



2015 Comunicaciones Científicas y Tecnológicas Anuales



Docencia  
Investigación  
Extensión  
Gestión  
Comunicaciones  
Científicas y Tecnológicas  
Anuales  
2015



Docencia  
Investigación  
Extensión  
Gestión



Facultad de  
Arquitectura y  
Urbanismo

DIRECCIÓN GENERAL:  
Decano Facultad de Arquitectura y Urbanismo

DIRECCIÓN EJECUTIVA:  
Secretarías de Investigación, de Extensión y de Desarrollo Académico

COMITÉ ORGANIZADOR:  
Evelyn ABILDGAARD  
Herminia ALÍAS  
Andrea BENÍTEZ  
Anna LANCELLE  
Patricia MARIÑO

COORDINACIÓN EDITORIAL Y COMPILACIÓN:  
Secretaría de Investigación

COMITÉ ARBITRAL:  
Teresa ALARCÓN / Jorge ALBERTO / María Teresa ALCALÁ / Abel AMBROSETTI / Guillermo ARCE / Julio ARROYO / Teresa Laura ARTIEDA/ Gladys Susana BLAZICH / Walter Fernando BRITES / César BRUSCHINI / René CANESE / Rubén Osvaldo CHIAPPERO / Enrique CHIAPPINI / Mauro CHIARELLA / Susana COLAZO / Mario E. DE BÓRTOLI / Patricia DELGADO / Claudia FINKELSTEIN / María del Socorro FOIO / Pablo Martín FUSCO / Graciela Cecilia GAYETZKY de KUNA/ Elcira Claudia GUILLÉN / Claudia Fernanda GÓMEZ LÓPEZ / Delia KLEES / Amalia LUCCA / Elena Silvia MAIDANA/ Sonia Itati MARIÑO / Fernando MARTÍNEZ NESPRAL / Aníbal Marcelo MIGNONE / María del Rosario MILLÁN/ Daniela Beatriz MORENO / Bruno NATALINI / Carlos NÚÑEZ / Patricia NÚÑEZ / Mariana OJEDA / María Mercedes ORAISON / Silvia ORMAECHEA / María Isabel ORTIZ / Jorge PINO / Nidia PIÑEYRO / Ana Rosa PRATESI / María Gabriela QUIÑONEZ / Liliana RAMÍREZ / María Ester RESOAGLI/ Mario SABUGO / Lorena SANCHEZ / María del Mar SOLIS CARNICER/ Luciana SUDAR KLAPPENBACH / Luís VERA.

DISEÑO GRÁFICO E IMPRESIÓN:  
VIANET | Avda. Las Heras 526 PB Dto."B" | Resistencia | Chaco | Argentina | vianetchaco@yahoo.com.ar

CORRECCIÓN DE TEXTO:  
Cecilia VALENZUELA

COLABORADORAS:  
Lucrecia SELUY

EDICIÓN  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad Nacional del Nordeste  
(H3500COI) Av. Las Heras 727 | Resistencia | Chaco | Argentina  
Web site: <http://arq.unne.edu.ar>

ISSN 1666-4035  
Reservados todos los derechos. Impreso en Argentina. Octubre de 2016.

La información contenida en este volumen es absoluta responsabilidad de cada uno de los autores. Quedan autorizadas las citas y la reproducción de la información contenida en el presente volumen con el expreso requerimiento de la mención de la fuente.

007.

## ESTÁTICA APLICADA EN ARQUITECTURA

**Marta GIRAUDO (1) / Analía PICCINI (2) / María R. MATTA (3) / María A. FIEL (4) / Alicia J. BESIL (5)**

marta\_giraud@ yahoo.com.ar; apapiccini@gmail.com; marosam@gmail.com;  
maritafiel@hotmail.com.ar; aliciabesil@hotmail.com

(1) Adj. Ord. D. S.; (2) Adj. Ord. D. S.; (3) Adj. Int. D. S.; (4) JTP Int.;  
(5) Aux. Prim. Cat. Ord. Profesoras de Ciencias Básicas. FAU-UNNE.

