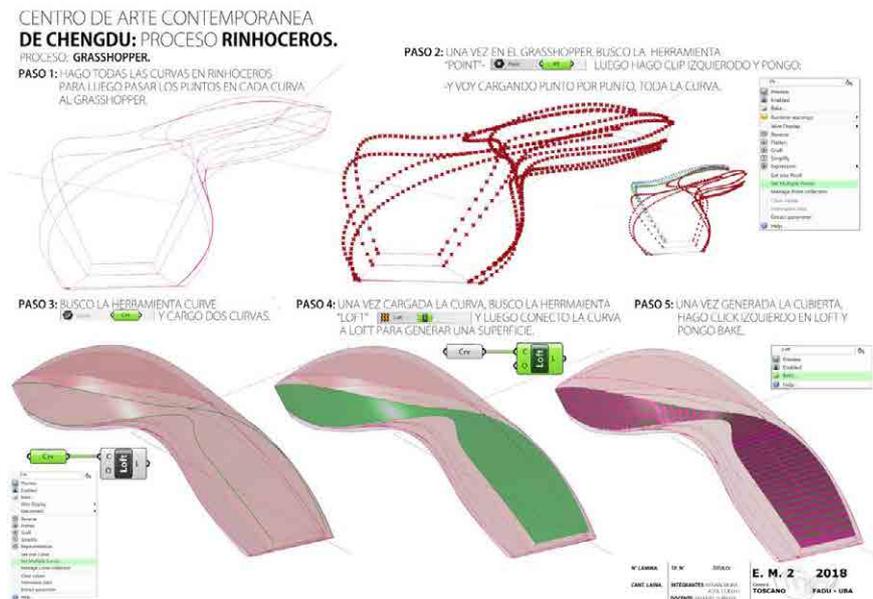
Cuando a esas variables se les asignan valores específicos, se crean casos particulares, que tienen una gama potencialmente infinita de posibilidades.

En el diseño paramétrico, lo que se plantea son parámetros específicos para un diseño particular y no una forma específica. Mediante la asignación de valores diferentes (componentes en grasshopper) a los parámetros, se pueden crear diferentes objetos o configuraciones. Las ecuaciones se pueden utilizar para describir las relaciones entre los objetos, definiendo así una geometría asociativa, que constituye lo que se vincula mutuamente. De este modo, se puede establecer la interdependencia entre objetos, y el comportamiento de los objetos bajo transformaciones definidas.

Cada variable o proceso es un “espacio” al que se le puede asignar una influencia externa, ya sea de manera estática o dinámica”.



El modelo paramétrico podría extenderse desde la descripción estructural de los arcos(estereoestructuras) hasta la de los mecanismos que los unen y los elementos de revestimiento correspondientes; es decir, a la totalidad de la forma del edificio. Por lo tanto, un conjunto altamente complejo de interdependencias podría ser modelado paramétricamente, permitiendo, por iteración, el paulatino acomodamiento del objeto; es decir, el ajuste dimensional del proyecto en todas las etapas de su desarrollo, desde el diseño conceptual hasta la construcción.



Centro de Arte Contemporáneo de Chengdu. Análisis de alumnos: Mora-Cuello. FADU 2018

Como se muestra en este proyecto, los procesos paramétricos son particularmente útiles para el modelado de formas geometrías de construcción complejas. El éxito de su aplicación requiere de la cuidadosa elaboración de una estrategia clara de la resolución constructiva, de tal manera que se pueda lograr una descripción suficientemente clara de las relaciones; en otras palabras, una buena y definida estrategia de diseño es esencial para la aplicación efectiva de los procesos paramétricos.

Si el enfoque paramétrico se aplica al diseño sistemáticamente desde su fase de concepción hasta su materialización, esto cambia profundamente tanto su naturaleza misma como las jerarquías establecidas en el proceso constructivo, como así también el rol del arquitecto en los procesos de materialización.

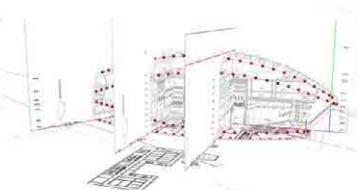
CENTRO DE ARTE CONTEMPORANEA  
DE CHENGDU: PROCESO RINHO CEROS.  
PROCESO: RINHO CEROS.

