



# Innovaciones Educativas en Ingeniería 2018

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los  
aprendizajes en ingeniería*

**Actas Tercera Jornada de Educación en Ingeniería**

Facultad de Ingeniería  
Universidad de Concepción  
Septiembre de 2018

# Innovaciones Educativas en Ingeniería 2018

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

## Editado por:

Marcela Varas Contreras  
Directora Unidad de Educación en Ingeniería  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de Concepción

## Autores:

Alcides Quispe Sanca  
Andrés Fernández Barrera  
Camila Cárdenas Moreno  
Cristian Cuevas Vega  
Cristián Eichin Molina  
Cristian Rusu  
Daniel Gálvez Manríquez  
Daniela Quiñones Otey  
Diego Rivera Martínez  
Ernesto González Romo  
Fabiola Martínez Díaz  
Federico Botella Beviá  
Felipe Osorio Salgado  
Francisco Guerrero Flores  
Frank Tinapp Dautzenberg  
Gonzalo Montalva Alvarado  
Irene Martínez Basterrechea  
Javier Vidal Valenzuela

Jorge Maluenda Albornoz  
José Miguel Garrido Miranda  
José Vargas Baecheler  
Juan Lira Munizaga  
Luis López Quijada  
Marcela Varas Contreras  
Marcela Zúñiga Sepúlveda  
Mario Valenzuela Oportus  
Mauricio Pradena Miquel  
Patricio Cendoya Hernández  
Pedro Lledó Aninat  
Peter Dechent Anglada  
Rodrigo Arriagada Chinchón  
Rodrigo Pardo Castillo  
Valentina Beratto Figueroa  
Virginica Rusu  
Wladimir Valenzuela Fuentealba

## Edición Gráfica

Juan Lira Munizaga  
Unidad de Educación en Ingeniería  
Universidad de Concepción

## Comité Editorial

Jorge Maluenda Albornoz  
Juan Lira Munizaga  
Marcela Varas Contreras  
Marcela Zúñiga Sepúlveda  
Valentina Beratto Figueroa

ISBN 978-956-227-442-5  
Editorial Universidad de Concepción

Septiembre 2018

# Innovaciones Educativas en Ingeniería 2018

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

## Presentación

Durante los años 2016 y 2017, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción, a través de la Unidad de Educación en Ingeniería, realizó dos Jornadas de Educación en Ingeniería. Estas jornadas tenían por objetivo que los profesores de la Facultad compartieran con la comunidad universitaria las innovaciones en metodologías de enseñanza-aprendizaje y evaluación aplicadas en sus clases.

Como Unidad de Educación en Ingeniería, creemos que el compartir experiencias educativas juega un rol fundamental para el desarrollo de nuevas estrategias e innovaciones que contribuyan a formar ingenieros integrales, preparados para los desafíos del mundo laboral.

Las experiencias educativas de estas jornadas se han sistematizado en las actas de las Jornadas de Educación en Ingeniería, documentos que esperamos puedan contribuir en la formación permanente de los docentes.

En el esfuerzo por difundir el aprendizaje desarrollado por docentes en sus procesos de innovación, para la tercera versión de la Jornada se incorporó a la Universidad de Santiago de Chile y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, instituciones que junto a la Universidad de Concepción trabajan en consorcio como parte del programa Ingeniería 2030. Este instrumento CORFO está destinado a financiar programas de ingeniería de universidades chilenas para el diseño, elaboración y seguimiento de planes estratégicos destinados a alcanzar estándares internacionales en la formación de ingenieras e ingenieros.

La incorporación del consorcio sin duda brinda una riqueza de experiencias sin precedentes para este tipo de actividad y ha permitido expandir el conocimiento fuera de la universidad, fomentando la colaboración entre las instituciones de educación superior para el mejoramiento en la educación en ingeniería.

