

Experiencias que promueven capacidades en la cátedra de Estabilidad: Techo en voladizo

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Estela Bertolé¹, Mónica Giuliano¹, Daniel Diaz¹, Eduardo Secco¹, Jorge Acevedo¹

¹Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas, Universidad Nacional de La Matanza, Buenos Aires, Florencio Varela 1903, CP 1754, San Justo, Buenos Aires, Argentina.

E-mail: estelabertole@yahoo.com.ar

Resumen

En este trabajo se fundamenta y describen las bases que orientaron el diseño de una estrategia didáctica elaborada por los autores para acercar a los alumnos a los objetos reales de la Ingeniería Civil y a los modos de pensar y trabajar de los ingenieros, a la vez de promover el desarrollo de ciertas competencias.

Se seleccionaron algunos contenidos de la asignatura Estabilidad perteneciente al grupo de asignaturas de Tecnologías Básicas de la carrera de Ingeniería Civil de una Universidad Pública, un objeto real de la ingeniería y un conjunto de competencias que se deseaban promover. La estrategia didáctica consiste en proponer a los alumnos el análisis de las cargas que actúan sobre una estructura reticular en voladizo situada en el predio de la universidad, el cálculo de la magnitud y tipo de fuerzas en las barras del reticulado, la construcción de una maqueta y la exposición del trabajo realizado utilizando una herramienta informática. La estrategia didáctica se implementó con una muestra actual de 20 alumnos cursantes en el primer cuatrimestre del año 2014 y fue evaluada desde la perspectiva de los alumnos a través de entrevistas y desde la perspectiva docente comparando los logros de los estudiantes en relación a las competencias que se pretendían promover y a los contenidos seleccionados.

Palabras clave: Competencias, Trabajo en grupo, Techo, Estabilidad, Ingeniería Civil.

Abstract

This research is based on and describes the basis that guided the design of a teaching strategy developed by authors in order to bring students closer to the real objects of civil engineering and engineers' ways of thinking and working, while promoting the development of certain competences.

Some contents of the Stability subject belonging to the course of studies known as Basic Technologies of Civil Engineering from a public university, a real object of engineering and a set of competences to be promoted were selected. The teaching strategy consists of promoting to students the analysis of the loads acting on a cantilever lattice structure located on the university campus, the calculation of the amount and type of forces in the crosslinked bars, the construction of a model and the exhibition of the work done using a software tool. The teaching strategy was implemented with a current sample of 20 trainee students in the first quarter of 2014 and was assessed from the students' perspective through interviews and from the teachers' perspective by comparing the students' achievements related to the competences that were intended to promote and to the selected content.

Keywords: Competences, Teamwork, Roof, Stability, Civil Engineering.

I. INTRODUCCIÓN

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

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

La formación por competencias está relacionada con las prácticas eficaces para resolver problemas y mejorar distintos contextos sociales, con la gestión responsable del conocimiento y con la eficiencia en el uso de los recursos. Incorporar el concepto de competencia implica intensificar el carácter integral y la responsabilidad social de la formación universitaria (Yaniz, 2004). Esto supone pensar la formación de grado desde el eje de la profesión, desde lo que el ingeniero debe ser capaz de hacer en su quehacer profesional.

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).

El interés creciente por el estudio del impacto de las tecnologías en los procesos educativos ha corrido paralelo a la creciente incorporación de esas tecnologías en todos los niveles de enseñanza. En este contexto, y para tratar de comprender dicho impacto, se ha planteado cada vez con más fuerza la necesidad de estudiar de manera empírica la manera en que profesores y alumnos usan las tecnologías en el desarrollo real de las prácticas que llevan a cabo. Este planteamiento supone desplazar el énfasis desde el interés por estudiar de forma directa la manera en que las tecnologías influyen en el aprendizaje o el rendimiento de los alumnos hacia el interés por estudiar cómo se insertan en las prácticas educativas y cómo, eventualmente, pueden transformarlas y mejorarlas, asumiendo que el aprendizaje de los alumnos se relaciona con, y depende de, la calidad de las prácticas en las que participan los alumnos. Al respecto señala Coll (2004) que no es en las TIC sino en las actividades que llevan a cabo profesores y alumnos donde se sitúan las claves para comprender y valorar el alcance de su impacto sobre la educación. La clave reside entonces en las relaciones que se establecen entre los tres elementos que forman el triángulo didáctico: el contenido de enseñanza y aprendizaje, la actividad del profesor y las actividades de aprendizaje de los alumnos, con la mediación de las TIC.

