



Objeto	Guía de elaboración de Informe de avance y final de proyecto
Usuario	Director de proyecto de investigación
Autor	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
Versión	2.1
Vigencia	13/10/2015

Unidad Ejecutora:

Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas

Título del proyecto de investigación:

Implementación y evaluación de estrategias didácticas
innovadoras en la carrera de Ingeniería Civil

Código del proyecto:

C2-ING-030

Programa de acreditación:

CyTMA2

Director del proyecto:

Bertolé, Estela Mónica

Co-Director del proyecto:

Secco, Eduardo Marcelo

Integrantes del equipo:

Acevedo, Jorge Luis

Velazquez Araujo, Carlos David

Fecha de inicio: 01/01/2016

Fecha de finalización: 31/12/2017

Informe Final

Implementación y evaluación de estrategias didácticas innovadoras en la carrera de Ingeniería Civil.

Resumen:

En el marco de la investigación CyTMA2: C2-ING-014 "Estrategias didácticas con utilización de software específico aplicadas al diseño, modelado y cálculo de estructuras resistentes" se indagaron aspectos relacionados con el uso de software específico de Ingeniería Civil en las asignaturas Estabilidad y Análisis Estructural I, partiendo de la premisa que la incorporación del software específico implicaba repensar las prácticas docentes al diseñar estrategias didácticas que permitieran a los alumnos desarrollar ciertas competencias establecidas por el CONFEDI para las carreras de Ingeniería. La mayoría de las estrategias didácticas innovadoras fueron implementadas en el aula. En este proyecto nuestro propósito fue continuar con la implementación y la evaluación, rediseñar en caso de ser necesario en vistas a los resultados obtenidos, diseñar nuevas estrategias, evaluarlas y documentarlas. A tales efectos se trabajó con observaciones participantes de clases y el análisis de producciones de los docentes y de los alumnos 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 las estrategias fueron evaluadas desde la perspectiva de los estudiantes a través de entrevistas y encuestas, considerando una muestra actual de alumnos cursantes en el período 2016-2017. El resultado de la implementación de las estrategias didácticas fue altamente positivo dado que los estudiantes demostraron las capacidades que se pretendían promover con respecto a los contenidos involucrados y al trabajo grupal aunque se evidenció que las competencias de comunicación son las más deficientes y requieren ser incentivadas. Se reformularon las programaciones de las actividades prácticas de las asignaturas Estabilidad y Análisis Estructural I a fin de incluir la mayoría de estas actividades dentro del tiempo asignado a las asignaturas, de forma tal que esta metodología es considerada como parte esencial para lograr una visión sistémica y no solo una propuesta adicional.

Palabras clave: innovación - estrategias didácticas - estructuras resistentes

Memoria descriptiva

A continuación se detallan las actividades realizadas según lo estipulado en el Gantt correspondiente al Protocolo de Presentación del Proyecto:

Actividad 1: Revisión de las estrategias diseñadas en la Investigación C2-ING-014

Al realizar un análisis crítico de las estrategias diseñadas en la Investigación C2-ING-014 que fueron implementadas en el período de dicha investigación y en la primera etapa de la presente, surgieron cuestiones que ameritaron el ajuste y/o rediseño de las mismas en función de los objetivos planificados por los docentes para cada estrategia y lo producido por los estudiantes. Es importante destacar que nuestro interés no radica en que los estudiantes "resuelvan bien" las estrategias propuestas sino que las estrategias didácticas los enfrenten a una serie de situaciones problemáticas radicalmente distintas a las propuestas desde la práctica tradicional de cada asignatura y desde la bibliografía que trata el tema a fin de que puedan comenzar a desarrollar ciertas competencias establecidas por el CONFEDI para las carreras de Ingeniería. Nuestro interés radica en hacer foco en el proceso por medio del cual los estudiantes, trabajando en forma grupal, se acercan a los objetos reales de la ingeniería civil y a los modos de pensar y actuar de los ingenieros: es en este sentido que las estrategias didácticas son innovadoras.

Actividad 2: Implementación en el aula de las estrategias didácticas rediseñadas de la Investigación C2-ING-014.

Algunas estrategias didácticas fueron implementadas en las cátedras de Estabilidad y Análisis Estructural I. El entusiasmo de los investigadores por implementar nuevas estrategias derivó en falta de tiempo dado que estas actividades son adicionales a la práctica tradicional, por lo que los estudiantes resultaron sobrecargados de actividades. Se tomó la decisión de que algunas estrategias se implementarán en todos las cursadas y otras estrategias en forma alternada, cambiando de cuatrimestre en cuatrimestre. Sin embargo, los estudiantes en muchos casos preguntaron sobre la causa por la que no se implementa una determinada estrategia en un cuatrimestre dado, lo que indica el interés y motivación que generan en ellos. Se reformularon las programaciones de las actividades prácticas de las asignaturas Estabilidad y Análisis Estructural I a fin de incluir la mayoría de estas actividades dentro del tiempo asignado a las asignaturas, de forma tal que esta metodología es considerada como parte esencial para lograr una visión sistémica y no solo una propuesta adicional.

Actividad 3: Búsqueda y diseño de instrumentos de evaluación y seguimiento de las estrategias.

Para las estrategias didácticas se diseñaron los siguientes instrumentos de evaluación:

- a) Encuestas a los estudiantes para recabar información sobre la evaluación que hacen los estudiantes de las estrategias didácticas y sobre las competencias puestas en juego.
- b) Planilla para sistematizar la evaluación de las producciones de los alumnos.

Actividad 4: Evaluación de las estrategias implementadas.

Con los instrumentos diseñados en la actividad anterior, se evaluaron las estrategias desde el punto de vista de los estudiantes y de los docentes como así también la producción de los estudiantes.

Actividad 5 y 6: Selección de contenidos y competencias para nuevas estrategias.

Teniendo en cuenta las dificultades observadas por los docentes en determinados temas donde los estudiantes tenían mayores dificultades se seleccionaron varios contenidos a trabajar. También se detectaron falencias relacionadas con las competencias de comunicación oral y escrita por lo que se propuso incrementar las estrategias didácticas que favorezcan el desarrollo de las mismas.

Actividad 7: Recreación de aplicaciones ingenieriles.

Los problemas ingenieriles básicos en el ámbito de las estructuras resistentes son el diseño de la misma y su dimensionamiento y los problemas de verificación.

Si bien, en el estado de avance de la carrera los alumnos no tienen todas las herramientas para resolver estos problemas, recreamos el espíritu de esos problemas adaptándolos a los conocimientos que poseen los estudiantes.

Actividad 8: Diseño de nuevas estrategias.

Se diseñaron nuevas estrategias en base a los contenidos y/o competencias seleccionadas.

Actividad 9 y 10: Implementación y evaluación de las estrategias.

Las nuevas estrategias fueron implementadas y evaluadas con los instrumentos diseñados para tal fin.

Actividad 11: Documentación de las estrategias.

Las estrategias se han documentado en el cuerpo de este informe y se prevé en el futuro documentarlas en formato libro impreso.

Actividades no previstas en el Protocolo de presentación del proyecto:

- ✓ **Evaluación de los errores cometidos por los estudiantes en Diagramas de Características.**

El trazado de diagramas de esfuerzos característicos es uno de los temas más importantes de la asignatura Estabilidad. Este tema es de vital importancia para las asignaturas Resistencia de materiales, Análisis Estructural I y II, Estructuras de Hormigón y Estructuras Metálicas, de ahí la necesidad de un correcto aprendizaje del mismo; razón por la cual es uno de los temas correspondientes a la segunda evaluación parcial.

En el proceso de enseñanza se tienen en cuenta cuáles son los errores más comunes que se cometen en su resolución y se resaltan los mismos para que los alumnos eviten cometerlos. Para mejorar el conocimiento de los errores se hizo un relevamiento de los segundos parciales correspondientes a la asignatura Estabilidad en los dos cursos correspondientes al año lectivo 2017.

Se trabajó sobre un total de 33 casos, evaluando el cálculo de reacciones de vínculo (primer paso en el trazado de los diagramas característicos) y el trazado de los diagramas de esfuerzos de Corte, Momentos flexores y esfuerzos Normales, por separado; analizando cuáles son los errores cometidos.