El presente documento representa la sistematización de algunos de los trabajos presentados para la tercera Jornada de Educación en Ingeniería. Esperamos que a partir de este, docentes e investigadores puedan obtener ideas, soluciones y aprendizajes sobre cómo impactar positivamente en el aprendizaje de sus estudiantes, y sobre todo que se motiven a hacer mejoras en sus metodologías de enseñanza-aprendizaje y evaluación que fomenten el aumento en la calidad de la educación que brindan.



**Marcela Varas Contreras**

Directora Unidad de Educación en Ingeniería  
Académica Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción

# Innovaciones Educativas en Ingeniería 2018

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

## Índice

### Resúmenes Experiencias

APLICACIÓN DE CLASES INVERTIDAS Y APRENDIZAJE BASADO EN EQUIPOS EN CURSOS DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN. Javier Vidal, Universidad de Concepción .....6

APLICANDO LA METODOLOGÍA FLIPPED CLASSROOM EN CURSOS DE FORMACIÓN FUNDAMENTAL: UNA EXPERIENCIA EN INGENIERÍA. Rodrigo Arriagada, Cristián Eichin y Camila Cárdenas, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso .....17

ELABORACIÓN Y USO DE UN LABORATORIO VIRTUAL SOBRE PROCESOS DE FERMENTACIÓN. Ernesto González, Irene Martínez, Fabiola Martínez, José Miguel Garrido, Francisco Guerrero y Felipe Osorio, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.....23

CUSTOMER EXPERIENCE: DISEÑANDO Y EVALUANDO LA EXPERIENCIA DEL CONSUMIDOR. Daniela Quiñones, Cristian Rusu, Virginia Rusu y Federico Botella, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.....29

RENOVANDO LA CLASE DE HIDROLOGÍA MEDIANTE EL APRENDIZAJE ACTIVO Y LAS TIC. Andrés Fernández y Luis López, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.....37

FOMENTANDO Y CONSOLIDANDO EL USO DE BUENAS PRÁCTICAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE A TRAVÉS DE LA PRÁCTICA DE INTEGRACIÓN CONTINUA. Alcides Quispe, Universidad de Santiago .....44

MEJORANDO LA DOCENCIA EXPERIMENTAL EN EL LABORATORIO DE HORMIGÓN DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL UDEC. Mauricio Pradena y Jorge Maluenda, Universidad de Concepción.....58

EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE DE INNOVACIÓN ABIERTA BASADO EN DESIGN THINKING Y MENTORING DE EQUIPOS MULTIDISCIPLINARIOS: EVALUACIÓN DE SU IMPACTO EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA. Daniel Gálvez, Cristian Cuevas, Rodrigo Pardo y Diego Rivera, Universidad de Santiago .....65

## Innovaciones Educativas en Ingeniería 2018

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

ARQUITECTURA CURRICULAR FLEXIBLE, ALINEADA AL MODELO EDUCATIVO UDEC Y AJUSTADA A ESTÁNDARES INTERNACIONALES DE CALIDAD PARA LAS CARRERAS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN. Marcela Varas y Marcela Zúñiga, Universidad de Concepción .....88

ASIGNATURA INTEGRADORA PRIMER AÑO: INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA. Marcela Varas, Valentina Beratto, Pedro Lledó, Jorge Maluenda, Gonzalo Montalva, Frank Tinapp, Wladimir Valenzuela, Javier Vidal y Marcela Zúñiga, Universidad de Concepción .....95

TRANSITANDO DESDE "PROJECT ORIENTED LEARNING" A "PROJECT-LED EDUCATION" EN INGENIERÍA CIVIL. Mauricio Pradena, Juan Lira, Patricio Cendoya, Mario Valenzuela, Peter Dechent y José Vargas, Universidad de Concepción.....99

### Resúmenes Experiencias

#### Aplicación de clases invertidas y aprendizaje basado en equipos en cursos de lenguajes de programación.

**Javier Vidal Valenzuela**

vidal.javier@gmail.com

Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación

Universidad de Concepción

---

#### **Asignatura y Carrera**

Lenguajes de Programación para las carreras Ingeniería Civil Industrial, Ingeniería Civil Matemática e Ingeniería Estadística.