PASO 1: INSTALO LAS PLANTAS Y CORTES EN RINHO CEROS.



PASO 2: TRASO LAS CURVAS EN LA PLANTA Y EN LOS CORTES.

SELECCIONANDO LAS CURVAS DESEADO S, PARA CREAR UNA RED DE CURVAS QUE DAN LOS PUNTOS EN EL EJE Z.



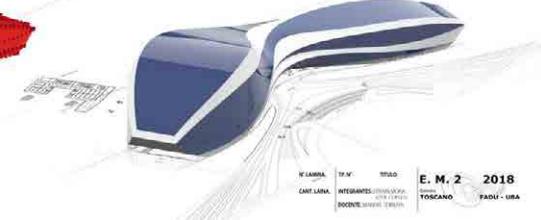
PASO 3: SE FIJA TODOS LOS PUNTOS EN EL EJE Z, Y SE PASA AL GRASSHOPPER.



PASO 4: SE HACE LA CLIBERTÁ EN EL GRASSHOPPER.



PASO 5: SE RENDIFRIZA, Y SE LE DA LA TEXTURA CORRESPONDIENTE.



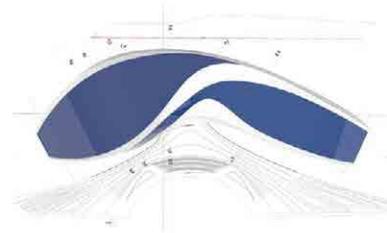
Centro de Arte Contemporáneo de Chengdu. Análisis de alumnos: Mora-Cuello. FADU 2018

W LABORA. TIT. M. TITULO. E. M. 2 2018  
CANT. LABORA. INTEGRANTES. YOSICANO. FADU - UBA  
DOCENTE: MANUEL SHIBUYA

Por primera vez en la historia, los arquitectos no están diseñando la forma específica del edificio sino un conjunto de principios codificados según una secuencia de ecuaciones paramétricas, por lo que las instancias específicas del diseño se pueden generar y variar en el tiempo según sea necesario. El diseño paramétrico aboga por el rechazo de las soluciones fijas y por una exploración de variantes infinitas. En cuanto al espacio, como afirmábamos anteriormente, hoy los programas informáticos nos dan la posibilidad de poder cuantificar, medir, crear imágenes fotorealísticas, concebir nuevos elementos interdisciplinarios en la arquitectura misma, como son los factores climáticos, de sustentabilidad, los estructurales, audiovisuales, acústicos, referidos a la biomimética, o tantos otros que permiten a su vez, parametrizar el espacio en cuestión, y así tornarlo

un cuerpo de estudio flexible, que tiene inherentemente la capacidad de modificar cualquier faceta de su cuerpo y así poder estar a la altura de cualquier requerimiento ya sea técnico, funcional, o estético de parte de algunos de los agentes intervinientes.

CENTRO DE ARTE CONTEMPORANEA  
**DE CHENGDU: PROCESO RINHOCEROS.**  
 RE: DISEÑO.



RE DISEÑO: SE AMPLIA LAS CURVAS SUPERIORES QUE VAN GENERANDO UNA TOPOGRAFIA A UN PUENTE, EN PUERTO MADERO.



W' LABRA | D. N. | STUDIO  
 CARL LABRA | INTEGRANTES: CAROLINA GARCIA, LUCAS  
 SOCCINI, MARCO BERNA | E. M. 2 | 2018  
 TOSCANO | PADU - URA

En torno al concepto arquitectónico de la obra, también la informática nos está dando la posibilidad de elevar a la máxima expresión, las posibilidades de materialización que antes el cálculo humano no podía resolver. Hoy prácticamente no existen las limitantes materiales y/o tecnológicas, sino que son las variables económico/financieras las que terminan determinando la formalización o no del proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

Le Corbusier, *The City of Tomorrow and its Planning*, Dover Publications, New York 1987, translated from French original *Urbanisme*, Paris 1925,

Greg Lynn, *Blobs*, *Journal of Philosophy and Visual Arts*, 1995, Reprinted in: Greg Lynn, *Folds, Bodies and Blobs – Collected Essays*, Bruxelles 1998.

