

10º ENCUENTRO DE DOCENTES DE MATEMÁTICA EN CARRERAS DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO DE UNIVERSIDADES NACIONALES DEL MERCOSUR

TÍTULO:
**DESCUBRIENDO LA PRESENCIA DE LA MATEMÁTICA EN EL RELEVAMIENTO
Y ESTUDIO DE UN SISTEMA ESTRUCTURAL SENCILLO (RETICULADOS
PLANOS)**

Miriam Agosto (*), Pablo Almada (*), Gabriela Asis (), Patricia Crivello (*).**

(*) Cátedra: Matemática 1A. Carrera de Arquitectura.

(**) Cátedra: Estructuras 1A, 2A y 3. Carrera de Arquitectura

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Córdoba.

Córdoba, Argentina.

Teléfono 0351-4332095.

Contacto: Miriam Agosto, arqagosto@hotmail.com. Contacto alternativo: Pablo Almada,
almada1970@yahoo.com.ar

PALABRAS CLAVES:

MATEMÁTICA, INTEGRACIÓN, DISEÑO.

EJE TEMÁTICO:

MATEMÁTICA APLICADA A LA ARQUITECTURA Y EL DISEÑO

Resumen:

Desde la Cátedra Matemática 1A de la Carrera de Arquitectura de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Córdoba se realiza como experiencia didáctica un trabajo práctico grupal e integrador, cuyo principal objetivo es lograr la transferencia de los contenidos trabajados en la asignatura a una situación propia de la arquitectura, acorde al nivel de cursado (materia bimestral ubicada al comienzo de primer año), pero con el objetivo de anticipar problemáticas vinculadas a las estructuras y al necesario estudio geométrico de las mismas que garantiza comportamientos eficientes frente a determinadas solicitudes.

La selección de sistemas estructurales sencillos como son los reticulados planos, radica en la utilización del triángulo como figura indeformable que, materializado a través de barras posibilitan cubrir grandes luces eficientemente. De esta manera, desde Matemática se aborda el análisis de las figuras geométricas que componen un reticulado, determinando valores de lados, ángulos y perímetros fundamentalmente, a la vez que comienzan a verificarse conceptos que los alumnos estudian en Física (deformaciones de los materiales, solicitudes, esfuerzos...) y se anticipan contenidos propios de la asignatura Estructuras que cursarán en los niveles superiores. Desde la materia Matemática 1A se instrumenta al alumno con elementos sencillos en relación a la definición de estructuras reticuladas y criterios básicos necesarios para poder seleccionar ejemplos válidos a los fines de este trabajo.

Se propone entonces, la realización de un trabajo práctico grupal que incluye las siguientes etapas: reconocimiento de estructuras reticuladas planas simples, selección de una de ellas para profundizar en su estudio, relevamiento de la misma, representación gráfica (Sistema Monge), abstracción geométrica, identificación de figuras a calcular, procesamiento, sistematización y presentación de la información a través de planillas, elaboración de maqueta a escala de un módulo de la estructura.

Los contenidos a transferir en este práctico son, fundamentalmente: trigonometría, polígonos, razones y proporciones, sistema de coordenadas en el plano y ecuación de la recta.

Los resultados obtenidos dan cuenta de la apropiación efectiva de los contenidos desarrollados en las clases teórico-prácticas logrando articular saberes entre Matemática y Arquitectura, verificando la necesaria consideración de la triada forma, función y tecnología en un elemento estructural simple.

Extenso:

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende dar cuenta de una experiencia didáctica realizada con alumnos de la Cátedra de Matemática de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Córdoba. La asignatura es de cursado bimestral y está ubicada en los dos primeros meses de nivel uno de la Carrera –luego de finalizado el Curso de Ingreso-. Se trata de una Cátedra única, con una población estudiantil de más de 1500 alumnos, cuyas formaciones previas son heterogéneas, ya que se trata de una universidad masiva a la que acceden alumnos de distintos puntos del país, e incluso de países latinoamericanos.

