IMPLEMENTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA BASADA EN PROYECTOS: EVALUACIÓN DE UN CASO DE ESTUDIO DE INGENIERÍA.

Marcelo Fernández
Escuela de Ingeniería Industrial, Informática y de Sistemas
Universidad de Tarapacá
Av. 18 de Septiembre 2222 - Arica
mfernandez@uta.cl

I. RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es mostrar un caso en que se adaptó la asignatura de Administración de Proyectos para los estudiantes de Ingeniería Industrial, tradicionalmente dictada mediante clases expositivas, ejercicios y pruebas a una metodología de enseñanza/aprendizaje basada en proyectos. Mediante esta metodología se busca enseñar, además de las materias propias de la asignatura, el desarrollo de competencias genéricas de (1) Autoaprendizaje, (2) Trabajo colaborativo, (3) Adaptación y apertura y (4) uso de MS Project.

En este estudio se realiza una comparación estadística entre las calificaciones obtenidas por los alumnos que participaron en esta experiencia respecto de alumnos que recibieron una enseñanza tradicional. Se concluye que no hay diferencias significativas en las calificaciones obtenidas. Lo que se obtiene es una mayor motivación y el desarrollo de las competencias genéricas antes mencionadas.

Se lograron algunos resultados no esperados, ya que uno de los proyectos desarrollados en clases fue implementado con éxito posteriormente por parte de los mismos alumnos y otro alumno logró subir de nivel en el trabajo en que se desempeñaba aplicando lo aprendido en este curso, trabajo que realizaba en forma paralela a sus estudios.

II. PALABRAS CLAVE

- Enseñanza basada en proyectos
- Competencias
- Enseñanza de Ingeniería

III. OBJETIVOS

El objetivo de esta investigación es evaluar el impacto de la metodología basada en proyectos, respecto de la misma metodología impartida en forma tradicional con clases expositivas, ejercicios y pruebas.

IV. DESCRIPCIÓN DEL CASO

4.1 Introducción.

La Universidad de Tarapacá, y en especial, su Escuela Universitaria de Ingeniería Industrial, Informática y de Sistemas (EUIIS), está en un proceso de transformación de sus metodologías didácticas desde las forma tradicionales a nuevas formas de aprendizaje activo y basadas en el desarrollo de competencias.

En este contexto, se dictó la asignatura de Administración de Proyectos, utilizando una metodología de enseñanza/aprendizaje basada en proyectos. Esta Asignatura tiene definido el siguiente objetivo profesional en la malla curricular de la carrera de Ingeniería Industrial:

Diseñar los distintos sistemas de administración y control que se requieren para lograr que una idea se convierta en un proyecto en funcionamiento.

Al dictar este curso con una metodología de proyectos, se busca desarrollar en el alumno la capacidad real de administrar y controlar un proyecto, adquiriendo experiencia en un caso lo mas cercano a la realidad posible dentro del aula. Este objetivo se contrasta con los objetivos tradicionales que consisten en transmitir información y conocimientos sobre el tema.

Además del objetivo anterior, se definieron objetivos para el desarrollo de competencias genéricas:

- **Autoaprendizaje.** Definido como la capacidad de administrar aprendizaje, manteniéndose al día en la evolución del conocimiento y la tecnología de su disciplina para continuar con su desarrollo profesional. Supone curiosidad por saber sobre temas nuevos y utilizar estrategias para ampliar el conocimiento. En este caso, los alumnos debieron estudiar por si mismos las materias necesarias para realizar el proyecto.
- **Desarrollo de trabajo colaborativo.** Capacidad de integrar un grupo de trabajo para participar en forma activa y receptiva, asumiendo roles y responsabilidades, en tareas dirigidas a la consecución de una meta común, incluso cuando la colaboración conduzca a una meta que no está directamente relacionada con el interés personal. Se reconoce que el trabajo en equipo facilita el aprendizaje de los alumnos y es necesario para resolver un proyecto complejo en que un alumno trabajando solo, no puede abordar. También permite desarrollar competencias personales de comunicación, relaciones interpersonales, etc. Se formaron equipos de 3 alumnos.
- **Adaptación y Apertura.** Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones y trabajar en un contexto. Obtener una experiencia concreta de un trabajo o entorno real, mas que teórico. Todos los proyectos se basaron en situaciones concretas de la industria local.

- **Uso de TIC's:** Los alumnos debieron aprender a utilizar un software de administración de proyectos. En este caso se utilizó MS Project.

4.2 El proyecto

Para lograr los objetivos anteriores, se definió un proyecto, de un semestre académico de duración con 4 horas de clases por semana y que consistió en tres etapas o módulos:

1°. Realizar un proyecto detallado y planificar su ejecución.

