



# Universidad Nacional de La Matanza

## Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas

Código: C2- ING – 014

Título del Proyecto:

**“Estrategias didácticas con utilización de software específico aplicadas al diseño, modelado y cálculo de estructuras resistentes”**

Programa de Investigación: CyTMA2

Director del Proyecto: Giuliano, Mónica Graciela.

Co-director del Proyecto: Bertolé, Estela Mónica

Integrantes del Proyecto: Secco, Eduardo Marcelo; Diaz, Daniel Oscar; Acevedo, Jorge Luis.

Fecha de inicio: 2014/01/01

Fecha de finalización: 2015/12/31

Resumen: Los grandes desafíos de la Ingeniería de hoy van acompañados de un mundo cada vez mas tecnológico, en particular en lo que respecta a la Ingeniería Civil, desde hace mucho tiempo existen en el mercado software para el cálculo de estructuras resistentes que son utilizados en los estudios de Ingeniería y por los profesionales independientes. No utilizar software pone al profesional en inferioridad de condiciones con respecto al que sí los utiliza por el ahorro de tiempo, entre otras cosas. En la bibliografía y en las Universidades poco se ha avanzado con respecto a incorporar software como herramienta pedagógica en algunas áreas. El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) estableció las competencias genéricas de las Carreras de Ingeniería a la vez que desagregó cada una de las competencias en capacidades que resultan útiles para explicar la capacidad que se pretende y para diseñar estrategias de aprendizaje y evaluación. En esta investigación se pretende diseñar estrategias didácticas que requieran el uso de software específico para ser aplicados en las asignaturas Estabilidad, Resistencia de Materiales y Diseño Estructural, entendiendo que estas estrategias didácticas no deben estar orientadas a usar un software comercial, en particular, sino una versión para estudiantes o libre para que el alumno pueda recrear su uso desde cualquier computadora personal. Asimismo entendemos que las estrategias didácticas deben fomentar el desarrollo de las competencias establecidas por el CONFEDI, poner un mayor énfasis en el análisis de las estructuras resistentes para lograr una mayor comprensión cualitativa de las mismas, dejando de lado las tareas rutinarias.

Palabras claves: estrategias didácticas, software específico, competencias, estructuras resistentes

Área de conocimiento: Ingeniería Civil.

Código de Área de Conocimiento: 1700

Disciplina: Estructuras

Código de Disciplina: 1702

Campo de Aplicación: Educación, medios educativos. Administración de Sistemas.

Código de Campo de Aplicación: 4307

Otras dependencias de la UNLaM que intervinieron en el Proyecto:

Otras instituciones intervinientes en el Proyecto:

Otros proyectos con los que se relaciona:



## “Estrategias didácticas con utilización de software específico aplicadas al diseño, modelado y calculo de estructuras resistentes”

Resumen: Esta primera investigación surgió de la necesidad de los docentes de las cátedras de Estabilidad, Resistencia de Materiales y Análisis Estructural I pertenecientes a la carrera de Ingeniería Civil de la UNLaM de replantear sus prácticas docentes.

Desde hace muchos años existen en el mercado software específicos para el cálculo de estructuras resistentes que son utilizados en los estudios de Ingeniería y por los profesionales independientes. No utilizar software pone al profesional en inferioridad de condiciones con respecto al que sí los utiliza por el ahorro de tiempo, entre otras cosas. En la bibliografía y en las Universidades poco se ha avanzado con respecto a incorporar software como herramienta pedagógica en algunas áreas. La incorporación de software específico permite al docente desplazar el punto de vista del cálculo de una estructura resistente al diseño de la misma, es decir, de lo cuantitativo a lo cualitativo, dejando relegadas las tareas rutinarias al uso del software.

Metodológicamente se trabajó con observaciones participantes de clases, análisis de producciones de los docentes y de los alumnos, varias entrevistas a los estudiantes y estudios de casos.

Como resultado de la investigación se diseñaron e implementaron en el aula siete estrategias didácticas con utilización de software específico cuyo objetivo es que el alumno se enfrente a situaciones problemáticas reales que promuevan y pongan en juego el desarrollo de las competencias necesarias para la práctica profesional.

Palabras claves: estrategias didácticas, software específico, competencias, estructuras resistentes



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es una tendencia internacional en el diseño de los planes de estudio de las Carreras de Ingeniería el uso de las competencias como horizonte formativo. El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), desde hace muchos años, ha estado trabajando en los procesos de cambio curricular producidos a partir de los procesos de homogeneización y de los procesos de Acreditación con la visión estratégica de estar a la vanguardia de las mejores prácticas en la enseñanza de la Ingeniería. Como resultado aprobó un documento donde establece las competencias genéricas de las Carreras de Ingeniería a la vez que desagrega cada una de las competencias en capacidades que resultan útiles para explicar la capacidad que se pretende y para diseñar estrategias de aprendizaje y evaluación.

Se entiende por competencia como la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas y valores, permitiendo movilizar distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales. Esta definición nos señala que las competencias aluden a capacidades complejas e integradas, están relacionadas con saberes, se vinculan con el saber hacer, están referidas al contexto profesional y están referidas al desempeño profesional que se pretende (CONFEDI, 2006).

Esto supone pensar la formación de grado del Ingeniero desde el eje de la profesión, desde lo que el ingeniero efectivamente debe ser capaz de hacer en los diferentes ámbitos de su actuación para lo cual se requiere tener en cuenta las necesidades actuales y potenciales del país. La formación por competencias está relacionada con las prácticas eficaces para resolver problemas y mejorar distintos contextos sociales; con la gestión responsable del conocimiento y con la eficiencia en el uso de los recursos. Facilitar el desarrollo de las competencias de manera explícita durante el proceso de formación supone revisar las estrategias de enseñanza y aprendizaje, de manera de garantizar que los estudiantes puedan realizar actividades que les permitan avanzar en su desarrollo (CONFEDI, 2006). Incorporar el concepto de competencia implica intensificar el carácter integral y la responsabilidad social de la formación universitaria. Los programas de formación basados en el desarrollo de las competencias se caracterizan por:

- Enfocar la actuación, la práctica o aplicación (profesional) y no el contenido.
- Mejorar la relevancia de lo que se aprende.
- Evitar la fragmentación tradicional de programas academicistas.
- Facilitar la integración de contenidos aplicables al trabajo.
- Generar aprendizajes aplicables a situaciones complejas.
- Favorecer la autonomía de los estudiantes.
- Transformar el papel del docente hacia una concepción de facilitador.

El aprendizaje a través de casos, problemas, proyectos, simulaciones, etc. así como la evaluación de los procesos y resultados asociados a este tipo de trabajo, facilitan el mantenimiento de estas características (Yaniz, 2008).

El docente debe transformar los escenarios y liderar el proceso de aprendizaje; esto es, no solo ser experto por el conocimiento y su experiencia sino renovador de su discurso. Las nuevas tecnologías deben orientar a modernizar las metodologías de enseñanza y aprendizaje (Cabero 2000).

Actualmente, el mundo del trabajo de los ingenieros civiles, en función del nuevo paradigma tecnológico, requiere por parte de los aspirantes a entrar en él, del desarrollo de nuevos saberes y competencias. La Ingeniería Civil presenta grandes desafíos en un mundo cada vez más tecnológico: los avances de la informática, tanto en la capacidad de albergar información como en la velocidad de proceso y resolución, brindan una excelente herramienta para la toma de decisiones, ya sea en el aspecto de funcionamiento como en el económico (Mc Cormac, 2010). El mercado ofrece gran cantidad de software específico y en la vida profesional, ya sea trabajando en un estudio de Ingeniería o como profesional independiente, no se concibe un profesional que diseñe y calcule estructuras resistentes sin la asistencia de herramientas tecnológicas. No utilizar software, por ejemplo, coloca al profesional en inferioridad de



condiciones con respecto a los que sí lo utilizan debido a los tiempos que agiliza el uso de la herramienta informática, tiempos que el profesional podría usar de manera mas satisfactoria para dedicarlos al diseño, a la toma de decisiones, a la profundización de los detalles del cálculo, al control de lo calculado y un sin fin de tareas conexas.

Así como el dibujo tradicional en tablero con paralela, escuadras y compás ha sido superado con el desarrollo de software específico, el cálculo de estructuras resistentes también lo ha sido con herramientas informáticas que se encuentran, desde hace tiempo, disponibles en el mercado. En su versión comercial son caros y requieren de un entrenamiento y práctica prolongada para utilizarlos con efectividad, sin embargo la mayoría de ellos disponen de una versión gratuita para estudiantes aunque con limitaciones. De igual manera, en la web se encuentran disponibles gran cantidad de software específicos para algunos temas de ingeniería civil, menos potentes que los comerciales y sin el aval de una determinada firma comercial, de uso gratuito.

Señala Mc Cormac (2010) en el prefacio a su libro Análisis Estructural: "La disponibilidad de computadoras personales ha modificado de manera drástica la forma en que se analizan y diseñan las estructuras. En casi toda oficina y escuela de Ingeniería, las computadoras se usan para resolver problemas estructurales. Sin embargo, es interesante observar que hasta este momento la percepción en la mayoría de las escuelas de Ingeniería ha sido que la mejor manera de enseñar el análisis estructural es con tiza y pizarrón, tal vez complementado con algunos ejemplos de computadora. Como resultado he puesto las aplicaciones de computadora al final de los capítulos para que puedan usarse en ese momento, dejarlas de lado u omitirse temporalmente hasta una fecha posterior, como lo prefiera el profesor"

Como consecuencia de este enfoque, algunos libros como "Análisis Estructural" del citado autor, presentan los mismos problemas o ejercicios para resolver con lápiz y papel que para hacerlos con la utilización de software específico. En el caso del libro "Análisis Estructural" de Kassimali (2001) no se presentan ejercicios para resolver con software.

En las Universidades poco se ha avanzado en la utilización de software específico, algunas cátedras, lo más que hacen, es poner en su página un link que los lleva a un programa versión estudiantil o gratuita de los que se pueden encontrar en Internet pero no avanzan sobre la implementación de intervenciones didácticas que requieran la utilización del software; intervención que creemos no debe ser una mera verificación de lo calculado con lápiz y papel.

Surge entonces, claramente, un desfase entre la realidad del aula y la realidad profesional, como así también con las recomendaciones del CONFEDI. El saber enseñado se vuelve viejo en relación a la sociedad, existe una incompatibilidad con el entorno, una brecha entre el saber enseñado y la realidad profesional (Chevallard, 1998).

Un detallado estudio realizado por Brohn (1996) y recogido por Vázquez Epi (1996) examinó el grado de comprensión de los graduados de varias facultades británicas acerca de las estructuras mediante un sencillo test cuyos resultados confirmaron algo que ya era advertido por muchos: la necesidad de cambiar de punto de vista en la enseñanza de la Teoría de las Estructuras, pasando del acento en el análisis (del conocimiento de cómo se comporta una estructura bajo carga) al acento en el diseño, es decir, el conocimiento de cuál es la estructura que se requiere para sostener un conjunto de cargas (Vázquez Epi, 1997). Pasar del análisis, o sea, de la comprobación del diseño, al diseño; dado que la tarea de diseño de una estructura es previa a la del análisis de la misma.

En la tarea de diseño intervienen, entre otras cosas, la experiencia del profesional, de su destreza de anticipar los resultados de los cálculos sin haberlos realizado, lo que habitualmente se conoce como "intuición estructural". Entre ellos figuran toda una suerte de operaciones y manipulaciones mentales durante el proceso de diseño que requieren imaginar la estructura en construcción o construida, su deformación o movimientos y sus consecuencias en términos de acciones (Torroja, 1991).



Esos modelos mentales guían la elección de los modelos físicos y matemáticos que se emplearán posteriormente, permitiendo la interpretación de los resultados de estos últimos. A su vez, esa destreza se obtiene de la experiencia mediante el manejo de modelos matemáticos o físicos, es decir, del entrenamiento; por tanto no puede enseñarse, sino incitar a adquirirla, incitar a “aprender a aprender”(Vázquez Epi, 1997).

El alumno universitario, tradicionalmente, ha sido preparado para resolver o calcular las incógnitas que se le plantean y se trata de pasar a un pensamiento y conocimiento de tipo cualitativo previo al cuantitativo(Nieto, 2000).

En este sentido, creemos que la utilización de software específico puede ayudar a lograr esa experiencia con respecto a cómo se comportan las estructuras dado que, al diseñar intervenciones didácticas que promuevan el análisis y cálculo de numerosas estructuras para un mismo problema planteado, ayudarían a lograr esa comprensión cualitativa por medio de la experimentación al mismo tiempo que acercan a los estudiantes a los objetos reales de la Ingeniería(Bertolé, Secco, 2013).

Por lo tanto es imperativo que el estudiante se familiarice con la herramienta informática en su versión gratuita, accesibles en Internet, lo que fomentará que el aprendizaje se lleve a cabo no sólo en el aula tradicional, favoreciendo el papel activo del alumno en su propia formación. Pero la incorporación en el aula de estas tecnologías, requiere analizar de forma empírica la manera en que docentes y alumnos usan esas tecnologías en el desarrollo real de las prácticas que se llevan a cabo en el aula(Coll, Mauri y Onrubia, 2008).

El acceso a la adquisición y utilización de la herramienta informática, demanda la reformulación del proceso de construcción de los conocimientos, siempre teniendo en cuenta los contenidos mínimos, poniendo especial énfasis en el diseño de las intervenciones didácticas que requieran de su uso en el diseño, modelización y cálculo de estructuras resistentes. Resulta indispensable crear diseños educativos flexibles, centrados en el alumno y en la construcción conjunta del conocimiento, no en la transmisión de la información declarativa. El punto focal del diseño didáctico será la previsión de interacciones constructivas que impliquen los elementos del triángulo didáctico: el contenido, los alumnos y los docentes, todo bajo la óptica de las competencias que se propician.

Reformular el proceso de construcción del conocimiento implica trabajar con mayor profundidad en los aspectos conceptuales de los modelos, planteos y desarrollos matemáticos asociados, trasladando la tediosa tarea del cálculo a la herramienta, sin dejar de tener en cuenta el análisis y validación de las respuestas obtenidas a través del software. Trasladar las tediosas operaciones de cálculo a la herramienta, exige también el estudio de técnicas o métodos de verificación de resultados que deben ser expuestos en la construcción responsable del conocimiento. Contar con medios veloces de cálculo nos obliga a diseñar estrategias que pongan a la herramienta como elemento facilitador pero no responsable de un resultado.

El interés creciente por el estudio del impacto de las tecnologías en los procesos educativos ha corrido paralelo a la creciente incorporación de esas tecnologías en todos los niveles de enseñanza. En este contexto, y para tratar de comprender dicho impacto, se ha planteado cada vez con más fuerza la necesidad de estudiar de manera empírica la manera en que profesores y alumnos usan las tecnologías en el desarrollo real de las prácticas que llevan a cabo en el aula(Marchisio, 2004). Este planteamiento supone desplazar el énfasis desde el interés por estudiar de forma directa la manera en que las tecnologías influyen en el aprendizaje o el rendimiento de los alumnos hacia el interés por estudiar cómo se insertan en las prácticas educativas y cómo, eventualmente, pueden transformarlas y mejorarlas, asumiendo que el aprendizaje de los alumnos se relaciona con, y depende de, la calidad de las prácticas en las que participan dentro del aula.



Para ello adoptaremos un marco teórico para conceptualizar las prácticas educativas, inspirado en el constructivismo de orientación sociocultural. Por un lado, porque desde este marco se subraya la idea de que las tecnologías constituyen herramientas o instrumentos mediadores de la actividad mental constructiva de los alumnos y de los procesos de enseñanza, lo cual lleva de forma natural a poder plantear la cuestión de cuáles son los usos de esas herramientas o instrumentos. Por otro, porque esta perspectiva propone un espacio en el que esos usos pueden buscarse e identificarse: la actividad conjunta llevada a cabo por profesor y alumnos alrededor de las actividades, las tareas y los contenidos que vertebran el trabajo, la enseñanza y el aprendizaje en el aula.

La consideración de la mente humana como mediada por instrumentos es, como es sabido, una de las tesis fundamentales de la perspectiva sociocultural. De acuerdo con las ideas de Vygotsky y sus continuadores, los procesos psicológicos superiores se caracterizan, precisamente, por la utilización de instrumentos de origen cultural adquiridos socialmente. Es en este sentido que se ha extendido la propuesta de considerar las tecnologías como “herramientas cognitivas” o *mindtools* (Jonassen y Carr, 1998; Jonassen 2006; Lajoie, 2000); es decir, como instrumentos que permiten que los estudiantes *re-presenten* de diversas maneras su conocimiento y puedan reflexionar sobre él, apropiándose de manera más significativa.

El uso de estas herramientas mediadoras, sin embargo, no es un uso en el que los participantes –profesores y alumnos– lleven a cabo de manera estricta o exclusivamente individual procesos formales de enseñanza y aprendizaje. Por el contrario, es un uso que se ubica, necesariamente, en el marco más amplio de la actividad conjunta que unos y otros desarrollan alrededor de los contenidos y tareas que son objeto de enseñanza y aprendizaje (Marchisio, 2006).