En este contexto se desarrolla un trabajo práctico de integración y síntesis de contenidos denominado *“Descubriendo la presencia de la Matemática en el relevamiento y estudio de un sistema estructural sencillo: reticulados planos en áreas de estacionamiento”*. Esta experiencia grupal permite realizar, sobre el cierre del cursado, la transferencia de saberes propios de la disciplina –con énfasis en la geometría euclidiana y analítica- como de otros propios del nivel que han sido trabajados en paralelo en las Cátedras de Sistemas Gráficos de Expresión y Física.

La idea de trabajar con estructuras reticuladas sencillas, pone al alumno en contacto con una problemática que visualiza a diario, que reconoce en los espacios públicos que recorre y que por lo tanto puede relevar y dimensionar con facilidad. Es ponerlo en contacto con una situación real verificable, es aproximarle a un problema estructural estableciendo articulación con temáticas futuras en su carrera. Por ello, se instrumentaron algunos contenidos respecto del tema reticulados planos –lo cuales se exponen en el desarrollo de este trabajo tal como se los presentó a los alumnos-, para luego dar a conocer objetivos, contenidos, descripción de la actividad, registro fotográfico de la entrega y las conclusiones.

II. DESARROLLO

Un reticulado es una estructura rígida de miembros unidos entre sí por sus extremos y construido de tal forma que soporte las cargas que se le aplican con total seguridad. Estos elementos estructurales pueden ser vigas en I, vigas en U, barras, ángulos, etc. que se unen por sus extremos por medio de juntas soldadas, remachadas o con pasadores o tornillos.

El uso de estas estructuras resultan apropiadas cuando el peso propio de la estructura de alma llena constituye una fracción importante de la carga que ésta puede soportar.

Al unir tres barras por sus extremos se forma un Conjunto Indeformable, por eso el elemento fundamental de un reticulado es el TRIÁNGULO. El triángulo es quizás el polígono más sencillo, pero no por ello menos interesante. Desde su simplicidad, nadie podría pensar que puede tener tanta utilidad en el desarrollo de las cuestiones geométricas. Si se ejerce una fuerte presión sobre un cuadrilátero, se deforma, lo mismo ocurre con todos los polígonos, excepto el triángulo, que es el único que ofrece una rigidez suficiente y un carácter indeformable.

Cuando las barras del reticulado se encuentran todas en un plano, la estructura es una armadura plana. Las barras rectas pueden ser de madera o metálicas, macizas o huecas. Cuando los reticulados planos se colocan uno a continuación de otro unidos entre sí por elementos rígidos, ocupando planos paralelos en el espacio, tal como se ve en las imágenes que se muestran a continuación, se denominan estructuras reticuladas. Estas estructuras reticuladas se usan en torres de tendido eléctrico, puentes, naves, grúas, etc.

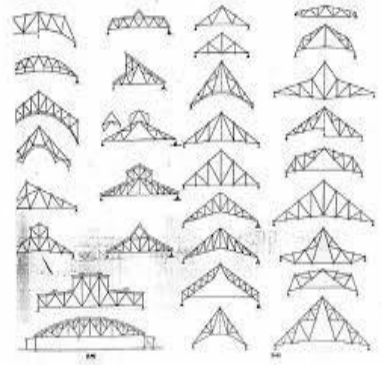


Imagen 1: Ejemplos de estructuras reticuladas planas.

Para el diseño de la armadura se debe determinar la forma estructural adecuada para soportar las fuerzas; los esfuerzos internos de las barras y las dimensiones de éstas.

