

PBL-PROYECTOS: UNA ESTRATEGIA METODOLOGICA DOCENTE EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS.

Milton Lemarie Oyarzún, Universidad Austral de Chile, mlemarie@uach.cl
Roberto Cárdenas Parra, Universidad Austral de Chile, rcarden2@uach.cl

Resumen

Las innovaciones y estrategias metodológicas docentes en la Educación Terciaria, es un desafío que permanentemente las Universidades Chilenas deben enfrentar. El presente trabajo da a conocer la experiencia metodológica docente en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería (FCI) de la Universidad Austral de Chile (UACH), sobre la aplicación metodológica de aprendizaje por PBL-Proyectos (Aprendizaje basado en la resolución de una problemática, por medio de la realización de un proyecto), aplicada en estudiantes del V y VI semestre de la carrera de Ingeniería Civil Mecánica (ICM), para el logro de las competencias establecidas en su Perfil de Egreso. Se plantea la importancia actual en Ingeniería de aplicar nuevas estrategias metodológicas en la educación superior, y se explica en forma detallada el procedimiento y las actividades realizadas por los estudiantes y académicos que intervienen en los proyectos considerados en el módulo del semestre correspondiente. Finalmente, se entregan las conclusiones derivadas de la aplicación de esta importante innovación docente.

Palabras Claves: PBL-Proyectos, competencias, módulo, función docente.

INTRODUCCIÓN

Los comienzos del siglo XXI están caracterizados por la presencia de la sociedad del conocimiento, la economía globalizada, el desarrollo vertiginoso de las tecnologías de la información y la comunicación, la virtualización, la innovación y la presencia de nuevos actores educativos, entre otros aspectos que se ven reflejados en la globalización cultural y la apertura económica, las que por un lado, favorecen los cambios en el desarrollo tecnológico, la organización del trabajo y las nuevas formas de producir bienes y servicios y, por otro, plantean a las entidades de Educación Superior nuevos retos en la formación de sus educandos; es decir, formar personas integrales, cualificados y cultas, capacitadas y comprometidas para enfrentar los grandes desafíos en el entorno social y cultural (UACH, 2005).

En este contexto, las competencias requeridas para los ingenieros en el mercado laboral han cambiado y, aún más, se deben adaptar de manera eficaz a los cambios que se les presenten a lo largo de la vida. Es así que, para el logro de estas competencias, las Instituciones de Educación Superior deben formular currículos adecuados a la realidad presente y futura, implementando estrategias metodológicas de enseñanza-aprendizaje diferentes de las tradicionales, con un cuerpo docente capacitado, capaz de enfrentar este cambio de paradigma y, por ende, presentar un nuevo perfil, todo esto en un marco de calidad y buena educación (CINDA, 2009).

¿Pero qué se entiende por educación? La ley 20.529 promulgada el año 2011, en su primer artículo nos plantea una muy buena definición, que dice: “se entenderá por educación el proceso de aprendizaje permanente que abarca las distintas etapas de la vida de las personas y que tiene como finalidad alcanzar su desarrollo espiritual, ético, moral, afectivo, intelectual, artístico, físico, mediante la transmisión y cultivo de valores, conocimientos y destrezas”. De esta forma, para que exista buena educación, tiene que haber aprendizaje, es decir, el docente debe transmitir

conocimiento (enseñar) y es responsabilidad de quien estudia procesar, clasificar, retener y aplicar dichos conocimientos (aprender), lo cual corresponde al modelo dominante en la actualidad. Sin embargo, este paradigma está siendo modificado hoy en día, como es el caso que se plantea en este trabajo, que corresponde a una estrategia metodológica de aprendizaje por competencias centrado en el estudiante, el cual asume que el único aprendizaje que impacta e influencia significativamente en las conductas, es el autodescubrimiento o autoaprendizaje, siendo el estudiante un participante activo, no pasivo del proceso, teniendo un rol protagónico en su desarrollo. De esta forma, crece su motivación, las clases son más entretenidas y desafiantes y por ende aprenden más, haciendo que su aprendizaje se conciba cada vez más como resultado del vínculo entre lo afectivo, lo cognitivo, las interacciones sociales y la comunicación. Sin embargo, esta estrategia metodológica tiene su costo principalmente para el docente, ya que le toma más tiempo la preparación de una clase, que debe planificar de forma diferente a la tradicional, cambiar sus metodologías docentes y de evaluación, entre otras, y, principalmente tener un perfil docente ad-hoc a estas innovadoras prácticas, que le lleven a cambiar a este paradigma.

DESARROLLO.