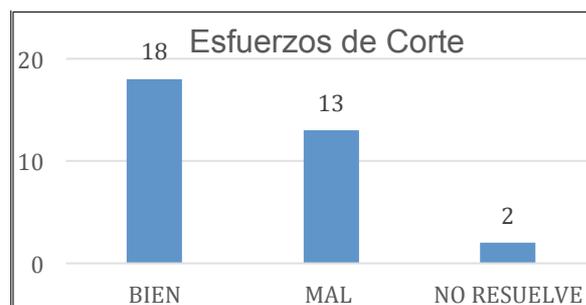
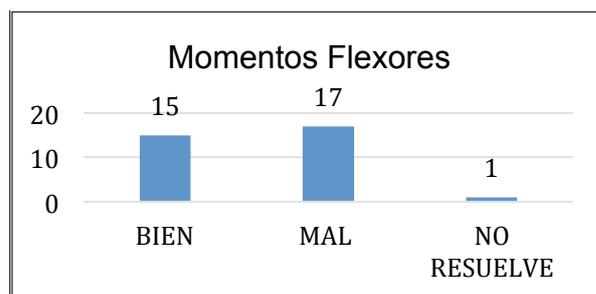
En el caso del cálculo de las reacciones de vínculo, se les explica a los alumnos, que se puede verificar el cálculo de las mismas mediante el planteo de una ecuación de momentos totales respecto de un punto cualquiera, que no haya sido elegido con anterioridad al momento de la resolución. Esta verificación no garantiza que se encuentre bien resuelto, pero permite detectar un error cometido. Este planteo en los parciales no puede ser evaluado ya que en la mayoría de los casos realizan la verificación en una hoja aparte que no presentan junto con el examen. De un total de 33 alumnos, 26 resolvieron correctamente las reacciones de vínculo.

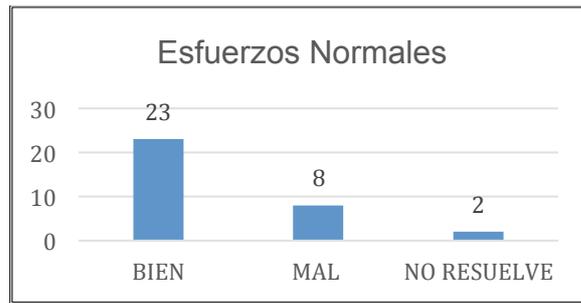
Sobre los exámenes con errores se destacan los siguientes:

- ✓ Error por olvido de consideración de una carga: 3 casos
- ✓ Error por evaluación de una carga: 3 casos
- ✓ Error en la consideración de signo de una carga: 2 casos
- ✓ Error en la consideración de distancia a una carga: 1 caso
- ✓ Error en las cuentas: 1 caso.

En la siguiente tabla se muestra la evaluación de los resultados de los trazados de los diagramas de esfuerzos característicos.

	BIEN	MAL	NO RESUELVE
Esfuerzos de Corte	18	13	2
Momentos Flexores	15	17	1
Esfuerzos Normales	23	8	2



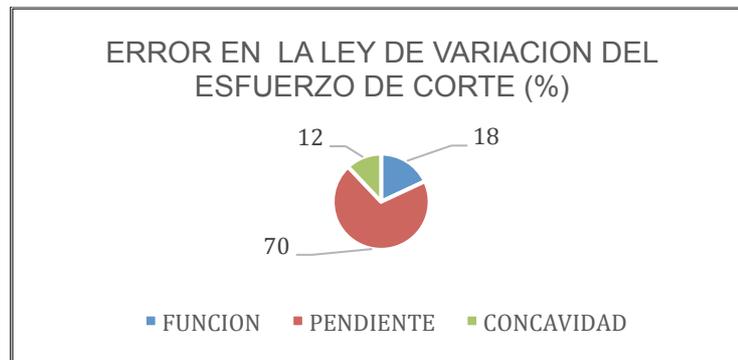


Analizamos a continuación los errores cometidos en el trazado de los diagramas de esfuerzos de corte.

- ✓ Error en no considerar una carga: 8 casos
- ✓ Error en la consideración del signo: 2 casos
- ✓ Error de omisión de un diagrama: 2 casos

Con respecto a la ley de variación del Esfuerzo de Corte

- ✓ Error en no consideración de la función: 3 casos
- ✓ Error en la consideración de la pendiente: 12 casos
- ✓ Error en la consideración de la concavidad: 2 casos

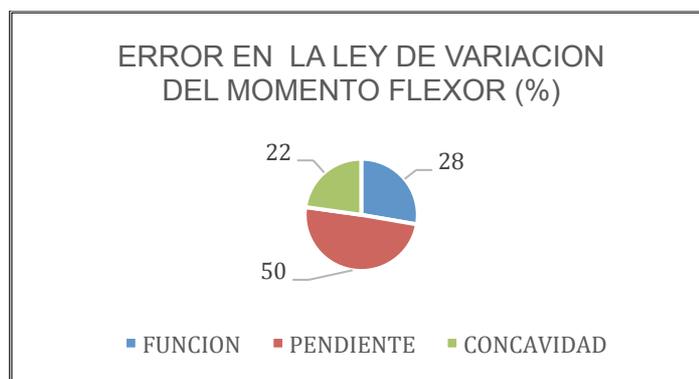


Analizamos los errores cometidos en el trazado de los diagramas de momentos flexores.

- ✓ Error en no considerar una carga: 4 casos
- ✓ Error en la consideración del signo: 8 casos
- ✓ Error de omisión de un diagrama: 1 casos
- ✓ Falta de equilibrio en el nudo: 14 casos

Con respecto a la ley de variación del Momento Flector

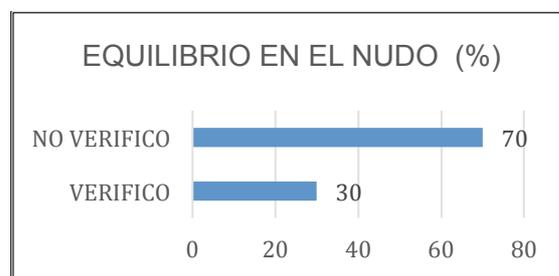
- ✓ Error en no consideración de la función: 5 casos
- ✓ Error en la consideración de la pendiente: 9 casos
- ✓ Error en la consideración de la concavidad: 4 casos



Por último, analizamos los errores cometidos en el trazado de los diagramas de esfuerzos normales.

- ✓ Error en no considerar una carga: 2 casos
- ✓ Error en la consideración del signo: 3 casos
- ✓ Error en crear diagrama donde no existe: 4 casos.

En el caso del error en los diagramas de momentos flexores, donde no existe equilibrio en el nudo, contamos con una herramienta para evitarlo, que es realizar el análisis del equilibrio de nudo. Dicho procedimiento se enseña en las clases prácticas pero no todos los estudiantes lo aplican en el momento de realizar el parcial. Solo realizaron el equilibrio de nudo 10 de un total de 33 casos. Esta herramienta permite al mismo tiempo verificar los diagramas de Esfuerzos de Corte y Esfuerzos Normales. De todos modos, que exista equilibrio en el nudo no asegura que se encuentren bien resueltos los diagramas, pero si permite detectar un error en caso de no existir equilibrio en el mismo.



El análisis anterior nos sirve, como docentes, para enfatizar, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, que tan importante como no cometer errores es disponer de técnicas para poder detectarlos a tiempo.

- ✓ **Evaluación del libro:** Temas de estática. Autor: Claudio A. Molanes. Editorial: Answer Just in Time S.R.L.

En general abarca una gran parte de los temas de la asignatura Estabilidad, faltando algunos temas, como por ejemplo Análisis de carga y Líneas de influencia.

El desarrollo de la teoría es bastante amigable pero los gráficos no son del todo claros.

Nos enfocamos en analizar los capítulos 4-Diagramas de características en vigas y 5-Diagramas de características en pórticos.

El desarrollo correspondiente a la teoría es bueno. Cuenta con una buena cantidad de ejemplos genéricos y numéricos con la particularidad que hace uso tanto de terna izquierda como terna derecha y terna mixta. Al igual que en el caso general los gráficos no son claros y se observa que los diagramas no están en escala. El tipo de ejercitación propuesta en el libro está por debajo del nivel de complejidad propuesto por la cátedra; por lo que se recomienda como bibliografía básica con esa salvedad.