Para el análisis de esfuerzos del reticulado, consideramos los diagramas del sólido libre (representación del cuerpo en el que figuran todas las fuerzas aplicadas a él por otros cuerpos que se consideran suprimidos) de las barras o combinaciones de éstas, a fin de determinar los esfuerzos interiores en la estructura. Sabiendo que debe cumplirse la Tercera Ley de Newton, *“Cada acción va acompañada de una reacción igual y de sentido opuesto”*

La barra puede hallarse bajo tracción o compresión, se desprecia el peso de la barra si fuera pequeño comparándolo con la fuerza que soporta.

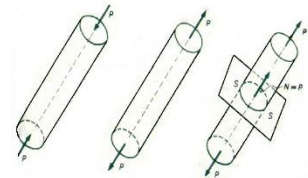


Figura 2: Solicitaciones a las que están sometidas las barras

Objetivos:

- Desarrollar la capacidad de abordar un trabajo práctico orientado con pensamiento geométrico matemático, para resolver situaciones particulares que un diseñador /arquitecto afronta desde los inicios de un proyecto.
- Transferir los saberes adquiridos a situaciones concretas de diseño de complejidad acorde con el nivel.
- Entender la importancia de la Matemática en general y de la Geometría en particular en las distintas instancias del proceso de diseño de un objeto simple, desde su definición geométrica hasta la fase de cálculos.
- Valorar la importancia del trabajo colaborativo en equipo.

Contenidos:

Los contenidos a transferir en el Trabajo práctico son los abordados en los diferentes núcleos temáticos desarrollados en la asignatura y cobran mayor o menor relevancia en función de la alternativa que cada grupo de alumnos trabaje. Los mismos son: entes geométricos, trigonometría, polígonos, razones y proporciones, sistemas de coordenadas en el plano y ecuación de la recta.

Actividad:

En grupos de cinco alumnos, pertenecientes a la misma comisión de cursado, los integrantes realizaron un análisis geométrico matemático de un módulo de un sistema estructural correspondiente a estacionamientos cubiertos existentes en áreas destinadas a

espacios de uso público (supermercados, centros comerciales, etc.) de la ciudad de Córdoba. Se propone relevar sistemas reticulados triangulados de cordones no paralelos que permiten mayor potencial de análisis en tanto al descomponerlos en figuras elementales, otorgan la posibilidad de analizar triángulos rectángulos y oblicuángulos.

Para ello, los integrantes del grupo presentaron a su docente cinco ejemplos, que descubrieron recorriendo la ciudad. De ellos, el docente seleccionó uno que fue el que relevó el grupo y con el cual trabajó específicamente. El resto de los ejemplos se incluyeron en el punto de Antecedentes. La Cátedra proporcionó un listado de lugares sugeridos.

La actividad de relevamiento se refiere a la acción de medir los hechos físicos existentes, naturales o no, en una zona considerada. Por lo tanto, el grupo tomó registro de las medidas reales del reticulado, su forma. Esto se realizó acudiendo al lugar, utilizando cintas para medir, tomando fotografías, realizando dibujos, croquis, etc. que luego se representaron con rigor geométrico.

Presentación:

La entrega del Trabajo práctico incluyó:

a) Prisma de cuatro caras autoportante (cartón rígido de 2 mm / ver esquema al final) en donde se plasmó la siguiente información:

a.1. Antecedentes buscados (uno por alumno) documentado en croquis o fotografías y la presentación del modelo a estudiar relevado en el lugar por el grupo (ejemplo indicado por su docente): sobre las imágenes incorporar comentarios en relación a nombre del lugar, ubicación en la ciudad, características generales (materialidad, tratamientos o acabados, etc.)

a.2. Vistas: superior y dos vistas laterales (tres en total) del módulo a analizar con sus respectivas dimensiones o cotas. Esc 1:50. Para el relevamiento dimensional se adjunta una planilla de relevamiento para ordenar los datos relevados.

a.3. Abstracción geométrica de los elementos a analizar matemáticamente, identificándolos de manera tal de facilitar su lectura. Para ello se recomienda asignar a cada figura identificada un color y una designación. Por ej. Triángulo 1 color amarillo.

a.4. Desarrollo matemático:

Temas: trigonometría, polígonos, proporciones, sistemas de coordenadas en el plano y ecuación de la recta.