Desde esta perspectiva la clave de la enseñanza y el aprendizaje en el aula reside en las relaciones que se establecen entre los tres elementos que conforman el triángulo interactivo: el contenido que es objeto de enseñanza y aprendizaje, la actividad educativa e instruccional del profesor y la actividad de aprendizaje de los alumnos. El análisis de las interacciones que surgen del triángulo didáctico modifican apreciablemente las relaciones entre los alumnos entre sí, los alumnos y los docentes, los alumnos y el software (Giuliano y otros, 2008)

Más allá de la toma en consideración de los tres elementos, este planteamiento pone el acento en las relaciones que se establecen entre ellos: no sólo el aprendizaje –entendido como el proceso de construcción de significados y de atribución de sentido a los contenidos–, sino también la enseñanza –la ayuda sistemática, sostenida y ajustada a ese proceso de construcción de significados y de atribución de sentido– devienen posibles gracias a la actividad conjunta –o para ser más precisos, a las secuencias de actividad conjunta– en la que se implican y participan profesores y alumnos, durante períodos más o menos largos, mientras desarrollan actividades y tareas en torno a los contenidos.

Entonces, la diferencia esencial entre los múltiples y diversos usos de las tecnologías en la educación no reside tanto en las características de los recursos tecnológicos utilizados en cada caso, como en su ubicación en el espacio conceptual delimitado por el entramado de relaciones entre los tres elementos del triángulo interactivo. Sin dejar de lado las características propias de las distintas herramientas consideradas, es en la incidencia que los usos de esas herramientas tienen sobre la actividad conjunta de profesores y alumnos donde reside la clave para analizar su impacto sobre la práctica educativa y, por ende, sobre el aprendizaje de los alumnos (Coll, 2004). La inserción de la herramienta informática requiere de estudios profundos y planificación de los momentos de introducción que hagan efectiva una completa integración de los objetivos. Asimismo, tenemos que superar la idea que con la utilización de software se enseña lo mismo que antes pero de una manera más eficiente (Marchisio, 2004). Es necesario realizar un profundo re-encuadre pedagógico de las actividades de enseñanza, lo cual abarca objetivos generales, específicos, contenidos, competencias y metodologías.



### **Justificación del estudio**

El diseño e implementación de estrategias didácticas que requieran la utilización de software específico en las cátedras de Estabilidad, Resistencia de Materiales y Análisis Estructural I permitirá que los estudiantes se acerquen a los objetos reales de la ingeniería civil y se enfrenten a situaciones problemáticas que promuevan y pongan en juego el desarrollo de las competencias necesarias para la práctica profesional.

### **Limitaciones**

Las estrategias didácticas diseñadas abordan temas de las asignaturas Estabilidad, Resistencia de Materiales y Análisis Estructural I correspondientes a la carrera de Ingeniería Civil y su implementación en el aula está superdada a los tiempos disponibles en la programación de cada asignatura dado que se incorporan como ejercicios adicionales a los de la práctica tradicional.

### **Alcances del trabajo**

Se seleccionaron algunos contenidos y competencias, dejando de lado otros no menos importantes que se tratarán en una investigación posterior.

### **Objetivos**

El objetivo de la presente investigación fue diseñar estrategias didácticas que requieran el uso de software específico para mejorar las competencias de los estudiantes en las cátedras de Estática, Resistencia de Materiales y Análisis Estructural I en la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de La Matanza.

### **Objetivos específicos**

- Jerarquizar los contenidos programáticos de las asignaturas tanto en el aspecto conceptual como metodológico desde una visión integradora y relacional, respetando los contenidos mínimos de las asignaturas.
- Identificar las dificultades de los estudiantes en relación a los contenidos de las asignaturas y las estrategias didácticas utilizadas por los docentes.
- Diseñar e implementar estrategias didácticas que incluyan software específico en las Cátedras de Estabilidad, Resistencia de Materiales y Diseño Estructural.

### **Hipótesis**

La reformulación de los contenidos y la incorporación de software específicos integrados en estrategias didácticas favorecerá en los estudiantes el desarrollo de las competencias necesarias para la práctica profesional, una mayor comprensión de las estructuras y los acercará a los objetos reales de la Ingeniería.



## DESARROLLO

### Descripción del objeto de estudio

Las unidades de análisis principales son las estrategias didácticas implementadas en los cursos de Estabilidad, Resistencia de Materiales y Análisis Estructural I y sus componentes.

### Descripción de población y muestra

Se diseñaron siete estrategias didácticas que fueron implementadas en la totalidad de los alumnos cursantes en las asignaturas Estabilidad, Resistencia de Materiales y Análisis Estructural I, asignaturas pertenecientes al plan de estudios de la carrera de Ingeniería Civil perteneciente al Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la UNLaM durante los años 2014 y 2015 según se detalla mas adelante.

### Diseño de la investigación

La investigación es de tipo exploratoria descriptiva con metodología cualitativa de estudio de casos siguiendo diversos autores (Hernández Sampieri, 2000; Cook, T.D., Reichardt, CH. S. 1986; García de Ceretto, J, Giacobbe, S, 2009).

Metodológicamente se trabajó con observaciones participantes de clases, análisis de producciones de los docentes y de los alumnos, varias entrevistas a los estudiantes y estudios de casos durante la implementación de las estrategias.

Las estrategias didácticas fueron evaluadas desde la perspectiva de los docentes, comparando los logros de los estudiantes en cuanto a las competencias y contenidos seleccionados en cada una. A su vez, algunas las estrategias se evaluaron desde la perspectiva de los estudiantes a través de entrevistas y encuestas, considerando una muestra de los alumnos cursantes.

Las etapas del proceso de investigación se relacionaron con el cumplimiento de los objetivos planteados en forma no lineal en el tiempo. Las actividades que se realizaron en algunos casos simultáneamente y en otros casos secuencialmente pero siempre desde una visión espiralada, fueron:

#### 1. Reorganización de los contenidos de las asignaturas y establecimiento de redes conceptuales

Se trabajó con las Fichas Curriculares de las asignaturas Estabilidad (código 1712), Resistencia de Materiales (código 1261) y Análisis Estructural (código 1268) correspondientes a la Carrera de Ingeniería Civil dependiente del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la UNLaM.

Se establecieron redes conceptuales en cada una de las asignaturas y entre las asignaturas arriba nombradas a fin de determinar los contenidos que atraviesan las asignaturas tomadas de a pares y tomadas las tres en conjunto.

##### ✓ Estabilidad

Esta asignatura es la primera de un conjunto de materias destinadas al cálculo de las estructuras. En ella se sustentan todas las restantes, conformando el primer acceso del alumno al conocimiento de las diferentes formas que pueden adoptar las estructuras para soportar las cargas, así como los modelos físico-matemáticos asociados a los mismos.

En el inicio del curso se ponen de manifiesto las leyes de la física en las que se asienta la problemática, siendo Newton el primer referente a nombrar, haciendo especial hincapié en la condición particular de reposo que adoptan los cuerpos rígidos en éste caso (no traslación – no rotación).

Acto seguido y de acuerdo a la programación de la asignatura se clasifican los sistemas de fuerzas de acuerdo a sus efectos, asociando las herramientas matemáticas aprendidas en otras asignaturas (vectores).



Se estudian problemas de composición y descomposición de fuerzas en el plano como en el espacio. Análisis de cargas y los diferentes tipos de ellas adoptados para su representación en concordancia con la realidad.

Se abordan los distintos tipos de estructuras pergeñados para soportar cargas, distinguiendo dos de principal importancia: reticuladas y alma llena, y otras de comportamiento especial (cables y arcos).

Se describen los elementos de sustentación pergeñados para restringir el movimiento (vínculos). Requerimientos mínimos de sustentación para restringir el movimiento (isostáticos). Vinculación en defecto o aparente (hipostáticos). Superabundancia de elementos de restricción (hiperestáticos). Introducción de las teorías para el cálculo de cuerpos vinculados (reacciones de vínculo).

Estructuras reticuladas (modelado físico, generación, análisis de vinculación aparente o superabundante). Esfuerzos en los elementos que lo conforman debido a la acción de las cargas.

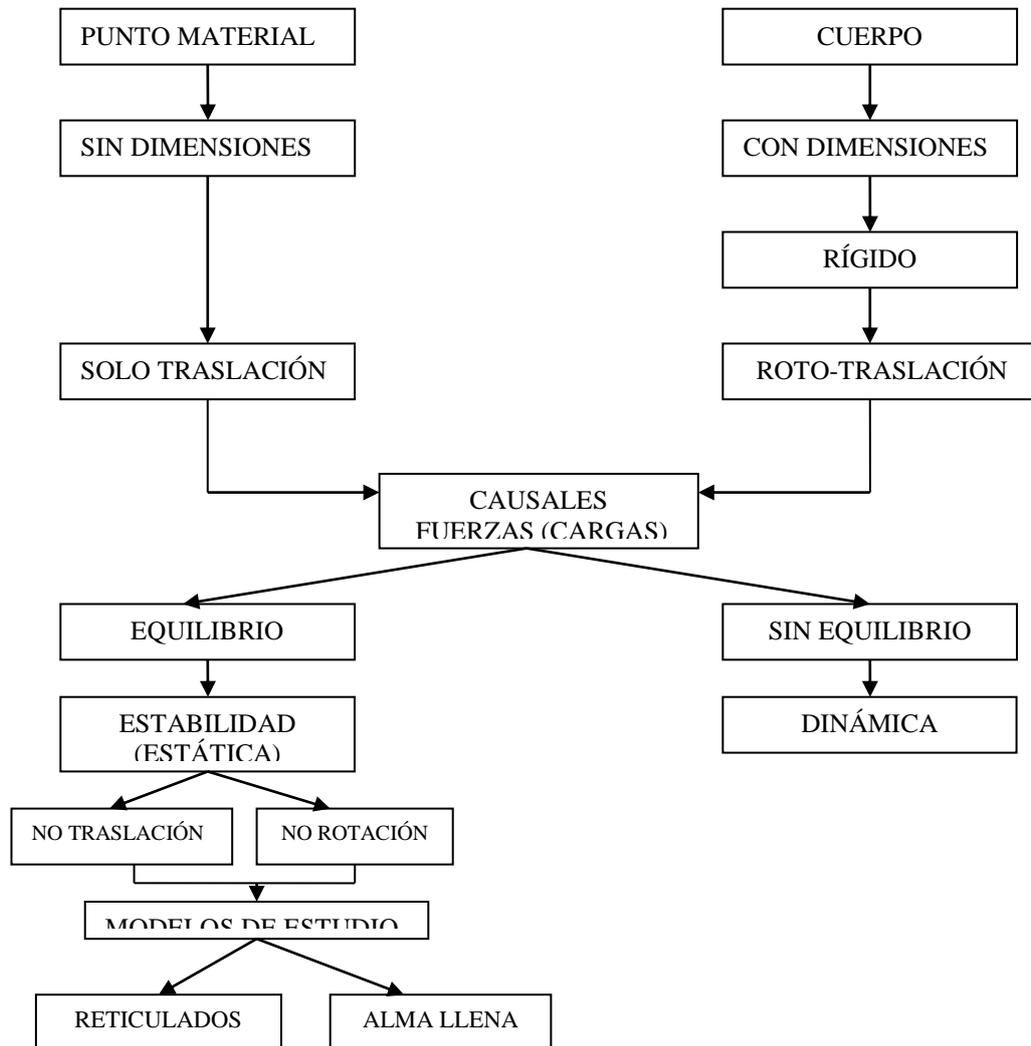
Estructuras de alma llena (modelo físico, diferencia de comportamiento frente a las cargas con los reticulados). Diagramas de características, abordando los efectos que producen en el cuerpo en equilibrio y su vinculación con las características geométricas de las piezas, para su posterior estudio justificado (centro de masa/ baricentro/ momentos de inercia/ momentos centrífugos, etc.).

Principio de los trabajos virtuales para sistemas rígidos. Aplicaciones.

Finalmente se estudian los efectos de las cargas móviles (líneas de influencia), culminando con el trazado de envolventes.

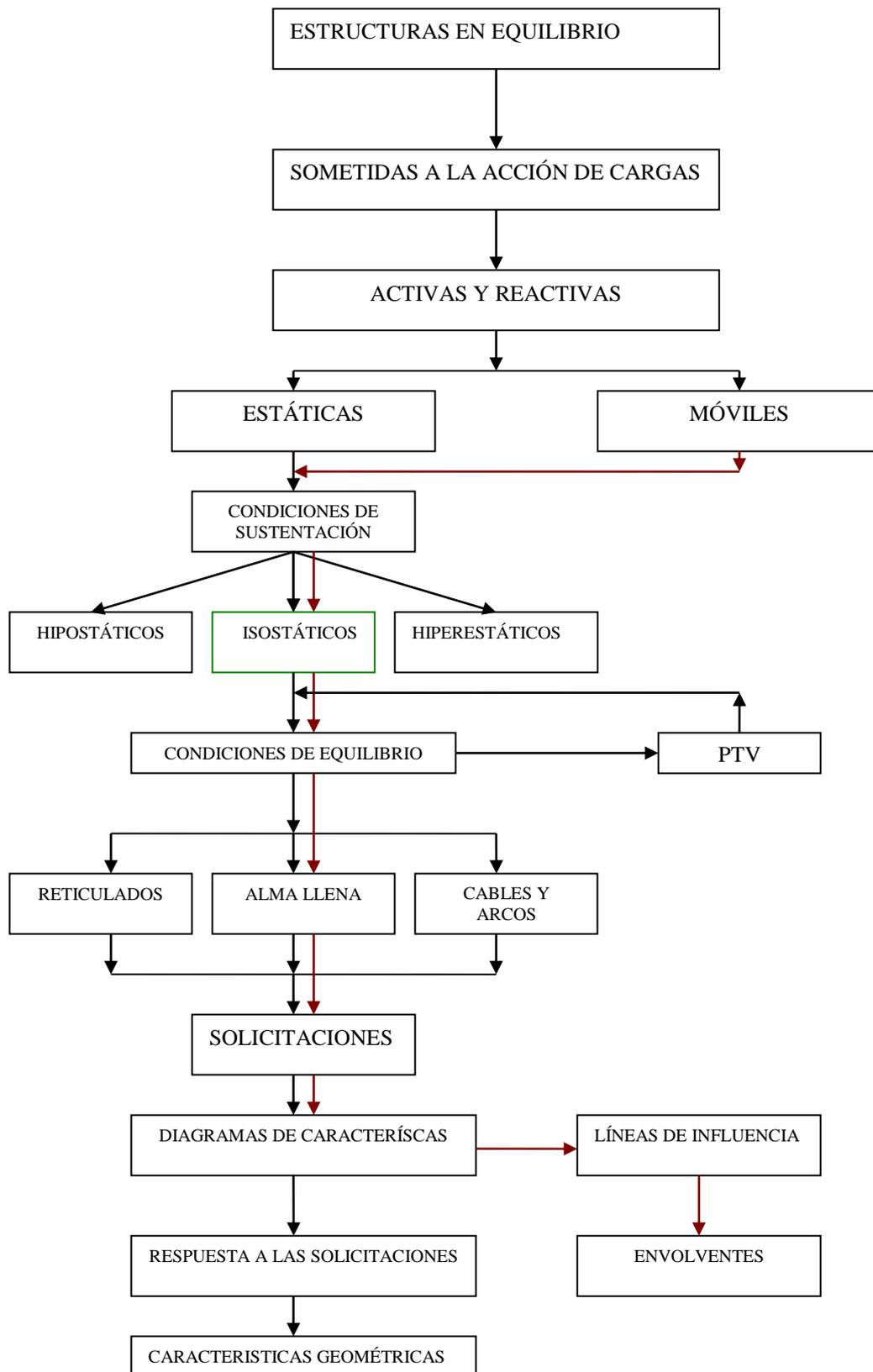


Contexto General Asignatura ESTABILIDAD





Contexto Particular Asignatura ESTABILIDAD





✓ Resistencia de Materiales:

La asignatura aborda el comportamiento de los cuerpos en equilibrio deformados bajo la acción de las cargas, brindando el sustento que permite el desarrollo posterior de las teorías para el cálculo de estructuras metálicas, madera y hormigón.

Es la primer asignatura donde el alumno comienza a tomar contacto con la verificación, entre ellas, establecer si un elemento estructural es capaz de resistir una determinada sollicitación producto de la acción de las cargas, así como también, mediante la operación de dimensionamiento, elegido un material, las dimensiones mas apropiadas para los distintos esfuerzos al que está sometida la pieza.

Se plantea el modelo físico adoptado para justificar el equilibrio del cuerpo deformado sustentado en la respuesta interna del material a la sollicitación externa, haciendo hincapié en la participación de que cada punto del material aporta en mayor o menor medida al estado de reposo del cuerpo deformado, dando lugar al concepto de tensión.

Descriptas las ideas iniciales, se hacen las hipótesis simplificativas necesarias del material (homogéneo, continuo, isótropo y elástico), de su forma (transición gradual en el cambio de sección) y del ingreso de las cargas al mismo, para dar lugar al desarrollo del modelo físico matemático (Teoría matemática de la elasticidad).