El Lissitzky, *Architekturtheone*

# 44

## “La experiencia del TP DIGITAL en la Cátedra de Matemática Aplicada”

**Alicia Celeste Barrios de Báez**

Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

### RESUMEN

La intención de compartir con los pares de la región, la experiencia de “El Trabajo Práctico Digital” realizado por los estudiantes de la Cátedra de Matemática Aplicada del 1er. Semestre, Carrera de Arquitectura de la FADA-UNA, motiva la elaboración de este trabajo.

Para concretarlo fue necesaria una compilación e indexación de los trabajos hechos desde el 2do. semestre del año 2016, hasta el 1er. semestre del año 2019, totalizando 6 semestres, que a su vez aporta a la cátedra en la forma de tener un material de referencia para apoyo a las actividades de aula y como modelo, previo filtro, para los trabajos a ser realizados por otros estudiantes dentro del semestre.

En él se detallan los inicios de la modalidad y su evolución con algunas variables en las condicionantes.

Más que un instrumento de evaluación, el análisis formal que se realiza, demostrando numéricamente el concepto, se torna en un eficaz y atractivo medio de aprendizaje mediante el cual el estudiante entiende las múltiples aplicaciones de la Matemática que pueden darse en el Diseño una Obra de Arquitectura.

Constituye entonces una alternativa válida para iniciar al estudiante en la exploración de las formas y su análisis matemático, resaltando la utilidad de la matemática como herramienta para resolver situaciones problemáticas no solamente del área tecnológica sino también en el ámbito del diseño formal.

**Alicia Celeste Barrios de Báez**

*abarrios@arq.una.py*  
*aliciacelestebarrrios@gmail.com*

Matemática Aplicada.  
1er. Semestre. (Sección2) Facultad de  
Arquitectura, Diseño y Arte  
Paraguay. D.P.: FADA-UNA  
Campus Universitario San Lorenzo

## INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de Matemática Aplicada a la Arquitectura, indudablemente nos orientamos en primera instancia a la tarea de sostener, cuantificar, costear. Se torna difuso aún pensar en aplicación de las herramientas matemáticas al Diseño Arquitectónico.

Siendo la Matemática una ciencia formal que mediante un razonamiento lógico, estudia las propiedades y relaciones entre números, figuras y símbolos, genera de por sí en los estudiantes menos intrépidos una especie de temor a ese razonamiento.

Al volcar los requerimientos del trabajo aquí presentado, exclusivamente hacia la investigación de cuestiones de diseño, se busca revertir positivamente la motivación del estudiante, muchas veces marcada por ese temor, más bien por el desconocimiento de las infinitas posibilidades de aplicación en donde el enfoque que se pueda dar ayudará a facilitar la resolución problemas y no precisamente a complicarlos.

Con la experiencia de una modalidad de aprendizaje significativo al cual se denomina Trabajo Práctico Digital, se intenta que el estudiante se interese por investigar, explorar, demostrar y desarrollar su capacidad creativa y analítica, conectando la Matemática con el diseño, en un ejemplo real.

Se espera que comprenda y valore la Matemática como una herramienta que le ayude a responder sus cuestionamientos desde punto de vista del diseño, alimentando la curiosidad del saber "de dónde viene y a donde va", del "por qué" y del "para qué", descubriendo la transformación de simples fórmulas y números en una forma geométrica o la combinación de varias de ellas.

## UN POCO DE HISTORIA

Desde el año 1957, fundación de la entonces Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Asunción, hasta el año 1995, la Matemática estaba presente en la Carrera de Arquitectura, durante dos largos años en un Plan Curricular anual, Como **Matemática I** (Geometría Analítica-4hs semanales) y **Matemática II** (Cálculo Diferencial e Integral-4hs semanales). Para acceder a este sistema, debía aprobarse un "examen de ingreso", en donde se medía al estudiante en Aritmética-Álgebra, por un lado y por otro, en Geometría-Trigonometría, además de las Representaciones. La presencia de la Matemática era contundente y determinante como prerrequisito y en la formación misma del Arquitecto.