La educación tradicional desde los primeros años de estudios hasta el nivel de postgrado ha formado estudiantes que comúnmente se encuentran poco motivados con su forma de aprender, pues se les obliga a memorizar una gran cantidad de información, mucha de la cual se vuelve irrelevante en el mundo exterior o bien en muy corto tiempo se presenta en los estudiantes el olvido de mucho de lo aprendido y gran parte de lo que logran recordar no puede ser aplicado a los problemas y tareas que se les presentan en el momento de afrontar la realidad. Como consecuencia de una educación pasiva y centrada en la memoria, muchos alumnos presentan incluso dificultad para razonar de manera eficaz y al egresar, en muchos casos, presentan dificultades para asumir las responsabilidades correspondientes a la especialidad de sus estudios y al puesto que ocupan, de igual forma se puede observar en ellos la dificultad para realizar tareas trabajando de manera colaborativa.

La educación terciaria en los inicios de este siglo enfrenta nuevos retos que se deben superar para lograr la excelencia académica en valores. Las tecnologías de la información y comunicación en un contexto de globalización socio económica, política y cultural ofrecen posibilidades para hacer llegar el conocimiento a todas partes. Sin embargo, el nuevo profesional deberá estar capacitado para afrontar grandes desafíos, desde el cambio climático, pandemias y crisis sociales. El reto está en desarrollar el conjunto integrado y articulado de conocimientos, hábitos, actitudes, valores y destrezas evaluables e interrelacionadas que permiten actuar sobre un aspecto de la realidad personal, social, natural o simbólica y suponen la reflexión sobre el propio "aprendizaje", en otras palabras, el logro de competencias.

El papel del docente y los planes de estudios bien diseñados bajo este contexto es fundamental para lograr este propósito. De esta forma las instituciones de educación superior son las principales responsables de responder al reto de formar a las personas para este nuevo mundo.

La carrera de Ingeniería Civil Mecánica en la formación de sus educandos, presenta los ciclos de Bachillerato (cuatro primeros semestres), Licenciatura (los cuatro semestres siguientes) y Profesional (tres semestres restantes) (Altamirano, P.; Bertrán, C.; et. Al., 2005). Los estudiantes

de la carrera para incorporarse a la modalidad PBL- Proyectos, que comienza a impartirse desde el V semestre, debe tener aprobado íntegramente el ciclo de Bachillerato, ciclo que considera las Ciencias Básicas (matemáticas, química, física), cursos de Tecnologías, Lenguaje y Comunicación, e Inglés entre otros; es decir, debe contar con los fundamentos necesarios en estas materias para comenzar a recorrer las Ciencias Básicas de la Ingeniería que se desarrollan por áreas, bajo la metodología activa por PBL-Proyectos, para los ciclos de Licenciatura y profesional.

Según Kolmos, A., (2004), el PBL-Proyectos está enfocado en proporcionar actividades que preparen al estudiante para la vida, enfrentando situaciones reales dentro de los módulos, que en este caso corresponden a los módulos del V y VI semestre, los que se traducen en proyectos semestrales por área, ya que es justamente con la realización de estos en que se desarrollan las competencias declaradas en el perfil de egreso de la carrera. Los proyectos, corresponden a problemas en las áreas de Estática y Dinámica respectivamente, para los semestres señalados, los cuales son obtenidos de un total de aproximadamente veinte Industrias y Empresas de las X y XIV Regiones, que abarcan desde Loncoche por el norte hasta Osorno por el Sur. Con este propósito, un grupo de tres profesores, semestre a semestre y previo a que comiencen estos, recorren las distintas Empresas e Industrias y se entrevistan con los Ingenieros que ahí laboran, previo contacto y comunicación con ellos, informándoles que el objetivo de la visita es el de detectar problemas que se presenten en sus máquinas, equipos y procesos industriales, los cuales son analizados y adaptados por estos profesores, los que deberán ser resueltos por grupos de estudiantes en un semestre académico, dejándoles en claro que la solución a su problemática no es realizada por un Ingeniero, sino por estudiantes, pero que sus planteamientos servirán de base para una posible solución.