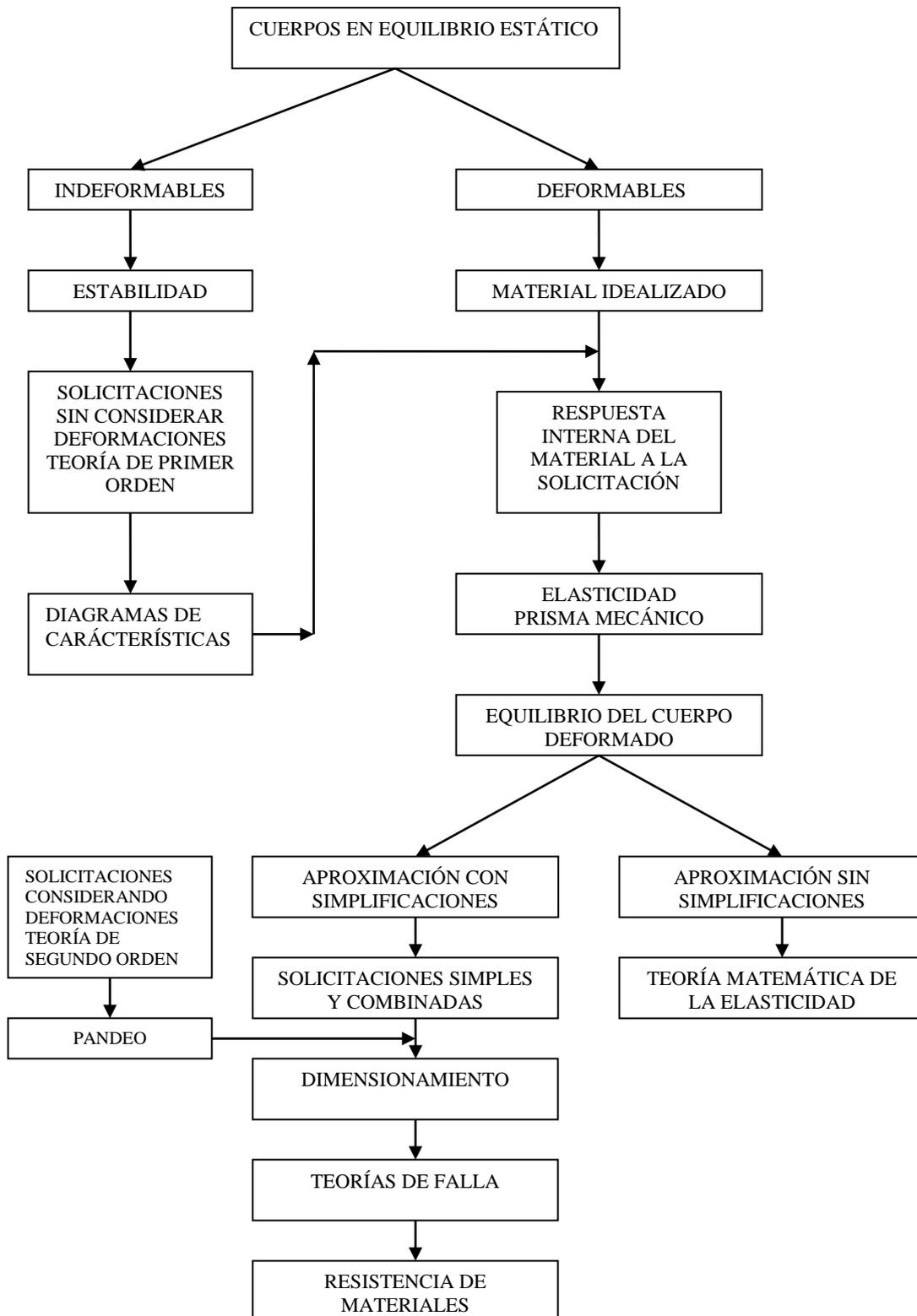
Desarrollada la teoría general, se aborda el estudio de la asignatura Resistencia de Materiales, poniendo especial énfasis en las hipótesis adicionales para el tratamiento simplificado de la temática, estudiando, previa definición justificada, las sollicitaciones simples y la respuesta interna del material que corresponde a cada una de ellas, tanto en términos de tensión y deformación, como de la masa material y su distribución; desarrollándose posteriormente el estudio de las sollicitaciones compuestas.

Asimismo se aborda el estudio de las piezas comprimidas (pandeo) con teoría de segundo orden.

Se desarrollan también las Teorías de Falla, sollicitaciones por fatiga, sollicitaciones dinámicas, creep, concentración de tensiones y el comportamiento plástico del material frente a distintas sollicitaciones.

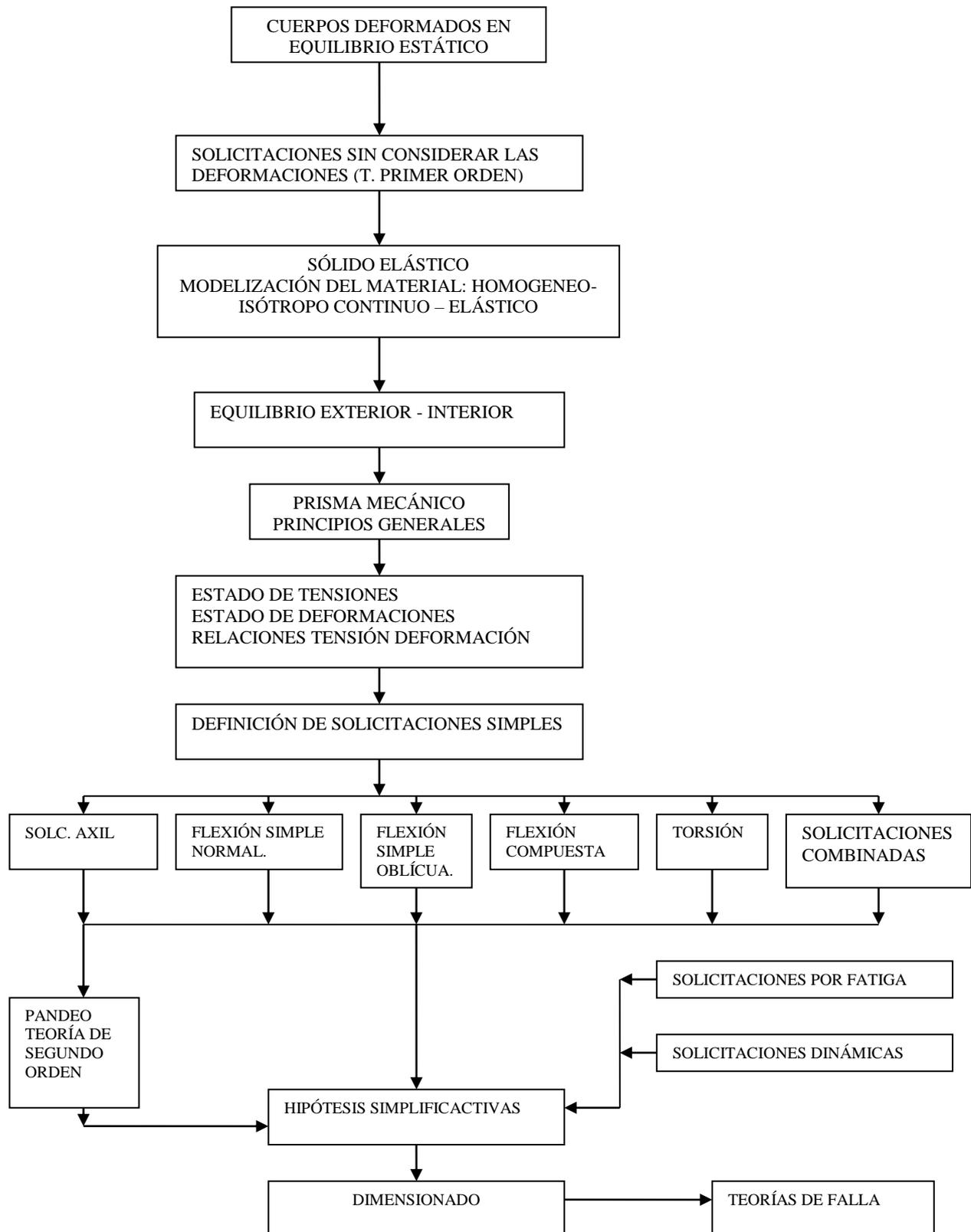
La asignatura Resistencia de Materiales, junto con La asignatura Estabilidad conforman el sustento de los conocimientos necesarios para avanzar sobre el comportamiento de las estructuras hiperestáticas, tema tratado en detalle en la asignatura Análisis Estructural I.

## Contexto General Asignatura RESISTENCIA DE MATERIALES





## Contexto Particular Asignatura RESISTENCIA DE MATERIALES





✓ Análisis Estructural I :

La asignatura inicia su presentación mostrando que la mayoría de las estructuras son hiperestáticas, comparando éstas con las isostáticas, explicando las ventajas y desventajas de unas y otras, tanto desde el punto de vista económico como del netamente estructural.

Manifestado el carácter hiperestático predominante de las estructuras, y explicando que las ecuaciones de condición de equilibrio no son suficientes para la determinación de las incógnitas, se aborda su estudio como un caso particular de la dinámica analítica, sustentada en el Principio de los Trabajos Virtuales, visto con anterioridad en Estabilidad para cuerpos rígidos, desarrollándolo al efecto del caso de estudio para los cuerpos deformados.

Presentadas las hipótesis del modelo, el desarrollo del PTV para las distintas causas deformantes, da lugar al cálculo de magnitudes elásticas en sistemas isostáticos, base de sustento de los métodos de cálculo de sistemas hiperestáticos (incógnitas estáticas, incógnitas elásticas, Cross y Matricial), basados en la compatibilidad de deformaciones (incógnitas estáticas), compatibilidad de deformaciones y equilibrio de nodos bajo la condición de rigidez axial (incógnitas elásticas), compatibilidad de deformaciones y equilibrio de nodos (matricial), distribución de pares con sustento en incógnitas elásticas (Cross).

Se desarrollan dentro de los contenidos, con sustento en las metodologías descriptas, líneas de influencia en sistemas hiperestáticos y posterior cálculo y trazado de envolventes.

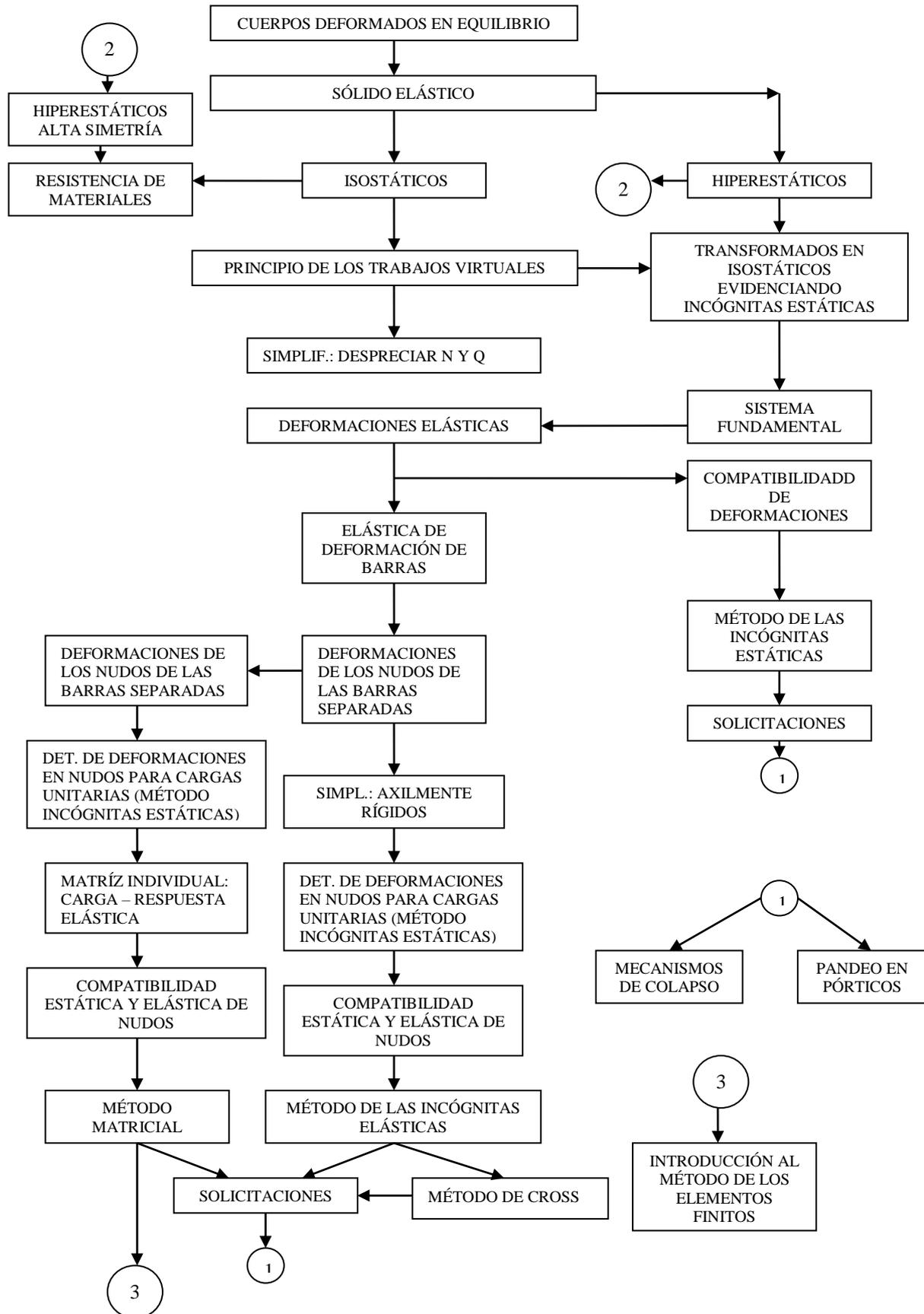
Se desarrolla la teoría del cálculo plástico en sistemas hiperestáticos, tomando como herramienta las metodologías de resolución de los mismos, con el objetivo de determinar los distintos mecanismos que se forman bajo el incremento de las cargas y los valores de las mismas, hasta llegar al colapso de la estructura.

Se complementa el desarrollo de la teoría de segundo orden para obtener las cargas críticas y longitudes de pandeo en estructuras aporricadas.

Se realiza una introducción y descripción del método de los elementos finitos.

Ésta asignatura, junto con Estabilidad y Resistencia de materiales, conforman la base de sustentación de las materias específicas de cálculo de estructuras.

## Contexto General y Particular Asignatura ANÁLISIS ESTRUCTURAL I





✓ Contenidos que atraviesan Estabilidad y Resistencia de materiales

De forma sintética, los contenidos comunes que atraviesan las asignaturas son:

Reacciones de vínculo en reticulados y sistemas de alma llena isostáticos.

Esfuerzos en barras de reticulados isostáticos.

Diagramas de características en sistema de alma llena isostáticos.

Características geométricas: centro de masa, baricentro, momentos de inercia, momentos centrífugos y momentos de inercia polares.

Aclaraciones

Resistencia de Materiales da continuidad a las estructuras isostáticamente sustentadas, resolviéndose algunos ejemplos de estructuras hiperestáticas, que en la mayoría de los casos corresponden a sistemas que presentan un alto grado de simetría.

Se continúa con el cálculo de solicitaciones en sistema de alma llena con teoría de primer orden, reservándose a Resistencia de Materiales el estudio en teoría de segundo orden para el caso de pandeo.

Se dimensionan reticulados y sistemas de alma llena isostáticos.

✓ Contenidos que atraviesan Estabilidad y Análisis Estructural I

De forma sintética, los contenidos comunes que atraviesan las asignaturas son:

Reacciones de vínculo en reticulados y sistemas de alma llena isostáticos.

Esfuerzos en barras de reticulados isostáticos.

Diagramas de características en sistema de alma llena isostáticos.

Características geométricas: centro de masa, baricentro, momentos de inercia, momentos centrífugos y momentos de inercia polares.

Líneas de influencia en sistemas isostáticos.

Aclaraciones:

Análisis Estructural I desarrolla principalmente metodologías de cálculo para sistemas hiperestáticos, los cuales si bien requieren de conceptos que obran en Resistencia de Materiales, contienen todas las temáticas desarrolladas para sistemas isostáticos. Asimismo se da continuidad al cálculo de solicitaciones en sistemas de alma llena con la Teoría de Primer Orden.

✓ Contenidos que atraviesan Resistencia de Materiales y Análisis Estructural I

De forma sintética, los contenidos comunes que atraviesan las asignaturas son:

De los materiales: continuidad / homogeneidad / isotropía / cambios graduales de sección / idealmente elástico.

Sólido elástico / sólido mecánico / sólido real.

De las deformaciones: las deformaciones elementales que surgen de la teoría de Resistencia de Materiales desarrolladas para solicitaciones simples (solicitación axil / flexión simple / corte / torsión / variación uniforme y no uniforme de la temperatura).

Principios energéticos de deformación.

Características geométricas.

PTV sistemas deformables.

✓ Contenidos que atraviesan Estabilidad, Resistencia de Materiales y Análisis Estructural I

De forma sintética, los contenidos comunes que atraviesan las asignaturas son:

Reacciones de vínculo en reticulados y sistemas de alma llena isostáticos.

Esfuerzos en barras de reticulados isostáticos.

Diagramas de características en sistema de alma llena isostáticos.

Características geométricas: centro de masa, baricentro, momentos de inercia, momentos centrífugos y momentos de inercia polares.



## 2. Detección y análisis de los errores mas frecuentes en cada asignatura

Los errores son parte indispensable del proceso de aprendizaje. Identificar los cometidos por los alumnos le permite al docente replantear estrategias de enseñanza e intervenir de una manera mas eficaz sobre las dificultades observadas. No se han encontrado investigaciones referidas a la tipificación de los errores mas frecuentes cometidos por los alumnos que cursan las asignaturas en estudio.