En el año 1996, se implementa el Plan Curricular Semestral, en el cual incorpora el Curso Preparatorio de Admisión (CPA), que se compone de las Asignaturas: Lógica Matemática, Lógica Física, Historia, Castellano y Morfología. En la Asignatura Lógica Matemática se busca preparar al futuro estudiante de Arquitectura para asegurar su correcto desenvolvimiento en las asignaturas de base Matemática en la Carrera. En este sentido el Programa de la misma, abarca los siguientes conceptos:

1. Expresiones Algebraicas
2. Ecuaciones y Sistemas de Ecuaciones
3. Sistema Métrico Decimal
4. Proporcionalidad
5. Geometría Plana y del Espacio

Estos conceptos son desarrollados en lo que va de un semestre comprendido por 13 semanas de clases de 4 horas reloj de duración.

Con la aprobación de este curso preparatorio, el estudiante ingresa a la Carrera de Arquitectura y/o Diseño Industrial y empieza a cursar el 1er. Semestre, en donde aparece la Asignatura **Matemática Aplicada**, en la que desde los inicios del Plan Curricular del año 1996, se desarrollaron clases en 15 semanas de 2 horas reloj de duración con los conceptos de:

1. Teoría de Conjunto
2. Escala
3. Función Lineal
4. Pendiente
5. Aplicación de Pendiente
6. Parábola y sus aplicaciones
7. Elipse y sus aplicaciones
8. Hipérbola y sus aplicaciones
9. Máximos y Mínimos

A lo largo de 20 años, varios cambios se han ido dando, hasta que en la actualidad las clases se dan en un semestre de 11 semanas, ya que 4 de ellas son destinadas a periodos de exámenes parciales con suspensión de clases.

La Carrera de Diseño Industrial se incorpora hacia el año 2006, luego hacia el año 2009 se produce el cambio de denominación de la casa de estudios, pasando a ser Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte. (F.A.D.A.) y se van sumando las

Carreras de Licenciatura en Música y Licenciatura en Danza, además de la ya existente Licenciatura en Artes Visuales.

### El 10º EMAT

Hasta el año 2016, en la Cátedra de Matemática Aplicada, las aplicaciones eran orientadas al área tecnológica, casi exclusivamente. En setiembre de 2016, luego del 10º EMAT, se plantea la posibilidad de incorporar ejercicios aplicados al diseño arquitectónico. Es de resaltar que un año atrás se producía la revuelta de estudiantes denominada "PRIMAVERA UNIVERSITARIA", que se había extendido desde setiembre hasta mediados de diciembre de 2015 y que da como resultado la salida del sistema universitario del entonces Rector Mayor y varios Decanos, la cátedra de Matemática Aplicada se ve afectada ya que la Profesora Titular Arquitecta Licenciada María Angélica González de Lezcano, quien se encargó de la cátedra, formando alumnos y docentes, durante alrededor de 30 años, se acoge a los beneficios de la jubilación, quedando a cargo de la cátedra el Profesor Adjunto Licenciado Evelio Morales, la Profesora Asistente Arquitecta Alicia Barrios (autora y participante del 10º EMAT) y los Auxiliares; Arquitecto Alejandro Barrail (participante del 9º EMAT) y Arquitecta Johanna Neumann.

Con el gran potencial del equipo humano y aún con la ausencia de una GRAN MAESTRA, el equipo decide incursionar el ámbito de la Matemática Aplicada al Diseño Arquitectónico. Realizados los ajustes, teniendo en cuenta además la optimización de los tiempos, se presenta la propuesta a la Dirección de Carrera de Arquitectura con miras a ser implementado en el 2do semestre del año 2016, iniciado en ese mismo mes de setiembre, como consecuencia de la recalendarización por motivo de la huelga de estudiantes.

Al compartir la experiencia del 10º EMAT, y siendo ésta muy bien recepcionada por todos los miembros de la cátedra, se plantea el lanzamiento del Trabajo Práctico Digital, que consistía sencillamente en reconocer el posible concepto matemático aplicado en el diseño de obras de arquitectura del siglo XIX y XX. El Arquitecto Alejandro Barrail, fue el encargado de dar forma al mismo y preparar una guía de trabajo.

*El éxito fue rotundo. Los trabajos presentados por los estudiantes superaron las expectativas de todos los miembros de la cátedra. Y la aceptación y evaluación de los estudiantes fue muy positiva.*

### UN ANTES Y UN DESPUÉS

Normalmente en la cátedra se inscribían un promedio de 200 alumnos. Luego de

la propuesta de ajustes a los contenidos y a los requisitos para la aprobación e instrumentos de evaluación, esta cantidad se redujo a un promedio de 180.

