

## Hacia un Capstone Project exitoso

## Toward a Capstone successful project

Silvia Espinoza <sup>I</sup>, Benjamín Arostegui <sup>II</sup>

TECSUP, Instituto Tecnológico Superior Lima, Perú

<sup>I</sup> Correo electrónico: [sespinoza@tecsup.edu.pe](mailto:sespinoza@tecsup.edu.pe)

TECSUP, Instituto Tecnológico Superior Lima, Perú

<sup>II</sup> Correo electrónico: [barostegui@tecsup.edu.pe](mailto:barostegui@tecsup.edu.pe)

Recibido: 30 de noviembre de 2016

Aceptado: 19 de enero de 2017

### Resumen:

El Capstone Project es un trabajo de innovación desarrollado por los estudiantes de la carrera de Mantenimiento de Maquinaria Pesada del Instituto Tecnológico Tecsup en Lima, Perú, el cual integra conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas durante el proceso educativo. Este proyecto de innovación tiene como objetivo el de preparar de manera exitosa, pero de manera gradual, a los estudiantes para realizar dicho trabajo, el cual debe mostrar el dominio de la Ingeniería Aplicada y de las habilidades personales definidas en los Resultados del programa de formación.

Los objetivos fueron: integrar los diversos cursos que se dictan a lo largo del semestre académico desde el 3er. ciclo hasta el 6to. desarrollando proyectos innovadores y creativos que reflejen la aplicación de sus conocimientos; e incentivar el trabajo conjunto entre profesores y estudiantes para plantear soluciones innovadoras y creativas a problemáticas propias de su carrera.

### Abstract:

The information and communications technology favor universal access to education, equality in the exercise of teaching, learning quality and professional development of people and among them are introductory courses in computer science, these are very valuable resources for students from various disciplines. While often the end products of the students observed to judge their competence and not an analysis of how learning, which is the

programming process occurs is made, probably due to the difficulty of the track development programming skills of a student. This paper proposes a recommendation system Learning Objects for improved problem-solving skills of novice programmers.

Palabras clave

Sistema de recomendación, E-learning, Machine Learning, Adaptive eLearning.

Key Words

Systems of recommendation, E-learning, Machine Learning, Adaptive eLearning.

Licencia Creative Commons



## Introducción

El presente trabajo relata un exitoso proceso que se realizó en el departamento de Equipo pesado de Tecsup, Instituto Tecnológico Superior de Lima, Perú; para generar producción en investigación entre sus estudiantes y docentes durante 2 años. El Capstone Project es un trabajo de investigación desarrollado por los estudiantes, los cuales integran conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas durante el proceso educativo. Este proyecto que se presenta en 5to. y 6to. ciclo de la carrera, debe mostrar el dominio de manejo de información y de las habilidades personales de búsqueda de información. Esta implementación relata cómo, de manera exitosa, se fue gradualmente introduciendo este concepto entre los estudiantes desde el 3er. ciclo, el impacto en los docentes y el compromiso de la institución.

## Materiales y métodos

Como métodos teóricos fundamentales se utilizaron: el analítico-sintético, que permitió estudiar el objeto en sus componentes de modo individual y en su interrelación; el inductivo-deductivo, que posibilitó establecer las relaciones entre lo particular y lo general.

Como método empírico se aplicó un experimento pedagógico, que permitió comprobar la efectividad de la propuesta en los resultados de los estudiantes objeto de la acción, asociados al cual se utilizaron: observaciones, revisión de documentación (informes, documentos normativos, y otros) (1).

## Resultados

La acreditadora ASIIN (Agencia Alemana que acredita Programas de Ingeniería) y EUR-ACE (Acreditadora Europea de Programas de Ingeniería), las cuales la reconocen como equivalente al Bachelor of Applied Engineering, en el año 2011 (2) visitaron las instalaciones de la casa de estudios y presentaron una primera evaluación.

En el informe final ASIIN (2) presenta la evaluación a la carrera de Mantenimiento de Maquinaria Pesada–Tecsup e informa lo que a continuación se presenta.