Hay que destacar que dado que la carrera de Ingeniería Civil comenzó en el año 2010, la cantidad de alumnos que cursan las asignaturas en estudio es poca (14 alumnos cursan Estabilidad, 5 Resistencia de Materiales y 4 Análisis Estructural I) y esta circunstancia permite un seguimiento muy personalizado de los alumnos y en consecuencia sus dudas y dificultades son fácilmente detectables.

Los docentes llevaron un registro de los errores cometidos por los alumnos en el trabajo en clase, en los trabajos prácticos y en los parciales, y se realizaron actividades específicas en función de los errores detectados. De la observación participante en clase se han detectado los siguientes errores y dificultades de los alumnos con respecto a los contenidos teóricos y los ejercicios prácticos tradicionales que hacen foco en el cálculo y no en el diseño de una estructura o elemento estructural:

✓ Errores mas frecuentes en la asignatura Estabilidad:

De proyecciones (trigonometría).

De descomposición (trigonometría).

De conversión de unidades.

Conceptuales.

Desconocimiento de definiciones.

Errores de arrastre por no realizar verificaciones.

Errores en la interpretación y lectura de tablas de perfiles.

Errores en el seguimiento del ejercicio.

Errores en el trazado de tangentes extremas en diagramas de características en pórticos.

Dificultades para expresar en forma oral y/o escrita los conceptos teóricos.

✓ Errores mas frecuentes en la asignatura Resistencia de Materiales:

De conversión de unidades.

Errores de arrastre por no realizar verificaciones.

Conceptuales.

Desconocimiento de definiciones.

Errores en desarrollos matemáticos.

Errores en lectura de tablas.

Dificultades para expresar en forma oral y/o escrita los conceptos teóricos.

✓ Errores mas frecuentes en la asignatura Análisis Estructural:

Errores en la interpretación de los datos.

Errores de procedimiento.

Errores en integraciones (tablas).

Errores de arrastre por no realizar verificaciones.

Errores en el trazado de diagramas.

Confundir momento con par extremo.

Errores de signos al pasar del diagrama de momentos al de corte y normal.

Confusión cuando se presentan distintas rigideces en un pórtico.

Del análisis de los errores cometidos por los estudiantes distinguimos claramente dos clases:

a) Errores conceptuales: Están relacionados principalmente con los conceptos teóricos, conceptos que se presentan en forma oral durante las clases tradicionales, donde el alumno generalmente tiene escasa participación en la formación de la idea directriz, situación que



creemos que con la incorporación de las estrategias didácticas diseñadas tendrán un fuerte impacto positivo dado que el alumno será su propio generador de conceptos. Son los errores más difíciles de solucionar por el alumno dado que no lo solucionará realmente hasta que haya comprendido el concepto, situación que no se logra con la sola repetición oral o escrita del mismo.

b) Errores de procedimiento o método: Están relacionados con una metodología para resolver un determinado tipo de problema. La metodología tiene un sustento teórico y unas reglas de aplicación. Este tipo de errores son los más fáciles de solucionar por los alumnos que entienden rápidamente que parte de la regla aplicaron en forma incorrecta.

Del análisis de los errores cometidos por los alumnos se observa que están relacionados con los dos tipos de actividades principales que realiza un Ingeniero Civil en su quehacer profesional: problemas de diseño y problemas de cálculo.

Como dijéramos anteriormente, el problema del diseño de una estructura o un elemento estructural consiste en encontrar la forma de conducir las cargas actuantes hasta el terreno, problema que tiene múltiples soluciones en función del tipo y magnitud de las cargas, del material estructural que se elija, de las dimensiones de los elementos estructurales y la expresión que se desee dar a la estructura. En la tarea de diseño interviene la destreza del profesional para anticipar los resultados de los cálculos sin haberlos realizado, para imaginar la estructura en construcción o ya construida, sus deformaciones, etc. Esos modelos mentales guían la elección de los modelos físicos y matemáticos que se emplearán posteriormente, permitiendo la interpretación de los resultados de estos últimos.

A su vez, esa destreza se obtiene de la experiencia mediante el manejo de modelos matemáticos o físicos, es decir, del entrenamiento; por tanto no puede enseñarse, sino incitar a adquirirla, incitar a “aprender a aprender”(Vázquez Epi, 1997). La tarea de diseño está relacionada con los conceptos.

Por otro lado, el problema de cálculo consiste en, dada una determinada estructura o elemento estructural, determinar o calcular los esfuerzos internos y las deformaciones producidas a los efectos de proceder al dimensionado: elegir un material y darle las dimensiones necesarias para que pueda resistir con seguridad las acciones, controlando las deformaciones. El cálculo de una estructura es un problema sumamente laborioso que consiste esencialmente en seguir Normas y Reglamentos.

El mercado ofrece gran cantidad de software específico y en la vida profesional, ya sea trabajando en un estudio de Ingeniería o como profesional independiente, no se concibe un profesional que diseñe y calcule estructuras resistentes sin la asistencia de herramientas tecnológicas. No utilizar software, por ejemplo, coloca al profesional en inferioridad de condiciones con respecto a los que sí lo utilizan debido a los tiempos que agiliza el uso de la herramienta informática, tiempos que el profesional podría usar de manera más satisfactoria para dedicarlos al diseño, a la toma de decisiones, a la profundización de los detalles del cálculo, al control de lo calculado y un sin fin de tareas conexas.

Así como el dibujo tradicional en tablero con paralela, escuadras y compás ha sido superado con el desarrollo de software específicos, el cálculo de estructuras resistentes también lo ha sido con herramientas informáticas que se encuentran desde hace tiempo disponibles en el mercado en su versión comercial y en versión gratuita para estudiantes. La herramienta informática resuelve rápidamente los problemas de cálculo de Estructuras.

Es importante destacar que tradicionalmente en las asignaturas Estabilidad, Resistencia de Materiales y Análisis Estructural I se enfoca al problema de cálculo, como así también la bibliografía que trata los temas de las asignaturas.



Creemos que ya es hora de comenzar a hacer foco en los problemas de diseño sin dejar de atender a los problemas de cálculo que con la incorporación de software específico reducirán notablemente el tiempo insumido en este tipo de ejercitación.

### 3. Búsqueda, análisis y selección de software específico

Se realizó una búsqueda por Internet del software específico que sea capaz de resolver ejercicios de determinados temas de las tres asignaturas, con la premisa que deberían ser de uso gratuito y principalmente fácil de utilizar para que su incorporación en las estrategias didácticas no interfiera con los objetivos pedagógicos. Entre una gran variedad de software específico disponibles en la red se analizaron los siguientes:

- ✓ **XVIGAS**  
Este programa resuelve vigas isostáticas e hiperestáticas. La generación de la estructura y la introducción de las cargas resulta muy sencilla. Permite introducir cargas puntuales, cargas continuas uniformes y cargas continuas variables así como además también pares. No resuelve pórticos, ni tampoco reticulados. Por default muestra los diagramas de momentos flectores y corte con una convención contraria a la utilizada en las cátedras, situación que el software permite modificar. Es de muy fácil manejo. Como inconveniente encontramos que en los gráficos no detalla la longitud de la viga y la distancia entre apoyos ni acota los valores máximos y mínimos en los diagramas de características.
- ✓ **CALCESTER**  
Este programa resuelve vigas, pórticos y reticulados isostáticos e hiperestáticos. Permite visualizar la estructura a medida que se va generando e introducir textos. Permite introducir cargas puntuales, uniformes y variables como también pares. Para la introducción de las cargas se debe seleccionar barra por barra y es así como muestra los resultados de los esfuerzos de corte y normal. Solo muestra completo el diagrama de momentos flectores. La convención de signos para el diagrama de corte es contraria a la utilizada en las cátedras y el software no permite modificarlo. Es de fácil manejo.
- ✓ **CESPLA**  
Este programa resuelve vigas, pórticos y reticulados isostáticos e hiperestáticos. Requiere de un cierto tiempo aprender y entender como es el manejo del programa para generar estructuras y aplicar cargas. Se pueden introducir cargas de tipo puntual, uniformes y variables. Grafica los diagramas de momento flector, corte y normal. Es de difícil manejo.
- ✓ **ARQUÍMEDES**  
Este programa solo permite resolver una viga simplemente apoyada, permitiendo distintos estados de cargas. Solo grafica diagramas de momento flector y corte. No grafica el estado de cargas ni permite cargar con cargas distribuidas sino en la totalidad de la viga. Es amigable con el usuario, de fácil manejo e interpretación de los resultados.
- ✓ **PPLAN**  
Este programa permite resolver una amplia variedad de pórticos isostáticos e hiperestáticos, que el usuario puede generar por medio de la pantalla del editor de texto que permite la creación y modificación de una estructura cualquiera. No es de uso gratuito pero existe una versión para estudiantes, que solamente permite resolver una estructura en la cual solo se puede aplicar hasta 10 cargas, de cualquier tipo. Permite la impresión de los resultados y gráficos de la estructura, estados de carga y diagramas de características. Requiere de un tiempo de aprendizaje para poder cargar de manera correcta los datos necesarios para realizar un ejercicio, su sintaxis al principio puede ser confusa pero con práctica se llega a buenos resultados.
- ✓ **RAM ADVANSE**  
Es un programa de cálculo de todo tipo de estructuras. El mismo requiere una lectura previa de un manual, ya que la carga de datos no es tan intuitiva y tiene un lenguaje propio. Además presenta cierta dificultad a la hora de aplicar pares. Posee una limitación en cuanto a la variedad de secciones y materiales disponibles, sin embargo se los puede generar. El software



muestra los diagramas de características con una convención contraria a la utilizada en las cátedras. Resulta complicada la carga de datos.

Una vez que fueron analizados los distintos software, los investigadores tomaron la decisión de dejar librado a la elección de los alumnos el software que utilizarían en las estrategias didácticas a implementarse. Aunque programas como los mencionados, aparte de una gran variedad disponibles en la red, vienen a solucionar con rapidez y eficacia gran parte de las necesidades del calculista estructural los alumnos deberán tener presente que la computadora solo hace cálculos repetitivos con gran rapidez, pero no piensa ni diseña por sí mismo. Es por ello que es necesario que el estudiante conozca el tema a nivel teórico-práctico para poder definir correctamente las cargas, materiales, hipótesis y condiciones de sustentación así como también ser capaz de efectuar el análisis de los resultados obtenidos.

#### 4. Selección de las competencias que se desean promover

Se tomó como referencia del documento "Competencias en Ingeniería"(CONFEDI, 2014) la definición de competencia como la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinados contexto con el fin de resolver situaciones profesionales. Esta definición señala que las competencias:

- ✓ Aluden a capacidades complejas e integradas.
- ✓ Están relacionadas con saberes (teórico-contextual y procedimental).
- ✓ Se vinculan con el saber hacer (formalizado, empírico, relacional).
- ✓ Están referidas al contexto profesional (entendido como la situación en que el profesional debe desempeñarse o ejercer).
- ✓ Están referidas al desempeño profesional que se pretende (entendido como la manera en que actúa un profesional técnicamente competente y socialmente comprometido).
- ✓ Permiten incorporar la ética y los valores.

A continuación se enumeran las competencias acordadas por el CONFEDI para el desarrollo de competencias en la enseñanza de la Ingeniería Argentina.

COMPETENCIAS TECNOLÓGICAS	
1. Competencia para identificar y resolver problemas de ingeniería	<p>1.a. Capacidad para identificar y formular problemas. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>1.a.1. Ser capaz de identificar una situación presente o futura como problemática. 1.a.2. Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema. 1.a.3. Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis. 1.a.4. Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.</p> <p>1.b. Capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>1.b.1. Ser capaz de generar diversas alternativas de solución a un problema ya formulado. 1.b.2. Ser capaz de desarrollar criterios profesionales para la evaluación de las alternativas y seleccionar la más adecuada en un contexto particular. 1.b.3. Ser capaz de valorar el impacto sobre el medio ambiente y la sociedad, de las diversas alternativas de solución.</p> <p>1.c. Capacidad para implementar tecnológicamente una alternativa de solución. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>1.c.1. Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado. 1.c.2. Ser capaz de incorporar al diseño las dimensiones del problema (tecnológica, temporal, económica, financiera, medioambiental, social, etc.) que sean relevantes en su contexto específico. 1.c.3. Ser capaz de planificar la resolución (identificar el momento oportuno para el abordaje, estimar los tiempos requeridos, prever las ayudas necesarias, etc.). 1.c.4. Ser capaz de optimizar la selección y uso de los materiales y/o dispositivos tecnológicos disponibles para la implementación. 1.c.5. Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.</p>



	<p>1.c.6. Ser capaz de controlar el proceso de ejecución.</p> <p>1.d. Capacidad para controlar y evaluar los propios enfoques y estrategias para abordar eficazmente la resolución de los problemas. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>1.d.1. Ser capaz de controlar el propio desempeño y saber cómo encontrar los recursos necesarios para superar dificultades.</p> <p>1.d.2. Ser capaz de establecer supuestos, de usar técnicas eficaces de resolución y de estimar errores.</p> <p>1.d.3. Ser capaz de monitorear, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema.</p> <p>1.d.4. Ser capaz de usar lo que ya se conoce; identificar lo que es relevante conocer, y disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios.</p>
<p>2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).</p>	<p>2.a. Capacidad para concebir soluciones tecnológicas. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>2.a.1. Ser capaz de relevar las necesidades y traducirlas a entes mensurables.</p> <p>2.a.2. Ser capaz de seleccionar las tecnologías apropiadas.</p> <p>2.a.3. Ser capaz de generar alternativas de solución.</p> <p>2.a.4. Ser capaz de desarrollar criterios profesionales para la evaluación de las alternativas y seleccionar las más adecuadas en un contexto particular.</p> <p>2.a.5. Ser capaz de documentar y comunicar de manera efectiva las soluciones seleccionadas.</p> <p>2.b. Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>2.b.1. Ser capaz de definir los alcances de un proyecto.</p> <p>2.b.2. Ser capaz de especificar las características técnicas del objeto del proyecto, de acuerdo a las normas correspondientes.</p> <p>2.b.3. Ser capaz de seleccionar, especificar y usar los enfoques, técnicas, herramientas y procesos de diseño adecuados al proyecto, sus metas, requerimientos y restricciones.</p> <p>2.b.4. Ser capaz de modelar el objeto del proyecto, para su análisis (simulación, modelos físicos, prototipos, ensayos, etc.).</p> <p>2.b.5. Ser capaz de evaluar y optimizar el diseño.</p> <p>2.b.6. Ser capaz de elaborar una planificación de los objetivos para la concreción del diseño, evaluando los riesgos.</p> <p>2.b.7. Ser capaz de dimensionar y programar los requerimientos de recursos.</p> <p>2.b.8. Ser capaz de evaluar los aspectos económico-financieros y el impacto económico, social y ambiental del proyecto.</p> <p>2.b.9. Ser capaz de documentar el proyecto y comunicarlo de manera efectiva.</p>
<p>3. Competencia para gestionar proyectos de ingeniería</p>	<p>3.a. Capacidad para planificar y ejecutar proyectos de ingeniería. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>3.a.1. Ser capaz de identificar y conseguir o desarrollar los recursos necesarios para el proyecto.</p> <p>3.a.2. Ser capaz de planificar las distintas etapas manejando en el tiempo los objetivos, metodologías y recursos involucrados para cumplir con lo planeado.</p> <p>3.a.3. Ser capaz de programar con suficiente detalle los tiempos de ejecución de las obras, en concordancia con un plan de inversiones.</p> <p>3.a.4. Ser capaz de ejecutar las distintas etapas de un proyecto de acuerdo con los objetivos, metodologías y recursos involucrados para cumplir con lo planeado asignando recursos y responsables.</p> <p>3.a.5. Ser capaz de administrar en el tiempo los recursos humanos, físicos, económicos y tecnológicos para el cumplimiento de lo planeado.</p> <p>3.a.6. Ser capaz de solucionar los problemas que se presentan durante la ejecución.</p> <p>3.a.7. Ser capaz de comunicar los avances y el informe final de proyectos de ingeniería.</p> <p>3.b. Capacidad para operar y controlar proyectos de ingeniería Esta capacidad puede implicar a, entre otras:</p> <p>3.b.1. Ser capaz de operar, inspeccionar y evaluar la marcha de proyectos de ingeniería verificando el cumplimiento de objetivos y metas.</p> <p>3.b.2. Ser capaz de detectar desvíos en el cumplimiento de las normas técnicas, de seguridad e higiene, de calidad, etc., y de producir los ajustes necesarios.</p> <p>3.b.3. Ser capaz de identificar la necesidad y oportunidad de introducir cambios en la programación.</p> <p>3.b.4. Ser capaz de tomar decisiones por alteraciones o fallas en proyectos de ingeniería.</p> <p>3.b.5. Ser capaz de controlar la adecuación de los cambios y alternativas surgidos al proyecto original.</p>