Formación de Recursos Humanos.

El desempeño de los investigadores Eduardo M. Secco y Jorge L. Acevedo ha sido satisfactorio, demostrando interés y compromiso con las actividades relacionadas con el proyecto. Se ha incorporado al equipo de investigación el alumno Carlos D. Velázquez Araujo que cursa la carrera de Ingeniería Civil y se desempeña como ayudante en la cátedra de Estabilidad, siendo su desempeño satisfactorio.

Actividades de Difusión.

Se han difundido los resultados producto de esta investigación según se detalla a continuación:

- ✓ Bertolé, E. ; Secco, E. ; Acevedo, J. **Estrategia didáctica innovadora en la carrera de Ingeniería Civil.** IX Congreso Iberoamericano de Educación Científica (CIEDUC 2017). Cátedra UNESCO EDUCALYC, Facultad de Educación-UNCUYO y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UNCUYO. Mendoza, 14 a 17 de marzo del 2017. ISBN 978-84-16978-19-9.
- ✓ Bertolé, E. ; Secco, E. ; Acevedo, J. **Estabilidad: ¿Estamos enseñando lo mismo y de la misma manera como nos lo enseñaron?.** 1º Congreso Latinoamericano de Ingeniería (CLADI 2017). CONFEDI, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Paraná, Universidad Nacional de Entre Ríos. Paraná, Entre Ríos, 13 a 15 de septiembre del 2017. ISBN en trámite.
- ✓ Secco, E. ; Bertolé, E. **Profundización del estudio de los modelos. Excitación y exploración de respuesta a través del uso de software específico.** 1º Congreso Latinoamericano de Ingeniería (CLADI 2017). CONFEDI, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Paraná, Universidad Nacional de Entre Ríos. Paraná, Entre Ríos, 13 a 15 de septiembre del 2017. ISBN en trámite.
- ✓ Bertolé, E. ; Secco, E. ; Acevedo, J. **Implementación y evaluación de estrategias didácticas innovadoras en la carrera de Ingeniería Civil. Avance.** Anuario de Investigaciones. Resúmenes extendidos. Universidad Nacional de La Matanza.

Introducción

Selección del tema

En el marco de la investigación CyTMA2: C2-ING-014 "Estrategias didácticas con utilización de software específico aplicadas al diseño, modelado y cálculo de estructuras resistentes" se indagaron aspectos relacionados con el uso de software específico de Ingeniería Civil en las asignaturas Estabilidad y Análisis Estructural I, partiendo de la premisa que la incorporación del software específico implicaba repensar las prácticas docentes al diseñar estrategias didácticas que permitieran a los estudiantes desarrollar ciertas competencias establecidas por el CONFEDI.

A tales efectos se indagaron los contenidos de las asignaturas a fin de seleccionar ciertos contenidos a trabajar, entendiendo que con el uso de software específico se deberían diseñar estrategias didácticas que no constituyan una manera de hacer lo que antes se hacía con lápiz y papel pero ahora de una manera mas eficiente debido la utilización del software. Las estrategias didácticas fueron diseñadas e implementadas y están disponibles en el Informe Final del trabajo: "Estrategias didácticas con utilización de software específico aplicadas al diseño, modelado y cálculo de estructuras resistentes" Código: C2-ING-014

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 estudiantiles o libres de los que se pueden encontrar en Internet pero no avanzan sobre la implementación de intervenciones didácticas que requieran la utilización del software.

Tradicionalmente la ejercitación que se propone desde las cátedras, fiel reflejo de la ejercitación propuesta por la bibliografía, consiste en ejercicios llamados de cálculo, donde el alumno calcula alguna incógnita de un ejercicio de un tema determinado. Asimismo la ejercitación tradicional compartimenta los contenidos para su estudio y el alumno tiene serias dificultades para aplicar lo ya estudiado a situaciones nuevas o a problemas que involucren varios temas.

Definición del problema

Nos propusimos investigar si las estrategias didácticas innovadoras enfatizan la comprensión y el proceso de diseño de la estructura resistente y promueven que los estudiantes desarrollen las competencias necesarias para resolver problemas reales de Ingeniería Civil.

Justificación del estudio

La formación por competencias supone pensar la formación de grado del Ingeniero desde el eje de la profesión, es decir, desde el desempeño, 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. 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).

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 computadoras.

Un detallado estudio realizado por Bohn (1996) y recogido por Vázquez Epi (1997) examinó el grado de comprensión de los graduados de varias facultades británicas acerca de las estructuras mediante un test cuyos resultados confirmaron algo que ya era advertido por muchos: la necesidad de cambiar de punto de apoyo en la enseñanza de la Teoría de las Estructuras, pasando del acento en el análisis, es decir, 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).

En el caso de la Universidad Nacional de La Matanza (UNLaM) la carrera de Ingeniería Civil dependiente del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas (DIIT) fue creada en 2010, lo que implica en los docentes un desafío de actualización y compromiso para la conjugación de los saberes profesionales y los enseñados a los estudiantes.

De la reflexión crítica de nuestra práctica docente se desprende una ruptura con lo tradicional, una oposición a las prácticas frecuentes que conlleva a propiciar cambios que generen mejoras, es decir, hacer uso de innovaciones. Las estrategias didácticas diseñadas en la investigación anteriormente citada constituyen un claro ejemplo de innovación didáctica dado que enfatizan el diseño de la estructura resistente por sobre el cálculo de la misma, es decir, hace hincapié en lo cualitativo por sobre lo cuantitativo.

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 lado la obligación de 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 (Bertolé y otros, 2015).

Pero para que las estrategias didácticas diseñadas e implementadas beneficien a otros, más allá de un grupo limitado de alumnos, es necesario que las experiencias innovadoras se documenten y socialicen. Este problema es analizado por Lee Shulman (2001) y dice al respecto: "Una de las frustraciones de la docencia como quehacer y profesión es la profunda amnesia individual y colectiva, la frecuencia con que las mejores creaciones de quienes se dedican a esta actividad se pierden, de modo que no están disponibles para sus colegas actuales y futuros. A diferencia de otras disciplinas como la arquitectura (que conserva sus creaciones tanto en planos como edificios), el derecho (que crea una jurisprudencia compuesta de sentencias e interpretaciones, la medicina (con sus historiales y estudios de casos), e incluso el ajedrez, el bridge o el ballet (con sus tradiciones de conservar partidas memorables o representaciones coreográficas mediante formas inventivas de notación y registro), la enseñanza no se imparte frente a un auditorio compuesto por colegas. Carece de un historial de práctica."

La documentación de experiencias educativas consiste en el proceso inverso a la planificación. La planificación es una actividad en la cual los docentes trabajan en forma prospectiva, es decir, anticipan en un plan lo que va a suceder. La documentación de experiencias educativas implica un trabajo retrospectivo que consiste en la sistematización de información y evidencias relevantes que den cuenta, de la manera más clara y completa que sea posible, de actividades ya realizadas. Estos procesos de sistematización y documentación permiten rescatar del olvido ese conocimiento tácito, es decir, según Gibbons (1997), aquel conocimiento que no está disponible como texto sino que reside en las cabezas de quienes trabajan en un proceso particular de transformación o que está encarnado en un contexto organizativo concreto.

Según señala Libedinsky (2001) "existen conocimientos y experiencias de alto valor, pero que todavía no han sido transformadas en textos, por lo tanto, sólo pueden ser conocidas por quienes las vivieron y disfrutaron. La sistematización y documentación de experiencias innovadoras trae beneficios en, al menos, dos sentidos. Por una parte, la actividad misma de documentar es una oportunidad de desarrollo profesional docente para quienes en ella participan. Por otra parte, la documentación de experiencias también contribuye en la solución de un problema que puede definirse como falta de literatura pedagógica referida a prácticas educativas basadas en el conocimiento y la experiencia de las instituciones educativas y los equipos de docentes reales y de nuestro tiempo.

Entienden Burbules y Callister (2008) que las nuevas tecnologías no son simples medios para seguir haciendo, aunque mejor y más rápido, lo que ya se hacía, ni innovaciones que permiten hacer cosas antes inimaginables, sino artificios que modifican las percepciones que las personas tienen de sí mismas como agentes, sus relaciones mutuas, sus interpretaciones del tiempo y de la velocidad, sus posibilidades de hacer pronósticos, etc. Se trata de desarrollar las aptitudes y las actitudes necesarias para aprovechar las nuevas tecnologías y favorecer el aprendizaje ubicuo (Burbules, 2012).