### RESUMEN

El diseño arquitectónico requiere del profesional la capacidad de comprender y explicar los comportamientos estructurales y tener conocimiento acerca de las características y propiedades de los materiales. Para entender el comportamiento estructural, se enseña Estática, para que el estudiante conozca el equilibrio de las fuerzas que actúan en las estructuras.

La metodología de la enseñanza debe incentivar la capacidad de observación de la realidad constructiva verificando los conceptos que se aplican en la arquitectura. Entendemos que es importante el desarrollo pleno de la capacidad imaginativa al servicio de la creación y resolución de problemas físicos de toda índole.

**Palabras clave:** rendimiento académico; estrategias didácticas; autoevaluación.

**Dimensión del trabajo:** docencia.

### OBJETIVOS

1. Lograr que el alumno desarrolle la percepción, representación y conceptualización de fuerza y equilibrio.
2. Desarrollar la destreza de inducción y deducción mediante el razonamiento lógico.
3. Comprender la importancia de la física —y en particular de la estática— como base para su preparación profesional.
4. Incentivar a los alumnos a trabajar con nuevas metodologías que les permitan un aprendizaje activo y la valoración de su aplicación en el campo profesional.

### FUNDAMENTACIÓN

La física (del lat., *physica*, y este del gr. τὰ φυσικά, neutro plural de φυσικός, "naturaleza") es la ciencia natural que estudia las propiedades y el comportamiento de la energía y la materia (como también cualquier cambio en ella que no altere la naturaleza de esta), así como el tiempo, el espacio y las interacciones de estos cuatro conceptos entre sí. Así como la física es esencial en la mayoría de los campos, es casi imposible imaginarse el desarrollo de la arquitectura sin la presencia de la física. Ha contribuido al desarrollo



y bienestar del hombre, porque gracias a su estudio e investigación ha sido posible encontrar explicación a los diferentes fenómenos de la naturaleza.

En prácticamente todas las etapas de la labor del arquitecto está presente la física: estructura, resistencia de materiales, manejo de fluidos, transferencia del calor, etc. Por todo lo expuesto, Ciencias Básicas es una asignatura de carácter científico-técnico básico y formativo. El objetivo es sentar las bases sólidas de las leyes y principios de la física, para que el alumno reconozca la necesidad de una formación científico-técnica para el desarrollo de su profesión, para estimular y entrenar su capacidad de identificar y manipular los parámetros involucrados en la diversidad de campos que le corresponden. El equilibrio estático representa una situación común en la labor profesional del arquitecto, y los principios que involucra son de especial interés para ellos, ya que son fundamentales para la construcción.

Este trabajo tiene por objetivo exponer una experiencia educativa de la cátedra que surge de la permanente búsqueda por lograr que el aprendizaje de esta ciencia sea verdaderamente significativo para nuestros alumnos.

## INTRODUCCIÓN

La física y la matemática han estado presentes en la arquitectura desde el momento en que el hombre sintió la necesidad de construir un hogar donde guarecerse de las inclemencias de la naturaleza, descansar o mantenerse alejado de sus enemigos, ya sea excavando en cuevas, construyendo chozas o montando tiendas.



*Construyendo chozas*



*Montando tiendas*



*Los dólmenes*



*Los túmulos*



*Buscando cuevas*



*Los monumentos megalíticos, por ejemplo, Stonehenge*

La forma y la estructura son importantes en el diseño de las obras arquitectónicas, en el cual la física y la matemática son una herramienta fundamental. Podemos separar las aportaciones de estas en dos tipos:

- como instrumento de cálculo, para determinar la estructura y forma de la obra arquitectónica, a la hora de estudiar el equilibrio, resistencia o estabilidad de un edificio, puente u otra construcción, para determinar las condiciones de luminosidad, temperatura, acústica, etc. y
- como fuente de inspiración en el desarrollo de la creatividad e imaginación del arquitecto.