1. Menos del 15% de los titulados no han realizado tesis.
2. Los estudiantes carecen de estrategias para desarrollar su capacidad de investigación, en cuanto a generación de conocimientos y aplicación de los ya existentes.
3. Las prácticas pre-profesionales supervisadas no presentan propuestas de mejora.

4. Las asignaturas del plan de estudios incorporan los resultados de la investigación realizada en la carrera profesional.
5. El plan de estudios no vincula totalmente los procesos de enseñanza aprendizaje con los procesos de investigación, extensión universitaria y proyección social.

Los alumnos de TECSUP en todas sus carreras en el 6to. ciclo realizan prácticas profesionales supervisadas con una meta concreta a realizar, la cual es implementar una propuesta de mejora en estos 4 meses en la empresa asignada. Al final de esta se presenta una evaluación del proceso las cuales consideran la opinión de la empresa y un informe sobre la innovación presentada.

En la carrera de Mantenimiento de Maquinaria Pesada se detectó un problema, los empresarios reportaron que en un 60% los practicantes no presentan propuestas de mejora viables, válidas ni profundas.

Frente a esta problemática se implementó un plan que iniciaba con un trabajo temprano con el estudiante, trabajo que se llamó proyecto integrador pues convergía con algunos cursos involucrados y cuya meta era preparar al estudiante en investigación e innovación como ejercicio permanente durante 2 años de su carrera.

### Marco teórico

El Capstone Project también se denomina proyecto final de carrera, es una tarea que combina varios cursos que sirve como experiencia académica e intelectual para los estudiantes que cursan su último año de programa o académico.

Capstone Project es un aprendizaje activo, es decir, cada persona tiene que aprender por sí misma (3).

Aunque es similar en algunos aspectos a una tesis universitaria, los proyectos de culminación de carrera pueden tomar una amplia variedad de formas, pero la mayoría son proyectos de investigación a largo plazo que culminan en un producto final, como presentación, o el rendimiento.

El proyecto es un modelo de innovación educativa basada en competencias y aptitudes; implica nuevos diseños de los cursos y objetivos de aprendizaje, que afecta tanto a la metodología como a la evaluación de enseñanza-aprendizaje.

En este contexto, el concepto de 'aprendizaje permanente' emerge (4), (5), (6); el concepto se entiende como toda actividad de aprendizaje realizada a lo largo del proceso enseñanza-aprendizaje con el objetivo de mejorar los conocimientos, competencias y aptitudes en virtud de un personal, cívica, social o laboral.

Existe la necesidad de incluir las competencias generales y específicas de cualificación para la educación superior. En un número de disciplinas, no sólo las competencias técnicas necesarias para cierta solución de problemas requieren

una visión global para ser capaz de combinar y administrar todos los recursos necesarios para transformar una idea en realidad.

En definitiva, este nuevo enfoque de la educación superior requiere que las instituciones superiores comiencen con los cambios metodológicos, con enfoques orientados hacia la evaluación de competencias. La consolidación de aprendizaje basado en proyectos, menciona Cazor, es un cambio metodológico en el que el aprendizaje y la evaluación se orienta hacia las competencias relevantes para el campo de la Gestión de Proyectos (7), (8) .

Un Capstone Project es un trabajo de innovación desarrollado por los estudiantes, integra conocimientos, habilidades y actitudes adquiridas durante el proceso educativo.

Este proyecto debe mostrar el dominio de la ingeniería aplicada y de las habilidades personales definidas en los Resultados del programa de formación.

Las características del trabajo son:

- ✓ Presenta una solución a un problema real o como respuesta a una necesidad.
- ✓ El resultado debe ser de utilidad y factible.
- ✓ Consolida el aprendizaje activo que incluye ensayos, simulación, modelamiento o desarrollo de prototipos.
- ✓ Es un trabajo en equipo: máximo 3 estudiantes.
- ✓ Promueve la creatividad.