Los conceptos propuestos fueron:

1. Escala.
2. Modulo. Proporción. Sección Áurea.
3. Función Lineal.
4. Pendiente y sus aplicaciones
5. Circunferencia y sus aplicaciones
6. Elipse y sus aplicaciones
7. Parábola y sus aplicaciones
8. Hipérbola y sus aplicaciones

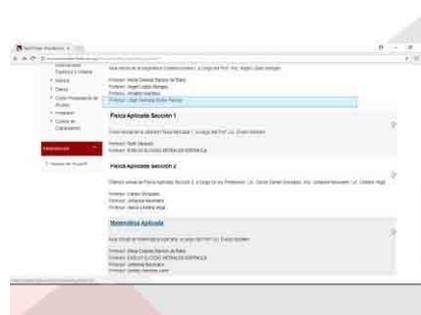
Los requisitos para la obtención del derecho a examen y aprobación final:

Requisitos e Instrumentos	Ponderaciones		Observaciones
<b>1. Asistencia</b>	<b>00%</b>		<b>Mínimo 80%</b>
<b>2. Trabajos Prácticos</b>			
2.1. De ejercitación a distancia	<b>60 pts</b>	<b>20%</b>	Cálculos en hojas doble oficio cuadrículadas
2.2. De ejercitación y Análisis Formal	<b>40 pts</b>		Gráficos y Cálculos en hojas A3 (Pósters)
<b>3. Primer Parcial</b>	<b>20%</b>	<b>40%</b>	<b>Resolución individual en hojas doble oficio cuadrículadas</b>
<b>4. Segundo Parcial</b>	<b>20%</b>		<b>Resolución individual en hojas doble oficio cuadrículadas</b>
<b>5. Actividades de Proceso</b>	<b>60%</b>		<b>Mínimo 60% ( 36pts)</b>
<b>6. Examen Final</b>	<b>40%</b>		<b>Totalidad del contenido programático</b>
<b>7. Sumatoria total de puntos</b>	<b>100%</b>		<b>Mínimo 60%</b>

La asistencia aunque sea requisito, no cuantifica.

Los trabajos prácticos de ejercitación a distancia, se realizan en grupos de 5 (cinco) estudiantes. Son 3 (tres) series de un promedio de 5 problemas, con un puntaje máximo posible de 20 puntos. Se realizan en hojas doble oficio cuadrículadas, incluyendo en la presentación la guía de trabajo. En estos ejercitarios han sido incorporados, los problemas que tienen que ver con los conceptos propuestos y también las aplicaciones al diseño arquitectónico de los conceptos ya presentes anteriormente en el programa.

Los trabajos prácticos de ejercitación y análisis formal, se realizan en los mismos grupos de 5 (cinco) estudiantes, las correcciones se realizan también a distancia y la entrega se es a través del aula virtual en la plataforma Moodle, buscando optimizar el tiempo y los recursos.



## Trabajo Práctico Digital

Matemática Aplicada al Diseño Arquitectónico

## Arquitectura Latinoamericana



del Siglo XX & XXI

## Conceptos Matemáticos

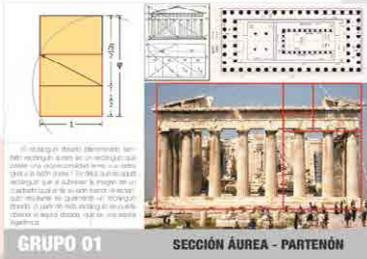
### Desarrollados en Clase

- Escala, Módulo, Proporción
- Sección Áurea
- Coordenadas Cartesianas
- Funciones Lineales
- Pendiente
- Circunferencia
- Parábola
- Elipse
- Hipérbola

### Otros Conceptos

- Serie de Fibonacci
- Proporción Cordobesa
- Fractales
- Parametrización
- Superficies Cuádricas
- Sólidos de Revolución
- Superficie Minimal
- Teselado
- Geometría Diferencial
- Teoría de Patrones
- Cinta de Moebius
- Cálculo Diferencial e Integral
- Algoritmia
- Topología

