

**V CONGRESO INTERNACIONAL DE EXPRESIÓN GRÁFICA
XI CONGRESO NACIONAL DE PROFESORES DE EXPRESIÓN GRÁFICA
EN INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y ÁREAS AFINES
EGraFIA 2014
Rosario, ARGENTINA
1, 2 y 3 de octubre de 2014**

DATOS DEL/ LOS AUTOR/ES DEL TRABAJO

Arq. LANZILLOTTO Clarisa, Ing. ÁVILA Cristina, Arq. AGOSTO Miriam, Prof. GNAVI Gerardo.

COLABORADORES: Arq. FARÍAS Andrea, Arq. HEREDIA Mirta, Ing. CRIVELLO Patricia, Arq. ALMADA Pablo, Arq. CHAILE Silvio, Ing. TORRES Alejandro.

Institución:
Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño
Cátedra de Matemática IA y II - Carrera de Arquitectura
Avda. Vélez Sársfield 264
Código Postal: 5000
Córdoba
Argentina

Correo de contacto principal:
Arq. Clarisa Lanzillotto <infolanz@yahoo.com.ar>
Correo de contacto alternativo:
Ing. Cristina Ávila <mariacristinaavila@hotmail.com>

TÍTULO DEL TRABAJO

Enseñanza de Matemática en Arquitectura: La importancia de la síntesis gráfica para la comprensión del concepto abstracto. Experiencias de Cátedra

Disciplina: Matemática – Carrera de Arquitectura – FAUD - UNC
Ejes de interés: Docencia – Líneas de Articulación Curricular a partir de la Expresión Gráfica

ABSTRACT

Read, interpret, understand and solve problems in applied mathematics from the architecture, it facilitates the calculation associated with the graph, which should save geometric rigor and appropriate scale. To achieve this goal many friendly graphic resources for the student in order to facilitate the understanding and resolution of the questions raised are used.

From the experience gained with the issuance of Mathematics in the Architecture of FAUD - UNC and development at Levels I and III of the same, we conclude that the graph associated with a problem we acquired singular importance to ensure that the student of Architecture incorporate mathematical knowledge.

RESUMEN

Desde la experiencia obtenida con el dictado de Matemática en la Carrera de Arquitectura de la FAUD – UNC y su desarrollo en los Niveles I y III de la misma, concluimos que la gráfica asociada a un problema numérico adquiere singular importancia para lograr que el estudiante de Arquitectura incorpore el conocimiento matemático.

La Matemática que se enseña en nuestra Facultad, hace énfasis en la aplicación directa a situaciones problemáticas que se presentan en la obra de arquitectura en cada etapa del proyecto y construcción. Resulta fundamental que el alumno comprenda los conceptos matemáticos, manejando la abstracción y logrando, a partir del enunciado de un problema, establecer las conexiones necesarias con una situación concreta a los fines de llegar a la correcta resolución de la misma.

Como docentes observamos y verificamos que cuando el alumno logra construir la gráfica de la situación problemática planteada en un ejercicio matemático, es que ha comprendido en gran parte el problema y está en condiciones de resolverlo.

En ambas asignaturas, Matemática IA y Matemática II, los contenidos abarcan diversidad de temáticas, con énfasis en la Trigonometría, el estudio de Polígonos, Razón, Escala, Proporción, Geometría Analítica Plana (Coordenadas y

Secciones Cónicas) y Geometría Analítica Espacial (Coordenadas y Superficies). La complejidad creciente de cada tema y el interés manifiesto de los alumnos de trabajar en sus proyectos de Arquitectura con geometrías complejas, refuerza la necesidad de sintetizar "gráficamente" esa complejidad, desglosándola en elementos simples para comprenderla y resolverla. El análisis también posibilita visualizar geometrías complejas a partir del uso y estudio de figuras sencillas.

Leer, interpretar, comprender y resolver problemas aplicados a la Arquitectura desde la Matemática, se facilita al asociar el cálculo con la gráfica en dos o tres dimensiones, la cual debe guardar rigor geométrico y escala adecuada. En el proceso de enseñanza-aprendizaje, proponemos el uso de múltiples recursos gráficos disponibles y amigables para el estudiante, tales como esquemas de orientación utilizando herramientas de dibujo realizados con diferentes aplicativos: presentaciones, procesadores de textos, programas de diseño gráfico; gráficas específicas elaboradas con recursos tradicionales (lápiz, tiza y pizarrón), con programas CAD o con software matemático (Geogebra, Derive) etc. También realzamos la importancia de la representación tridimensional que se logra mediante la construcción de modelos matemáticos, que luego serán graficados adecuadamente en soporte papel o digitalmente y cuya comprensión facilitará la realización de los cálculos necesarios para resolver las incógnitas planteadas.