#### **Palabras clave**

Aprendizaje activo, Clases invertidas (CI), Aprendizaje basado en equipos (ABE), Lenguajes de programación.

#### **INTRODUCCIÓN**

La gran mayoría de los estudiantes de nuestra universidad pertenecen a la llamada Generación Post-Millennials. Esta generación se caracteriza por el amplio uso que sus miembros le dan a Internet, a las tecnologías y a la interacción en las RRSS (Reed, 2017). Con este escenario, sumado a la alta disponibilidad de recursos de conocimiento es claro que la enseñanza se debe dirigir a desarrollar otras competencias, unas que van más allá de la mera adquisición de conocimiento: aprendizaje autónomo, habilidades de trabajo en equipos y de comunicación (para compensar el comportamiento centrado en el uso de las RRSS), pensamiento crítico para discriminar lo que saben y sus creencias con el fin de aplicarlas a nuevas situaciones. Como consecuencia lógica, la enseñanza requiere de nuevas estrategias las cuales, como valor agregado, pueden usar la tecnología. Entre los métodos que promueven las habilidades de aprendizaje autónomo y de pensamiento crítico se encuentra las CI (Kachka, 2012a, Kachka, 2012b, DeRuisseau, 2016) mientras que el método de ABE promueve las habilidades de comunicación y el trabajo en equipos.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

## OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Con la experiencia realizada se espera concluir que los resultados exitosos logrados por la aplicación de las clases invertidas y aprendizaje basado en equipos logrado en cursos de carrera del área de la salud son replicables en el área de la ingeniería, particularmente para la enseñanza de programación de computadores.

### **Objetivo General:**

Aplicar CI y ABE en 2 asignaturas de Ingeniería y, a partir de la experiencia, definir algunas recomendaciones para replicar la metodología a otros cursos.

### **Objetivos Específicos:**

- Realizar un estudio del estado del arte y experiencias sobre CI y ABE.
- Establecer herramientas mínimas necesarias para implementar CI y ABE.
- Establecer una estrategia para poner en práctica los métodos de CI y el ABP en los cursos Lenguajes de Programación y Arquitectura de Computadores.
- Producción de material para aplicar CI y ABP en los cursos Lenguajes de Programación y Arquitectura de Computadores.
- Aplicar CI, ABE y ABP a los cursos Lenguajes de Programación y Arquitectura de Computadores.
- Evaluar el uso de CI, ABE y ABP en cada curso y el resultado general, a corto y mediano plazo.

## MÉTODOS Y MATERIALES

El método de CI consiste en invertir la función tradicional de las clases en el aula y el rol de las actividades realizadas por el estudiante durante el tiempo fuera de ellas. Fuera del aula el alumno dispondrá del material, en distintos formatos, para su revisión. Las sesiones en el aula se dedicarán a resolver consultas, aplicar el conocimiento para la resolución de problemas en un proceso de aprendizaje más activo y profundo (Sharma, Lau, Doherty y Harbutt, 2015) apoyado por el académico.

El método de ABE consiste en promover la colaboración entre alumnos mediante la discusión grupal sobre los temas de estudio en clases y en equipos con número limitado de integrantes (Rivera, Muñoz, Delgado y Barraza, 2015). Eric Mazur, es uno de los pioneros en este método al que llamó instrucción por pares (Mazur, 1997).

Existen reportes en la literatura especializada que describe algunas experiencias exitosas en las que se combinan los métodos de CI y ABE (Della Ratta, 2015, Remington, 2016).