<p>4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería</p>	<p>4.a. Capacidad para identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>4.a.1. Ser capaz de acceder a las fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas y de comprender las especificaciones de las mismas.</p> <p>4.a.2. Ser capaz de conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas a utilizar y de reconocer los campos de aplicación de cada una de ellas y de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen.</p> <p>4.a.3. Ser capaz de seleccionar fundamentadamente las técnicas y herramientas más adecuadas, analizando la relación costo/beneficio de cada alternativa mediante criterios de evaluación de costos, tiempo, precisión, disponibilidad, seguridad, etc.</p> <p>4.b. Capacidad para utilizar y/o supervisar la utilización de las técnicas y herramientas. Esta capacidad puede implicar, entre otras cosas:</p> <p>4.b.1. Ser capaz de utilizar las técnicas y herramientas de acuerdo con estándares y normas de calidad, seguridad, medioambiente, etc.</p> <p>4.b.2. Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.</p> <p>4.b.3. Ser capaz de combinarlas y/o producir modificaciones de manera que optimicen su utilización.</p> <p>4.b.4. Ser capaz de capacitar y entrenar en la utilización de las técnicas y herramientas.</p> <p>4.b.5. Ser capaz de supervisar la utilización de las técnicas y herramientas y de detectar y corregir desvíos en la utilización de las mismas.</p>
<p>5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.</p>	<p>5.a. Capacidad para detectar oportunidades y necesidades insatisfechas o nuevas maneras de satisfacerlas mediante soluciones tecnológicas. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>5.a.1. Ser capaz de detectar necesidades actuales o potenciales, que requieran de una solución tecnológica, y relacionarlas con la tecnología disponible o a ser desarrollada.</p> <p>5.a.2. Ser capaz de percibir las situaciones contextuales como oportunidades de innovación tecnológica.</p> <p>5.a.3. Ser capaz de convertir una necesidad detectada en la definición de un problema tecnológico cuya solución la satisface.</p> <p>5.b. Capacidad para utilizar creativamente las tecnologías disponibles. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>5.b.1. Ser capaz de identificar los recursos tecnológicos necesarios para resolver el problema.</p> <p>5.b.2. Ser capaz de realizar una búsqueda apropiada de información para conocer el estado del arte de la problemática considerada.</p> <p>5.b.3. Ser capaz de identificar las tecnologías emergentes y evaluar su posible impacto sobre los procesos actuales.</p> <p>5.b.4. Ser capaz de aplicar los avances de la tecnología en general, y de su especialidad en particular.</p> <p>5.b.5. Ser capaz de encontrar nuevas aplicaciones para las tecnologías disponibles.</p> <p>5.c. Capacidad para emplear las formas de pensamiento apropiadas para la innovación tecnológica. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>5.c.1. Ser capaz de pensar en forma sistémica (visualizar como un sistema los elementos constitutivos de una situación o fenómeno, comprendiendo la dinámica de sus interacciones).</p> <p>5.c.2. Ser capaz de pensar en forma crítica (pensar por cuenta propia, analizando y evaluando la consistencia de las propias ideas, de lo que se lee, de lo que se escucha, de lo que se observa).</p> <p>5.c.3. Ser capaz de pensar de manera creativa (generar nuevas ideas y/o nuevas maneras de enfocar o abordar lo ya conocido).</p>
<p><b>COMPETENCIAS SOCIALES, POLÍTICAS Y ACTITUDINALES</b></p>	
<p>6. Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.</p>	<p>6.a. Capacidad para identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>6.a.1. Ser capaz de asumir como propios los objetivos del grupo y actuar para alcanzarlos.</p> <p>6.a.2. Ser capaz de proponer y/o desarrollar metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar.</p> <p>6.a.3. Ser capaz de respetar los compromisos (tareas y plazos) contraídos con el grupo y mantener la confidencialidad.</p> <p>6.b. Capacidad para reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos.</p>



	<p>Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>6.b.1. Ser capaz de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista.</p> <p>6.b.2. Ser capaz de expresarse con claridad y de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo.</p> <p>6.b.3. Ser capaz de analizar las diferencias y proponer alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo, y de negociar para alcanzar consensos.</p> <p>6.b.4. Ser capaz de comprender la dinámica del debate, efectuar intervenciones y tomar decisiones que integren distintas opiniones, perspectivas y puntos de vista.</p> <p>6.b.5. Ser capaz de interactuar en grupos heterogéneos, apreciando y respetando la diversidad de valores, creencias y culturas de todos sus integrantes.</p> <p>6.b.6. Ser capaz de hacer un abordaje interdisciplinario, integrando las perspectivas de las diversas formaciones disciplinares de los miembros del grupo.</p> <p>6.c. Capacidad para asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo</p> <p>Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>6.c.1. Ser capaz de aceptar y desempeñar distintos roles, según lo requiera la tarea, la etapa del proceso y la conformación del equipo.</p> <p>6.c.2. Ser capaz de promover una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo.</p> <p>6.c.3. Ser capaz de reconocer y aprovechar las fortalezas del equipo y de sus integrantes y de minimizar y compensar sus debilidades.</p> <p>6.c.4. Ser capaz de realizar una evaluación del funcionamiento y la producción del equipo.</p> <p>6.c.5. Ser capaz de representar al equipo, delegar tareas y resolver conflictos y problemas de funcionamiento grupal.</p> <p>6.c.6. Ser capaz de asumir el rol de conducción de un equipo.</p>	
<p>7. Competencia para comunicarse con efectividad.</p>	<p>7.a. Capacidad para seleccionar las estrategias de comunicación en función de los objetivos y de los interlocutores y de acordar significados en el contexto de intercambio. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>7.a.1. Ser capaz de adaptar las estrategias de comunicación a los objetivos comunicacionales, a las características de los destinatarios y a cada situación.</p> <p>7.a.2. Ser capaz de comunicar eficazmente problemáticas relacionadas a la profesión, a personas ajenas a ella.</p> <p>7.a.3. Ser capaz de interpretar otros puntos de vista, teniendo en cuenta las situaciones personales y sociales de los interlocutores.</p> <p>7.a.4. Ser capaz de identificar coincidencias y discrepancias, y de producir síntesis y acuerdos.</p> <p>7.a.5. Ser capaz de usar eficazmente las herramientas tecnológicas apropiadas para la comunicación</p> <p>7.b. Capacidad para producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>7.b.1. Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.</p> <p>7.b.2. Ser capaz de identificar el tema central y los puntos claves del informe o presentación a realizar.</p> <p>7.b.3. Ser capaz de producir textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos), rigurosos y convincentes.</p> <p>7.b.4. Ser capaz de utilizar y articular de manera eficaz distintos lenguajes (formal, gráfico y natural).</p> <p>7.b.5. Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.</p> <p>7.b.6. Ser capaz de comprender textos técnicos en idioma inglés.</p> <p>7.b.7. Ser capaz de identificar las ideas centrales de un informe que se leyó o de una presentación a la cual se asistió.</p> <p>7.b.8. Ser capaz de analizar la validez y la coherencia de la información.</p>	
<p>8. Competencia para actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico,</p>	<p>8.a. Capacidad para actuar éticamente. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>8.a.1. Ser capaz de comprender la responsabilidad ética de sus funciones.</p> <p>8.a.2. Ser capaz de identificar las connotaciones éticas de diferentes decisiones en el desempeño profesional.</p> <p>8.a.3. Ser capaz de comportarse con honestidad e integridad personal.</p> <p>8.a.3. Ser capaz de respetar la confidencialidad de sus actividades.</p> <p>8.a.5. Ser capaz de reconocer la necesidad de convocar a otros profesionales o expertos cuando los problemas superen sus conocimientos o experiencia.</p> <p>8.b. Capacidad para actuar con responsabilidad profesional y compromiso social</p> <p>Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p>	



social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	<p>8.b.1. Ser capaz de comprender y asumir los roles de la profesión.</p> <p>8.b.2. Ser capaz de considerar los requisitos de calidad y seguridad en todo momento.</p> <p>8.b.3. Ser capaz de aplicar las regulaciones previstas para el ejercicio profesional.</p> <p>8.b.4. Ser capaz de comprender y asumir las responsabilidades de los ingenieros en la sociedad.</p> <p>8.b.5. Ser capaz de poner en juego una visión geopolítica actualizada para encarar la elaboración de soluciones, proyectos y decisiones.</p> <p>8.b.6. Ser capaz de anteponer los intereses de la sociedad en su conjunto, a intereses personales, sectoriales, comerciales o profesionales, en el ejercicio de la profesión.</p> <p>8.c. Capacidad para evaluar el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.</p> <p>Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>8.c.1. Ser capaz de reconocer que la optimización de la selección de alternativas para los proyectos, acciones y decisiones, implica la ponderación de impactos de diverso tipo, cuyos respectivos efectos pueden ser contradictorios entre sí.</p> <p>8.c.2. Ser capaz de considerar y estimar el impacto económico, social y ambiental de proyectos, acciones y decisiones, en el contexto local y global.</p>
9. Competencia para aprender en forma continua y autónoma.	<p>9.a. Capacidad para reconocer la necesidad de un aprendizaje continuo a lo largo de la vida</p> <p>Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>9.a.1. Ser capaz de asumir que se trabaja en un campo en permanente evolución, donde las herramientas, técnicas y recursos propios de la profesión están sujetos al cambio, lo que requiere un continuo aprendizaje y capacitación.</p> <p>9.a.2. Ser capaz de asumir que la formación y capacitación continuas son una inversión.</p> <p>9.a.3. Ser capaz de desarrollar el hábito de la actualización permanente.</p> <p>9.b. Capacidad para lograr autonomía en el aprendizaje Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>9.b.1. Ser capaz de desarrollar una estrategia personal de formación, aplicable desde la carrera de grado en adelante.</p> <p>9.b.2. Ser capaz de evaluar el propio desempeño profesional y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo.</p> <p>9.b.3. Ser capaz de evaluar el propio aprendizaje y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo.</p> <p>9.b.4. Ser capaz de detectar aquellas áreas del conocimiento propias de la profesión y/o actividad profesional en las que se requiera actualizar o profundizar conocimientos.</p> <p>9.b.5. Ser capaz de explorar aquellas áreas del conocimiento no específicas de la profesión que podrían contribuir al mejor desempeño profesional.</p> <p>9.b.6. Ser capaz de hacer una búsqueda bibliográfica por medios diversos (bibliotecas, librerías, Internet, centros de documentación, etc.), de seleccionar el material relevante (que sea a la vez válido y actualizado) y de hacer una lectura comprensiva y crítica del mismo.</p>
10. Competencia para actuar con espíritu emprendedor.	<p>10.a. Capacidad para crear y desarrollar una visión. Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>10.a.1. Ser capaz de detectar oportunidades, crear escenarios de posibilidades y delinear una visión de futuro.</p> <p>10.a.2. Ser capaz de autoevaluarse identificando fortalezas, debilidades y potencialidades.</p> <p>10.a.3. Ser capaz de plasmar la visión en un proyecto.</p> <p>10.a.4. Ser capaz de elaborar un plan de negocios viable.</p> <p>10.a.5. Ser capaz de identificar y conseguir o desarrollar los recursos necesarios.</p> <p>10.a.6. Ser capaz de identificar, evaluar y asumir riesgos.</p> <p>10.a.7. Ser capaz de actuar proactivamente.</p> <p>10.a.8. Ser capaz de tomar decisiones con información parcial, en contextos de incertidumbre y ambigüedad.</p> <p>10.b. Capacidad para crear y mantener una red de contactos Esta capacidad puede implicar, entre otras:</p> <p>10.b.1. Ser capaz de identificar relaciones claves para alcanzar objetivos.</p> <p>10.b.2. Ser capaz de relacionarse con otros grupos o personas que realicen actividades que puedan contribuir a nuevos desarrollos o a alcanzar los objetivos buscados.</p> <p>10.b.3. Ser capaz de crear y fortalecer relaciones de confianza y cooperación.</p> <p>10.b.4. Ser capaz de contribuir a los objetivos de las redes en las que participa generando intercambios sinérgicos.</p>



El análisis de las competencias evidenció la importancia de promover las de tipo “Sociales, Políticas y Actitudinales” que se refieren a las competencias para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y para comunicarse con efectividad. Dichas competencias pueden empezar a promoverse desde el primer día de clases y con temas que no sean necesariamente contenidos de las asignaturas en cuestión pero que sirvan como disparadores por estar relacionados con los objetos de la Ingeniería (Bertolé, Secco, 2013). Se seleccionó la asignatura Estabilidad para diseñar un conjunto de estrategias didácticas donde principalmente se propone a los alumnos que trabajen en grupos y realicen una presentación de lo investigado haciendo uso de las tecnologías de la comunicación.

Se diseñaron las estrategias didácticas con utilización de software específico para las tres asignaturas cuyas competencias seleccionadas se mostrarán con cada estrategia didáctica mas adelante.

#### **5. Selección de los contenidos de cada asignatura y búsqueda de aplicaciones ingenieriles**

Se seleccionaron algunos contenidos de las asignaturas y se idearon aplicaciones ingenieriles que se mostrarán con cada estrategia didáctica mas adelante.



## RESULTADOS

Como resultado del proceso de investigación descrito precedentemente, a continuación se detallan las estrategias didácticas diseñadas e implementadas en el aula.

Dado que las estrategias didácticas fueron implementadas principalmente en el segundo cuatrimestre del segundo año del proceso de investigación, según lo programado oportunamente en el Gantt, algunas estrategias fueron evaluadas parcialmente en el contexto de cada asignatura y la elaboración de estrategias de evaluación para la sistematización y estandarización de las mismas formará parte de una investigación posterior.

### ESTRATEGIA DIDÁCTICA 1: Trabajo de Investigación

Asignatura en la que se implementa: Estabilidad

Fecha de implementación: Segundo cuatrimestre 2014 y primer cuatrimestre 2015.

Descripción: Se pidió a los alumnos que, trabajando en grupos, investiguen sobre un determinado tema relacionado con el medio ambiente. Como resultado de la investigación debían exponer lo investigado ante los profesores y el resto de los alumnos utilizando una herramienta informática de comunicación a su elección.

En el primer cuatrimestre se propuso como tema de investigación las normas LEED y su aplicación en el país. LEED es un sistema de certificación de edificios sustentables basado en la evaluación del ahorro del agua, eficiencia energética, utilización de energías renovables, calidad ambiental interior, innovación en la operación y el diseño, reducción de la contaminación ambiental, reducción de desechos, entre otras cosas.

En el segundo cuatrimestre se propuso el tema ENERGÍAS RENOVABLES y a cada grupo se le asignó una energía determinada (eólica, mareomotriz, solar, etc) a los efectos que investiguen todo lo referido a ese tipo de energía y su aplicación actual y potencial futura en el país.

Contenidos: Edificios sustentables. Energías Renovables. A pesar de no ser contenidos de la asignatura, brindan una excelente oportunidad para promover el desarrollo de competencias.

Competencias que se desean promover:

Con relación al tema específico:

- ✓ Ser capaz de identificar una situación presente o futura como problemática.
- ✓ Ser capaz de realizar una búsqueda apropiada de información para conocer el estado del arte de la problemática considerada.
- ✓ Ser capaz de valorar el impacto sobre el medioambiente y la sociedad de las diversas alternativas de solución.
- ✓ Ser capaz de detectar necesidades actuales o potenciales, que requieran de una solución tecnológica, y relacionarlas con la tecnología disponible o a ser desarrollada.
- ✓ Ser capaz de percibir las situaciones contextuales como oportunidades de innovación tecnológica.
- ✓ Ser capaz de asumir que la formación y capacitación continuas son una inversión.

Con relación al trabajo en grupo:

- ✓ Ser capaz de asumir como propios los objetivos del grupo y actuar para alcanzarlos.
- ✓ Ser capaz de proponer y/o desarrollar metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar.
- ✓ Ser capaz de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista.
- ✓ Ser capaz de expresarse con claridad y de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo.



- ✓ Ser capaz de analizar las diferencias y proponer alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo, y de negociar para alcanzar consensos.
- ✓ Ser capaz de promover una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo.
- ✓ Ser capaz de representar al equipo, delegar tareas y resolver conflictos y problemas de funcionamiento grupal.

Con relación a la presentación:

- ✓ Ser capaz de identificar el tema central y los puntos clave del informe o presentación a realizar.
- ✓ Ser capaz de usar eficazmente las herramientas tecnológicas apropiadas para la comunicación.
- ✓ Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.
- ✓ Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.
- ✓ Ser capaz de adaptar las estrategias de comunicación a los objetivos comunicacionales, a las características de los destinatarios y a cada situación.

Resultados: Ambas actividades fueron propuestas el primer día de clases a la totalidad de los alumnos cursantes de la asignatura Estabilidad. El tema Normas LEED se implementó en el segundo cuatrimestre de 2014 y el tema Energías Renovables en el segundo cuatrimestre 2015. Se les dió un plazo de 2 semanas para realizar la presentación ante los docentes y no se aceptaron consultas porque se pretendía que las dudas y decisiones fueran resueltas por consenso dentro del grupo.