La variedad de recursos son aplicados en ejercicios desarrollados por la Cátedra, en Apuntes de cada tema, en Guías y Autoevaluaciones para trabajar en el aula presencial o virtual, en el desarrollo de Trabajos Prácticos en los que se promueve la articulación con otras áreas de la carrera: Morfología, Ciencias Sociales y Diseño.

Esta presentación se centrará en evidenciar la importancia de la síntesis gráfica para comprender conceptos abstractos, viabilizando la transferencia de los saberes desde la Matemática a los diseños y proyectos propios del alumno y futuro Arquitecto y en los que la expresión gráfica es la herramienta de comunicación de las ideas.

1.- INTRODUCCIÓN

La enseñanza de Matemática en la carrera de Arquitectura en la FAUD-UNC se incorpora haciendo énfasis en la aplicación a situaciones problemáticas que se plantean en cada instancia del proceso de diseño de un espacio habitable como a la hora de construir la obra. Los contenidos de los programas, tanto en el primer año de cursado (Matemática IA) como en Nivel III (Matemática II), se dictan entendiendo que la Matemática tiene su propio lenguaje y que se asocia a la expresión gráfica a través de las Geometrías Elemental y Analítica. La gráfica y el cálculo se conjugan para comprender cada situación problemática y arribar a la resolución de la misma.

Este trabajo tiene como objetivo mostrar, desde la experiencia docente y motivados por las características propias de un estudiante de Arquitectura, la importancia que adquiere la construcción de la gráfica para la comprensión y resolución de un problema matemático. Ordenaremos el trabajo ejemplificando en una escala de menor a mayor complejidad cómo la gráfica asociada a un problema numérico facilita: la incorporación del conocimiento matemático, la comprensión de la abstracción, orientando la resolución analítica de un problema y posibilitando el manejo y el cálculo de complejidades formales que se reducen a geometrías simples, ampliando el abanico de alternativas formales espaciales. Concebida de este modo, la Matemática se convierte en una herramienta indispensable que, con su lenguaje particular, gráfico y analítico colabora en cada etapa del diseño, en la resolución tecnológica y en la construcción de un proyecto de Arquitectura.

2.- METODOLOGÍA

Esta comunicación se organizará a partir de la descripción de las prácticas en las dos asignaturas: Matemática IA, que se dicta en modalidad presencial con una matrícula de más de 1300 alumnos ingresantes a Arquitectura (cursado bimestral) y

Matemática II, (cursado cuatrimestral, 1200 alumnos) que ofrece además de la modalidad presencial, un curso virtual en línea optativo con un entorno que facilita el uso de software gráficos específicos. El aula virtual bajo Plataforma Moodle en ambos espacios curriculares, es otro ámbito de participación en el que se incorpora todo tipo de material gráfico y analítico de consulta (videos, guías de ejercitación, apuntes, presentaciones) al que se incorpora la gráfica asociada a un problema matemático.

3.- DESARROLLO

La selección, y la secuenciación espiralada de los contenidos que forman parte del diseño curricular de las asignaturas Matemática IA y II responden a una lógica de complejidad creciente respecto a la utilización de sistemas gráficos de representación.

La gráfica es entendida como una configuración sistematizada de elementos que representan algún aspecto de la realidad que se quiere abordar. Es una construcción consensuada dentro del área de conocimiento desde la que se opera, y se constituye en un sistema de códigos que facilita el acceso y procesamiento de información específica de la disciplina o al conjunto de ellas que interactúan en pos de un mismo fin.

Así, la gráfica puede ser considerada como el puente de unión entre la Matemática y la Arquitectura a la hora de acceder a distintos niveles de comprensión y operación sobre los problemas propios del área de la Arquitectura pero mediados por construcciones geométrico /matemáticas.