Señala Lebedinsky (2001) que las innovaciones didácticas despiertan la curiosidad, estimulan la puesta en acto de la creatividad individual y de los equipos, ayudan a deconstruir errores conceptuales, prejuicios, estereotipos y sobresimplificaciones, promueven la autonomía intelectual de los estudiantes, invitan a formular preguntas importantes en el marco de las disciplinas, establecen conexiones interesantes entre diferentes dominios de conocimiento, abren espacios para que se aborde el currículo emergente, proponen actividades metacognitivas, despiertan intereses, entusiasman, divierten y seducen. Se trata de experiencias que implican un giro, una transición importante.

Limitaciones y Alcances del trabajo

Los alcances del trabajo están referidos al diseño, implementación, evaluación y documentación de estrategias didácticas innovadoras para ser implementadas en los cursos de Estabilidad y Análisis Estructural I de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de La Matanza en el período 2016-2017. Sin perjuicio de ello, se espera en futuras investigaciones continuar con la implementación realizando un observatorio de las mismas y contactar a cátedras de otras universidades para recabar información sobre la metodología que aplican y la posibilidad de compartir experiencias y/o replicar las estrategias didácticas diseñadas en el presente trabajo.

Objetivos

- ✓ Diseñar nuevas estrategias didácticas y revisar estrategias ya implementadas.
- ✓ Implementar en el aula las estrategias didácticas innovadoras diseñadas.
- ✓ Documentar y socializar las estrategias didácticas.
- ✓ Evaluar las estrategias didácticas desde el punto de vista del alumno y de los docentes.
- ✓ Evaluar si las estrategias didácticas promueven el desarrollo de ciertas competencias.

Hipótesis

Las estrategias didácticas diseñadas que incorporan software específico y tecnologías constituyen una innovación didáctica ya que hacen hincapié en el diseño de la estructura resistente, dejando relegado el cálculo de la misma al software específico. Asimismo permite que los alumnos se acerquen a los objetos reales de la ingeniería y a los modos de pensar y actuar de los ingenieros al resolver problemas reales de ingeniería civil.

Desarrollo

Materiales y métodos

Las estrategias didácticas diseñadas en la Investigación: ""Estrategias didácticas con utilización de software específico aplicadas al diseño, modelado y cálculo de estructuras resistentes" C2-ING-014 fueron rediseñadas, implementadas y evaluadas con la totalidad de los alumnos que cursaron las asignaturas Estabilidad y Análisis Estructural I en el período 2016-2017. La evaluación se realizó por medio de encuestas y planillas diseñadas para tal fin.

Lugar y tiempo de la investigación

La investigación se realizó en el ámbito de la Universidad Nacional de La Matanza y tuvo una duración de 2 años.

Descripción del objeto de estudio

Las unidades de análisis serán las estrategias didácticas.

Descripción de población y muestra

Se analizaron las producciones de los todos los alumnos cursantes de las asignaturas Estabilidad y Análisis Estructural I en el período 2016-2017 correspondientes a la carrera de Ingeniería Civil dependiente del Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Nacional de La Matanza.

La cantidad de alumnos cursantes de la asignatura Estabilidad en el año 2016 fue 10 alumnos en el primer cuatrimestre y 16 en el segundo; mientras que en el 2017 cursaron en el primer cuatrimestre 9 alumnos y 19 en el segundo cuatrimestre.

La cantidad de alumnos cursantes de la asignatura Análisis Estructural I fue de 6 alumnos en el primer cuatrimestre y 9 en el segundo cuatrimestre; mientras que en el 2017 cursaron en el primer cuatrimestre 2 alumnos y 5 en el segundo cuatrimestre.

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, 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 las estrategias se evaluaron desde la perspectiva de los estudiantes a través de entrevistas y encuestas.

Las estrategias didácticas fueron diseñadas e implementadas como resultado de una investigación anterior y están disponibles en el Informe Final del trabajo: "Estrategias didácticas con utilización de software específico aplicadas al diseño, modelado y cálculo de estructuras resistentes" Código: C2-ING-014. En esta investigación se continuó con la implementación y se diseñaron, implementaron, evaluaron y documentaron nuevas estrategias didácticas.

Las etapas del proceso de investigación, relacionadas con el cumplimiento de los objetivos planteados que se llevaron a cabo, en algunos casos simultáneamente y en otros casos secuencialmente pero siempre desde una visión espiralada son las explicitadas en el Gantt.

Instrumentos de recolección y medición

Para las estrategias didácticas se diseñaron los siguientes instrumentos de evaluación:

- ✓ Encuestas a los estudiantes para recabar información sobre la evaluación que hacen los estudiantes de las estrategias didácticas y sobre las competencias puestas en juego.
- ✓ Planilla para sistematizar la evaluación de las producciones de los alumnos.
- ✓ Planilla para sistematizar las estrategias didácticas por parte de los docentes.

Confiabilidad y validez de la medición

No aplica

Métodos de análisis estadísticos

No aplica.

Resultados

A continuación se detallan las estrategias didácticas implementadas:

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 1: Trabajo de búsqueda de información

Asignatura en la que se implementa:

Estabilidad

Descripción:

Se pide a los estudiantes que, trabajando en forma grupal, realicen un trabajo de búsqueda de información sobre un determinado tema y como resultado expongan lo investigado ante los docentes y el resto de los estudiantes utilizando una herramienta informática de comunicación a su elección.

Se proponen, en distintos cuatrimestres de distintos años, los siguientes temas:

✓ 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 y reducción de desechos, entre otras cosas. Se pide a cada grupo que investiguen todo lo referido a las normas y ejemplos de su aplicación en el país.

✓ ENERGÍAS RENOVABLES. A cada grupo se le asigna 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.

✓ GRÚAS. Se pide a cada grupo que describan los tipos de grúas utilizadas en ingeniería civil y su funcionamiento en términos de fuerzas y momentos actuantes.

Contenidos:

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

✓ Grúas: Concepto de estabilidad. Acciones sobre las estructuras en términos de fuerzas y momentos.

Características de la implementación:

- ✓ La actividad se inicia en la primera semana de clases.
- ✓ Los estudiantes realizan la actividad fuera del horario de clases.
- ✓ La actividad tiene una duración de dos semanas, momento en el cual los estudiantes realizan la exposición ante los docentes y el resto de los compañeros.
- ✓ El tiempo acordado para la presentación es de 20 minutos.

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:

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

- ✓ Respecto a las competencias relacionadas con el 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 y de grúas. La evaluación fue muy satisfactoria porque se evidenció que las capacidades que se propusieron desarrollar con respecto a los contenidos se desarrollaron.
- ✓ Respecto a las competencias relacionadas con el trabajo grupal
- De las entrevistas informales y de las encuestas realizadas surgieron las siguientes cuestiones referidas por los estudiantes: para algunos 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.

✓ Respecto a las competencias relacionadas con 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; los colores del fondo de la diapositiva y del texto 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; no utilizar eficazmente la herramienta informática dado que algunos estudiantes utilizaban un papel de ayuda memoria.

Estas cuestiones se discutieron con los estudiantes para que las tengan en cuenta en futuras presentaciones, indicándoles diversas recomendaciones para una buena presentación que incluyen el ensayo de la misma. En todos los casos respetan el tiempo acordado para la presentación y prestan atención cuando exponen sus compañeros de grupo y cuando exponen otros grupos.

Desde el punto de vista docente se concluye que la estrategia didáctica resulta adecuada para promover el desarrollo de las competencias de comunicación y de trabajo grupal. 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 Encuesta diseñada para evaluar las competencias relacionadas con el trabajo en grupo y la evaluación que hacen los estudiantes de la estrategia didáctica.

En el Anexo II se muestra la Planilla diseñada para evaluar las producciones de los alumnos (competencias relacionadas con el tema específico y con la presentación).