Luego de la presentación, los docentes hicieron una devolución a los alumnos donde se observaron las siguientes cuestiones:

- ✓ Competencias respecto del tema específico  
Con respecto a los contenidos los alumnos demostraron interés y conocimiento del tema. Como cierre de todas las presentaciones, docentes y alumnos realizaron una puesta en común donde se enfatizó la importancia de los puntos que analiza la norma LEED para certificar los edificios sustentables con respecto al cuidado del agua, eficiencia energética, gestión de residuos, cuidado del medio ambiente, en el uso de las energías renovables y su implementación; en cuestiones donde el Ingeniero Civil debe proponer alternativas de diseño, materiales y técnica y que el factor económico no debe pensarse en términos de costo-beneficio solamente sino en términos de necesidad e inversión y que como profesionales debemos actuar proactivamente en el ejercicio de nuestra profesión. De igual manera para el tema de energías renovables relacionadas con el cuidado del medio ambiente. La evaluación fue muy satisfactoria porque se evidenció que las capacidades que se propusieron desarrollar con respecto a los contenidos se desarrollaron.
- ✓ Competencias respecto al trabajo grupal  
De las entrevistas informales surgieron las siguientes cuestiones referidas por los alumnos: Para algunos alumnos ésta fue la primera experiencia de trabajo efectivamente en forma grupal. En otras ocasiones habían trabajado en grupo pero en realidad no habían funcionado como tal, dado que simplemente se repartían la tarea encomendada de modo que cada integrante resolvía su parte para luego juntar las resoluciones. No había intercambio entre los integrantes, ni consensos, ni búsqueda de una estética común en la presentación. Si un ejercicio estaba mal resuelto se "culpaba" al responsable de ese ejercicio. Para realizar esta actividad fue necesario reunirse fuera del horario de clases, tomar decisiones en conjunto acerca de los contenidos relevantes, planificar tiempos y tareas, elegir la herramienta informática a utilizar y la estética de la presentación, decidir si en la presentación se elegiría un representante o todos los integrantes participarían, etc. Tuvieron que solucionar conflictos y consensuar acuerdos entre los integrantes. Les resultó muy atractiva y positiva la actividad propuesta por la



cátedra porque además les permitió el afianzamiento de las relaciones entre los miembros del grupo. La evaluación fue muy satisfactoria porque se evidenció que las capacidades que se propusieron desarrollar con respecto al trabajo grupal se desarrollaron.

✓ Competencias respecto de la presentación

Con respecto a la presentación por parte de los alumnos, docentes y alumnos en una puesta en común, resaltaron aspectos positivos y negativos de la misma. Dentro de los aspectos positivos se evidenció el conocimiento de la temática a exponer lo que les permitió identificar los puntos claves de la presentación, desarrollar un hilo conductor del relato y una estética común a toda la presentación. Dentro de los aspectos negativos se señalaron los siguientes:

- No colocar título, datos de universidad, cátedra, docentes e integrantes del grupo en la presentación.
- Mala elección de los colores del fondo de la diapositiva y del texto que impedían o dificultaban la lectura.
- Colocar mucho texto en las diapositivas y leerlo durante la presentación.
- No observar vestimenta adecuada.
- Demasiada informalidad en lo que respecta al comportamiento del grupo durante la presentación.
- Falta de fluidez en el relato al interrumpir la presentación por olvido de alguna palabra.
- No poder controlar el nerviosismo durante la presentación.
- No captar la atención del auditorio dado que los alumnos se dirigían a los docentes exclusivamente.

Estas cuestiones se discutieron con los alumnos para que las tengan en cuenta en futuras presentaciones, indicándoles diversas recomendaciones para una buena presentación que incluyen el ensayo de la misma.

Del análisis de los errores cometidos por los alumnos en la Estrategia Didáctica 1 se desprende que no es necesario el rediseño de la misma al resultar adecuada para promover el desarrollo de competencias de comunicación. La evaluación con eje en los alumnos fue poco satisfactoria dado que los alumnos evidencian falencias de comunicación y de presentación, competencias que se pretendían promover. El momento de cierre y puesta en común entre docentes y alumnos constituye un momento donde el alumno toma conciencia y reconoce sus errores y dificultades.

En el Anexo I se muestra la presentación PPT del grupo 1. Tema: Normas LEED

En el Anexo II se muestra la presentación PPT del grupo 2. Tema: Normas LEED

En el anexo III se muestra la presentación PPT. Tema: Energías renovables

## ESTRATEGIA DIDÁCTICA 2: Torre de fideos

Asignatura en la que se implementa: Estabilidad

Fecha de implementación: Segundo cuatrimestre 2015

Descripción: Partiendo de la utilización de fideos tipo fucilles o spaguettis vinculados con pegamento, cinta adhesiva, masilla, etc., se pide a los alumnos que diseñen y construyan una estructura que sostenga una carga de 3kg a una altura aproximada de 1m. La estructura deberá estar apoyada sobre una base rígida de mdf o fibrofácil de 40x40x0,5 cm (aprox) con rótulo.

Previamente el grupo deberá investigar y recopilar imágenes y planos de obras de ingeniería que actúen como referente de la idea del diseño estructural.

Los criterios para el diseño de la torre deberán contemplar las características particulares del material utilizado: resistencia, forma, modulación, etc.



Se evaluará: estabilidad estructural, capacidad de ser transportada, economía de materiales utilizados, relación entre la cantidad de material utilizado y rigidez estructural alcanzada, fuerza expresiva y claridad constructiva.

Los alumnos deberán presentar:

Maqueta final y una presentación PPT grabada en un CD que incluya, entre otras cosas: Imágenes y planos de las obras tomadas como referencia; croquis y fotografías que registren el proceso de diseño; esquemas conceptuales del funcionamiento estructural; fotografías de la torre durante sus etapas constructivas y fotografías de la torre terminada.

En clase los alumnos deberán:

- Verificar que la torre cumpla los requisitos de sostener el peso a la altura pedida.
- Ensayar la torre hasta la rotura y/o pérdida de estabilidad.
- Presentación ante los docentes y el resto de los alumnos.

Contenidos: Estructuras reticuladas: conocimiento intuitivo de su generación. La importancia de la triangulación. Fenómeno de pandeo.

Competencias que se desean promover:

Con relación al tema específico

- ✓ Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.
- ✓ Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.
- ✓ Ser capaz de usar lo que ya se conoce; identificar lo que es relevante conocer, y disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios.
- ✓ Ser capaz de modelar el objeto del proyecto, para su análisis (simulación, modelos físicos, prototipos, ensayos, etc.).
- ✓ Ser capaz de pensar en forma sistémica (visualizar como un sistema los elementos constitutivos de una situación o fenómeno, comprendiendo la dinámica de sus interacciones).
- ✓ Ser capaz de pensar en forma crítica (pensar por cuenta propia, analizando y evaluando la consistencia de las propias ideas, de lo que se lee, de lo que se escucha, de lo que se observa).

Con relación al trabajo en grupo

- ✓ Ser capaz de asumir como propios los objetivos del grupo y actuar para alcanzarlos.
- ✓ Ser capaz de proponer y/o desarrollar metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar.
- ✓ Ser capaz de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista.
- ✓ Ser capaz de expresarse con claridad y de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo.
- ✓ Ser capaz de analizar las diferencias y proponer alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo, y de negociar para alcanzar consensos.
- ✓ Ser capaz de promover una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo.
- ✓ Ser capaz de representar al equipo, delegar tareas y resolver conflictos y problemas de funcionamiento grupal.

Con relación a la presentación:

- ✓ Ser capaz de identificar el tema central y los puntos clave del informe o presentación a realizar.
- ✓ Ser capaz de usar eficazmente las herramientas tecnológicas apropiadas para la comunicación.
- ✓ Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.
- ✓ Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.
- ✓ Ser capaz de adaptar las estrategias de comunicación a los objetivos comunicacionales, a las características de los destinatarios y a cada situación.



Resultados: La estrategia no ha podido ser evaluada.

En el anexo IV se muestra la presentación PPT.

### **ESTRATEGIA DIDÁCTICA 3: Maqueta puente Zárate-Brazo Largo**

Asignatura en la que se implementa: Estabilidad

Fecha de implementación: Segundo cuatrimestre 2015

Descripción: Se pidió a los alumnos que, trabajando en grupos, investiguen todo lo referente al complejo de puentes Zárate- Brazo Largo. Como resultado de la investigación deberán realizar una maqueta de uno de los puentes, explicar el funcionamiento estructural por medio de la maqueta y de elementos gráficos, describir las cargas que actúan sobre la estructura y sobrecargas a considerar, clasificar los elementos estructurales, realizar un análisis de cómo la estructura recibe, soporta y transfiere las cargas al terreno y el tipo de esfuerzo al que está solicitado cada elemento estructural.

Utilizando una herramienta informática de comunicación deberán realizar una exposición ante los docentes y el resto de los alumnos del resultado de la investigación, del proceso constructivo de la maqueta, materiales elegidos, etc.

Contenidos: Cargas que actúan sobre las estructuras. Sobrecargas de uso. Clasificación de los elementos estructurales. El camino de las cargas. Estados básicos de tensión.

Competencias que se desean promover:

Con relación a los contenidos

- ✓ Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.
- ✓ Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.
- ✓ Ser capaz de usar lo que ya se conoce; identificar lo que es relevante conocer, y disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios.
- ✓ Ser capaz de modelar el objeto del proyecto, para su análisis (simulación, modelos físicos, prototipos, ensayos, etc.).
- ✓ Ser capaz de acceder a las fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas y de comprender las especificaciones de las mismas.
- ✓ Ser capaz de pensar en forma sistémica (visualizar como un sistema los elementos constitutivos de una situación o fenómeno, comprendiendo la dinámica de sus interacciones).
- ✓ Ser capaz de pensar en forma crítica (pensar por cuenta propia, analizando y evaluando la consistencia de las propias ideas, de lo que se lee, de lo que se escucha, de lo que se observa).
- ✓ Ser capaz de tomar decisiones con información parcial, en contextos de incertidumbre y ambigüedad.

Con relación al trabajo en grupo:

- ✓ Ser capaz de asumir como propios los objetivos del grupo y actuar para alcanzarlos.
- ✓ Ser capaz de proponer y/o desarrollar metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar.
- ✓ Ser capaz de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista.
- ✓ Ser capaz de expresarse con claridad y de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo.
- ✓ Ser capaz de analizar las diferencias y proponer alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo, y de negociar para alcanzar consensos.



- ✓ Ser capaz de promover una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo.
- ✓ Ser capaz de representar al equipo, delegar tareas y resolver conflictos y problemas de funcionamiento grupal.

Con relación a la presentación:

- ✓ Ser capaz de identificar el tema central y los puntos clave del informe o presentación a realizar.
- ✓ Ser capaz de usar eficazmente las herramientas tecnológicas apropiadas para la comunicación.
- ✓ Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.
- ✓ Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.
- ✓ Ser capaz de adaptar las estrategias de comunicación a los objetivos comunicacionales, a las características de los destinatarios y a cada situación.

#### Resultados:

La estrategia no ha podido ser evaluada.

En el anexo V se muestra la presentación PPT.

### **ESTRATEGIA DIDÁCTICA 4: Techo en voladizo**

Asignatura en la que se implementa: Estabilidad

Fecha de implementación: Segundo cuatrimestre 2015

Descripción: Se pidió a los alumnos que analizaran un techo en voladizo de chapa sustentado por tres vigas reticuladas situado en el predio de la Universidad. También se pidió una maqueta del techo en cuestión y una presentación ante los docentes y el resto de los alumnos utilizando una herramienta informática de comunicación.

Las tareas y decisiones que deberán tomar los alumnos serán

- 1) Estimar las dimensiones de todos los elementos constitutivos del techo: dimensiones de la chapa de cubierta, longitudes de las barras y geometría del mismo.
- 2) Consultar el CIRSOC 101: "Reglamento Argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño de edificios y otras estructuras" a fin de determinar el peso propio de la cubierta de chapa. Dado que no fue especificado con detalle el tipo y espesor de la chapa de la cubierta, el alumno deberá decidir entre las diferentes posibilidades que ofrece el Reglamento evaluando entre otras cosas, valores máximos y mínimos. También deberá consultar en el Reglamento la sobrecarga mínima y decidir si la consideran accesible o inaccesible.
- 3) Calcular la carga total y distribuirla en los tres reticulados por superficie de influencia.
- 4) Calcular las cargas por nudo.
- 4) Estimar el tipo de sustentación para que sea isostático.
- 5) Resolver el reticulado hallando los esfuerzos en las barras.

Contenidos: Cálculo de la magnitud de las cargas: CIRSOC 101. Verificación de cumplimiento de las hipótesis de los reticulados. Cálculo de esfuerzos en las barras del reticulado.

#### Competencias que se desean promover:

Con relación a los contenidos

- ✓ Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.
- ✓ Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.
- ✓ Ser capaz de usar lo que ya se conoce; identificar lo que es relevante conocer, y



- ✓ disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios.
- ✓ Ser capaz de modelar el objeto del proyecto, para su análisis (simulación, modelos físicos, prototipos, ensayos, etc.).
- ✓ Ser capaz de acceder a las fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas y de comprender las especificaciones de las mismas.
- ✓ Ser capaz de pensar en forma sistémica (visualizar como un sistema los elementos constitutivos de una situación o fenómeno, comprendiendo la dinámica de sus interacciones).
- ✓ Ser capaz de pensar en forma crítica (pensar por cuenta propia, analizando y evaluando la consistencia de las propias ideas, de lo que se lee, de lo que se escucha, de lo que se observa).
- ✓ Ser capaz de tomar decisiones con información parcial, en contextos de incertidumbre y ambigüedad.

Con relación al trabajo en grupo:

- ✓ Ser capaz de asumir como propios los objetivos del grupo y actuar para alcanzarlos.
- ✓ Ser capaz de proponer y/o desarrollar metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar.
- ✓ Ser capaz de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista.
- ✓ Ser capaz de expresarse con claridad y de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo.
- ✓ Ser capaz de analizar las diferencias y proponer alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo, y de negociar para alcanzar consensos.
- ✓ Ser capaz de promover una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo.
- ✓ Ser capaz de representar al equipo, delegar tareas y resolver conflictos y problemas de funcionamiento grupal.

#### Resultados:

a) Resultados con eje en los conocimientos que se deseaban evaluar respecto de los contenidos de la asignatura:

Los dos grupos fueron capaces de evaluar el contexto particular del problema planteado, delimitarlo, incluirlo en el análisis y formularlo de manera clara y precisa. Modelaron el objeto techo mediante una maqueta realizada en una escala adecuada y fueron capaces de tomar decisiones con información parcial en contextos de incertidumbre y ambigüedad, siendo capaces de acceder y comprender especificaciones relativas al peso propio de los elementos constitutivos del techo y las sobrecargas mínimas de uso a tener en cuenta según lo especificado en el reglamento CIRSOC 101.

Desde la perspectiva docente los dos grupos de alumnos lograron alcanzar los objetivos con eje a los conocimientos dado que fueron capaces de usar lo que ya conocían para aplicarlo en un objeto real de la ingeniería.

b) Resultados con eje a las competencias con relación al desempeño en equipos de trabajo:

De las entrevistas informales surgieron las siguientes cuestiones referidas por los alumnos: Para algunos alumnos ésta fue la primera experiencia de trabajo efectivamente en forma grupal. En otras ocasiones habían trabajado en grupo pero en realidad no habían funcionado como tal, dado que simplemente se repartían la tarea encomendada de modo que cada integrante resolvía su parte para luego juntar las resoluciones. No había intercambio entre los integrantes, ni consensos, ni búsqueda de una estética común en la presentación. Si un ejercicio estaba mal resuelto se "culpaba" al responsable de ese ejercicio. Para realizar esta actividad fue necesario reunirse fuera del horario de clases, tomar decisiones en conjunto acerca de los contenidos relevantes, planificar tiempos y tareas, elegir la herramienta informática a utilizar y la estética de la presentación, decidir si en la presentación se elegiría un representante o todos los integrantes participarían, etc. Tuvieron que solucionar conflictos y consensuar acuerdos entre los integrantes. Les resultó muy atractiva y positiva la actividad propuesta por la cátedra porque



además les permitió el afianzamiento de las relaciones entre los miembros del grupo dado que tuvieron que reunirse fuera del horario de clase en varias ocasiones.

Se evidenció que fueron capaces de asumir como propios los objetivos del grupo y que desarrollaron metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar. Fueron capaces de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista para lo cual tuvieron que expresarse con claridad y de sociabilizar las ideas dentro del equipo de trabajo. Identificaron áreas de acuerdo y desacuerdo y negociaron para alcanzar consensos. Promovieron una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo, delegaron tareas y resolvieron conflictos de funcionamiento grupal.

La evaluación por parte de los docentes fue muy satisfactoria porque se evidenció que las capacidades que se propusieron desarrollar con respecto al trabajo grupal se desarrollaron.

c) Resultados con eje a las competencias con relación al desempeño para comunicarse con efectividad:

De la presentación del trabajo mediante la herramienta informática de comunicación, se evidenció que ambos grupos fueron capaces de identificar el tema central y manejar la herramienta informática apropiada para la elaboración de presentaciones. Sin embargo, los dos grupos no fueron capaces de expresarse de manera concisa, clara y precisa en forma oral, no pudieron captar la atención del auditorio, no mantuvieron fluidez en la exposición y demostraron falta de seguridad en el relato.

La evaluación por parte de los docentes fue poco satisfactoria. Docentes y alumnos en una puesta en común resaltaron aspectos a tener en cuenta para futuras presentaciones: la presentación debe contener título, datos de universidad, cátedra, docentes e integrantes del grupo, necesidad de mantener una fluidez en la exposición, seguridad en el relato, adecuación al auditorio, necesidad de captar la atención del auditorio, el punteo de temas, la estética de la presentación, los colores elegidos para resaltar el texto, la adecuación de la vestimenta, el lenguaje oral y corporal, el comportamiento del resto del grupo durante la presentación, etc. Estas cuestiones se discutieron con los alumnos para que las tengan en cuenta en el futuro, indicándoles diversas recomendaciones para una buena presentación que incluyen el ensayo de la misma.