La complejidad creciente previamente planteada tiene que ver con la necesidad de realizar aproximaciones sucesivas con distinto grado de profundidad al objeto de estudio. Cabe aquí aclarar que la Cátedra trabaja con alumnos de primer año del Ciclo Básico de la Carrera en torno a núcleos temáticos que conforman la denominada Matemática IA y con alumnos de tercer año del Ciclo Medio para el caso de Matemática II. El ingresante es un alumno en período de adaptación a la vida universitaria, que

todavía no ha accedido a los nuevos modos –gráficos, formales, tecnológicos- propios de la Arquitectura. Por lo tanto el acercamiento a la gráfica se realiza de manera elemental, más ligada al manejo de las dos dimensiones, al reconocimiento de proporciones y la utilización de diversas escalas. Luego, estas gráficas comienzan a asociarse a sistemas de referencias externos, propios de la Matemática, que superan el estadio de las abstracciones geométricas euclidianas para dar lugar a un abordaje más completo desde la geometría analítica en el plano.

En Matemática II, los sistemas gráficos de representación han sido ya incorporados por los alumnos al utilizarse ampliamente en los distintos espacios curriculares, incluso mediados por sistemas informáticos –sketchup, autocad, entre otros. En este nivel, se profundiza el estudio de contenidos que se ligan más fuertemente a la tercera dimensión. El acceso a los mismos implica un manejo riguroso de operaciones con mayor grado de abstracción, asentado sobre la posibilidad de seccionar modelos matemáticos que recrean situaciones arquitectónicas de interés.

Interesa entonces el potencial que posee la gráfica geométrico/matemática como instrumento que puede ser re-semantizado dentro de la Arquitectura.

A continuación, se propone a modo de muestra, la descripción de algunas experiencias pedagógicas que dan cuenta del abordaje de diferentes núcleos temáticos focalizándonos en el papel de la expresión gráfica como instrumento mediador de aprendizaje. La presentación tendrá el siguiente orden: se indicará el núcleo temático de referencia, señalando el iniciador –o disparador- posible utilizado en cada caso, posteriormente un breve análisis de los procesos de abstracción matemática que el alumno efectúa para lograr finalmente realizar las posibles transferencias al campo de la Arquitectura. Se intenta que en el recorrido pueda observarse la espiral creciente de complejidad planteada respecto al uso de gráficos elementales –o rudimentarios- a gráficos con alta complejidad y rigurosidad geométrico/matemática.

Espacio curricular: Matemática IA

Núcleo temático: Trigonometría

Operativamente se retoma el trabajo final realizado por los ingresantes en el Curso de Ingreso a la carrera. Se constituyen grupos de trabajo y se selecciona, la propuesta que posea mayor potencial de análisis respecto al tema en cuestión.

Disparadores: La maqueta del trabajo final del curso de ingreso a la carrera, como aporte del alumno. Desde la cátedra, criterios de cómo abordar distintas situaciones problemáticas, con ejemplos gráficos que el equipo docente transfiere en clases teóricas y en clases prácticas. Consignas de orientación gráfico/conceptuales.

Procesos de abstracción realizados: Se trabaja a partir de la maqueta y los gráficos realizados por el estudiante en el curso de ingreso, solicitándoles que realicen sobre el mismo un trabajo de reconocimiento de las estructuras geométricas subyacentes en pos de identificar las figuras triangulares. Luego se les propone calcular el valor de

los lados, ángulos, perímetros, áreas y volúmenes. Hay aquí un predominio de la gráfica bidimensional, trabajada sobre conceptos de escala y proporcionalidad; no aparecen aún los sistemas de referencias externos, pero si hay un esfuerzo por abstraer elementos arquitectónicos que se encuentren situados, espacialmente, a distintos niveles y orientados de manera diversa (las proyecciones sobre el plano comienzan a entenderse de manera difusa aún).Fig.1