Para el **triángulo rectángulo**:

- Determinar el valor de los ángulos agudos y expresarlos en los tres sistemas de medición de ángulos.
- Calcular el valor del/os lado/s en metros. Utilizar funciones trigonométricas
- Calcular perímetro en metros y superficie en metros cuadrados.

Para el **triángulo oblicuángulo**:

- Determinar el valor de los ángulos interiores aplicando el Teorema del Seno o del Coseno.
- Calcular el valor de/los lado/s faltante/s en metros.
- Calcular su superficie aplicando la fórmula de Herón, en metros cuadrados.

Para los **polígonos regulares**:

- Calcular el número de diagonales.
- Calcular el valor del ángulo central y los ángulos interiores.
- Calcular el perímetro en metros y la superficie en metros cuadrados.

Para **proporciones**:



- Determinar los módulos de las figuras rectangulares existentes en su ejemplo analizado (si las hubiere).

Para **sistemas de coordenadas en el plano** y ecuación de la recta:




- Posicionar el modelo según los ejes cartesianos determinando el origen del sistema coordenado en un lugar particular, de modo que se puedan definir las coordenadas de puntos en más de un cuadrante del plano cartesiano.
- Determinar la distancia entre dos puntos (por ejemplo distancia entre nudos o longitud de barras de la estructura reticulada).
- Punto medio de un segmento.
- Pasar algunas coordenadas cartesianas a polares, representando gráficamente estas últimas.
- Determinar analíticamente, la ecuación de al menos dos rectas contenidas en las barras de la estructura analizada

Se adjuntan además, las planillas de cálculo que sirvieron para sistematizar la información y realizar las operaciones matemáticas que se incorporaron en el espacio destinado a tal fin.

• PLANILLA DE RELEVAMIENTO

Figura geométrica/ Designación	Grafico correspondiente	Medidas relevadas
Triangulo 1		Lado a: Lado b: Lado c:
Triangulo 2		Lado a: Lado b: Lado c:
Etc.		

• CÁLCULO MATEMÁTICO - PLANILLA Nro. 1

Figura geométrica/ Designación	Grafico	Triángulo rectángulo			Triangulo oblicuángulo			Polígono regular			Esc.y Prop.
		ángulos	Perim.	Sup.	ángulos	Perim.	Sup.	Diag.	Per.	Sup.	Módulo
Triangulo 2		α			α						
		β			β						
		γ			γ						
Polígono											
Rectángulo											
Operaciones matemáticas:											

• CÁLCULO MATEMÁTICO - PLANILLA Nro. 2

Coordenadas en el plano	Punto	Coordenadas rectangulares del punto	Coordenadas polares del punto		
	P1				
	P2				
	P3				
Distancia entre dos puntos	P1 P2				
	P2 P3				
Punto medio	Entre P1 P2				
	Entre P2 P3				
Ecuación de la recta	R1				
	R2				
Operaciones Matemáticas:					

b) Maqueta a escala de un módulo de estacionamiento incorporada en una cara del prisma de presentación (Esc. 1:25)

La misma se incorporó a la presentación de un modelo tipo prisma rígido de cuatro caras que se construyó con cartón. El prisma desplegado mide 1.00 m x 0.50 m ocupándose una de las caras del prisma con la maqueta desarrollada en la escala requerida.

c) Articulación con Física.

Un objetivo importante en la Matemática I A, es trabajar la articulación con otras materias del nivel. Es por ello que además de poner énfasis en el desarrollo y la construcción de piezas gráficas estudiadas en la asignatura Sistemas Gráficos de Expresión, también se requirió a los alumnos que trabajen sobre el sistema triangulado analizado y evaluarán las sollicitaciones a esfuerzos de tensión a los cuales están sometidos los componentes de la estructura presentada. De esta manera se aplica el estudio de la Estática (contenido específico de Física) para comprender mejor cómo funcionan los reticulados planos.