En el anexo III se muestra una producción de los estudiantes.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 2: TORRE DE FIDEOS

Asignatura en la que se implementa:

Estabilidad

Descripción:

Partiendo de la utilización de fideos tipo fucilles o spaguettis vinculados con pegamento, cinta adhesiva, masilla, etc., se pide a los estudiantes 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, economía de materiales utilizados, relación entre la cantidad de material utilizado y rigidez estructural alcanzada, fuerza expresiva y claridad constructiva.

Los alumnos deberán presentar:

Un video 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 terminada y el ensayo de la misma demostrando que sostiene el peso pedido. Durante el ensayo de carga se llegará hasta la rotura y/o pérdida de estabilidad.

Contenidos:

- ✓ Estructuras reticuladas: conocimiento intuitivo de su generación. La importancia de la triangulación.
- ✓ Estados básicos de tensión: la compresión.
- ✓ El fenómeno de pandeo.

Características de la implementación:

- ✓ Los estudiantes realizan la actividad fuera del horario de clases.
- ✓ La actividad tiene una duración de tres semanas, momento en el cual los estudiantes realizan la presentación.
- ✓ El video tendrá una duración de 20 minutos.

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:

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

- ✓ Respecto a las competencias relacionadas con el tema específico

Los estudiantes fueron capaces de comprender que previo y por encima de todo cálculo se encuentra "la idea" que será materializada y para ello es necesario entender como funciona la estructura dependiendo de las solicitaciones, del sistema estructural utilizado y de los materiales que la constituyen: esto quedó registrado en los ensayos de carga que los alumnos realizaron previo a la finalización de la torre. Fueron capaces de usar los conocimientos que tenían, identificaron lo que era relevante conocer e implementaron estrategias para adquirir los conocimientos necesarios. En los videos producidos por los estudiantes se observa la clara distinción entre fideos (barras) solicitados a compresión y el fenómeno de pandeo que aparece en barras esbeltas. Para solucionar el pandeo recurrieron a cortar los fideos o disponer fideos rigidizadores que corten la longitud de pandeo, dando muestras de un pensamiento sistémico ya que modelaron la torre comprendiendo la dinámica de sus interacciones. En el ensayo de carga final, distinguieron entre rotura y pérdida del equilibrio por inestabilidad. En resumen, entendieron perfectamente las propiedades del material utilizado en la construcción de la torre en función del sistema estructural de barras empleado.

- ✓ Respecto a las competencias relacionadas con el trabajo grupal

De las entrevistas informales realizadas a los alumnos se desprenden idénticos resultados que para la estrategia didáctica anterior. Esta actividad que involucra un conocimiento muy profundo de las estructuras, les pareció muy divertida y contribuyó a continuar con el afianzamiento de las relaciones interpersonales dado que el trabajo fue realizado fuera del horario de clases. Algunos grupos se mantuvieron y otros se rearmaron mostrando preferencias al momento de elegir los compañeros para formar un equipo de trabajo. Se observa una diferencia en el tipo de funcionamiento grupal dado que en algunos grupos surge naturalmente un líder y en otros no.

- ✓ Respecto a las competencias relacionadas con la presentación

Los videos presentados evidencian que fueron capaces de identificar el tema central y los puntos claves y que usaron eficazmente la herramienta tecnológica. Todos los grupos optaron por musicalizar el video por lo que no se evidencian las competencias de comunicación oral que habían sido deficitarias en la estrategia anterior.

En el Anexo IV se muestra una producción de los estudiantes.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 3: Maqueta de un puente. Estudio de un caso.

Asignatura en la que se implementa:

Estabilidad

Descripción:

Se pide a los alumnos que, trabajando en grupos, investiguen todo lo referente a un determinado puente. En distintos cuatrimestres se analizaron distintos puentes. En el primer cuatrimestre se analizó el complejo de puentes Zárate- Brazo Largo y en el segundo el puente de La Mujer situado en Puerto Madero. 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 estudiantes del resultado de la investigación, del proceso constructivo de la maqueta, materiales elegidos, etc. y del funcionamiento estructural.

Contenidos:

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

Características de la implementación:

- ✓ La actividad tiene una duración de tres semanas.
- ✓ La actividad se realiza fuera del horario de clases.
- ✓ No se aceptan consultas dado que se pretende que los estudiantes, trabajando en forma grupal, resuelvan los problemas y tomen decisiones por consenso.
- ✓ El tiempo acordado para la presentación es de 20 minutos.

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:

- ✓ Respecto a las competencias relacionadas con el tema específico

Al considerar las diversas cargas que actúan sobre el puente, los estados de tensión en cada uno de los elementos estructurales y la transferencia de cargas hacia el terreno correctamente se evidencia que los estudiantes fueron capaces de evaluar el contexto particular del problema e incluirlo en el análisis. Fueron capaces de buscar la información pertinente para modelar el objeto real por medio de una maqueta en escala y realizaron esquemas y gráficos explicativos que evidencian un proceso de síntesis y un pensamiento sistémico. Teniendo en cuenta que en general hay poca información de la parte estructural, se desarrollaron muy bien trabajando en un contexto de incertidumbre y con información parcial.

- ✓ Respecto a las competencias relacionadas con el trabajo grupal

De las entrevistas informales a los alumnos se evidencia que las competencias relacionadas con el trabajo grupal se desarrollaron muy bien. Un grupo comentó que les resultaba complicado reunirse fuera del horario de clase por lo que utilizaron la plataforma Google de trabajo colaborativo. Estos alumnos entendieron que en la era digital, ya no hace falta reunirse físicamente para trabajar en forma grupal. Una herramienta muy importante es Google docs, Google sheets y Google slides, que no son archivos físicos que se guardan en el escritorio sino que se guardan en la nube y no se descargan sino que se trabaja on line. Lo interesante es que mas de una persona puede estar trabajando al mismo tiempo, cada uno con su usuario y se puede ver que es lo que agrega o borra cada uno. Esto mismo se aplica para Autocad y Revit y es la forma como se trabaja actualmente en los Estudios de Ingeniería y Arquitectura.

- ✓ Respecto a las competencias relacionadas con la presentación

En todos los grupos se observa una mejora en los aspectos relacionados con la presentación en referencia a colocar datos, título, cantidad de texto en la pantalla, hilo conductor del relato, etc. Sin embargo hemos notado que muchos alumnos no son capaces de expresarse de manera clara y precisa en forma oral.

En el anexo V se muestra una producción de los estudiantes y maqueta del puente.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 4: Techo en voladizo

Asignatura en la que se implementa:

Estabilidad

Descripción:

Se pide a los estudiantes que analicen un techo en voladizo de chapa sustentado por tres vigas reticuladas situado en el predio de la Universidad y que calculen los esfuerzos en las barras del reticulado central utilizando un software específico de uso gratuito a elección. También se pide una maqueta del techo en cuestión y un informe en PPT.

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 del reticulado central.
- 5) Estimar el tipo de sustentación para que sea isostático.
- 6) Calcular los esfuerzos en las barras del reticulado utilizando un software específico de uso gratuito a elección.

Contenidos:

- ✓ Cálculo de la magnitud de las cargas: CIRSOC 101.
- ✓ Hipótesis de los reticulados.
- ✓ Cálculo de esfuerzos en las barras del reticulado.

Características de la implementación:

- ✓ La actividad tiene una duración de tres semanas y se realiza fuera del horario de clases.
- ✓ No se aceptan consultas porque se pretende que las decisiones se tomen por consenso dentro del grupo.
- ✓ Es una recreación de un problema de verificación típico de Ingeniería Civil.

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.

- ✓ 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:

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

Los estudiantes 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 estudiantes 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.

- ✓ 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 realizar esta actividad fue necesario reunirse fuera del horario de clases, tomar decisiones en conjunto, planificar tiempos y tareas, elegir la herramienta informática a utilizar y la estética de la presentación. 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 socializar 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. También manifestaron que al principio se sintieron desconcertados al tener que tomar decisiones y trabajar sin tener datos exactos.

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.

- ✓ 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 los estudiantes fueron capaces de identificar el tema central y manejar la herramienta informática apropiada para la elaboración de presentaciones. Sin embargo 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, 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.

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 las producciones de los estudiantes se desprende que no es necesario el rediseño de la misma al resultar adecuada dado que éstos evidencian falencias de comunicación y de presentación, competencias que se pretendían promover para que los alumnos desarrollen precisamente esas capacidades. Asimismo, al ser un problema de Ingeniería cuyo rasgo fundamental es el de ser abierto, los estudiantes se enfrentan a una situación real de la práctica de la Ingeniería Civil.