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

## Desarrollo

La experiencia reportada en este trabajo se ha aplicado a las asignaturas Lenguajes de Programación y Arquitectura de Computadores en la Universidad de Concepción. La primera es una asignatura masiva que se dicta durante el primer semestre de cada año para un total aproximado de 190 alumnos de 3 carreras - Ingeniería Civil Industrial, Ingeniería Civil Matemática e Ingeniería Estadística -, distribuidos en tres secciones. Cada sección del curso recibe 3 horas de docencia teórica y 3 de laboratorios, es decir, si la parte teórica del curso la realiza sólo un docente para todas las secciones y en la forma convencional, este debe repetir tres veces durante 9 horas el mismo contenido, siendo esta una de las razones para innovar en su metodología. El caso del curso Arquitectura de Computadores es totalmente opuesto, se trata de una asignatura de segundo semestre con una inscripción promedio de 30 alumnos, todos de la carrera Ingeniería Civil Informática, esta se extiende semanalmente por 3 horas teóricas y 2 de prácticas o laboratorios. Arquitectura de Computadores comparte profesor durante el segundo semestre con una sección de Lenguajes de Programación, la cual se ofrece para alumnos reprobados en el primer semestre y para estudiantes que mantienen situaciones pendientes con cursos de primer año y que desean, y pueden, adelantar asignaturas de sus respectivas mallas curriculares. Estas dos asignaturas declaran entre sus resultados de aprendizaje "el manejo de los sistemas computacionales para la resolución de problemas mediante un lenguaje de programación", lo que significa básicamente que los cursos están diseñados para la enseñanza de la programación.

El proyecto se inició con trabajo adelantado, pues el curso Lenguajes de Programación ya se realizaba usando clases invertidas, básicamente para evitar replicar las mismas clases varias veces en cada semana de duración del semestre. Para el propósito ya se había preparado material en vídeo para tres temas del curso:

- Estructura del Computador ([https://youtu.be/\\_w4xdc7nlzs](https://youtu.be/_w4xdc7nlzs))
- Algoritmos ([https://youtu.be/oV\\_DPqE2qpQ](https://youtu.be/oV_DPqE2qpQ))
- Programación en C básica (<https://youtu.be/Vg1fNbkVpHU>)

Existía además un "Apunte sobre Algoritmos y Programación Básica".

Para compartir este material se había usado Facebook, aunque los videos se encontraban alojados en YouTube para hacer analítica de las visitas realizadas por los estudiantes.

Para la confección del material se habían usado versiones demo o libres de algunas de las aplicaciones para editar animaciones y videos. Además, más de la

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

mitad de las sesiones teóricas de clases de la asignatura se habían realizado usando el método de aprendizaje basado en equipos.

### Herramientas y preparación del material

Para la preparación del material se consideraron varias aplicaciones: editores de animaciones, editores de video, procesadores de audio, plataformas, etc. Entre los criterios para seleccionar éstas se tomó en cuenta su costo, la funcionalidad ofrecida, la facilidad para utilizarlo, la posibilidad de exportar sus resultados, etc. La Tabla 1 resume las aplicaciones que se probaron y en negrita aparecen destacadas las que se usan actualmente para la confección del material.

<b>Editores de Animaciones</b>	<b>Editores de Video</b>	<b>Editores de Audio</b>	<b>Plataforma</b>
<b>GoAnimate</b>	Adobe Premiere	<b>Audacity</b>	Moodle
<b>RawShorts</b>	Windows Media Maker		Google Scholar
<b>VideoScribe</b>	<b>Filmora Wonderland</b>		<b>INFODA</b>
<b>PowToon</b>	Debut		<b>Youtube</b>
<b>Powerpoint</b>			<b>Dropbox</b>
			EDPuzzle

Tabla 1. Herramientas evaluadas y seleccionadas para la preparación del material de clases