El diseño y construcción de una obra arquitectónica es un complejo proceso en el cual el arquitecto debe beber de diferentes fuentes, entre las que se encuentran la matemática y la física. En este proceso, el arquitecto deberá tener en cuenta las diferentes dimensiones de la obra arquitectónica, en las que la estática jugará un papel destacado:

- las tres dimensiones clásicas redactadas de VITRUVIO: funcional, estructural y estética;
- las tres dimensiones descritas por J. ACKERMAN: individual, ambiental y cultural y
- tres dimensiones más, que corresponden a la actualidad: social, económica y artística.

## METODOLOGÍA

*“Dime y olvidaré; muéstrame y puede que recuerde; implícame y comprenderé”.*  
Confucio, 450 a. C.

Las metodologías educativas fundamentan los procesos en las teorías del aprendizaje, como lo son el conductismo, el cognitivismo, el constructivismo y últimamente el conectivismo. Cada paradigma tiene sus procesos, actividades y métodos de actuación. Las metodologías que utilizamos de forma mayoritaria en las clases de física son las más conocidas y habituales.

- Clases magistrales: lo que siempre se nombró como teoría. En ellas se muestran los conceptos y procedimientos a partir de la exposición del docente, con tiza y pizarrón, aunque también se utilizan presentaciones y videos.
- Clases prácticas: la mayoría de las veces es una expositiva; pero en lugar de transmitir conceptos abstractos se resuelve un problema, es decir, desde el punto de vista metodológico es idéntica a las clases magistrales, pero a partir de datos de diferentes situaciones y ejercicios. En esta situación

en particular, la metodología combina estas clases generando varios momentos: una secuencia de actividades que se inician con una etapa exploratoria, la que conlleva la manipulación de material concreto, y a continuación prosigue con actividades que facilitan el desarrollo conceptual a partir de las experiencias recogidas por los alumnos durante la exploración. Luego, se desarrollan actividades para aplicar y evaluar la comprensión de esos conceptos. Estas ideas están fundamentadas en el modelo "Aprendiendo de la Experiencia", que se aplica tanto para niños, jóvenes y adultos (KOLB, 1984), el cual describe cuatro fases básicas:

1. Experiencia concreta
  - tensar una o varias banditas elásticas entre dos lápices ubicados en forma vertical;
  - aplicar fuerzas verticales sobre las banditas.
2. Observación y procesamiento
  - comparar las acciones y reacciones visualizadas.
3. Conceptualización y generalización
  - Establecer relaciones entre la experimentación y la situación constructiva.
4. Aplicación
  - Calcular reacciones en un sistema de fuerzas en equilibrio.









## DESARROLLO

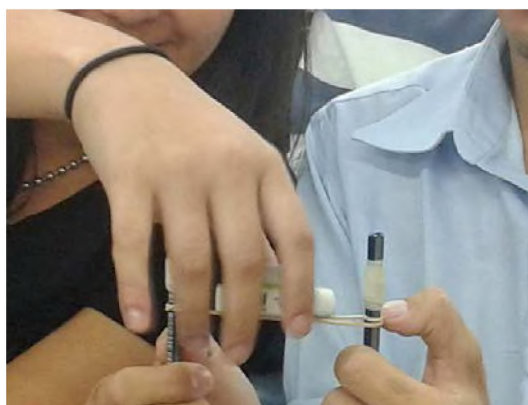
Es la parte de la física que estudia los cuerpos en equilibrio. Es la parte de la mecánica física que se ocupa de los sistemas de fuerzas. La Estática comprende el mundo de la física del estado sólido y solamente estudia el equilibrio de las fuerzas exteriores, no le interesa lo que sucede dentro de la estructura.