## Lámina A3 (Técnica libre)



## Criterios de Evaluación

- **Diagramación** 10 P  
(de fácil lectura)
- **Información** 10 P  
(contiene toda la información solicitada)
- **Aplicación** 10 P  
(demuestra matemáticamente el concepto)
- **Síntesis** 10 P  
(expresa la idea de manera sencilla)

**Total de Puntos**  
**40 (cuarenta)**

## Contenido

- **Información**  
Síntesis de Ficha Técnica  
Breve descripción del Proyecto
- **Aplicación**  
Demostración analítica del concepto  
Demostración gráfica del concepto

## FECHA LÍMITE

para definición del tema

**03/09/2019**

## FECHA ENTREGA

**29/10/2019**

**TODAS LAS ENTREGAS Y CONSULTAS SERÁN REALIZADAS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA.**

**ADIÓS**

Presentación con diapositivas en PPT para dar orientaciones sobre cómo realizar el trabajo.

Como se trata de estudiantes del 1er. semestre, es la primera experiencia de los mismos dentro de la carrera, por eso se les proporciona toda la información necesaria para que puedan acceder a la plataforma y utilizarla como medio de comunicación con los docentes.

Esta presentación se va actualizando, para cada semestre. Al inicio, en el 2do semestre del año 2016, la experiencia era totalmente nueva y las posibilidades muy amplias, la consigna era solamente identificar el concepto matemático aplicado a la obra. Durante 3 semestres, se ha mantenido tal condición, sin variantes de consideración y desde el 1er semestre de 2018 se ha incorporado la Demostración analítica y gráfica, como requerimiento.

La innovación en este 2do semestre de 2019, es la condicionante de descubrir los conceptos y demostrar su aplicación a obras de Arquitectura Latinoamericana, exclusivamente. De estos trabajos aún no tenemos ejemplos, ya que la entrega aún no se ha realizado.

Se presenta a continuación la sucesión de algunos trabajos seleccionados por semestre.

**Museo Real de Ontario**  
Arq. Fractal

Es un museo de historia natural de Canadá, localizado en la ciudad de Toronto (provincia de Ontario). El 12 de junio de 2007, el Royal Ontario Museum inauguró la nueva estructura diseñada por Daniel Libeskind en colaboración con Raymond Moser Hamann.

El museo es una geometría fractal como instrumento generador de la arquitectura. La interacción de los cinco segmentos del edificio, supone una representación de los cristales de cuarzo en la naturaleza.

El edificio es compuesto de cinco estructuras prismáticas de vigas de acero interconectadas y autoportadas que convierten, pero no se unen físicamente al edificio original del ROM, más que en los puentes que los unen.

**CATEDRAL DE BRASÍLIA**

LA CATEDRAL METROPOLITANA NUESTRO SEGUIRÁ DIVULGANDO, MÁS SOMOS QUE LA. UNO DE LOS GRANDES PROYECTOS DE LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA EN EL MUNDO. UNO DE LOS GRANDES PROYECTOS DE LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA EN EL MUNDO.

El arquitecto brasileño Oscar Niemeyer diseñó la Catedral Metropolitana de Brasilia, una obra maestra de la arquitectura moderna. El edificio se caracteriza por su estructura de concreto armado, que se eleva en forma de brazos extendidos desde un punto central, creando una forma que recuerda a un árbol o a un abanico. La catedral es un ejemplo de la arquitectura orgánica y abstracta de Niemeyer, que buscaba romper con las formas tradicionales de la arquitectura religiosa.

GRUPO 7

**PENDIENTE**

Permite determinar la inclinación de un elemento ideal, natural o constructivo respecto de la horizontal.

En la Oslo Opera House se ha creado un volumen horizontal a base de planas y pendientes que permiten recorrer las cubiertas del edificio, mediante esta "alfombra" de 18000 m<sup>2</sup> que asciende hasta el techo. Las diferentes alturas e inclinaciones del edificio coinciden con las de las montañas en el fondo.