La inversión de las clases no funciona cuando el trabajo fuera del aula (en cualquiera de las formas) es demasiado largo o simplemente es un reemplazo de la enseñanza del profesor. Por el contrario, las presentaciones resultan más eficaces cuando se entrega parcializada en trozos pequeños y en la forma más breve posible. Por ejemplo, si el medio seleccionado para la entrega de material es el video se sugiere que su extensión no exceda de 10 minutos. Por otro lado, un video generado con la cámara apuntando al profesor, en el que este habla por 10 minutos normalmente no funcionará bien. Por otro lado, es importante que se utilice múltiples medios para producir el material, ya que los estudiantes también poseen o desarrollan distintos estilos de aprendizaje, por lo que con esta estrategia nos aseguraremos de llegar a más estudiantes con el contenido de la asignatura. En definitiva, las mencionadas y muchas otras recomendaciones (Moffet, 2012) fueron consideradas para aplicar este método al curso.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

## Desarrollo de las Clases

Considerando que el proceso de clases se inicia con la entrega del material hasta la evaluación de los contenidos, el siguiente diagrama resume las etapas del desarrollo de una clase:



La publicación del material es responsabilidad del académico a cargo de la asignatura. Se mantuvo la plataforma Youtube, que permite llevar una breve analítica de las visitas al material publicado, aunque se reconoce que hay otras plataformas ad-hoc para el propósito, como EDPuzzle.

La visualización es responsabilidad de los estudiantes, lo realizan fuera de la clase presencial y como evidencia para la actividad de evaluación, la cual debe dar cuenta del resultado de la visualización, se les solicito la entrega de los apuntes personales enviados vía Dropbox.

Lo que sigue ocurre en la sala de clases, durante las sesiones presenciales. El alumno/a recibe la respuesta a sus consultas y dudas, luego el profesor entrega los enunciados de los problemas que

serán resueltos, se conforman los equipos de trabajo que al final de las sesiones van entregando sus resultados. El profesor despliega los resultados, dos o más por cada problema en el enunciado, explica los detalles de las soluciones planteadas al resto del curso y entrega como ejemplo o referencia estas soluciones.

La actividad de reflexión realizada por el estudiante puede consistir en el desarrollo de un mapa conceptual, tomar notas de lo que reconoce saber y lo que aún no tiene claro, completar una ficha, etc.

La actividad evaluativa, de momento sigue siendo la realización de un proyecto semestral realizado en equipos, lo cual es consistente con el resto de la estrategia descrita en este artículo. Individualmente, el desempeño de los estudiantes se sigue midiendo mediante la realización de un certamen.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### RESULTADOS

#### Preparación de los cursos

Antes de iniciar el curso se realizó una medición del compromiso académico a los alumnos de la carrera Ingeniería Civil Industrial que serían parte de esta experiencia metodológica. EL compromiso académico es un constructo tri-factorial conformado por vigor, absorción y dedicación (Parra y Pérez, 2010). El vigor se manifiesta por una gran voluntad de dedicar el esfuerzo al trabajo y la persistencia ante las dificultades. La dedicación se refiere a estar fuertemente involucrado en el trabajo y experimentar una sensación de entusiasmo, inspiración, orgullo, reto y significado. La absorción implica estar totalmente concentrado y felizmente inmerso en el trabajo, de tal manera que el tiempo pasa rápidamente y se experimenta desagrado por tener que dejar el trabajo. En la teoría de la psicología, de la medición del compromiso académico se puede obtener la predisposición de los alumnos a enfrentar este cambio en la metodología del curso. Aunque el estudio no fue concluyente y aún resta por aplicar el instrumento al final del curso, los resultados parciales en la Figura 1, no muestran un rechazo del grupo a los cambios metodológicos.