La primera etapa consistió en que los alumnos, trabajando en equipos de 3, realizaran un proyecto y planificaran su ejecución. El proyecto mismo, se definió como la ampliación de una industria. La industria o tipo de ampliación quedó a elección de los alumnos, pero debía basarse en un caso real al que ellos tuvieran acceso. Las actividades a desarrollar fueron:

- Desarrollar los planos del proyecto
- Desarrollar las especificaciones técnicas del proyecto
- Realizar la planificación de actividades, determinar el camino crítico
- Definir la estructura organizacional del proyecto. Mano de obra.
- Establecer los costos proyectados para el proyecto

2°. En base al diseño y planificación elaborado, desarrollar una simulación para su construcción.

Una vez completada la etapa anterior, se intercambiaron los proyectos entre los grupos, de modo de que cada grupo recibió el trabajo de otro grupo realizado en el primer módulo. En base a dicho trabajo, cada grupo debió realizar la simulación de la construcción del proyecto. De este modo debieron enfrentar un proyecto que es nuevo para ellos, tal como una empresa constructora recibe los proyectos efectuados por Ingenieros de diseño para ser construidos. Esto también permitió a los grupos evaluar el trabajo de sus compañeros.

Las actividades de este segundo trabajo fueron:

- Establecer una estructura organizacional para desarrollar el proyecto. (organigrama, trabajadores permanentes, temporales, jerarquías, remuneraciones, honorarios).
- Desarrollar los contratos para los contratistas y personal (en forma cronológica a medida de que se requieran)
- Cotizar y emitir las ordenes de compra de materiales.
- Establecer una contabilidad simple para el control financiero
- Mantener una bitácora de las actividades desarrolladas
- Mantener una bitácora de consultas a los planificadores (el grupo que desarrolló el proyecto).
- Utilizar programa **MS Project** para controlar el avance del trabajo.

- Evaluar la calidad de la planificación efectuada por el grupo que desarrolló el trabajo anterior. (evaluación a sus pares)
- Entregar un informe que incluye todo lo anterior.

3°. **Evaluar el trabajo propio a la luz de la retroalimentación del otro equipo que ejecutó el proyecto.**

En esta tercera etapa, se devolvieron los trabajos a los grupos originales quienes debieron, a su vez, evaluar la simulación del trabajo de construcción efectuado por el grupo anterior.

Las actividades de este tercer trabajo fueron:

- Evaluar el trabajo del equipo que ejecutó el proyecto.
- Entregar un informe de no más de una página en que se discuta y evalúe el proyecto de planificación que el equipo presentó en la primera entrega o módulo a la luz del informe presentado por el otro equipo. (autoevaluación)
- Entregar un informe de no más de una página en que se discuta y evalúe el informe de ejecución que el otro equipo presentó. (evaluación de pares)
- Control del proyecto. Desarrollar un informe sobre la forma en que se debió realizar el control del proyecto, incluyendo métodos de control de tiempos, de costos y de calidad. Para esto deberá completar lo siguiente:
 - a. Desarrollar en un largo de máximo dos páginas un análisis bibliográfico teórico sobre el tema.
 - b. Establecer un plan de control sobre la ejecución del proyecto.
- Entregar un informe que incluye todo lo anterior.

4.3 El Rol del profesor

Se modificó el rol del profesor desde un profesor que conoce y domina una materia y la enseña a sus alumnos, a un rol más pasivo de supervisor/facilitador, donde monitorea el trabajo y avance de los alumnos, los orienta, guía y apoya en el desarrollo de su proyecto. Esto se realizaba en clases como también fuera de clases cuando los alumnos visitaban al profesor para aclarar dudas o realizar consultas.

En las primeras clases, el profesor desarrolló adicionalmente dinámicas grupales para formar equipos, generar confianza y aprender formas de resolución de conflictos entre los miembros del grupo.

4.4 Evaluación.

La evaluación consistió en una calificación para cada uno de los tres informes entregados. Se entregaron pautas de evaluación para cada informe. Dentro de la nota de los informes 2 y 3 se tomó en cuenta, la autoevaluación y evaluación a sus pares que los equipos hicieron. Estas evaluaciones fueron referenciales para el profesor quién en definitiva determinó la calificación obtenida por cada equipo.

También el profesor realizó una calificación sobre el trabajo en equipo. Esta calificación fue determinada en forma subjetiva por el profesor basándose en la observación del trabajo de los equipos a lo largo del semestre.

La evaluación final fue el promedio de estas cuatro calificaciones.

4.5 Desarrollo.

En el curso participaron 9 alumnos conformado 3 equipo de trabajo. Los trabajos elegidos por ellos, y aprobados por el profesor fueron:

- a. Ampliación de una panadería para duplicar su capacidad.
- b. Ampliación de una empresa metalúrgica, para incorporar tornos de precisión
- c. Desarrollo de una planta de purificación de agua mediante osmosis inversa.