Se destaca la producción de un grupo que utilizó el software Revit que es un programa colaborativo con su nube incluida A360 de Autodesk, lo que pone de manifiesto el interés y el conocimiento de softwares que son utilizados actualmente en todos los estudios de Ingeniería.

En el Anexo VI se muestra la Encuesta diseñada para evaluar las competencias relacionadas con el trabajo en grupo y la evaluación que hacen los estudiantes de la estrategia didáctica.

En el Anexo VII se muestra la Planilla diseñada para evaluar las producciones de los alumnos (competencias relacionadas con el tema específico y con el informe PPT).

En el Anexo VIII se muestra una producción de los alumnos.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 5: Diseño de una viga reticulada

Asignatura en la que se implementa:

Estabilidad

Descripción:

Se pide 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 6m 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 estudiante (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 las 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.

Contenidos:

- ✓ Reticulados.
- ✓ Cálculo de la magnitud de las cargas: CIRSOC 101.

Características de la implementación:

- ✓ 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 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 cambian 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 del reticulado, el problema tiene solución.

- ✓ Es una recreación de un problema de diseño típico de Ingeniería Civil.

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:

- ✓ Resultados de las encuestas a los estudiantes con eje en la usabilidad del producto:

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, otros confiaron en la opinión de usuarios expertos y un estudiante manifestó: porque es un software, se supone que calcula correcto". La valoración subjetiva de los alumnos respecto del software fue buena, en general.

Entre los aspectos positivos del software específico utilizado, los estudiantes manifiestan: fácil de aprender y fácil de usar, idioma castellano, facilidad para leer los resultados, pocos requerimientos para la PC, buen tutorial, calcula además las reacciones de vínculo, portable, rápido y gratuito. Entre los aspectos negativos manifiestan: complicaciones para guardar archivos, acepta sólo ángulos en radianes, dificultades para modificar la geometría del reticulado y no muestra tabla con resultados.

- ✓ Resultados de las encuestas a los estudiantes con eje en 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 muy pocos alumnos que llegaron a la conclusión que la variable determinante en el diseño era la altura del reticulado. Es importante destacar que varios alumnos no contestaron esta pregunta, otros contestaron que eran las diagonales y montantes y otros 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 muchos 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, muy pocos 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).

✓ 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, algunos alumnos no verificaron que su diseño no era rígido a pesar de cumplir con la condición necesaria de rigidez. Por otro lado, varios 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 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 por muy pocos alumnos que llegaron a la conclusión que la variable determinante en el diseño era la altura del reticulado. Es importante destacar que varios alumnos no contestaron esta pregunta, algunos contestaron que eran las diagonales y montantes y otros 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, la mayoría de los estudiantes manifestaron que verificaron el software con los ejercicios que habían resuelto a mano en la guía de trabajos prácticos, algunos 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 muy pocos 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.

En el Anexo IX se muestra la Encuesta diseñada para evaluar las competencias relacionadas con el trabajo grupal y la evaluación que hacen los estudiantes de la estrategia didáctica. En el Anexo X se muestra la Planilla diseñada para evaluar las producciones de los alumnos (competencias relacionadas con el tema específico y con el informe PPT). En el Anexo XI se muestra una producción de los alumnos.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 6: Predimensionado de viga reticulada de gran luz

Asignatura en la que se implementa:

Análisis Estructural I

Descripción:

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

Los datos fueron 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.

Características de la implementación

- ✓ La actividad se realiza fuera del horario de clases y se realiza en forma grupal.
- ✓ La actividad tiene una duración de 4 semanas.

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:

- ✓ Respecto al tema específico

El informe presentado por los estudiantes demuestra que fueron capaces de usar lo que conocían para delimitar el problema, formularlo de manera clara y concisa, modelar el objeto de estudio para su análisis y elaborar conclusiones. Utilizaron los recursos tecnológicos necesarios para resolver el problema por medio de un software específico que, según se desprende de las entrevistas informales realizadas a los estudiantes, les resultó fácil de aprender y muy útil; por lo que no interfirió en los objetivos de la actividad.

- ✓ Respecto a las competencias relacionadas con el trabajo grupal

En las entrevistas informales realizadas a los estudiantes éstos manifiestan no haber tenido ningún problema de funcionamiento grupal y que la utilización de software les resultó muy interesante como herramienta de verificación y de aplicación para su aprendizaje. Asimismo manifiestan que la herramienta les resultó un elemento facilitador para el abordaje de problemas que demandan mucho tiempo para su resolución en forma manual.

- ✓ Respecto a las competencias relacionadas con la presentación del informe

Del informe presentado por los estudiantes se observa que fueron capaces de expresarse de manera concisa, clara y precisa en forma escrita y lograron un buen desarrollo explicativo de los pasos seguidos incluyendo esquemas, tablas, fórmulas y conclusiones. Sin embargo, el informe no posee una carátula con los datos generales de asignatura, alumnos, docentes, etc.

En el Anexo XII se muestra una producción de los alumnos.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 7: Diagramas de características

Asignatura en la que se implementa:

Estabilidad

Descripción:

Se presenta a los estudiantes un PPT donde en cada diapositiva se muestra un elemento estructural isostático con un determinado estado de cargas y tres posibles diagramas de características para ese elemento estructural. El estudiante tiene que elegir el correcto basándose en la ley de variación de las cargas y la relación correspondiente con los diagramas de esfuerzos característicos de momentos flectores y esfuerzos de corte. Su elección para cada caso queda registrado en una planilla para luego ser evaluada.

Contenidos:

- ✓ Vigas de alma llena.
- ✓ Diagramas de características (Normal, Corte, Momento Flector).

Características de la implementación

- ✓ La actividad se realiza en el horario de clases y en forma individual.
- ✓ La actividad tiene una duración de 1 hora.

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 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 controlar el propio desempeño y saber encontrar los recursos necesarios para superar dificultades.
- ✓ 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 pensar de manera creativa (generar nuevas ideas y/o nuevas maneras de enfocar o abordar lo ya conocido).

Resultados:

De las producciones de los estudiantes se desprende que la mayoría de ellos se concentraba en detectar el diagrama correcto de los tres posibles que se presentaban mientras el resto se dedicaba a detectar errores que permitieran, por descarte, eliminar los diagramas incorrectos, permitiendo así detectar el correcto. No se encontraron estudiantes que utilicen otro tipo de estrategias.

De las entrevistas informales se desprende que la gran mayoría de los estudiantes considera que el grado de dificultad que les presentó la actividad fue mediana dado que ya habían resuelto una gran cantidad de ejercicios correspondientes a los trabajos prácticos de la unidad temática. Todos los estudiantes coinciden en afirmar que la estrategia didáctica les resultó muy útil dado que pudieron confirmar la relación existente entre las cargas aplicadas en una viga isostática y los diagramas de esfuerzos característicos de momentos flectores y esfuerzos de corte vistos en las clases teóricas. El comentario general fue que les resultó ameno reforzar sus conocimientos sin tener que resolver ejercicios.

Fueron capaces de usar lo conocido evaluando el contexto particular del problema, controlando su propio desempeño y superando las dificultades que se les fueron presentando. Fueron capaces de pensar en forma crítica y creativa.

En el Anexo XIII se muestra la Encuesta diseñada para evaluar las competencias relacionadas con el trabajo en grupo y la evaluación que hacen los estudiantes de la estrategia didáctica.

En el Anexo XIV se muestra la Planilla diseñada para evaluar las producciones de los alumnos (competencias relacionadas con el tema específico y con la presentación).

En el anexo XV se muestra el PPT de la estrategia didáctica.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 8: Identificación de estructuras y apoyos reales por medio de fotografías.

Asignatura en la que se implementa:

Estabilidad.

Descripción:

Mediante la utilización de un cañon proyector se presentan a los estudiantes 16 fotografías de estructuras reales de madera, acero y hormigón y se pide que, para cada fotografía, realicen el esquema estructural de la misma (modelo físico-matemático), visualicen y describan los distintos tipos de apoyos y clasifiquen según el tipo de sustentación en hiperestático, isostático e hipostático.