Para ello adoptaremos un marco teórico para conceptualizar las prácticas educativas inspirado en el constructivismo de orientación sociocultural. Por un lado, porque desde este marco se subraya la idea de que las tecnologías constituyen herramientas o instrumentos mediadores de la actividad mental constructiva de los alumnos y de los procesos de enseñanza, lo cual lleva de forma natural a poder plantear la cuestión de cuáles son los usos de esas herramientas o instrumentos. Por otro, porque esta perspectiva propone un espacio en el que esos usos pueden buscarse e identificarse: la actividad conjunta llevada a cabo por profesor y alumnos alrededor de las actividades, las tareas y los contenidos que vertebran el trabajo, la enseñanza y el aprendizaje (Coll, 2004).

La asignatura Estabilidad trata sobre los sistemas de cuerpos en reposo con las fuerzas que actúan sobre ellos, se sitúa en el segundo cuatrimestre del segundo año de la carrera de Ingeniería Civil y forma parte del bloque de asignaturas de Tecnologías Básicas. Esta asignatura es la primera de un conjunto de materias destinadas al cálculo de las estructuras resistentes y en ella se sustentan todas las restantes, conformando el primer acceso que tiene el alumno al conocimiento de las diferentes formas que pueden adoptar las estructuras para recibir, resistir y transferir las cargas al terreno, así como los modelos físico-matemáticos asociados a los mismos. Hasta el momento el alumno ha tenido una formación más científica que ingenieril en razón que las ciencias matemáticas habitúan al alumno a lo abstracto y a lo exacto mientras que la Ingeniería es todo lo contrario: es lo concreto y lo aproximado. El Ingeniero Hardy Cross, citado por Sobrevilla (2011) supo dar una de las mejores definiciones de la Ingeniería que reza: "La Ingeniería es el arte de tomar una serie de decisiones importantes, dado un conjunto de datos incompletos e inexactos, con el fin de obtener, para un cierto problema, aquella entre las posibles soluciones, la que funcione de manera más satisfactoria".

Según Sobrevilla (2011) la enseñanza de la Ingeniería impone la necesidad de formar la personalidad profesional, asunto que se logra haciendo tomar contacto al alumno, cuanto antes, con los hechos reales de la profesión.

Tradicionalmente, en la asignatura Estabilidad, se enseña el contenido "reticulados" bajo la mirada isostática tanto de sustentación a tierra como de la condición de rigidez necesaria para que el elemento estructural sea indeformable, se establece el modelo físico-matemático en función de las hipótesis adoptadas, la generación del reticulado partiendo de la estructura triangular básica indeformable, las distintas tipologías en función de la geometría y a calcular el tipo y la magnitud de las fuerzas en las barras del reticulado para unas determinadas cargas y tipología. Con respecto al contenido "cálculo de la magnitud de las cargas" se enseña a calcular la magnitud de las cargas debidas al peso propio de estructuras sencillas y las sobrecargas asociadas al uso o destino del local utilizando a tales efectos el

"Reglamento Argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras", CIRSOC 101, aplicable a todas las construcciones que se realicen dentro del territorio de la República Argentina.

La ejercitación tradicional propuesta para el contenido "reticulados" consiste en, dada una tipología donde son datos la geometría y las cargas actuantes, el alumno debe verificar la condición de rigidez, calcular las reacciones de vínculo y el tipo y magnitud de las fuerzas en las barras. Para el contenido "cálculo de la magnitud de las cargas" lo habitual es, dada una estructura sencilla, calcular las cargas debidas al peso propio en losas, vigas, columnas y bases; este tipo de ejercitación se propone también desde la bibliografía.

Surge entonces el problema que ambos contenidos se presentan de forma estanca y determinística, mientras que un problema real de ingeniería no lo es.

Desarrollar los contenidos de la asignatura es un compromiso ineludible, pero podemos acercarnos a los alumnos a los objetos de la Ingeniería y a los modos de pensar y trabajar de los ingenieros implementando estrategias didácticas que le permitan iniciarse en los temas corrientes de la profesión. La propuesta es hacerlo desde un punto de vista conceptual y con un bagaje de conocimientos básicos, a la vez que se promuevan el desarrollo de otras competencias trabajando en forma grupal, fuera del horario de clases y sin supervisión de los docentes para fomentar que los alumnos tomen decisiones en las condiciones reales que lo haría un ingeniero.

II. OBJETIVOS DE LA EXPERIENCIA

Se propone diseñar y evaluar una estrategia didáctica que promueva el desarrollo de las competencias establecidas por el CONFEDI, acerque a los alumnos a los objetos y modos de pensar y trabajar de los ingenieros civiles, seleccionando como objeto de la ingeniería un techo de estructura metálica de tipo reticulado en voladizo que se encuentra construido en el predio de la Universidad. La estrategia didáctica se evalúa desde la perspectiva de los alumnos y desde la perspectiva docente.