Finalmente se sugiere a los alumnos sitios o lugares donde puedan realizar el relevamiento de reticulados planos (tarea realizada previamente por la cátedra) invitando a que ellos descubran en la ciudad otras estructuras tan o más interesantes que aquellas que la cátedra propone para trabajar. En este sentido se dio libertad a los grupos para la elección de los sitios o ejemplos a desarrollar. Estacionamientos sugeridos:

- Paseo Rivera Andarte.
- Local sobre Av. Gauss (altura 5800).
- Walmart Av. Colón.
- Av. Colón frente a Ciudad Gama en espacio entre Concesionarias de auto.
- Instituto IRAM (bajada Pucará).
- Tribunales Federales (Concepción Arenal y Paunero, Barrio Rogelio Martínez).
- Supermercado VEA, San Vicente (calle San Jerónimo, frente a Centro Cultural San Vicente).
- Hospital Ferreyra ex Español (Av. Richieri, frente a la Ciudad de las Artes).
- Dirección de Deportes de la UNC (Av. Valparaíso frente a Ciencias Económicas).
- Super Mami, Rodríguez del Busto.

Registro de entrega:

Imagen 3: Los siguientes son trabajos de los propios alumnos en momentos de la entrega solicitada por la cátedra de Matemática I A.

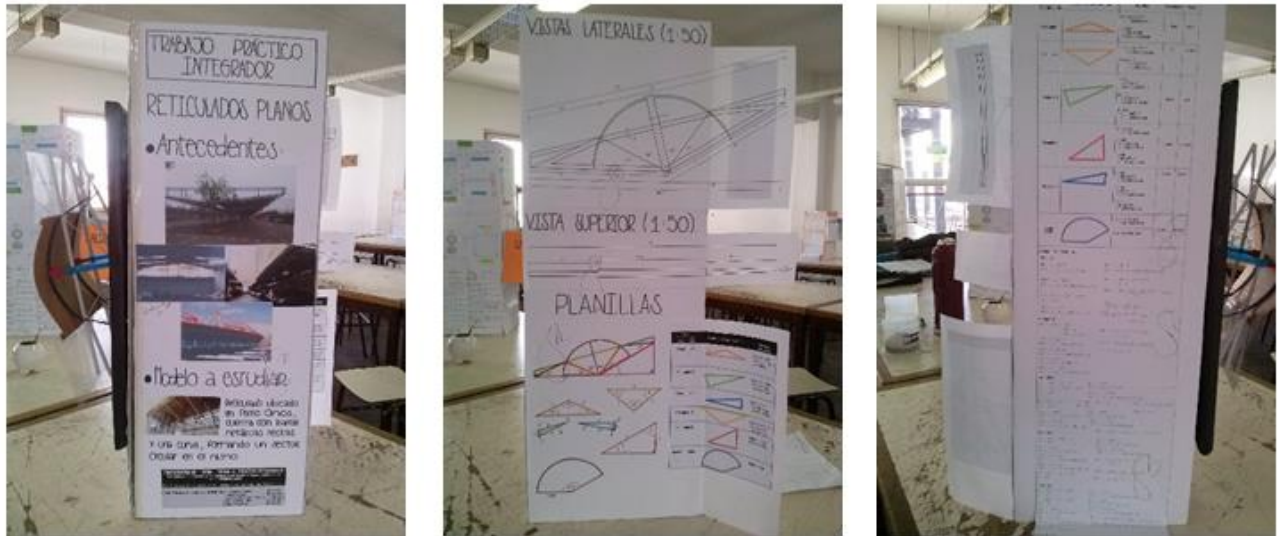
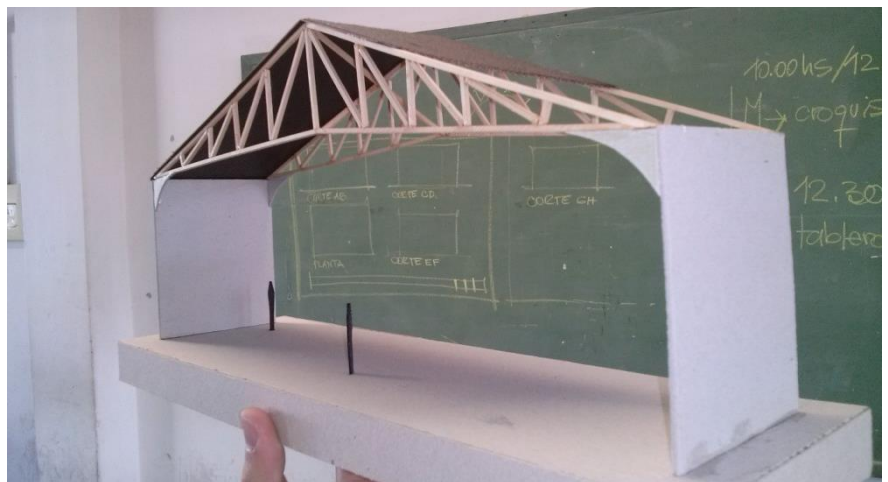