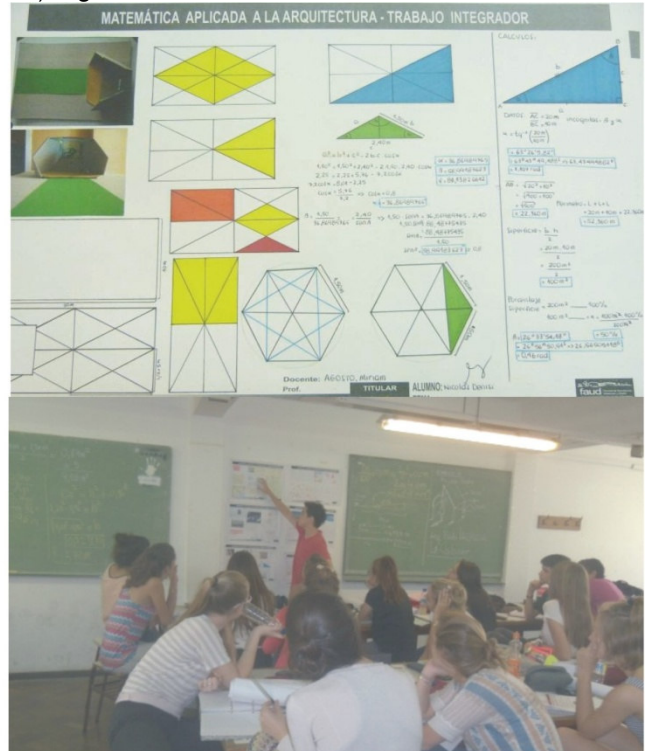


Figura 1-Trabajo integrador Trigonometría- Muestra en taller

Transferencias: Finalmente, se transfieren los contenidos estudiados al análisis geométrico matemático de una obra de arquitectura en el que se reconoce la utilización de figuras triangulares en su configuración formal –sin descuidar la observación de determinadas configuraciones que responden a cuestiones que trascienden la forma, y están ligadas a otro tipo de requerimientos (tecnológicos, estructurales, etc.) Este proceso, es socializado mediante colgadas generales en la que los alumnos pueden recomponer, frente a sus pares y docentes, el camino de análisis de las obras de arquitectos que utilizaron, de forma particular, los contenidos del núcleo temático estudiado.Fig.1

Núcleo temático: Polígonos

Continuamos trabajando con la maqueta seleccionada por el grupo ya conformado para el núcleo temático anterior.

Disparador: el elemento aportado por el alumno, y que actúa como disparador sigue siendo la maqueta. El equipo docente guía y orienta mediante consignas gráfico conceptuales, que se apoyan en el tema y que son impartidas en clases teórico-prácticas.-

Procesos de abstracción realizados: los alumnos trabajan en el reconocimiento de las figuras

poligonales que identifican en la maqueta seleccionada por el grupo de trabajo y en los gráficos de apoyo que dieron origen a la misma. Desde el equipo docente, se propicia el uso de la gráfica bidimensional poniendo énfasis en el reconocimiento de las figuras triangulares devenidas del trazado de las diagonales de cualquier polígono. Se retoma y se resalta en particular la presencia del triángulo como resultado de estas subdivisiones, cuya resolución permitirá el cálculo de los elementos de los polígonos regulares e irregulares tales como: lados, apotema radios, ángulos interiores y centrales, etc.

Se demuestra, también con el apoyo de la gráfica en dos dimensiones, cómo surgen los polígonos estrellados.

Transferencias: En el trabajo integrador individual (Fig.2), se observan distintas técnicas de expresión gráfica: la geométrica, la esquemática, la fotográfica, y también la que brinda la maqueta objeto del análisis. Se invita al alumno desde el cuerpo docente, a investigar la obra de un arquitecto elegido por el Profesor Asistente y que da nombre al taller de cursado, reconociendo especialmente en ella las figuras poligonales y analizándolas no sólo desde lo formal, sino también como elemento constitutivo del esquema estructural. Para dar cierre al tema, el docente propone una situación de cálculo de alguna figura poligonal presente en una de las obras del arquitecto elegido trabajando con las dimensiones reales de la misma.

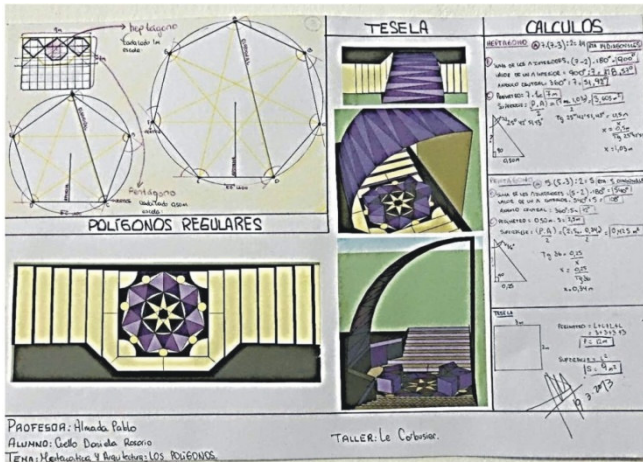


Figura 2-Trabajo integrador- Polígonos y teselado
Núcleo Temático: Escalas, Razones y Proporciones.

Se retoma un trabajo práctico realizado en el Curso de Ingreso, en el que se representa gráficamente las envolventes del taller de cursado.