Los estudiantes disponían de las fotografías en fotocopias. Al momento de evaluar las producciones de los estudiantes se tuvo en cuenta la situación que determinados apoyos son difíciles de visualizar y pueden resultar ambiguos, sobre todo en estructuras de hormigón armado y que el tema de apoyos reales se estudia con detalle en las asignaturas Estructuras Metálicas y Estructuras de Hormigón. Lo que no deberían encontrar los alumnos en las fotografías son estructuras hipostáticas.

Contenidos:

- ✓ Materialización de los vínculos: apoyos.
- ✓ Modelo físico-matemático.
- ✓ Estructuras isostáticas e hiperestáticas.
- ✓ Hipostaticidad.

Características de la implementación

- ✓ La actividad se realiza en el horario de clases y en forma individual.
- ✓ La actividad tiene una duración de 1 hora.

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 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 modelar el objeto de estudio.

Resultados:

Se analizaron las respuestas teniendo en cuenta la adecuación del esquema estructural planteado por el alumno con respecto a la estructura real mostrada en cada fotografía, el tipo de vínculo visualizado y la adecuación de la clasificación de la estructura en isostática, hipoestática e hiperestática.

Como resultado se observa que la mayoría de los estudiantes realizan correctamente la elección del modelo matemático, quedando repartida en partes aproximadamente iguales aquellos que lo realizan en forma regular y mal. Sin embargo la clasificación de las estructuras según su sustentación de acuerdo al modelo elegido por cada uno es, en su gran mayoría, correcta.

Cabe destacar que muy pocos estudiantes lograron visualizar las articulaciones, y en menor cantidad aún lograron detectar el arco a tres articulaciones. Un número considerable de estudiantes clasificaron a estructuras reales como hipostáticas cuando en realidad una estructura hipostática es un mecanismo que tiene un movimiento.

Luego de realizada la actividad, los docentes presentan un ppt mostrando los modelos correctos para cada una de las fotografías aclarando fotografías que pueden resultar ambiguas en el estado de conocimiento de los estudiantes. Los docentes remarcan, para el aprendizaje del alumno, el error que cometen al considerar un refuerzo de nudo como una articulación intermedia entre elementos estructurales. Se incentiva a que los estudiantes comiencen a realizar un análisis crítico de sus producciones.

En el Anexo XVI se muestra la Encuesta diseñada para evaluar las competencias relacionadas con el trabajo en grupo y la evaluación que hacen los estudiantes de la estrategia didáctica.

En el Anexo XVII se muestra la Planilla diseñada para evaluar las producciones de los alumnos (competencias relacionadas con el tema específico y con la presentación).

En el anexo XVIII se muestra el PPT de la estrategia didáctica.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 9: Garage.
--

Asignatura en la que se implementa:

Estabilidad.

Descripción:

Se plantea a los estudiantes el siguiente problema abierto: Se necesita un espacio cubierto para proteger dos automóviles. Se les pide realizar el diseño de una estructura y el análisis de las cargas actuantes sobre cada elemento estructural según CIRSOC 101. Los alumnos expondrán su proyecto utilizando una herramienta informática de comunicación.

Contenidos:

- ✓ Elementos estructurales.
- ✓ Análisis de cargas según Reglamento CIRSOC 101.

Características de la implementación

- ✓ La actividad se realiza fuera del horario de clases y en forma grupal.
- ✓ La actividad tiene una duración de 3 semanas.
- ✓ No se contestan preguntas porque se pretende que las dudas sean resueltas por consenso dentro del grupo.

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 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 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

- ✓ Con respecto a los contenidos

Esta actividad de diseño es un problema típico de la ingeniería civil. Los estudiantes se mostraron sumamente entusiasmados con la propuesta y las producciones resultaron de muy alta calidad dado que fueron capaces de aplicar lo conocido en otro contexto, identificaron lo que era necesario conocer y utilizaron estrategias para adquirir esos conocimientos. Evaluaron el contexto particular del problema, lo delimitaron y formularon de manera clara y precisa, al mismo tiempo que resolvieron el problema con creatividad.

- ✓ Con respecto al trabajo grupal

De las entrevistas informales con los estudiantes se infiere que no tuvieron problemas de funcionamiento grupal o que en algunos casos lo resolvieron por consenso dentro del grupo. Los estudiantes expresaron que el trabajo grupal les ayudó a lograr una producción de mayor calidad al disponer de distintos puntos de vista del mismo problema. En algunos grupos surgió espontáneamente un líder y en otros no, pero en todos los casos fueron capaces de promover una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes. Todos los estudiantes manifestaron que esta actividad los acerca al ámbito de la ingeniería civil y promueven el afianzamiento de las relaciones interpersonales.

- ✓ Con relación a la presentación

De las producciones de los estudiantes se desprende que fueron capaces de expresarse de manera concisa, clara y precisa en forma oral y escrita, identificaron el tema central y los puntos claves de la presentación. Utilizaron eficazmente las herramientas tecnológicas apropiadas para la comunicación y para la elaboración de la presentación. Todos los grupos utilizaron Revit de Autodesk, demostrando un conocimiento de los softwares utilizados para el diseño y dibujo asistido por computadoras que se utilizan en todos los estudios de Ingeniería. Cabe aclarar que este software no se enseña en la Universidad.

En el Anexo XIX se muestra una producción de los estudiantes.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 10: Estimación del error cometido mediante los métodos de cálculo aproximados de estructuras hiperestáticas.

Asignatura en la que se implementa:
Análisis Estructural I.

Descripción:

Se pide a los estudiantes que estimen el orden de magnitud del error cometido en el cálculo de las solicitaciones y reacciones de vínculos de una estructura aporticada utilizando los métodos de cálculo aproximados, realizando el cálculo exacto por el método matricial mediante la utilización de un software específico de uso gratuito a su elección.

A tal efecto se proporciona un ejercicio resuelto por el método aproximado, consistente de una estructura aporticada, para que efectúen la correspondiente comparación.

Los estudiantes deben resolver mediante la utilización del software específico, comparar resultados y realizar un análisis crítico de la utilización del método aproximado.

Contenidos:

- ✓ Estructuras aporticadas de varias plantas para edificios.
- ✓ Método de la viga en voladizo.
- ✓ Método del portal.
- ✓ Método Matricial.

Características de la implementación

- ✓ La actividad se realiza fuera del horario de clases y en forma individual.
- ✓ La actividad tiene una duración de 3 semanas.

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 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 a la presentación del informe:

- ✓ 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.

Resultados:

- ✓ Respecto a los contenidos del tema específico

Los estudiantes fueron capaces de aplicar los conocimientos previos en una nueva situación aunque algunos no lograron arribar a conclusiones significativas.

- ✓ Respecto a la presentación del informe

De las producciones de los estudiantes se desprende que no todos respetan la formalidad necesaria de presentación del informe: identificación con una carátula donde consten todos los

datos estudiante, docentes, asignatura, año, etc. Asimismo no describen los objetivos planteados ni detallan el proceso de análisis que llevaron a cabo. Las conclusiones fueron, en general consistentes con lo solicitado en cuanto al uso del software como herramienta y su utilidad en los procesos de exploración y de cálculo.

En el Anexo XX se muestra la Encuesta diseñada para evaluar las competencias relacionadas con el trabajo en grupo y la evaluación que hacen los estudiantes de la estrategia didáctica. En el anexo XXI se muestra una producción de los estudiantes.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 11: Determinación de la variación de la posición de los puntos de inflexión en una estructura aporticada en función de la variación de las rigideces relativas de vigas y columnas.

Asignatura en la que se implementa:
Análisis Estructural I

Descripción:

Se pide a los estudiantes que exploren, mediante la utilización de un software específico de uso gratuito a su elección, la variación de la ubicación de los puntos de inflexión en vigas y columnas de una estructura aporticada variando las rigideces de las mismas. A los efectos de establecer límites de relaciones de rigideces, se provee a los estudiantes criterios económicos de predimensionado de estructuras de hormigón. Los estudiantes, una vez seleccionada la estructura, deberán establecer relaciones entre las rigideces de los elementos estructurales registrando los cambios observados con el objeto de arribar a conclusiones significativas: grados de empotramiento, si la rigidez de la columna es suficiente para considerar la viga empotrada o no, etc. Dichas conclusiones tienen su aplicación significativa en la asignatura Estructuras de Hormigón.