Los Capstone Projects están generalmente diseñados para animar a los estudiantes a pensar críticamente, resolver problemas difíciles, y desarrollar habilidades como la comunicación oral, hablar en público, habilidades de investigación, la comunicación oral y escrita, el trabajo en equipo, la planificación, la autonomía, es decir, habilidades que les permita ayudarlos a prepararse para el mundo laboral, la resolución de problemas.

En la mayoría de los casos, los proyectos también son interdisciplinarios, en el sentido de que requieren que los estudiantes apliquen los conocimientos o investiguen temas a través de muchas áreas diferentes o dominios de conocimiento (1).

Capstone Project también tiende a alentar a los estudiantes a conectar sus proyectos para asuntos de la comunidad, y para integrar fuera de la institución educativa las experiencias de aprendizaje, incluyendo las actividades, observaciones científicas, o pasantías.

## Descripción de la innovación

El trabajo se inició enmarcando los objetivos de la implementación, las cuales se separaron en tres dimensiones; estudiantes, docentes e institución.

### Estudiantes

1. Aplicar su aprendizaje a través del proyecto, demostrarán de manera integral el desarrollo de las capacidades en el semestre en curso.
2. Preparar a los estudiantes para el liderazgo en un mundo global siendo esta una experiencia profesionalizadora.
3. Perfeccionar y refinar las habilidades de liderazgo y demostrar su competencia profesional.
4. Permitir a los estudiantes ampliar su experiencia académica de liderazgo en las áreas de interés personal.
5. Demostrar la capacidad del estudiante para trabajar de forma independiente y realizar proyectos.

### Docentes

1. Identificar en cada curso asociado al proyecto uno o más resultados del aprendizaje mediante la implementación del mismo.
2. Poner en práctica un nuevo enfoque de la enseñanza o el concepto en sus clases.
3. Actualizar sus experiencias en empresas a lo largo del proceso de implementación.

### Institución

1. Cumplir con el perfil de egresado propuesto para la carrera de Mantenimiento de Maquinaria Pesada.
2. Mantener la relación estrecha y de confianza con la empresa privada entregándoles profesionales formados para resolver problemas de mantenimiento y de gestión y capaces de incrementar la disponibilidad y maximizar la vida útil de la maquinaria, a fin de reducir sustancialmente los costos operativos.

### Proceso de implementación de la innovación

La propuesta de implementar los proyectos integradores como complemento al logro de competencias de la carrera profesional, se inicia con el diseño de la estructura de proyectos y se determinan los procesos que lo conforman. A continuación se enumeran dichos procesos.

1. Establecer las líneas de carrera sobre la base del análisis de la malla curricular.
2. Análisis de los cursos que pueden aportar a la realización de un proyecto integrador para cada ciclo académico.
3. Designación de los temas de proyecto y/o alcances para desarrollar el mismo.
4. Definir los medios que darán soporte para la ejecución de proyectos.
5. Establecer un cronograma para la entrega de avances y presentación del proyecto.
6. Diseñar el sistema de evaluación del proyecto en 3 etapas: monografía, sustentación, evidencia física.
7. Establecer el vínculo de la evaluación del proyecto en la calificación de los cursos involucrados.
8. Designar el asesor y el cronograma de asesoría para la medición de avances
9. Medir el avance y dar soporte a las dificultades que se presenten en el desarrollo del proyecto, mediante el coordinador de proyecto.
10. Presentación y evaluación de resultados de proyectos en la reunión semestral de asesores.

#### Resultados obtenidos

Para nosotros los resultados han sido tanto cuantitativos como cualitativos, dado que la evolución del nivel de proyectos ha sido positiva y eso se refleja en sus calificaciones, cualitativamente los alumnos han consolidado sus conocimientos y lo más importante es que han podido fusionar e interactuar los cursos para lograr los objetivos trazados.

A continuación se presentan los resultados, sobre la base de la calificación que obtuvieron los alumnos en sus proyectos desde la primera experiencia de hacer un proyecto en el período 2013-I hasta el 2014-II.