Disparador: Las piezas gráficas que son representaciones técnicas en sistema diédrico: plantas y vistas, son el disparador aportado por el alumno que inclusive, tiene recuerdos concretos del uso de ese espacio físico que le permiten aprehender desde lo cognoscitivo la relación de proporción y escala de ese ámbito. El equipo docente aporta las herramientas gráfico-conceptuales que orientan al alumno en cómo resolver las situaciones problemáticas planteadas.-

Procesos de abstracción realizados: los alumnos trabajan en el reconocimiento de proporciones y escala en los paramentos horizontales y verticales del espacio taller; también reconocen la

presencia de módulo y proporción en las aberturas de las envolventes laterales. Hay un predominio de la gráfica bidimensional, que recalca las dimensiones de las piezas graficadas según una escala de representación adecuada para el espacio papel. El docente induce al alumno en el uso de estas escalas de representación según sea el tamaño del objeto real y su relación con el tamaño del objeto en el dibujo. Se calculan módulos de todas las aberturas y se las grafica a escala adecuada. Se calculan superficies y se le propone al alumno el re diseño de la planta del taller para que responda a proporciones áureas, más el diseño de nuevas aberturas con la misma proporción.- Fig.3

Transferencias: Se propone a los alumnos investigar y comentar acerca del uso de las proporciones en la obra del arquitecto que nombra al taller, mencionando si hace uso de la figura "rectángulo" y documentando mediante imágenes y planos sobre la misma.-

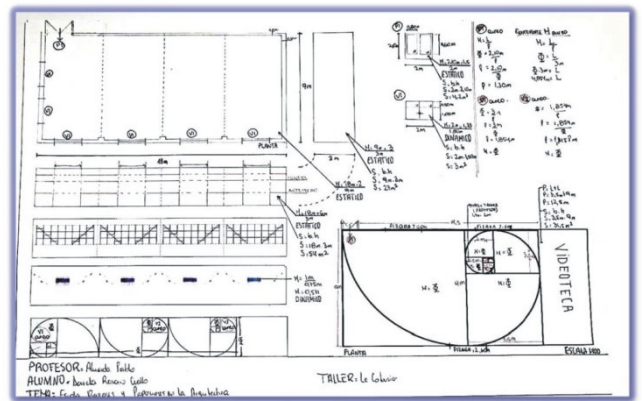


Figura 3- Trabajo integrador- Escala, razones y proporciones

Espacio curricular: Matemática II
Núcleo temático: Geometría Analítica Plana: Secciones cónicas.

Abordamos la enseñanza enlazando los contenidos dados en Matemática IA que culminaron con el estudio de la Geometría Analítica Plana y la Ecuación de la recta. Se retoman a modo de repaso esos contenidos que permitieron posicionar entidades en el plano según sistemas de referencia. La gráfica, concebida como lugar geométrico, adquiere importancia y posibilita posicionar en el plano distintas figuras geométricas.Fig.4

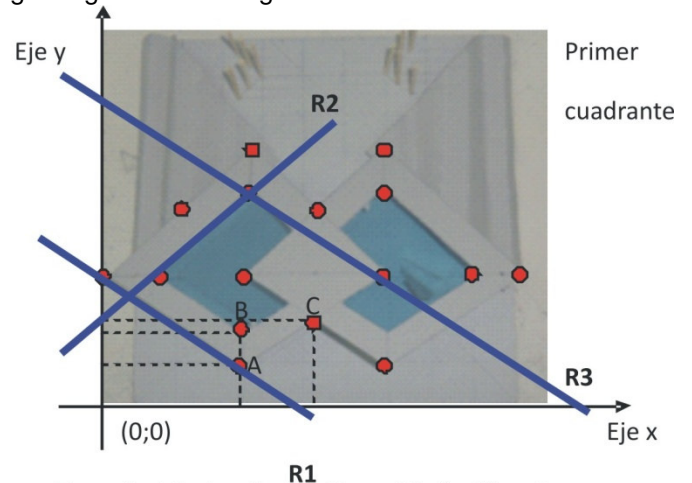


Figura 4 – Introducción a la Geometría Analítica plana. Aplicaciones en maqueta y representaciones en láminas

En Matemática II, el estudio de las secciones cónicas: circunferencia, elipse, parábola e hipérbola asociadas a la geometría analítica para su posicionamiento y cálculo a través de sus ecuaciones acercan al alumno la posibilidad de trabajar con estas geometrías en sus proyectos de Arquitectura.

Disparador: El uso de las secciones cónicas en obras de grandes arquitectos. La Geometría Analítica como vínculo entre el lugar geométrico (gráfica) y el cálculo. La comprensión de los lugares geométricos con todos sus elementos: su expresión utilizando diferentes técnicas y software matemático.