Contando con un listado de problemas a resolver en el V o VI semestre, según corresponda, estos son sorteados entre los estudiantes que, agrupados en un número de tres a cuatro, lo resuelven por medio de un proyecto que resulta ser distinto para cada grupo. Los distintos grupos poseen un Coordinador, nombrado por los profesores del módulo, el cual representa al grupo, distribuye tareas y asigna responsabilidades, entre otras acciones. Los integrantes y coordinador del grupo, varían semestre a semestre. De esta forma el proyecto debe estar acotado para ser concluido en un semestre académico de 17 semanas, los estudiantes trabajan en sus grupos en un cubículo habilitado con equipo multimedia, mesa, sillas, estante, computador y red de Internet, debiendo cumplir de lunes a viernes con un horario de trabajo de 8.00 a 13.00 Hrs en la mañana y de 14.10 a 18.30 Hrs por la tarde, situación que les permite realizar sus proyectos e ir a clases, como también adaptarse a lo que será su futuro horario laboral. Conocido el proyecto industrial a desarrollar, los estudiantes pueden acudir a la(s) industria(s) o empresa(s), las veces que les sea necesario, ya sea para el levantamiento de la información requerida, realizar consultas al personal relacionados con el problema, ver catálogos de máquinas y equipos, etc., acciones que son coordinadas con anticipación por el profesor coordinador del proyecto y asesoradas por un Ingeniero de la empresa, cuyo nombre, cargo y especialidad es de conocimiento de los estudiantes, del profesor coordinador y del equipo de profesores del módulo. Como metodología centrada en el aprendizaje, la realización del proyecto está basado en la confianza de la responsabilidad del estudiante y miembros del equipo, y en su capacidad de exploración en el mundo, lo cual le sirve de motivación para el desarrollo de aquellas habilidades y destrezas requeridas por el proyecto (Kolmos A., Fink F. y Krogh L., 2006).

La estructura curricular del V (tomada como ejemplo en la Tabla N° 1) y del VI semestre, considera un módulo que incorpora varios cursos de materias enfocadas a la realización del proyecto (C1, C2 y Coordinación proyecto), denominados cursos P (Proyectos), y en paralelo otros cursos complementarios (C3 y C4), denominados G, que no forman parte del módulo pero que entregan conocimientos generales y puede(n) ser prerrequisito(s) del módulo siguiente.

Tabla N°1. Estructura semestral carrera de Ingeniería Civil Mecánica

MODULO ESTATICA DE SOLIDOS PROYECTO DE ESTRUCTURA	C1. Elementos Finitos (06 Hrs)
	C2. Estática y Mecánica de Sólidos(08 Hrs)
	Coordinación Proyecto(06 Hrs)
	C3.Diseño y Análisis de experimentos (04 Hrs.)
	C4. Electrotecnia y Máquinas Eléctricas (04 Hrs.)

El proyecto debe estar acotado para ser concluido en un semestre Académico (17 semanas), donde los cursos C1 y C2, que se desarrollan con la aplicación de metodologías activas, sólo se imparten hasta la semana 10, en las horas semanales indicadas en la tabla N°2, para luego los estudiantes abocarse a trabajar sólo en el proyecto; sin embargo, los cursos paralelos o G cubren todo el semestre, situación que no se presenta en la tabla señalada.

Tabla N° 2. Horas semanales dedicadas a los cursos P y Proyecto.

0	5	10	15	17
C1 (6 Hrs)	C1 (4 Hrs)	Proyecto (20 Hrs)	Evaluación	
C2 (8 Hrs)	C2 (6 Hrs)			
Proyecto (6 Hrs)	Proyecto (10 Hrs)			

La metodología que siguen los estudiantes en el desarrollo del proyecto, es la que presenta, principalmente el texto “The Mechanical Design Process”, de David Ullmann (2010), que considera las siguientes etapas: ciclo de vida de un producto, descubrimiento del producto con análisis FODA y Pro- Con, planificación del proyecto, definición del producto con identificación del cliente y sus requerimientos, especificaciones de ingeniería, matriz QFD, generación de conceptos aplicando ingeniería inversa, evaluación y selección de conceptos (matriz de decisión y método Pugh’s) y finalmente el desarrollo del proyecto propiamente tal, que considera cálculos, análisis y solución ingenieril, entre otros.

Concluido el proyecto, éste es expuesto por los estudiantes a una comisión conformada por los profesores-facilitadores que participan en la dictación de los cursos P y coordinación, y a veces

por ingenieros de la industria en la que se realiza, evaluándose a través de la exposición y defensa individual de los estudiantes, por medio de rúbricas los resultados de aprendizajes o desempeños esperados para cada competencia considerada en el semestre.

Finalmente, se entrega a la empresa y escuela de ICM un resumen ejecutivo del proyecto con la solución ingenieril del problema.