GRUPO 12

**PENDIENTE - OSLO OPERA HOUSE**

Periodo Lectivo: 2do. semestre de 2016

**Sección Áurea – Hotel Guarani**

**Hotel Guarani:** El edificio es una emblemática obra de arquitectura que pertenece a la ciudad de Asunción del Paraguay. Su altura es de 13 plantas, con 8 ascensores, un largo de aproximadamente 42 m, y con un área de 22.000 m<sup>2</sup>, reconocido por su monumentalidad de la ciudad como uno de los 7 Tesoros del Patrimonio Cultural Material de Asunción.

**Sección Áurea:** La regla de sección áurea es una proporción matemática. Se trata de la división armónica de una recta en un segmento mayor y uno menor, tal que el segmento mayor sea a toda la línea, como el menor es al segmento menor, como el todo es a la totalidad de la línea. O crear una línea más allá permitiendo dividir de manera que el segmento mayor sea a toda la línea, como el menor es al segmento menor.

Ecuación:  $\frac{a+b}{a} = \varphi (\phi) = 1,61 \dots$

GRUPO 25

**CATENARIA**

Una catenaria es una curva que se forma al suspender una cadena o un cable entre dos puntos, cuando el peso actúa uniformemente sobre ella. La catenaria es una curva simétrica que se asemeja a una parábola, pero no es una parábola. La ecuación de la catenaria es  $y = a \cosh\left(\frac{x}{a}\right)$ .

**CASA HAMACA / Javier Corvalán + Laboratorio de Arquitectura**

La CASA HAMACA, ubicada en la ciudad de Asunción, fue diseñada por Javier Corvalán y el Laboratorio de Arquitectura. El edificio se caracteriza por su estructura de concreto armado, que se eleva en forma de una hamaca suspendida entre dos puntos, creando una forma que recuerda a una parábola invertida. La casa es un ejemplo de la arquitectura orgánica y abstracta de Corvalán, que buscaba romper con las formas tradicionales de la arquitectura residencial.

GRUPO 8:

GRUPO 6

**El centro cultural Heydari Aliyev**, construido en la capital de Azerbaiyán, Bakú es una curiosa estructura que incluye el centro del congreso, un museo, salas de exposiciones y oficinas y representa líneas del nombre del tercer Presidente de Azerbaiyán, Heydar Aliyev. El proyecto del centro fue elaborado en 2007 por el arquitecto anglo-iraní Zaha Hadid.

Una parábola es una curva en la que los puntos están a la misma distancia de:  
- Un punto fijo (el foco), y  
- Una línea fija (la directriz).

Aparece en muchos ejemplos de las ciencias aplicadas, debido a que su forma se corresponde con los gráficos de las ecuaciones cuadráticas.

Ecuación de la Parábola:  $y^2 = 2px$

Con centro en el OX:  $x^2 = 2py$

$x^2 = 2 \times y = p$

$58^2 = p$

$2 \times 57,10 = p$

$29,45 \text{ m} = p$

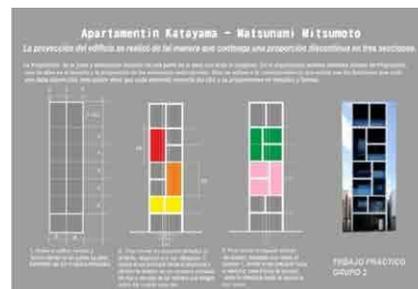
foco (0, p) = (0; 29,45 m)

GRUPO 6

**PARABOLA / HEYDARI ALIYEV CENTER**

Periodo Lectivo: 1er. semestre de 2017





Periodo Lectivo: 1er. semestre de 2019

Este sencillo ejercicio ayuda a orientar al estudiante en sus primeros pasos hacia el conocimiento de la Arquitectura a través de la Matemática. Como se ha visto, el mismo va más allá que un simple Programa de Estudios, si bien los conceptos estudiados en la Cátedra son muy aceptados, hay una considerable cantidad de trabajos de investigación y aplicación de conceptos que no son parte del currículum. Esto implica un gran sentido de apropiación de los conceptos a la disciplina y a la vez obliga al docente a estar a la vanguardia. El aprendizaje es mutuo y la riqueza es tal que el estudiante afianza su interés por la carrera expresando incluso sus sentimientos en una asignatura fundamentalmente racional y práctica.

Con el Aula Virtual en la plataforma Moodle, se acrecienta la comunicación docente-estudiante y se apunta a crear conciencia para preservación de los recursos naturales, con la disminución de utilización de papel.