Procesos de abstracción realizados: Los alumnos abordan las secciones cónicas desde su construcción por métodos sencillos comprendiendo todos sus elementos. Luego, mediante el concepto de lugar geométrico, las reconocen y pueden transferir la forma a las ecuaciones, realizar los cálculos pertinentes y en correspondencia biunívoca, llevar las ecuaciones a la gráfica.

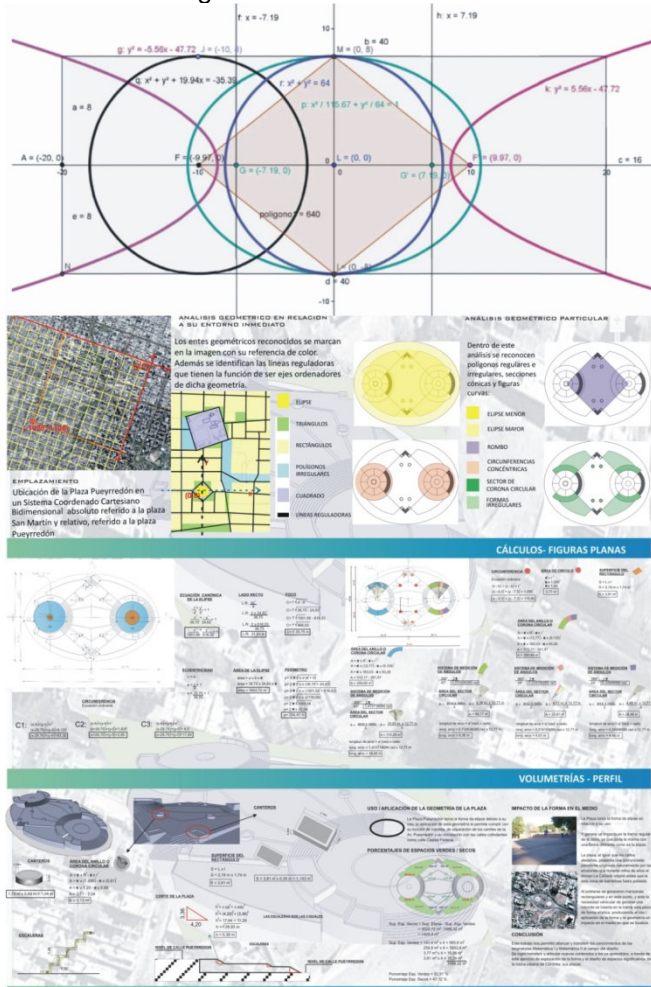


Figura 5 – Reconocimiento de secciones cónicas. Ejemplo del análisis geométrico- matemático en Plaza Pueyrredón (Pte. Sarmiento) realizado por grupo de alumnos. Los Lugares geométricos a la luz de la Geometría Analítica Plana. Posicionamiento en la trama urbana según sistemas de coordenadas. Desglose de figuras geométricas. Forma y función. Acercamiento a las tres dimensiones (axonometrías) Cálculos. Variedad de expresiones gráficas.

Transferencias: Al ejercitar desde aplicaciones sencillas hasta analizar, graficar y calcular obras realizadas, el alumno aborda la tercera dimensión y descubre las distintas aplicaciones de las cónicas en

la Arquitectura y de los lugares geométricos a la hora de replanteos de proyectos. Fig.5

Núcleo temático: Geometría Analítica Espacial: Superficies.

El estudio de los Sistemas Coordenados en el espacio permite al alumno introducirse en las tres dimensiones desde la Geometría Analítica, interpretar el espacio y graficarlo. Esta interpretación no es inmediata, requiere de tiempo y práctica, la gráfica colabora para posicionar en principio puntos y luego superficies. El aprendizaje de las superficies se realiza teniendo en cuenta la manera en que son generadas, estudiando las superficies regladas con el desarrollo pormenorizado del Plano y las no regladas destacando el estudio geométrico y analítico de las Cuádricas. La comprensión se produce desde lo formal, primero, hasta lo analítico después. El enlace con la recta y las cónicas es inmediato a partir de las trazas de las mismas. Fig.6

Disparadores: La instrumentación teórica con ejemplos de obras de Arquitectura significativas. Las cónicas como generadoras de las superficies cuádricas, la recta como generadora de superficies regladas, siempre situándolas en un marco referencial bi o tridimensional según sea el caso.