Principio de acción y reacción: cuando un cuerpo ejerce sobre otro una fuerza —llamada acción— recibe de este otra fuerza —llamada reacción— de igual intensidad y sentido contrario. El estudio de

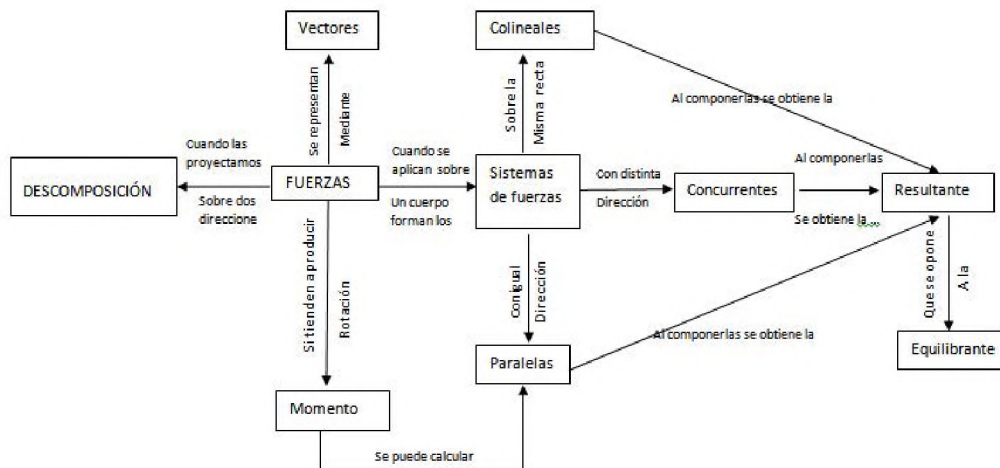
las fuerzas puede ser abordado en forma analítica, mediante fórmulas matemáticas y funciones trigonométricas, o con la utilización de métodos gráficos y diagramas.

Fuerzas: nos interesa conocer las acciones que producen cambios en la materia. Estas acciones son fuerzas que las denominamos magnitudes “vectoriales”. Sistemas de fuerzas: el conjunto de fuerzas que actúan simultáneamente sobre un cuerpo; también lo podemos definir como el conjunto de fuerzas exteriores que actúan sobre un sistema material.

El efecto que produce una cantidad de fuerzas aplicadas a un punto de un cuerpo es el mismo que el de una sola fuerza igual a la suma vectorial de las fuerzas dadas. Este efecto se conoce como *principio de superposición de efectos*.







**Fuerza Resultante:** se llama resultante de un sistema de fuerzas a la fuerza que puede reemplazarlas con el mismo efecto. Se la simboliza con R.

**Fuerza Equilibrante:** si en el sistema de fuerzas anterior aplicamos la fuerza E, de igual intensidad y dirección que la resultante R, pero de distinto sentido, anula a R. La fuerza E equilibra al sistema, por eso se denomina equilibrante.

**Momento de una fuerza:** los elementos estructurales utilizados en la construcción (vigas, entresijos, columnas y bases) sirven para ordenar y orientar los diferentes tipos de cargas que se generan en un edificio. Las cargas se canalizan mediante elementos estructurales, y al ubicarlos en distintas posiciones causan efectos diferentes, aunque se mantenga constante el valor de la misma.

Analicemos la situación generada en un balcón ante una carga puntual. Por ejemplo: macetas con plantas.



*Si la carga se ubica cercana a la pared, la deformación del balcón sería casi nula.*

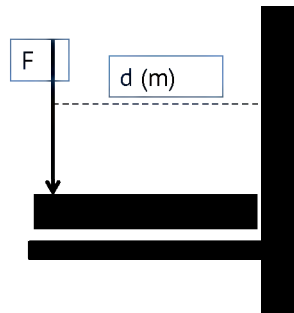


*Si la maceta se ubica en la mitad del balcón, produce algunas deformaciones.*



*Si la carga se ubica en el extremo del voladizo, la deformación sería máxima.*

Momento de una fuerza respecto de un punto: es el producto de la magnitud de dicha fuerza por la distancia que la separa del punto.