Imagen 4, 5 y 6: Presentación en soporte prismático de cartón con el contenido gráfico-conceptual trabajado por cada grupo.





Imagen 5 y 6: Maquetas del módulo de estacionamiento donde se observa el reticulado plano elegido para el trabajo.



III. CONCLUSIONES

Cuando como equipo de Cátedra queremos evaluar nuestras prácticas y las propuestas de trabajo que ofrecemos a los alumnos, obtenemos en la balanza del enseñar – aprender resultados que nos satisfacen completamente.

Muchas veces la masividad como un fantasma intenta frenar el desarrollo de trabajos que como éste tienen una enorme exigencia tanto para los alumnos como para los docentes que deben corregir y evaluar lo realizado por sus estudiantes. Pero a pesar de las verdaderas complicaciones que se presentan, creemos que este tipo de ejercicios son sumamente valiosos y las conclusiones que podemos elaborar como equipo docente al final de cada etapa son sumamente positivas. La Matemática no es ciencia abstracta, la Matemática está aplicada en cada obra de arquitectura. Y aquí los estudiantes lo pueden ver.

Creemos que a pesar del escaso tiempo con el que cuenta la materia para el dictado de sus contenidos básicos instrumentales, dedicar un espacio para la reflexión, la síntesis y transferencia y finalmente la expresión en articulación con otras asignaturas, permite a este alumno inicial comprender para que estudia Matemática en la carrera de arquitectura y cuáles son las aplicaciones que podrá verificar a lo largo de su carrera como estudiantes y luego como profesional.

IV. BIBLIOGRAFIA

1. MOISSET DE ESPANÉS, Daniel. Intuición y razonamiento en el diseño estructural. ESCALA. Córdoba, 2003. 205 p. ISBN: 9789589082621.

2. LAMBERTUCCI, Rogelio y RIONDET, Viviana. La Estructura: introducción a la tecnología de la arquitectura. Edición del autor. Córdoba, 5/2001. 115 p. ISBN: 978-987-43-3303-2

3. LANZILLOTTO, Clarisa y otros. Matemática 1A: orientada a estudiantes de arquitectura. FAUD. Córdoba, 2016. 219 p. ISBN 978-987-1494-50-7.

http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/nayive/mr10_web/tema5_reticulados.pdf

<http://www.scoop.it/t/estructuras/p/3999950357/2013/04/14/tipos-de-estructuras-trianguladas-vigas-cerchas-porticos-inevid>

<http://html.rincondelvago.com/esfuerzos-estaticos-y-dinamicos-en-elementos-de-maquinas.html>