Para la definición de los proyectos, los equipos debieron tomar contacto con empresarios locales con requerimientos o ideas de ampliación. Los planos de diseño se hicieron basándose en espacios (terrenos) reales de las empresas y todos los estudios de costos de materiales, de mano de obra y especificaciones se debieron basar en datos reales, para lo cual debieron cotizar e informarse apropiadamente.

Cada unos de los tres informes fueron expuestos en clases al profesor y sus compañeros. De este modo se pudieron realizar debates en clases sobre las exposiciones lo que permitió a los alumnos aprender de las experiencias de sus compañeros y al profesor determinar el grado de conocimientos que los alumnos tenían sobre el trabajo realizado a fin de asegurarse de que fueron ellos mismos los autores del trabajo y que todos los integrantes del equipo estaban en conocimiento de todo el proyecto. Estas exposiciones también contribuyeron al desarrollo de la capacidad de comunicación por parte de los alumnos.

El trabajo se desarrolló sin mayores contratiempos, observándose una alta motivación por parte de los alumnos.

V. CONCLUSIONES

La conclusión más relevante que se puede rescatar de la presente investigación es que, estadísticamente no existe diferencia significativa entre los rendimientos (calificaciones) de los alumnos que participaron en este estudio respecto de los alumnos que estudiaron bajo una metodología tradicional. Ambos grupos consiguen un rendimiento equivalente. (ver cuadro N° 1)

La diferencia fundamental está en el desarrollo de competencias genéricas.

Cuadro N° 1: Calificaciones obtenidas por los alumnos en el período en estudio

Metodología: Año:	Por Proyectos 2005	Tradicional 2006
N° Alumnos	9	11
Reprobados	0	0
Aprobados	9	11
Calificación Promedio	5,211	4,782
Desviación Estándar	0,556	0,494
Varianza	0,309	0,244
Nota mínima	4,7	4,0
Nota máxima	6,1	5,9
Moda	4,8	4,8

Al inicio del curso, los alumnos declararon estar un poco aprehensivos y con miedo respecto de la modalidad de enseñanza que enfrentarán y que es nueva para ellos. El estado de ánimo era alto para enfrentar el desafío que este curso les presenta.

Las dificultades que estimaron tendrían, son en su mayoría, la falta de conocimiento o experiencia en este tipo de cursos.

Al final del curso los alumnos declararon lo siguiente, respecto del desarrollo de competencias genéricas:

Respecto del Autoaprendizaje:

Los alumnos declaran que han desarrollado su capacidad de aprendizaje, pero al mismo tiempo declaran que esto se les hace difícil y requieren de una dedicación de mas tiempo al curso respecto de la enseñanza tradicional.

Respecto del trabajo en equipo:

Los alumnos declaran que prefieren trabajar en equipo y que se generó sinergia en el grupo. Un poco más de la mitad de los alumnos declaran no haber tenido conflictos entre sus miembros y que la mayor dificultad que tuvieron fue la de coordinar horarios para realizar el trabajo. Se dieron algunos casos en que compañeros que se “cuelgan” esto es, que no asumen en forma equitativa la tarea a realizar, que trabajan o aportan menos que los otros, pero fueron resueltos por los propios equipos a lo largo del semestre.

Adaptación y Apertura: Los alumnos valoraron la experiencia obtenida en un entorno “real”. Hubo algunos resultados inesperados:

- Un alumno que trabajaba, además de estudiar, y que participó en el proyecto de ampliación de una panadería, declaró que subió de posición o cargo en la empresa constructora donde se desempeñaba como ayudante, al demostrar que dominaba el software MS Project y que estaba capacitado para mantener un control efectivo sobre los proyectos de la empresa.
- El equipo que desarrolló el proyecto de una planta purificadora de agua, llevó a cabo la construcción y posterior operación de la planta que diseñaron. Esto con el apoyo financiero de uno de los padres. Cabe destacar que en Arica, sede de la Universidad de Tarapacá se encuentra en medio del desierto de Atacama y la calidad del agua es baja debido al alto contenido de sales. El negocio consistió en desalinizar el agua que suministra la empresa de agua potable local, mediante el proceso de osmosis inversa, envasándola en bidones y distribuyéndola en la ciudad.

Respecto del uso de MS Project:

Ninguno de los alumnos tenían experiencia en el uso de este programa, sin embargo declararon no haber tenido dificultad en aprenderlo y en su utilización.

El paso siguiente en esta investigación es impartir este curso en forma virtual, ya que esta metodología se presta para ello.