## Vínculos

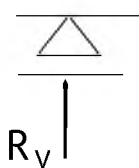
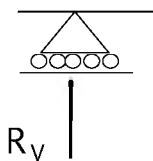


Un cuerpo libre en el espacio tiene seis movimientos permitidos llamados *grados de libertad*:

- Tres movimientos de traslación según los ejes  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .
- Tres movimientos de rotación alrededor de los ejes  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .

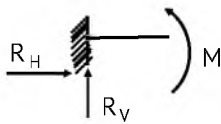
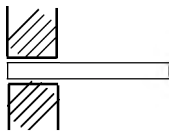
## Apoyo Móvil

- Tiene un solo grado de libertad
- Impide el movimiento vertical
- Se lo representa con una sola reacción.



#### Apoyo empotrado o empotramiento

- Impide todo tipo de desplazamiento y de rotación
- Además de calcular las reacciones horizontal y vertical, se debe calcular el momento que impide la rotación.



## EL VIENTRE DE UN ARQUITECTO

Raúl Ibáñez Torres (Universidad del País Vasco)

*“Para que un objeto sea altamente bello es preciso que su forma no tenga nada de superfluo, sino las condiciones que lo hacen útil, teniendo en cuenta el material y los usos a prestar. Cuando las formas son más perfectas exigen menos ornamentación.”*

*A. Gaudí*

#### CONCLUSIÓN

En las propuestas didácticas de los profesores intervienen los objetivos, la selección de contenidos, las actividades, los recursos, los espacios y tiempos, además de la evaluación. Este conjunto de elementos confluye en la realidad de la clase. Dentro de este contexto, las estrategias de enseñanza que seleccionamos en las clases prácticas son presentadas con diferentes formatos y distintos instrumentos. Los ejercicios y problemas que se resuelven en el salón de clase constituyen la forma práctica con mayor presencia: la experimentación y el experimento son formas prácticas. La experiencia como práctica es utilizada con el formato de observación del objeto de estudio, modelización o experimentación; esta estrategia, además, favorece los aprendizajes porque permite la comprensión a partir de las relaciones conceptuales.



En la teoría se trabajaba la conceptualización de los hechos y los fenómenos para luego en la práctica transferir esos conceptos a nuevos formatos, ejercicios, cuestionarios, problemas, como una modalidad que propicia la fijación de los conceptos científicos. Las actividades prácticas experimentales son reconocidas por los alumnos, que opinaron que dan identidad al objeto de estudio y caracterizan a las situaciones. La mayoría de ellos describe su experiencia como positiva y esclarecedora.

## BIBLIOGRAFÍA

- MIGUEL, Carlos R.** (1962). *Curso de física*. Editorial Troquel, Buenos Aires, Argentina.
- SERWAY, Raymond y FAUGHN, Jerry** (2001) *Física*. Quinta edición. Editorial Pearson Educación, México.
- SEARS, Francis; ZEMANSKY, Mark; YOUNG, Hugh; FREEMAN, Roger** (1999). *Física universitaria*. Volúmenes 1 y 2. Novena edición. Editorial Pearson Educación, México.
- MOORE, Thomas** (2004) *Física. Seis ideas fundamentales*. Tomo I. Editorial Mc Graw Hill, México
- NOTOLLI, Hernán** (2006) *Física aplicada a la Arquitectura*. Editorial Nobuko, Argentina.
- TIPLER, Paul; MOSCA, Gene** (2006) *Física para la Ciencia y Tecnología*. Volumen 1.. Editorial Reverté. 5.<sup>a</sup> edición.
- CORASE, Juan José** (2005) *"Apuntes de cátedra de Física para Ciencias Básicas de Arquitectura"*.