Compromiso académico exhibido por el estudiante

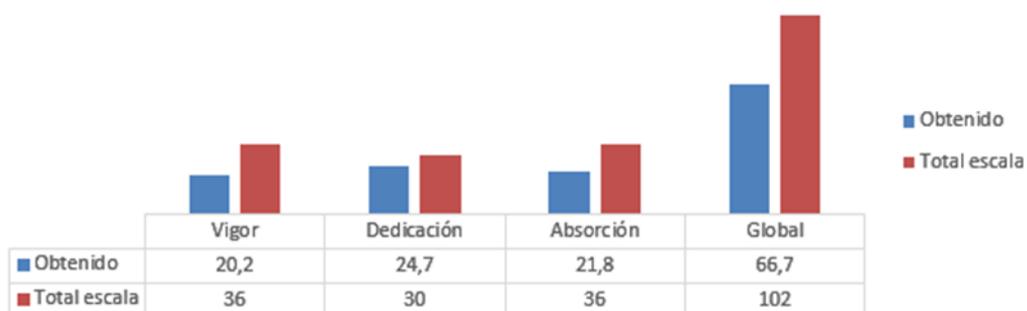


Figura 1. Resultados de encuesta para medir compromiso académico de los estudiantes

#### Encuesta de Satisfacción Intermedia

En abril del presente año, como parte de la realización del proyecto, se realizó una encuesta para medir el grado de satisfacción de los estudiantes con los cambios metodológicos. Entre otros, se evaluaron la calidad del material entregado y la aceptación del cambio metodológico en sala. La cantidad respuestas a la encuesta fueron 59 de un total de 192 alumnos lo que representa un 30,7% del universo de estudiantes. Los resultados obtenidos son los siguientes:

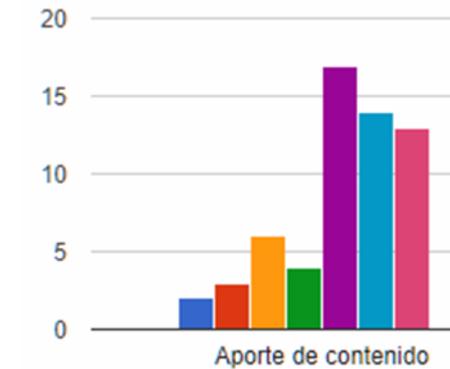
## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

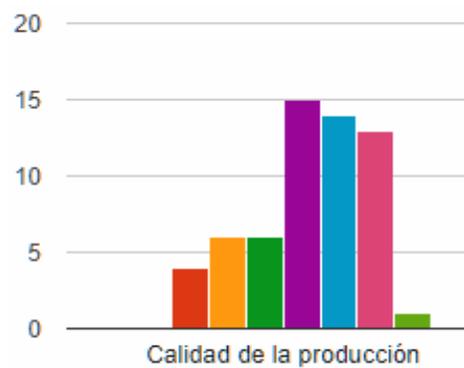
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

La calidad del contenido, que se ha medido en términos de 5 subaspectos evaluados con nota de 1 a 7. Los resultados fueron:

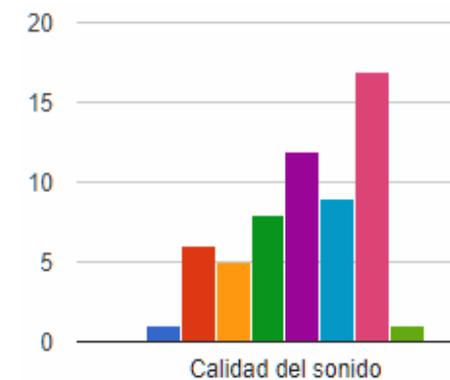
1) El aporte de los contenidos para el cual se ha obtenido una nota promedio de 5,1.



2) La calidad de producción de los vídeos, que ha obtenido una nota promedio de 5,2.



3) La calidad del sonido de los vídeos, que ha obtenido una nota promedio de 5,1.

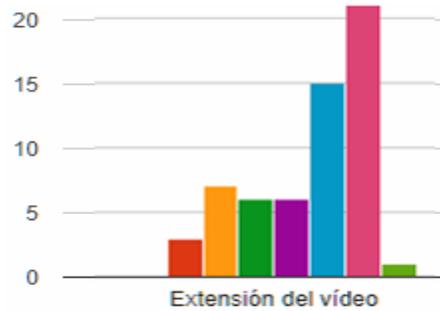


4) La extensión de los vídeos, que ha obtenido una nota promedio de 5,5.