En la misma plataforma se comparte con ellos los PDFs de cada una de las clases desarrolladas y los Trabajos Prácticos de ejercitación a distancia.

Debido a la cantidad de alumnos y la naturaleza de la cátedra, desde el 2do. semestre del año 2019, la cátedra de Matemática Aplicada se ha dividido en 2 secciones. Se han incorporado docentes y estudiantes con el fin de facilitar la organización y garantizar al estudiante su aprendizaje en un ambiente adecuado.

De esta manera las secciones quedan conformadas de la siguiente manera

**Matemática Aplicada (Sección 1)**

- Profesor Titular Lic. Evelio Morales
- Profesora Asistente Lic. Norma Silguero
- Auxiliares de la Enseñanza:
- Lic. Shirley Ramírez

**Matemática Aplicada (Sección 2)**

- Profesora Adjunta Arq. Alicia Barrios
- Auxiliares de la Enseñanza:
- Arq. Johanna Neumann
- Univ. Lucero Herrera
- Univ. Luciana Orué

La organización de cátedra es la misma en ambas secciones. Los trabajos presentados del 1er semestre del año 2019, corresponden a la Cátedra Matemática Aplicada (Sección 2).

La experiencia de aula con la división en secciones ha sido muy positiva. A continuación se muestran los resultados estadísticos de la primera experiencia.

<b>Total de estudiantes inscriptos:</b>	<b>129</b>	<b>100%</b>
<b>Estudiantes con derecho:</b>	<b>96</b>	<b>76%</b>
<b>Estudiantes sin derecho:</b>	<b>33</b>	<b>24%</b>
<b>Estudiantes aprobados:</b>	<b>90</b>	<b>94%</b>

### CONCLUSIONES

Es indiscutible la necesidad de innovar introduciendo propuestas que hagan más efectivo el proceso enseñanza-aprendizaje.

Los resultados de la experiencia del Trabajo Práctico Digital han sido muy alentadores, tanto para los miembros de la cátedra, como para los estudiantes y docentes de otras cátedras con quienes se ha compartido la misma.

El Trabajo Práctico Digital, la significa ver la Matemática desde "otro" punto de vista, desde el Diseño, desde la Forma, concepto que se busca fortalecer en el marco de la actualización de contenidos programáticos a la cual se encuentra abocada toda la comunidad educativa de la FADA, con miras a la implementación del nuevo Plan Curricular en el próximo año 2020.

Vale destacar que también se están fortaleciendo los enfoques tecnológicos de modo a mejorar la preparación de los estudiantes para enfrentar las cátedras del Área de Tecnología y Hábitat, como ser Construcciones, Estructuras e Instalaciones, aunque no se profundiza el tema en este trabajo.

La Cátedra de Matemática Aplicada seguirá apuntando a mejorar los procesos para dar formación de excelencia a los estudiantes y así contribuir a motivarlos generando mayor interés por la disciplina y evitando de algún modo la repitencia y/o deserción.

Para el siguiente semestre, 1ro. del año 2020 se espera poder lanzar la condicionante de Aplicación de Conceptos a obras de Arquitectura Paraguaya.

### AGRADECIMIENTOS

Al Arq. Ángel López Monges, Director General Académico de la FADA-UNA, por el incondicional apoyo a todas las gestiones de la Cátedra Matemática Aplicada.

A las excelentes auxiliares de la enseñanza de la Cátedra Matemática Aplicada (Sección 2) que hacen posible que el aula sea un ameno espacio de aprendizaje, por su responsabilidad y compromiso con la Cátedra.

Al Arq. Alejandro Barrail, pieza clave en la implementación del Trabajo Práctico Digital y en la espera de su regreso a la Cátedra, por su aporte de archivos de los primeros TPs Digitales, para su inclusión en este trabajo.

### REFERENCIAS

TPs DIGITALES presentados por los estudiantes del 1er. Semestre de la Carrera de Arquitectura de la FADA-UNA.

10 EMAT: 10º Encuentro de Docentes de Matemática en Carreras de Arquitectura y Diseño de Universidades Nacionales del Mercosur

<https://es.wikipedia.org/wiki/Matem%C3%A1ticas>



ISBN 978-987-86-9667-6