En la figura 1, se muestra la calificación que obtuvieron los proyectos en cada ciclo académico, bajo nuestro enfoque consideramos un buen proyecto si obtuvo una calificación a partir de 12 (en Perú la calificación es vigesimal), y notamos que el tercer, cuarto y quinto ciclo tuvieron una baja calificación a diferencia del sexto ciclo con lo que valoramos dos aspectos importantes:

- Primero, los alumnos de sexto tuvieron más horas de clases prácticas;
- Segundo su mayor recorrido en los cursos de la carrera les dio mejor panorama para plantear el desarrollo de su proyecto, lo que no tuvieron los alumnos de ciclos anteriores.

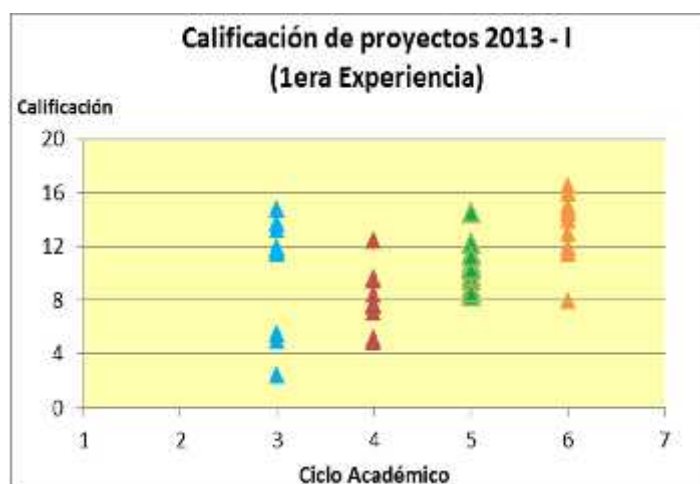


Figura. 1. Resultados de proyectos 2013. Fuente Propia

En la figura 2, vemos un mejor desempeño de los proyectos en todos los ciclos, para lo cual se incidió en optimizar la asesoría aumentando las horas y controlar los avances del proyecto, sin embargo, existe una cantidad significativa de proyectos que no alcanzan el nivel esperado.

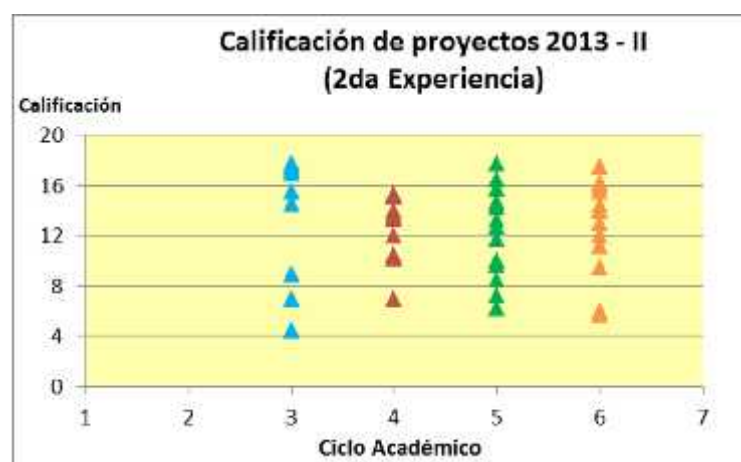


Figura. 2. Resultados de proyectos 2013-II. Fuente Propia

En la figura 3, se muestra un excelente resultado en los proyectos del tercer y cuarto ciclo pero en quinto no ocurrió lo mismo y esto es un reflejo de que varios alumnos arrastraban curso desaprobados de ciclos pasados, causando una desatención al desarrollo del proyecto.





Figura 3. Resultados de proyectos 2014 – I. Fuente propia

En la figura 4 vemos un resultado uniforme, considerando que en todos los ciclos académicos hubo un buen desempeño y solo unos pocos no alcanzaron el nivel esperado.



Figura 4. Resultados de proyectos 2014-II. Fuente propia

La tabla 1 es el resumen de los resultados de proyectos que alcanzaron un nivel satisfactorio, asimismo, en ella se puede observar la evolución positiva de los proyectos, considerando el sexto ciclo como el nivel máximo en el desarrollo de proyectos.