Es importante destacar que la ubicación de los puntos de inflexión forma parte de las hipótesis adoptadas en el método aproximado de la viga en voladizo y el método del portal.

Contenidos:

- ✓ Estructuras aporticadas hiperestáticas
- ✓ Cálculo por el método aproximado.

Características de la implementación:

- ✓ La actividad se realiza fuera del horario de clases y es grupal.
- ✓ La actividad tiene una duración de 3 semanas.

Competencias que se desean promover:

Con relación al tema específico:

- ✓ Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema.
- ✓ Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.
- ✓ Ser capaz de establecer supuestos, de usar técnicas eficaces de resolución y de estimar errores.
- ✓ 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 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.
- ✓ Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.

- ✓ Ser capaz de pensar en forma sistémica visualizando 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 analizar las diferencias y proponer alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo y de negociar para alcanzar consensos.
- ✓ 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 manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.
- ✓ 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.

Resultados:

- ✓ Con relación al tema específico

De las entrevistas informales realizadas a los estudiantes se desprende que han logrado interpretar la importancia del contenido y su traslación a la asignatura Estructuras de Hormigón. Fueron capaces 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, aprovechando la potencialidad que ofrecen. Los estudiantes manifiestan que el aprendizaje del software les demandó un mediano esfuerzo y que resultó útil en el proceso de aprendizaje y creen que debería integrarse en la asignatura dado que se reduce el tiempo de resolución, permitiendo explorar en profundidad el comportamiento de una estructura.

- ✓ Con relación al trabajo en grupo

De las entrevistas informales se desprende que no tuvieron problemas de funcionamiento grupal.

- ✓ Con relación al informe

De los informes presentados por los estudiantes se desprende que fueron capaces de expresarse de manera clara y concisa, identificando los puntos claves del informe. Elaboraron conclusiones esperadas en correspondencia con los objetivos planteados.

En el ANEXO XXII se muestra una producción de los estudiantes.

ESTRATEGIA DIDÁCTICA 12: Cálculo Plástico. Determinación de la carga de colapso de una estructura aporticada.

Asignatura en la que se implementa:

Análisis Estructural I

Descripción:

Se pide a los estudiantes la determinación de la carga que conduce al colapso de una determinada estructura aporticada simple por el método de cálculo plástico. Para ello los estudiantes, una vez seleccionada la estructura y haciendo uso de un software específico de uso gratuito a su elección, deberán determinar el diagrama de Momentos Flectores, ubicar el máximo donde se formará la rotula plástica y luego, manteniendo fijo el valor del momento en coincidencia con el máximo, incrementar las cargas volviendo a trazar el diagrama y ubicar el nuevo máximo; repitiendo la operación hasta determinar el mecanismo que conduce al colapso de la estructura en cuestión. Asimismo deberán asociar al mecanismo la magnitud de la carga que lo produce y al verificación de que en ninguna sección se sobrepase el momento plástico.

Se debe tener presente que el estudiante ejercitó en forma manual mediante distintas metodologías la determinación de la carga crítica de colapso, primordialmente por el método de los mecanismos simples y combinados, los cuales proporcionan procesos de determinación con sustento teórico que permite su simplificación.

Contenidos:

- ✓ Estructuras aporticadas.
- ✓ Cálculo plástico.
- ✓ Mecanismo y carga de colapso.

Características de la implementación:

- ✓ La actividad se realiza fuera del horario de clases y es grupal.
- ✓ La actividad tiene una duración de 3 semanas.

Competencias que se desean promover:Con relación al tema específico:

- ✓ Ser capaz de identificar y organizar los datos pertinentes al problema.
- ✓ Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa.
- ✓ Ser capaz de establecer supuestos, de usar técnicas eficaces de resolución y de estimar errores.
- ✓ 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 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.
- ✓ Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.
- ✓ Ser capaz de pensar en forma sistémica visualizando 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 analizar las diferencias y proponer alternativas de resolución, identificando áreas de acuerdo y desacuerdo y de negociar para alcanzar consensos.
- ✓ 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 manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.

- ✓ 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.

Resultados:

- ✓ Con relación al tema específico

De las entrevistas informales y los informes presentados por los estudiantes se desprende que no todos pudieron interpretar e integrar el aporte de la herramienta para alcanzar el resultado.

- ✓ Con relación al trabajo en grupo:

De las entrevistas informales se desprende que los estudiantes no tuvieron problemas de funcionamiento grupal, resolviendo por consenso cualquier discrepancia surgida ya que tenían experiencia de haber trabajado en grupo para otras asignaturas. El aprendizaje y uso del software específico les resultó sencillo aunque la carga inicial de datos les demandó un mediano esfuerzo; por lo que no interfirió con los objetivos didácticos propuestos. Consideran el uso del software específico como una herramienta sumamente útil a los fines de la exploración de las respuestas de las estructuras ante determinadas cargas.

- ✓ Con relación al informe

El informe presentado por los estudiantes demuestra falta de comprensión del tema tratado, lo que se traduce en la falta de expresión clara y precisa tanto en forma escrita como oral.

En el ANEXO XXIII se muestra una producción de los estudiantes.

Discusión y Conclusiones

Los investigadores se muestran satisfechos por la tarea realizada que impacta directamente sobre los estudiantes, logrando que éstos incorporen un conocimiento cualitativo acerca del funcionamiento estructural utilizando software específico. La evaluación que hacen los estudiantes de las estrategias didácticas es altamente positiva, destacando que "hacen algo distinto", muy interesante y relacionado con la Ingeniería Civil.

Los estudiantes aceptan de buen grado el uso de software específico en las asignaturas dado que saben que es la forma en trabajo de los profesionales independientes y en los estudios de Ingeniería. Desde la perspectiva docente, incorporamos el software específico en nuestras cátedras con la concepción que no son simples medios para seguir haciendo, aunque mejor y más rápido lo que ya se hacía, sino nuevos recursos didácticos que ayudan a que los estudiantes logren una mejor comprensión cualitativa del funcionamiento estructural. Asimismo se logra que los estudiantes pongan en juego ciertas competencias establecidas por el CONFEDI, se acerquen a los objetos reales de la ingeniería y a los modos de pensar y actuar de los ingenieros dado que se propicia el trabajo grupal, los contextos de incertidumbre, la toma de decisiones, el análisis crítico y la visión integral de los problemas. Estas competencias deben ser reforzadas dado que se observaron problemas en la comunicación escrita y oral. Se espera continuar este proyecto con un Observatorio de la implementación, con la documentación en formato libro impreso que permitirá la divulgación entre las cátedras de otras universidades donde se dicte la carrera de Ingeniería Civil, posibilitando la replicación de estas estrategias en otras universidades del país.

Bibliografía

- Bertolé, E., Secco E. (2013). Una propuesta para acercar la Ingeniería a los estudiantes de Ingeniería. ISSN 2313-9056. III Jornadas de la Enseñanza de la Ingeniería. Bahía Blanca.

- Bertolé, E.; Giuliano, M.; Diaz, D.; Secco, E.; Acevedo, J. (2015). Experiencias que promueven capacidades en la cátedra de Estabilidad: Techo en voladizo. *Revista de Enseñanza de la Física*. ISSN 2469-052X.
- Burbules, N.; Callister, T. (2008). Educación: Riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información. Buenos Aires: Granica.
- 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, CH. 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.
- Gibbons, M. (1997). La nueva producción del conocimiento. Barcelona: Pomares Corredor.
- 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. México: Mc Graw Hill.
- Kassimali, A. (2001). Análisis Estructural. México: Thomson.
- Libedinsky, M. (2001). La innovación en la enseñanza: Diseño y documentación de experiencias de aula. Buenos Aires: Paidós.
- Marchisio, S. (2004). Experiencia con uso de simulaciones en la enseñanza de la física de los dispositivos electrónicos. *Cognición*. Año 1. Vol 2
- Mc Cormac, J. (2010). Análisis de Estructuras. Métodos Clásico y Matricial. México: Alfaomega.
- Shulman, L. (2001). Conocimiento y enseñanza. Estudios Públicos. Disponible: www.cepchile.cl/dms/archivo_1573_554/rev83_shulman.pdf. Fecha de consulta: 2014
- Vázquez Epi, M. (1997). Sobre la Enseñanza y la práctica de la Teoría de Estructuras. <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es>.