La estrategia didáctica fue evaluada considerando los procesos realizados por los alumnos por lo que las actividades de discusión y retroalimentación fueron fundamentales para obtener información sobre el proceso de aprendizaje que lleva a cabo el estudiante. En la puesta en común, el error es integrado en el aprendizaje ya que el alumno recibe la retroalimentación que verifica su logro y/o le permite desarrollar una actitud crítica sobre lo actuado.

Del análisis de los errores cometidos por los alumnos en la Estrategia Didáctica se desprende que no es necesario el rediseño de la misma al resultar adecuadas dado que éstos evidencian falencias de comunicación y de presentación, competencias que se pretendían promover para que los alumnos desarrollen precisamente esas capacidades.

Transferencia: La implementación en el aula de la estrategia didáctica permitió la presentación del artículo "Experiencias que promueven capacidades en la cátedra de Estabilidad: Techo en voladizo" en la Decimonovena Reunión de Educación en Física (REF 19) en el año 2015.

El citado trabajo fue incluido también en la "Revista de Enseñanza de la Física. Número Extra: Selección de Trabajos presentados a REF en el mismo año.

En el Anexo VI se muestra la presentación PPT.

### **ESTRATEGIA DIDÁCTICA 5: Diseño de una viga reticular**

Asignatura en la que se implementa: Estabilidad

Fecha de implementación: Segundo cuatrimestre 2015

Descripción:

Se pidió a los alumnos que, trabajando en grupos, diseñen una viga reticular plana con una luz entre apoyos de 10m para soportar una cubierta plana de chapa y una carga concentrada aplicada en cada nudo del cordón superior del reticulado de 100 kg, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Reticulado isostático.
2. Cordones superior e inferior horizontales.
3. Superficie de influencia de la cubierta para la viga reticular en estudio de 6 m x 10 m.
4. Destino: azotea inaccesible.
5. Longitud máxima de las barras: 100 cm.
6. Máxima fuerza de tracción en las barras de 8 t.
7. Máxima fuerza de compresión en las barras de 8 t.

A los efectos de resolver el problema de diseño y cálculo planteados utilizarán un software específico para reticulados a elección de cada alumno (software gratuito). Luego realizarán una presentación ante los docentes y el resto de los alumnos explicando el proceso de cálculo y el proceso de diseño mostrando la captura de pantalla de las distintas alternativas planteadas hasta llegar a la óptima.

Tareas y decisiones que deberá realizar el alumno:

- ✓ Consultar el CIRSOC 101: "Reglamento Argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño de edificios y otras estructuras" a fin de determinar el peso propio de la cubierta de chapa. Dado que no fue especificado con detalle el tipo y espesor de la chapa de la cubierta, el alumno deberá decidir entre las diferentes posibilidades que ofrece el Reglamento evaluando entre otras cosas, valores máximos y mínimos. También deberá consultar en el Reglamento la sobrecarga mínima para azotea inaccesible.
- ✓ Deberá realizar un diseño de la viga reticular, para lo cual tendrá que definir una tipología (diseño geométrico)
- ✓ Deberá verificar la condición de rigidez y cargar los nudos con la carga calculada anteriormente y agregar la carga puntual dato de 100 kg por nudo, para lo cual deberá realizar una conversión de unidades a KN.
- ✓ Deberá elegir un software específico (libre) que calcule los esfuerzos internos en las barras de un reticulado.
- ✓ Deberá ingresar la tipología diseñada y las cargas calculadas en el software específico.
- ✓ Deberá chequear que las fuerzas en las barras comprimidas y traccionadas no superen las 8 toneladas.
- ✓ En función de los resultados obtenidos, deberá rediseñar diseño geométrico las veces que sea necesario para cumplir con las pautas del problema.
- ✓ Deberá elaborar una presentación para ser expuesta ante docentes y alumnos.

Esta estrategia didáctica fue diseñada con el objeto de que el alumno no pueda encontrar ningún reticulado que cumpla con todas las especificaciones dadas. Se buscó que los alumnos experimentaran diversas alternativas de diseño con el uso del software hasta llegar a la conclusión de que era imposible cumplir con todas las especificaciones. En un problema real de ingeniería civil de este tipo quedan pocas variables libres para el calculista estructural: cambiar la sección y/o material estructural de las barras para que resista una fuerza mayor de 8 toneladas y/o aumentar la altura de la viga lo que lleva a aumentar las longitudes de las barras. Durante la implementación en el aula de la estrategia didáctica no se contestaron preguntas dado que se pretendía que las dudas y problemas se resolvieran por consenso en el grupo. Una vez que el grupo llegaba a la conclusión de que el problema no tenía solución, los docentes cambiaban una especificación: la longitud máxima de las barras a 130 cm. Con este cambio en las especificaciones que significa la posibilidad de una altura mayor el problema tenía solución.

Contenidos: Reticulados. Cálculo de la magnitud de las cargas: CIRSOC 101.

Competencias que se desean promover:

**Con relación a los contenidos**

- ✓ Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.
- ✓ Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.
- ✓ Ser capaz de usar lo que ya se conoce; identificar lo que es relevante conocer, y disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios.
- ✓ Ser capaz de modelar el objeto del proyecto, para su análisis (simulación, modelos físicos, prototipos, ensayos, etc.).
- ✓ Ser capaz de acceder a las fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas y de comprender las especificaciones de las mismas.
- ✓ Ser capaz de pensar en forma sistémica (visualizar como un sistema los elementos constitutivos de una situación o fenómeno, comprendiendo la dinámica de sus interacciones).
- ✓ Ser capaz de pensar en forma crítica (pensar por cuenta propia, analizando y evaluando la consistencia de las propias ideas, de lo que se lee, de lo que se escucha, de lo que se observa).
- ✓ Ser capaz de tomar decisiones con información parcial, en contextos de incertidumbre y ambigüedad.

**Con relación al trabajo en grupo:**

- ✓ Ser capaz de asumir como propios los objetivos del grupo y actuar para alcanzarlos.
- ✓ Ser capaz de proponer y/o desarrollar metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar.
- ✓ Ser capaz de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista.
- ✓ Ser capaz de expresarse con claridad y de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo.
- ✓ Ser capaz de analizar las diferencias y proponer alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo, y de negociar para alcanzar consensos.
- ✓ Ser capaz de promover una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo.
- ✓ Ser capaz de representar al equipo, delegar tareas y resolver conflictos y problemas de funcionamiento grupal.

**Resultados:**

Se realizó un estudio de las producciones realizadas por 12 casos, representados por la totalidad de los alumnos que cursaron la asignatura Estabilidad en el segundo cuatrimestre del año 2015.

La estrategia didáctica fue evaluada parcialmente en el contexto de la cátedra desde el punto de vista docente y de los alumnos. El trabajo realizado por los alumnos fue evaluado en función a los objetivos planteados por el docente y alcanzado por los alumnos.

Para analizar el punto de vista del alumno se realizó una encuesta anónima con un conjunto de preguntas orientadas hacia dos ejes: a la usabilidad del software y hacia los contenidos que se pretendían promover.

**Resultados de las encuestas a los alumnos con eje en la usabilidad del producto:**

- ✓ ¿Conocía algún software para cálculo de reticulados o tuvo que buscarlo?

La totalidad de los alumnos tuvo que buscarlo.

- ✓ ¿Dónde los buscó?

Dos alumnos lo buscaron en la Web y diez lo obtuvieron de un compañero.

- ✓ ¿Cuál es el nombre del software utilizado?

Ocho alumnos recuerdan el nombre del programa y cuatro no lo recuerdan.

- ✓ ¿Por qué confió en que el software calculaba bien los esfuerzos en las barras?



Ocho alumnos manifiestan que confiaron en el software debido a que verificaron con los ejercicios resueltos a mano en los trabajos prácticos, tres por referencias de compañeros que lo usaron y un alumno manifestó:” porque es un software, se supone que calcula correcto”

- ✓ ¿Cómo calificaría el software utilizado?

Muy bueno	1
Bueno	7
Regular	4
malo	0

- ✓ ¿Le resultó fácil de aprender?  
La totalidad de los alumnos contestaron que si.

- ✓ ¿El aprendizaje del software fue...

Intuitivo	3
Necesitó un tutorial	2
Necesitó ayuda de un compañero	7

- ✓ Indique aspectos positivos y negativos del software utilizado.

ASPECTOS POSITIVOS		ASPECTOS NEGATIVOS	
Fácil de usar	8	Se complica guardar archivos	4
Idioma castellano	1	Acepta ángulos solo en radianes	4
Los resultados se leen fácilmente	1	Dificultad para modificar la geometría	4
Fácil de aprender	1	No muestra tabla con resultados	3
Pocos requerimientos para pc	1	Problemas de compatibilidad con el sist. operativo	5
Calcula reacciones de vinculo	2	Complicaciones para copiar y pegar	4
Buen tutorial	1		
Rapidez	5		
Gratuito	1		
Portable	1		

Resultados de la encuesta a los alumnos con eje en los conocimientos que se deseaban promover:

- ✓ ¿El tipo de ejercicio planteado fue similar a los ejercicios resueltos en los trabajos prácticos?  
La mitad de los alumnos contestaron que sí y la otra mitad que no.

- ✓ ¿Podría haber hecho el mismo ejercicio de diseño sin software?  
Siete alumnos contestaron que “sí” pero que hubiesen tardado mas tiempo y 5 contestaron que “no” por el tiempo que tardarían en probar muchas tipologías.

- ✓ Teniendo en cuenta las primeras condiciones planteadas, ¿pudo resolver el ejercicio?  
Dos alumnos contestaron que sí pudieron resolverlo cuando con las condiciones impuestas era imposible y diez contestaron que no pudieron resolverlo.

- ✓ ¿Fue una variable determinante en la resolución del problema el hecho de colocar diagonales y montantes o solo diagonales?



si	9
no	2
Ns/nc	1

- ✓ ¿Cuál fue la variable determinante en la resolución del problema?

La altura	3
Montantes y diagonales	2
Longitud de barras y ángulos	2
Ns/nc	5

- ✓ ¿Qué tipo de conocimiento le proporcionó esta experiencia?

Con los datos correctos se ahorra mucho tiempo	1
Como se distribuyen las cargas en las barras de un reticulado	6
El manejo de un soft para corroborar lo hecho a mano	1
Voy a buscar otro soft que funcione en mi máquina	1
Ns/nc	3

- ✓ ¿Como le resultó la experiencia?

Muy positiva	1
Positiva	8
Nada positiva	3

- ✓ ¿Por qué?

Generó confusión al principio	4
Pérdida de tiempo que se podría usar para otra cosa	1
Mayor comprensión de cómo trabaja el reticulado al probar distintas opciones	4
Hicimos algo distinto	2
Aprendimos una herramienta para el futuro	1

#### Resultados desde la perspectiva docente:

Desde la perspectiva docente la mayoría de los alumnos no logró alcanzar los objetivos de aprendizajes planteados sin embargo en la puesta en común se logró que los alumnos comprendieran cual era la variable determinante del problema planteado.

##### a) Consulta CIRSOC 101

Como no estaba especificado en la consigna el tipo de chapa de la cubierta, los alumnos se mostraron desorientados a la hora de elegir una de las que brindaba la norma. Todos los alumnos tomaron la decisión de elegir la de menor peso por unidad de superficie.

##### b) Definir tipología

Todos los alumnos pudieron definir una tipología.

##### c) Verificación de la condición de rigidez, pasaje de unidades y cálculo de las carga por nudo.

La mayoría de los alumnos no tuvo inconveniente para verificar la condición de rigidez del diseño planteado. Dada que la condición de rigidez es una condición necesaria pero no suficiente, dos alumnos no verificaron que su diseño no era rígido a pesar de cumplir con la condición necesaria de rigidez. Por otro lado, dos alumnos hicieron mal el pasaje de unidades



por lo que partieron de cargas que estaban mal calculadas. Indistintamente los alumnos decidieron trabajar con KN, kg o toneladas.

d) Ingreso de la tipología y de las cargas al software.

La totalidad de los alumnos pudo realizar esta actividad sin mayores problemas.

e) Verificación de los esfuerzos máximos permitidos en la primera consigna.

Todos los alumnos, excepto los dos que habían calculado mal las cargas por nudo, verificaron que los esfuerzos en los cordones inferior y superior eran superiores al permitido.

f) Rediseño de la viga.

Cambiando la dirección de las diagonales y/o colocando montantes y diagonales, o sea, cambiando diseño pero sin poder cambiar la altura, los alumnos no lograban bajar los esfuerzos en los cordones. En este momento se cambió la consigna con respecto a las longitudes que podían tener las barras y aumentando la altura del reticulado todos los alumnos pudieron lograr un diseño que cumpla con las nuevas consignas. Esto fue comprendido solo por tres alumnos que llegaron a la conclusión que la variable determinante en el diseño era la altura del reticulado. Es importante destacar que cinco alumnos no contestaron esta pregunta, dos contestaron que eran las diagonales y montantes y dos contestaron que estaba relacionado con la longitud de las barras y los ángulos.

g) Validación de la herramienta utilizada.

Cuando se les preguntó a los alumnos porqué habían confiado en que el software calculaba bien los esfuerzos en las barras del reticulado, 8 alumnos manifestaron que verificaron el software con los ejercicios que habían resuelto a mano en la guía de trabajos prácticos, 3 que confiaron por referencias de personas que lo habían usado y 1 alumno manifestó "porque es un software, se supone que calcula correcto"

Creemos que la cuestión de la validación está relacionada con la capacidad crítica de los alumnos, con la selección, evaluación y el cuestionamiento que realizan y es uno de los desafíos educativos fundamentales que generan las nuevas tecnologías.

h) Comunicación de resultados PPT

Sólo la presentación PPT de dos alumnos logran comunicar los resultados correctamente, los demás no consiguen comunicar bien dado que no han comprendido lo que se pretendía que aprendan.

i) Cierre de actividad y puesta en común

Esta estrategia didáctica fue evaluada considerando los procesos realizados por los alumnos para la comprensión del tema, por lo que las actividades de discusión y retroalimentación fueron fundamentales para obtener información sobre el proceso de aprendizaje que lleva a cabo el estudiante. En la puesta en común, el error es integrado en el aprendizaje ya que el alumno recibe la retroalimentación que verifica su logro y/o le permite desarrollar una actitud crítica sobre lo actuado.

Del análisis de las encuestas realizadas a los alumnos con eje en la usabilidad se desprende que el aprendizaje sobre el manejo del software les resultó sencillo y rápido, aunque algunos alumnos solicitaron la ayuda de sus compañeros. La eficiencia en el manejo del software les permitió un alto nivel de productividad y no interfirió con los objetivos pedagógicos buscados.

Con respecto a la validación del software, la mayoría de los alumnos verificaron con los ejercicios hechos a mano en los trabajos prácticos mientras otros confiaron en la opinión de usuarios expertos. La valoración subjetiva de los alumnos respecto del software fue buena, en general.

Con respecto al eje de los conocimientos que se pretendían promover, la mitad de los alumnos no fue capaz de diferenciar un ejercicio basado en el diseño de una viga de otro basado en el cálculo de la misma. En consecuencia, casi la misma cantidad de alumnos está de acuerdo en que el mismo problema lo podrían haber resuelto sin software, a pesar que tardarían más tiempo. En este sentido para algunos alumnos el software resultó un medio para seguir haciendo, aunque mejor y más rápido, lo que ya se hacía. Para otros parece haber significado



un cambio en la forma de pensar sobre los medios y los fines, los objetivos y la eficacia, como afirman Burbules y Callister (2008).

Analizando las capturas de pantalla de las sucesivas pruebas que realizaban los alumnos a fin de lograr que disminuyeran las fuerzas en los cordones superior e inferior se observa que la colocación de diagonales y montantes o solo diagonales no modificaba la situación en los cordones; sin embargo esto fue comprendido solo por tres alumnos que llegaron a la conclusión que la variable determinante en el diseño era la altura del reticulado. Es importante destacar que cinco alumnos no contestaron esta pregunta, dos contestaron que eran las diagonales y montantes y dos contestaron que estaba relacionado con la longitud de las barras y los ángulos.

Aquí es importante diferenciar dato, información y conocimiento en distintos niveles. El nivel más bajo de los hechos conocidos son los datos, los cuales no tienen un significado intrínseco. Deben ser ordenados, agrupados, analizados e interpretados. Cuando los datos son procesados de esta manera, se convierten en información que tiene una esencia y un propósito. Cuando la información es utilizada y puesta en el contexto o marco de referencia de una persona, se transforma en conocimiento. El conocimiento es la combinación de información, contexto y experiencia. Tiene que ver con el uso que los alumnos hacen de la tecnología.

El conocimiento reside en el usuario y no en la recopilación de información o en el mero producto informático.

Respecto del tipo de conocimiento que le proporcionó la experiencia la mitad de los alumnos coinciden en que fue un conocimiento acerca de cómo se distribuyen las cargas en las barras del reticulado, conocimiento al que no se llega con ejercicios de cálculo.

La experiencia ha resultado “positiva” y “muy positiva” para nueve alumnos que manifiestan haber logrado una mayor comprensión acerca de cómo trabaja una viga reticulada al poder probar distintas tipologías, haber aprendido a usar una herramienta informática útil para su futuro y por haber echo “algo distinto” a los ejercicios de los trabajos prácticos.