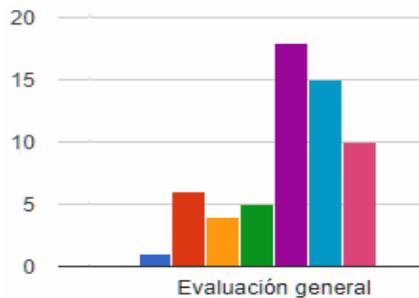
## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción



5) Una evaluación general que ha dado un promedio de 5,0 puntos.



En una sección general de comentarios, los estudiantes hicieron variados alcances sobre la calidad del material, dentro de los que destacan por ser recurrentes:

- “Que se agregue material complementario”
- “Que se agregue pausas para poder realizar un seguimiento al contenido”
- “Que la música interfiere con el audio del relato”

Sobre el desarrollo de las clases y laboratorios, basados en la aplicación de ABE y ABP, se midieron 4 subaspectos evaluados con una escala de Likert de 5 niveles (nunca, casi nunca, a veces, casi siempre y siempre). Los resultados fueron:

- Frente a la pregunta “siento que la clase me aporta” se obtuvieron: 1 – casi nunca, 14 – a veces, 26 – casi siempre y 18 – siempre.

- Frente a la pregunta “siento que aprovecho el tiempo” se obtuvieron: 5 – casi nunca, 20 – a veces, 24 – casi siempre y 9 – siempre. En esta pregunta hubo una omisión.

- Frente a la pregunta “mis compañeros en el grupo me aportan” se obtuvieron: 5 – casi nunca, 11 – a veces, 21 – casi siempre y 20 – siempre. En esta pregunta hubo dos omisiones.

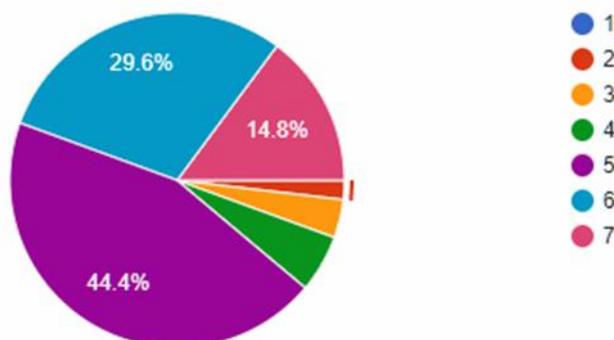
- Y, frente a la pregunta “preferiría las clases tradicionales” se obtuvieron: 8 – nunca, 18 – casi nunca, 17 – a veces, 7 – casi siempre y 6 – siempre. En esta pregunta hubo tres omisiones.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Por último, se solicitó una evaluación y comentarios de la metodología general integrada. La distribución de las notas se encuentra en el siguiente gráfico:



Como se puede ver, el 44,4% de los 54 estudiantes evalúan la estrategia general con un 5, y el 88,8% de los estudiantes, es decir, 48 estudiantes, ubican su evaluación entre las notas 5 y 7. De los comentarios se rescata que los mayores inconvenientes se producen en los laboratorios, lo cual en primera instancia puede deberse a la falta de coordinación del profesor con los ayudantes de la asignatura.

### CONCLUSIONES

Se ha logrado realizar una experiencia efectiva de clases invertidas y aprendizaje basado en equipos en dos cursos de la Facultad de Ingeniería. En el curso Lenguajes de Programación la experiencia ha sido más completa y se encuentra más acabada, fundamentalmente debido a que la asignatura se realiza en cada semestre del año académico lo que ha permitido experimentar de manera más continua.

Los análisis y evaluaciones realizados sugieren que este tipo de métodos son aceptados por los estudiantes, aunque se deben -en el futuro- hacer estudios del impacto al concluir las asignaturas y en el mediano y largo plazo, así como efectuar mediciones en aspectos de comportamiento y actitudinal en relación con el trabajo de equipos y el desarrollo de las habilidades de comunicación.