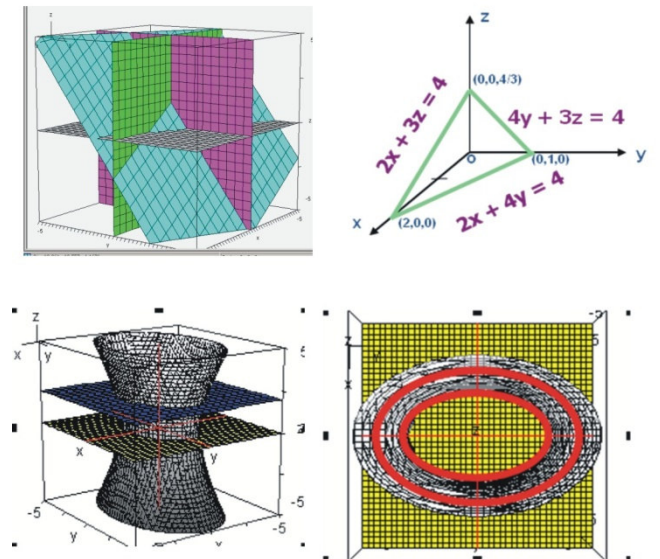


Figura 6 – El software matemático apoya la comprensión de las superficies a través de la expresión gráfica del espacio

Procesos de abstracción realizados: Los alumnos trabajan partiendo de ejercicios sencillos siempre vinculados a la Arquitectura. Asocian las gráficas a las ecuaciones. Luego, siempre apoyados por la gráfica, definen ejes, semiejes, dimensiones, intersecciones, trazas y pueden resolver las ecuaciones.

Transferencias: Al finalizar el cursado, apostamos a que el estudiante enlace los contenidos de ambas asignaturas en un práctico de aplicación, dónde se enfatiza el reconocimiento de la escala, la proporción, las secciones cónicas y las superficies. Es aquí donde él elige el modo de representar combinando su caudal de herramientas gráficas más las aprendidas en la materia. Se muestran a modo de ejemplo imágenes de algunos Trabajos Prácticos grupales de distintos años y un Trabajo de investiga-

ción de un alumno del aula Virtual en línea. Fig. 7 y 8

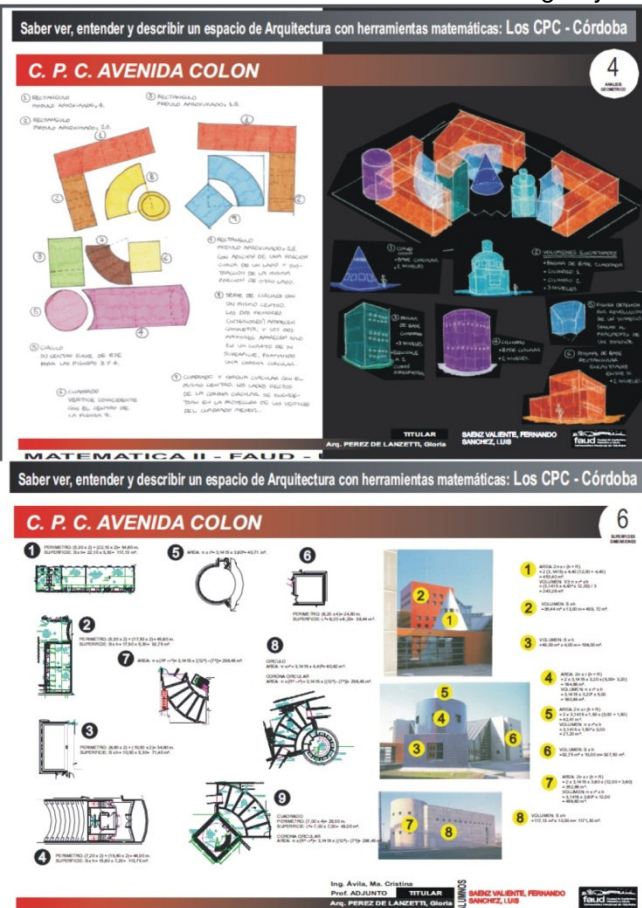


Figura 7– TrabajoPráctico sobre los C.P.C. Córdoba, bajo la consigna: Saber ver, entender y describir un espacio de Arquitecturacon herramientas MatemáticasGráfica y cálculo