En contraposición, tres alumnos consideran la experiencia como “nada positiva” manifestando que fue una pérdida de tiempo que se podría haber usado para otra cosa, que el hecho de cambiar los datos les generó confusión y pérdida de tiempo.

Aquí se pone en evidencia una forma de ver el mundo y en especial a las máquinas que permiten al alumno experimentar distintas opciones, explorar alternativas sin saber cual es el resultado. Algunas personas no toleran demasiado la incertidumbre, la frustración, el ensayo y el error, mientras que a otras les puede resultar fascinante y alentador (Burbules, N. y Callister, T., 2008).

En el anexo VII se muestra la presentación PPT.

### **ESTRATEGIA DIDÁCTICA 6: Predimensionado de viga reticulada de gran luz**

Asignatura en la que se implementa: Análisis Estructural I

Fecha de implementación: Segundo cuatrimestre 2015

Descripción: Se pidió a los alumnos que trabajando en forma grupal, determinen la relación entre la altura y la luz de una viga tipo Warren constituida de estructura de caño estructural de sección circular, a efectos de utilizarla en otros modelos de iguales características como expresión para el predimensionamiento.

Se dieron como datos la luz de la viga y la carga linealmente distribuida con la finalidad que los alumnos establezcan las cargas en los nodos de acuerdo a la cantidad de diagonales y/o montantes según sea el diseño de base. Se aclaró que podían modificar dichas cantidades en función de los resultados obtenidos producto de la consideración del efecto de pandeo.



Con el objeto de la realización de la actividad práctica, se pidió a los alumnos la utilización de un software específico de libre elección.

Las tareas que deberán realizar los alumnos son:

- 1) Hallar el momento flector máximo considerando la viga Warren como una viga de alma llena con utilización de software.
- 2) Establecer la altura inicial en función de la máxima tensión que puede tomar el cordón superior comprimido para un elemento estructural arbitrario, teniendo en cuenta el efecto de pandeo. Método ASD.
- 3) Determinar los esfuerzos en las barras tomando como dato la altura calculada con utilización de software.
- 4) Verificar las barras comprimidas considerando el efecto de pandeo.
- 5) En caso de no verificar, modificar la configuración agregando diagonales y/o montantes.
- 6) Continuar con el cálculo, software mediante, hasta llegar a un resultado.
- 7) Presentar un informe escrito.

Contenidos: Vigas reticuladas de grandes luces. Predimensionado de cordones de vigas reticuladas por analogía con vigas de alma llena. Predimensionado de elementos estructurales considerando el efecto de pandeo.

Competencias que se desean promover:

Con relación a los contenidos:

- ✓ Ser capaz de usar lo que ya se conoce, identificar lo que es relevante conocer y disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios.
- ✓ Ser capaz de modelar el objeto del proyecto para su análisis.
- ✓ Ser capaz de identificar los recursos tecnológicos necesarios para resolver el problema.
- ✓ Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.
- ✓ Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.

Con relación al trabajo en grupo:

- ✓ Ser capaz de asumir como propios los objetivos del grupo y actuar para alcanzarlos.
- ✓ Ser capaz de proponer y/o desarrollar metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar.
- ✓ Ser capaz de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista.
- ✓ Ser capaz de expresarse con claridad y de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo.
- ✓ Ser capaz de analizar las diferencias y proponer alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo y de negociar para alcanzar consensos.
- ✓ Ser capaz de promover una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo.
- ✓ Ser capaz de representar al equipo, delegar tareas y resolver conflictos y problemas de funcionamiento grupal.

Con relación al informe:

- ✓ Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.
- ✓ Ser capaz de identificar el tema central y los puntos claves del informe o presentación a realizar.
- ✓ Ser capaz de utilizar y articular de manera eficaz distintos lenguajes ( formal, gráfico y natural).
- ✓ Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.

Resultados: La experiencia no ha podido ser evaluada.

En el anexo VIII se muestra el informe.

**ESTRATEGIA DIDÁCTICA 7: Módulo resistente a flexión**

Asignatura en la que se implementa: Resistencia de Materiales

Fecha de implementación: Segundo cuatrimestre 2015

Descripción:

Se pidió a los alumnos que partiendo de una sección rectangular de 16 cm de base y 26 cm de altura sometida a cargas verticales, considerando solamente el efecto de flexión sin tener en cuenta el peso propio, que estudien, mediante la utilización de un software específico gratuito a elección de los alumnos los siguientes casos:

1° ) Modificar la forma de la sección y calcular su modulo resistente a flexión manteniendo el área constante, sin aumentar el ancho de la misma. Estudiar al menos doce casos y realizar un grafico con la variación del modulo resistente a flexión.

2° ) Modificar la forma de la sección y calcular su modulo resistente a flexión manteniendo el área constante, sin aumentar la altura de la misma. Estudiar al menos doce casos y realizar un grafico con la variación del modulo resistente a flexión.

3° ) Modificar la forma de la sección y calcular su modulo resistente a flexión manteniéndose dentro del ancho y la altura, variando el área de la sección. Estudiar al menos doce casos y realizar un grafico con la variación del modulo resistente a flexión en función del área de la misma.

Contenidos: Propiedades de la geometría de las superficies. Momentos de inercia. Módulo resistente a flexión.

Competencias que se desean promover:

Con relación a los contenidos:

- ✓ Ser capaz de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis.
- ✓ Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.
- ✓ Ser capaz de usar lo que ya se conoce; identificar lo que es relevante conocer, y disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios.
- ✓ Ser capaz de modelar el objeto del proyecto, para su análisis (simulación, modelos físicos, prototipos, ensayos, etc.).
- ✓ Ser capaz de pensar en forma sistémica (visualizar como un sistema los elementos constitutivos de una situación o fenómeno, comprendiendo la dinámica de sus interacciones).
- ✓ Ser capaz de pensar en forma crítica (pensar por cuenta propia, analizando y evaluando la consistencia de las propias ideas, de lo que se lee, de lo que se escucha, de lo que se observa).

Con relación al trabajo en grupo

- ✓ Ser capaz de asumir como propios los objetivos del grupo y actuar para alcanzarlos.
- ✓ Ser capaz de proponer y/o desarrollar metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar.
- ✓ Ser capaz de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista.
- ✓ Ser capaz de expresarse con claridad y de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo.
- ✓ Ser capaz de analizar las diferencias y proponer alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo, y de negociar para alcanzar consensos.
- ✓ Ser capaz de promover una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo.



- ✓ Ser capaz de representar al equipo, delegar tareas y resolver conflictos y problemas de funcionamiento grupal.

Con relación a la presentación:

- ✓ Ser capaz de identificar el tema central y los puntos clave del informe o presentación a realizar.
- ✓ Ser capaz de usar eficazmente las herramientas tecnológicas apropiadas para la comunicación.
- ✓ Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.
- ✓ Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.
- ✓ Ser capaz de adaptar las estrategias de comunicación a los objetivos comunicacionales, a las características de los destinatarios y a cada situación.

Resultados:

La estrategia didáctica no ha podido ser evaluada.

En el anexo IX se muestra la presentación PPT.



## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

---

El trabajo realizado permitió la revisión y reorganización de los contenidos de las asignaturas Estabilidad, Resistencia de Materiales y Análisis Estructural I, permitiendo además la articulación vertical entre las mismas. Se pudieron detectar y analizar los errores conceptuales más frecuentes cometidos por los estudiantes y se realizaron actividades tendientes a su superación. Se diseñaron estrategias didácticas que incluyeran dichas actividades para la superación de errores, la articulación entre las asignaturas y la resolución de problemas vinculados al trabajo profesional del ingeniero civil.

Se indagaron los software específicos para ingeniería civil disponibles en el mercado y se llegó a la conclusión de que los mismos requieren de una práctica prolongada para manejarlos con efectividad y son onerosos. A pesar de que la UNLaM podría comprar la licencia, creemos que en la elección de un software comercial en particular deberían ser consultados todos los docentes de los años superiores que eventualmente lo usarían en sus cátedras.

De los software disponibles en la Web se analizaron sus fortalezas y debilidades y se tomó la decisión de proponer a los alumnos la utilización de un software comercial en su versión estudiantil y/u otros de uso gratuito dado que al ser éstos relativamente fáciles de utilizar y ser de libre acceso desde cualquier computadora, no interfieren con los objetivos pedagógicos planteados.

Del análisis de las competencias establecidas por el CONFEDI, se seleccionaron algunas compatibles con el grado de avance de los estudiantes en la carrera, con los contenidos de las asignaturas seleccionados y con aplicaciones ingenieriles recreadas.

Con el uso del software integrado en estrategias didácticas innovadoras que enfatizan lo cualitativo por sobre lo cuantitativo, los estudiantes se acercan a los objetos reales de la ingeniería y a los modos de pensar y de trabajar de los ingenieros, lo que necesariamente pone en juego las competencias establecidas por el CONFEDI para las carreras de Ingeniería.

Como resultado de la investigación se pudo conocer que la propuesta resultó ser muy interesante para los alumnos dado que con la metodología implementada tuvieron oportunidades de experimentar distintas opciones, explorar alternativas, jugar, ensayar, equivocarse, etc; siendo protagonistas de su propio aprendizaje. Asimismo les permitió el afianzamiento de las relaciones entre los miembros del grupo dado que tuvieron que reunirse fuera del horario de clases en varias ocasiones. Se evidenció que fueron capaces de asumir como propios los objetivos del grupo y que desarrollaron metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar. Fueron capaces de escuchar y aceptar la existencia y validez de distintos puntos de vista para lo cual tuvieron que expresarse con claridad y de sociabilizar las ideas dentro del equipo de trabajo. Identificaron áreas de acuerdo y desacuerdo y negociaron para alcanzar consensos. Promovieron una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo, delegaron tareas y resolvieron conflictos de funcionamiento grupal.

Los docentes lograron superar los preconceptos de enseñar como les enseñaron, como tradicionalmente se enseñó, se animaron a ser emprendedores e innovadores y a pensar el aula como un espacio de experimentación pedagógica y asumir su rol docente como facilitador. Asimismo tuvieron oportunidades de sociabilizar la experiencia con sus pares de la UNLaM y de otras Universidades a través de la asistencia y presentación de trabajos en Congresos y Jornadas.

Este trabajo permitió además identificar y seleccionar las dimensiones de análisis de las estrategias de una forma interesante y productiva.

En próximas investigaciones se espera, tomando como punto de partida las dimensiones establecidas, continuar con la implementación, evaluación y documentación de las estrategias didácticas innovadoras.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Bertolé, E.; Secco, E. (2013). Una propuesta para acercar la Ingeniería a los estudiantes de Ingeniería. III Jornadas de la Enseñanza de la Ingeniería. JEIN 2013. Bahía Blanca.
- Burbules, N.; Callister, T. (2008). Educación: Riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información. Buenos Aires: Granica.
- Cabero, J. (2000). Reflexiones sobre la brecha digital y la educación. Madrid: Síntesis.
- Chevallard, Y. (1998). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique.
- Coll, Mauri y Onrubia. (2005). Technology and pedagogical practices: ICT as mediation tools in joint teacher-student activity. Trabajo presentado en la American Educational Research Association 2005 Annual Meeting. Montréal, Canada.
- Coll, C., Mauri, T. y Onrubia, J. (2008). Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación sociocultural. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 10 Consultado el 10 de agosto del 2013 en: <http://redie.uabc.mx/vol10no1/contenido-coll2.html>
- Coll, C. (2004). Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación [Separata]. Sinéctica, 25, 1- 24.
- CONFEDI. (2006). Definiciones de Competencias Genéricas de las Carreras de Ingeniería. XL Plenario CONFEDI, Bahía Blanca.
- Cook, T.D., Reichardt, C.H. S. (1986). Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa. Madrid: Morata.
- García de Ceretto, J. ; Giacobbe, S. (2009). Nuevos desafíos en investigación. Teoría, métodos, técnicas e instrumentos. Rosario: Homo Sapiens Ediciones.
- Giuliano M, Sacerdoti A, Santórsola M, Nemirovsky I, Pérez S, Alvarez M, Cruz R, Diaz F. (2008). Una experiencia didáctica con utilización de applets. Noveno Simposio de Investigación en Física. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario.
- Hernandez Sampieri, R. (2000). Metodología de la Investigación. Mexico: Mcgraw-Hill.
- Jonassen, D. H. y Carr, Ch. (1998). Computers as mindtools for engaging learners in critical thinking. TechTrends, 43 (2), 24-32. Recuperado el 18 de agosto de 2007, de <http://www.coe.missouri.edu/~jonassen/Mindtools.pdf>
- Jonassen, D. H. (2006). Modeling with technology: Mindtools for conceptual change. Columbus, OH: Pearson-Prentice Hall.
- Kassimali, A. (2001). Análisis Estructural. México: Thomson.
- Lajoie, S. P. (2000). Breaking camp to find new summits. En S.P. Lajoie (Ed.), Computers as cognitive tools: Vol. 2. No more walls (pp. xv-xxxii). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Marchisio, S. (2004). Experiencia con uso de simulaciones en la enseñanza de la física de los dispositivos electrónicos. Primer Congreso virtual latinoamericano de educación a distancia.
- McCormac, J. (2010). Análisis de Estructuras. Métodos Clásico y Matricial. México: Alfaomega.
- Nieto, M. (2000). Diseño de un soporte informático para la transposición didáctica y el



aprendizaje conceptual en Ingeniería. UTN.

- Torroja, E. (1991). Razón y Ser de los tipos Estructurales. Madrid: Instituto Eduardo Torroja de la construcción y del cemento.
- Vázquez Epi, M. (1997). Sobre la Enseñanza y la práctica de la Teoría de Estructuras. <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>. Consultado 2014.
- Yániz, C. (2008). Las Competencias en el currículum universitario. Implicaciones para la formación del profesorado. Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria. Vol 4.

**PUBLICACIONES****ARTÍCULOS**

AUTORES: Bertolé, Estela.; Giuliano, Mónica.; Diaz, Daniel.; Secco, Eduardo.; Acevedo, Jorge.  
TÍTULO: Experiencias que promueven capacidades en la cátedra de estabilidad: Techo en voladizo.

FUENTE : Revista de Enseñanza de la Física. ISSN 2469-052X

VOLUMEN: 27

NÚMERO: Extra: Selección de Trabajos presentados a REF.

PÁGINAS : 487-492

EDITORIAL: Laura Buteler.

LUGAR: Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

FECHA: 2015

**CAPÍTULOS DE LIBRO**

AUTORES: Giuliano, Mónica Graciela; Bertolé, Estela Mónica; Diaz, Daniel Oscar; Secco, Eduardo Marcelo; Acevedo, Jorge Luis.

TÍTULO: Estrategias didácticas con utilización de software específico aplicadas al diseño, modelado y cálculo de estructuras resistentes. Avance.

FUENTE: Anuario de Investigaciones: resúmenes extendidos 2014.

ISBN: 978-987-3806-30-8

EN PRENSA

En el anexo X se muestra el artículo.

**CONGRESOS Y JORNADAS**

AUTORES: Secco, E. M.; Bertolé, E. M.; Diaz, D. O.; Giuliano, M. G.; Acevedo, J.

TÍTULO: Los modelos en la Ingeniería y las nuevas tecnologías.

TIPO: comunicación libre.

REUNIÓN: Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas.

LUGAR: San Rafael. Mendoza. Argentina.

FECHA REUNIÓN: 15, 16 y 17 de abril de 2015.

RESPONSABLE: Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria.

ISBN 978-987-575-119-4

TIPO DE TRABAJO: Resumen.

FUENTE: CLICAP 2015: Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas.

EDITORIAL: Alicia Lucia Ordoñez.

FECHA: 2015

LUGAR DE EDICIÓN: Bernardo de Irigoyen 375. San Rafael. Mendoza.

En el anexo XI se muestra el artículo y el certificado.

AUTORES: Bertolé, Estela.; Diaz Daniel.; Secco Eduardo.

TÍTULO: Estrategias didácticas con utilización de software específico aplicadas al diseño, modelado y cálculo de estructuras resistentes.

TIPO: comunicación libre.



REUNIÓN: IV Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería, JEIN 2014.

LUGAR: Avellaneda, Buenos Aires.

FECHA REUNIÓN: 4 y 5 de septiembre de 2014.

RESPONSABLE: Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Avellaneda.

TIPO DE TRABAJO: artículo completo.

FUENTE: Compilado de Resúmenes de las IV Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería. JEIN 2014. Universidad Tecnológica Nacional. 4 y 5 de setiembre.

EDITORIAL: Zulma Cataldi y Pablo Damián Méndez.

FECHA: 2014

LUGAR DE EDICIÓN: Sarmiento 440, tercer piso. CABA. Argentina.

En el anexo XII se muestra el artículo y el certificado.

AUTORES: Bertolé, Estela.; Giuliano, Mónica.; Diaz, Daniel.; Secco, Eduardo.; Acevedo, Jorge.  
TÍTULO: Estrategias que promueven capacidades en la cátedra de Estabilidad: Techo en voladizo.

TIPO: comunicación libre.

REUNIÓN: Decimonovena Reunión de Educación en Física. REF19.

LUGAR: Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

FECHA DE REUNIÓN: 28 de septiembre al 2 de octubre de 2015.

RESPONSABLE: Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires.

TIPO DE TRABAJO: artículo completo.

FUENTE:

EDITORIAL:

FECHA: 2015

LUGAR DE EDICIÓN:

En el anexo XIII se muestra el artículo y el certificado.