Los profesores que trabajan bajo la estrategia metodología docente de aprendizaje por proyectos, deben estar capacitados en competencias, métodos y técnicas pedagógicas, y estar habilitados por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad e Innovación Curricular de la UACH (DACIC); además, deben conocer el proyecto educativo de la carrera de ICM, participar en capacitaciones respecto de metodologías activas de aprendizaje y estar en estudio permanente en lo que significa su rol como educador por competencias. Así mismo, conocer la filosofía que se persigue con su aplicación y en que se fundamenta. En el caso de la carrera de ICM, debe ser un académico formado como Ingeniero Mecánico y con experiencia profesional en la industria, ya que, en este proceso, el rol del profesor del curso P es de guía, un facilitador del aprendizaje. Además, se crea la figura de un profesor que actúa de coordinador del proyecto, que se repite en cada semestre, el cual lidera, orienta y dirige a los estudiantes en todos los aspectos relativos al proyecto a desarrollar. Además, es el que forma los equipos de trabajo, entrega la descripción del proyecto y su planificación, especifica claramente sus objetivos, los criterios de evaluación que tendrá el contenido del reporte final, los requerimientos técnicos y/o especializados (en caso de haberlos), y las fechas de inicio y término del mismo. Si bien esta estrategia metodología facilita la libertad en el proceso de aprendizaje, es el Profesor quien establece los límites, mantiene las expectativas y orienta en lo que es fundamental conocer, discutir y modelar. Así también asume un papel estimulador tanto del pensamiento individual como grupal, debiendo poseer características bien especiales y conocer la metodología PBL-Proyectos en todo su proceso. En otras palabras, su Perfil Docente debe estar constituido por un conjunto de competencias que integren conocimientos, habilidades y actitudes, las cuales se deben poner en juego para generar ambientes de aprendizaje tales, que los estudiantes adquieran los indicadores de logro de los distintos desempeños para cada una de las competencias al término de los distintos ciclos. Dicho de otra manera, estas competencias académicas, formulan las cualidades individuales, de carácter ético, académico, profesional y social que debe reunir (Perrenoud, P. 2004).

CONCLUSIONES

- El desarrollo de un currículo basado en competencias, a través de la aplicación de la estrategia metodología docente PBL- proyectos, implica tener mucha claridad conceptual en los términos levantamiento de competencias, modulo y PBL- proyectos entre otros, pues lo exige la planificación del módulo educativo, ya que en él se deben considerar los indicadores de desarrollo y resultados esperados de aprendizaje, las actividades y metodologías pedagógicas requeridas para alcanzar estos resultados, los métodos y criterios de evaluación, todo en coherencia con las finalidades del currículo de formación del Ingeniero.
- La aplicación de la metodología docente por PBL-Proyectos, ha resultado ser altamente motivadora y aceptada por los estudiantes, permitiéndoles facilitar sus procesos de aprendizaje, integrar la teoría a la práctica, acercándolos tempranamente a lo que será su

desarrollo profesional, contar con la capacidad de conocer y aplicar los conocimientos y estimular el trabajo colaborativo, entre otros.

- Así mismo, les permite avanzar sin problemas en su carrera, lo cual se ha visto plasmado en la mejora de los índices de retención y pronta titulación de la carrera. Le facilita el conocimiento de las nuevas tecnologías incorporadas a los procesos industriales, al realizar proyectos ligados a la empresa o industria, aspectos que han manifestado en las encuestas de satisfacción estudiantil que realiza la UACH.
- El cambio de paradigma conductivista a constructivista, no ha sido fácil incorporarlo en la formación de los estudiantes por la resistencia a este cambio planteada por parte de los académicos. Los profesores creen que el modelo es positivo, pero consideran que la carga de trabajo pedagógico es excesivo y no todos se sienten preparados para llevarla a cabo; sin embargo, gracias a una política de capacitación y habilitación pedagógica de la UACH se ha facilitado con el tiempo este proceso.
- Resulta importante contar con los recursos adecuados que impone la aplicación de esta metodología, esto es: textos con bibliografía actualizada, nuevos laboratorios, salas y cubículos especialmente diseñados para el trabajo en equipo que demanda el PBL, etc., recursos que han sido posible gracias a la adjudicación de proyectos MECESUP por parte de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería.

REFERENCIAS

- Altamirano, P.; Bertrán, C.; et. Al (2005-2006). Modelo Educacional y Enfoque Curricular de la Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile: América.
- CINDA (2009). Diseño curricular basado en competencias y aseguramiento de la calidad en la Educación Superior. MINEDUC. Chile.
- Jabif, L. (2007). La docencia Universitaria bajo un enfoque de Competencias. Universidad Austral de Chile. Valdivia Chile.
- Kolmos, A. (2004). Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos. *Educar* (33), 77-96.
- Kolmos A., Fink F. y Krogh L. (2006). *The Aalborg PBL model* Aalborg University Press, Denmark
- Perrenoud, P. (2004). Diez nuevas competencias para enseñar. Barcelona: Graó, Biblioteca de aula No. 196.
- UACH. (2005). Orientaciones Curriculares de Pregrado, Decreto N° 271/2005. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Ullman, D. (2010). "The Mechanical Design Process", McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering, USA.