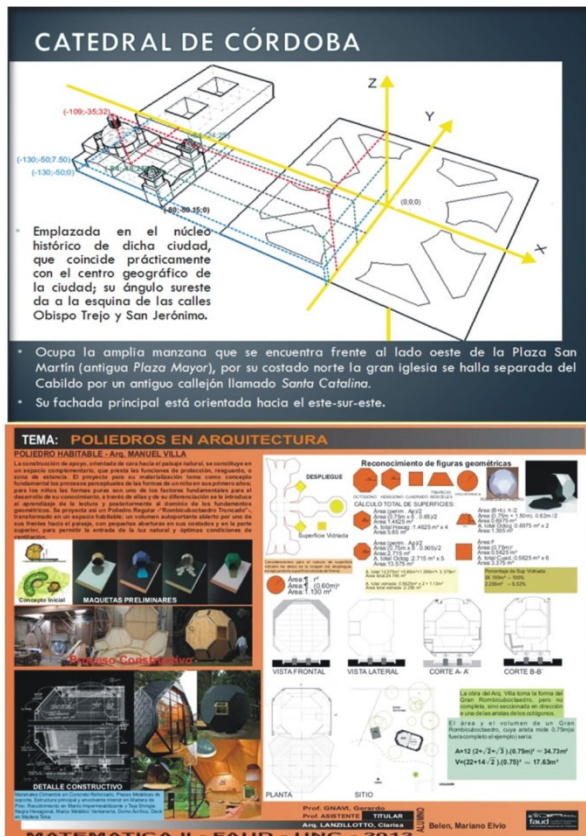


Figura 8– Trabajo Práctico sobre Iglesias de Córdoba. Trabajo delInvestigación: Poliedros en Arquitectura

En el corriente año lectivo, la Cátedra ideó un trabajo Práctico grupal presentado a los alumnos de Matemática II en el que se propone además de la presentación de la documentación gráfica y analítica, la maquetización de un objeto de diseño a partir de las secciones cónicas para ubicarlo dentro del sitio de localización del proyecto de Arquitectura III, siempre en la búsqueda de transferir los conocimientos al área proyectual.

Entre el material plasmado en láminas que deben presentar, se cuenta: secuencias del desarrollo del modelo justificando las leyes de generación de la forma e incorporando premisas o ideas generadoras; representación del modelo en Sistema Diédrico, Perspectiva general, análisis geométrico general y particular, determinación de ecuaciones, cálculos y gráficos (lugares geométricos) a escala adecuada de las secciones y superficies obtenidas.

CONCLUSIONES

El arquitecto diseña a partir de dibujos en los que incorpora la escala, la proporción, las dimensiones, el juego de las formas con el uso de la geometría ideando un espacio habitable que se muestra a partir de múltiples representaciones, aquellas que surgen de la mano alzada y otras que guardan rigor técnico. El estudiante de la carrera de Arquitectura tiene en la expresión gráfica la herramienta esencial para mostrar sus ideas. Como docentes de las asignaturas Matemática IA y II de la carrera de Arquitectura de la FAUD-UNC pretendemos contar con alumnos que valoren la importancia de incorporar la Matemática y sus métodos al proceso de diseño, y que utilicen la gráfica como “elemento mediador” para abstraer, reconocer, plantear, calcular y/o verificar problemas propios de la Arquitectura. Respecto a este punto, es atinado el aporte de Gregorio Klimovsky, al decir: “Lo que justifica la importancia de la Matemática para la ciencia y la cultura contemporánea es ser una suerte de museo de posibilidades al servicio de los ejemplos concretos que se presentan en cada disciplina o teoría que trata acerca de la realidad” [4].

REFERENCIAS

- [1] CARMONA Y PARDO, Mario de Jesús – Matemática para Arquitectura. - Edit. Trillas.
- [2] SWOKOWSKI – COLE- Trigonometría-Edit: Math Learning
- [3] NICOLINI Angeles, SANTA MARIA Graciela, VASINO Susana- Matemática para arquitectura y diseño- Buenos Aires -: Nueva librería
- [4] KLIMOVSKY, Gregorio (1997) Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología. 3ra. edición. (Buenos Aires: AZ).
- [5] GHYKA, Matila C. - Estética de las Proporciones en la Naturaleza y en las Artes-Edit. Poseidón
- [6] LEHMANN, Charles- Geometría Analítica- Edit. Limusa
- [7] KINDLE, Joseph H.- Geometría Analítica - Edit. Mc. Graw Hill.
- [8] DE SPINADEL, Ver W, NOTTOLI, Herman- Notas de Matemática: para arquitectos y diseñadores- Buenos Aires : F.A.D.U.