A tales efectos se seleccionaron los siguientes contenidos de la asignatura que se habían trabajado en clases previas:

- ✓ Cálculo de la magnitud de las cargas: CIRSOC 101.
- ✓ Estructuras reticuladas planas.

Del análisis de las competencias establecidas por el CONFEDI se seleccionaron promover las de tipo "Sociales, Políticas y Actitudinales" que se refieren a las competencias para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y para comunicarse con efectividad; por lo que las competencias seleccionadas serán:

Competencias 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.

Competencias con relación al desempeño en equipos de trabajo:

- ✓ 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.

Competencias con relación al desempeño para comunicarse con efectividad:

- ✓ 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.

Se pretende evaluar los logros de los alumnos en relación a los objetivos establecidos en cuanto a los contenidos de la asignatura, el trabajo grupal y el uso de la herramienta tecnológica de comunicación utilizada por los alumnos.

III. METODOLOGÍA

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

Las tareas y decisiones que deberán tomar los alumnos serán:

- ✓ Estimar las dimensiones de todos los elementos constitutivos del techo: dimensiones de la chapa de cubierta, longitudes de las barras del reticulado y geometría del mismo.
- ✓ 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.
- ✓ Calcular la carga total y distribuirla en los tres reticulados por superficie de influencia.
- ✓ Calcular las cargas por nudo.
- ✓ Estimar el tipo de sustentación para que el reticulado sea isostático.
- ✓ Resolver el reticulado calculando las fuerzas en las barras.
- ✓ Elaborar una presentación digital.
- ✓ Elaborar una maqueta del techo.

La estrategia didáctica fue evaluada desde la perspectiva de los docentes comparando los logros de los estudiantes en relación a los contenidos y a las competencias que se pretendían promover.

Asimismo la estrategia fue evaluada desde la perspectiva de los estudiantes a través de entrevistas, considerando una muestra actual de alumnos cursantes en el primer cuatrimestre del año 2014 organizados en dos grupos de 10 alumnos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Resultados con eje en los conocimientos que se deseaban evaluar respecto de los contenidos de la asignatura

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

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

B. Resultados con eje a las competencias con relación al desempeño en equipos de trabajo

De las entrevistas informales surgieron las siguientes cuestiones referidas por los alumnos: Para algunos alumnos ésta fue la primera experiencia de trabajo efectivamente en forma grupal. En otras ocasiones habían trabajado en grupo pero en realidad no habían funcionado como tal, dado que simplemente se

repartían la tarea encomendada de modo que cada integrante resolvía su parte para luego juntar las resoluciones. No había intercambio entre los integrantes, ni consensos, ni búsqueda de una estética común en la presentación. Si un ejercicio estaba mal resuelto se “culpaba” al responsable de ese ejercicio. Para realizar esta actividad fue necesario reunirse fuera del horario de clases, tomar decisiones en conjunto acerca de los contenidos relevantes, planificar tiempos y tareas, elegir la herramienta informática a utilizar y la estética de la presentación, decidir si en la presentación se elegiría un representante o todos los integrantes participarían, etc. Tuvieron que solucionar conflictos y consensuar acuerdos entre los integrantes. Les resultó muy atractiva y positiva la actividad propuesta por la cátedra porque además les permitió el afianzamiento de las relaciones entre los miembros del grupo dado que tuvieron que reunirse fuera del horario de clase en varias ocasiones.

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

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

C. Resultados con eje a las competencias con relación al desempeño para comunicarse con efectividad

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

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

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

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

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas dependiente de la Universidad Nacional de La Matanza por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo mediante el subsidio correspondiente al proyecto de investigación "Estrategias didácticas con utilización de software específico aplicadas al diseño, modelado y cálculo de estructuras resistentes" C2- ING – 014 "

REFERENCIAS

CIRSOC 101 (2008) *Reglamento Argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño de edificios y otras estructuras*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

Coll, C. (2004). Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación [Separata]. *Sinéctica*, 25, pp. 1- 24.

CONFEDI (2006) *Definiciones de Competencias Genéricas de las Carreras de Ingeniería*. XL Plenario CONFEDI, Bahía Blanca.

Sobrevilla, M. (2011). *Ingeniería General*. Buenos Aires: Alsina.

Yániz, C. (2004). Las Competencias en el currículo universitario. Implicaciones para la formación del profesorado. *Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria*. Vol 4. N°2. pp. 31-39