Se resalta en colores, el desempeño de los alumnos en el desarrollo de sus proyectos en cada ciclo hasta llegar al sexto ciclo, y en los 3 casos (rojo, verde y naranja) se muestra una mejoría notable en sus proyectos.

Tabla 1. Indicador de proyectos exitosos. Fuente Propia

INDICADOR DE PROYECTOS ÉXITOSOS				
CICLO	Periodo de ejecución de proyectos			
	2013 - I	2013 - II	2014 - I	2014 - II
TERCERO	75%	70%	94%	91%
CUARTO	10%	67%	100%	100%
QUINTO	29%	62%	69%	85%
SEXTO	92%	71%	80%	87%

Asimismo, en cada semestre que se aplicaron los proyectos, se muestra una notable mejoría en el desempeño de proyectos de todos los ciclos, empezando en el 2013-I solo con un 50% y hasta el cierre de este análisis en el 2014-II se obtuvo un 90% de proyectos exitosos.

Si se habla del sexto ciclo, al cual se considera como el producto final, el 82% hizo un proyecto exitoso, pudiendo usarlo para obtener el título profesional a nombre de la nación.

## Conclusiones

Con este proyecto de innovación se pretende que los estudiantes estén preparados de manera exitosa, pero de manera gradual, al realizar un Capstone Project, el cual debe mostrar el dominio de la ingeniería aplicada y de las habilidades personales definidas en los Resultados del programa de formación.

Se llegaron a integrar los diversos cursos que se dictan a lo largo del semestre académico desde el 3er. ciclo hasta el 6to. desarrollando proyectos innovadores y creativos que reflejen la aplicación de sus conocimientos.

Por otra parte, se logró incentivar el trabajo conjunto entre profesores y estudiantes para plantear soluciones innovadoras y creativas a problemáticas propias de su carrera.

A continuación, se resumen los resultados finales que se obtuvieron de esta investigación.

- Más del 80 % de alumnos ha realizado un proyecto exitoso en el sexto ciclo, donde el 70% de ellos logro obtener el título profesional.
- Antes de realizar la experiencia de proyectos, solo el 10% hacia un proyecto para obtener el título profesional después de 2 años o más años de haberse graduado en la carrera. Ahora el 70 % obtiene el título profesional al culminar el sexto ciclo.
- La realización de proyectos es dinámica y los procedimientos y estructura de proyectos van cambiando en función de las necesidades o problemáticas en los equipos, sistemas y organizaciones involucrados a la profesión de mantenimiento de maquinaria pesada.

## Referencias bibliográficas

1. Hernández S. Metodología de la investigación. México: Editorial McGraw Hill; 2010.
2. Agencia Alemana que acredita Programas de Ingeniería, Acreditadora Europea de Programas de Ingeniería. Bachelor of Applied Engineering. ASIIN. EUR-ACE; 2011.
3. Stern D, Huber GL. Self-regulated learning by individual students. Active learning for students and teachers. Paris: OCDE. Peter Lang; 1997. p. 137-58.
4. Comisión de las Comunidades Europeas. Memorándum sobre el aprendizaje permanente. Bruselas: Unión Europea; 2000.
5. Comisión de las Comunidades Europeas. Comunicación de la Comisión. Hacer realidad un espacio europeo del aprendizaje permanente. Bruselas: Unión Europea; 2001. p. 45.
6. Comisión de las Comunidades Europeas. Propuesta de recomendación del Parlamento Europeo y del consejo sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. Bruselas: Unión Europea; 2005. p. 22.
7. Project Management Institute-PMI. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). 4 ed. Pennsylvania: Newtown Square; 2008. p. 103-312.
8. Cazorla A, I. DIR, Salvo M. Desarrollo rural: Modelos de planificación. Madrid: Mundi-presa; 2007.

## Autores:

Silvia Espinoza Suárez  
TECSUP, Instituto Tecnológico Superior Lima, Perú

Benjamín Arostegui Guillen  
TECSUP, Instituto Tecnológico Superior Lima, Perú