Finalmente, sobre el propósito del proyecto relacionado con establecer un sistema de recomendaciones para que en otros cursos se aplique la metodología, ya existen algunos resultados que tienen que ver con las herramientas disponibles, las estrategias para preparar el material y el desarrollo de las clases y su evaluación posterior.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### AGRADECIMIENTOS

Este proyecto cuenta con el financiamiento de la Vicedecanatura de la Facultad de Ingeniería a través de los Fondos de Innovación en Docencia.

### REFERENCIAS

- Della Ratta, C. D. (2015). Flipping the classroom with team-based learning in undergraduate nursing education. *Nurse Education*, 40(2), 71-74. doi: 10.1097/NNE.0000000000000112.
- Kachka P. (2012a). Understanding the flipped classroom: Part 1. *Faculty Focus*, Magna Publications. 23 October 2012. Recuperado de <https://www.facultyfocus.com/articles/blended-flipped-learning/understanding-the-flipped-classroom-part-1/>
- Kachka P. (2012b). Understanding the flipped classroom: Part 2. *Faculty Focus*, Magna Publications, 24 October 2012. Recuperado de <https://www.facultyfocus.com/articles/teaching-with-technology-articles/understanding-the-flipped-classroom-part-2/>
- DeRuisseau, L. R. (2016). The flipped classroom allows for more class time devoted to critical thinking. *Advances in Physiology Education*, 40(4), 522-528.
- Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Moffet, J. (2012) Twelve tips for "flipping" the classroom. *Medical Teacher*, 37(4), 331-336.
- Parra, P. & Pérez, C. (2010). Propiedades psicométricas de la escala de compromiso académico, UWES-S (versión abreviada), en estudiantes de psicología. *Revista de Educación en Ciencias de la Salud*, 7(2), 128-133.
- Reed, C. (2017, February). What makes "Y" tick. *Brand Strategy*.
- Remington, T. (2016). *Team-Based Learning as a Flipped Class in College of Pharmacy*. Center for Research on Learning and Teaching: University of Michigan. Recuperado de <http://www.crlt.umich.edu/team-based-learning-flipped-class-college-pharmacy>.
- Rivera, N., Muñoz, N., Delgado, M. & Barraza, R. (2015) Evaluación de la implementación de TBL (Team Based Learning) en asignaturas de pregrado del área de la salud en tres universidades chilenas. *Revista de Educación en Ciencias de la Salud*, 12 (2), 162-166.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

Sharma, N., Lau, C. S., Doherty, I & Harbutt, D. (2015). How we flipped the medical classroom. *Medical Teacher* 37(4), 327-330. doi: 10.3109/0142159X.2014.923821.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### Aplicando la metodología Flipped Classroom en cursos de formación fundamental: Una experiencia en ingeniería.

**Rodrigo Arriagada Chinchón**

rodrigo.arriagada@pucv.cl

Facultad Eclesiástica de Teología

**Cristián Eichin Molina**

cristian.eichin@pucv.cl

Facultad Eclesiástica de Teología

**Camila Cárdenas Moreno**

camicardenasmor@gmail.com

Facultad de Ingeniería

---

#### Asignatura y Carrera

Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Civil Industrial, Ingeniería Civil Química, Ingeniería Civil Bioquímica.

#### Palabras clave

Flipped Classroom, Aprendizaje Activo, Pensamiento Crítico, Competencias Transversales.

#### INTRODUCCIÓN

La implementación de metodologías innovadoras que promuevan un aprendizaje activo es aún inicial en carreras de ingeniería. Sin embargo, diversas investigaciones han demostrado que la implementación de nuevos modos de trabajar con los estudiantes, considerando sus necesidades particulares y personalizando el proceso de aprendizaje, favorece el aumento de su rendimiento académico, así como también de las tasas de retención estudiantil. Con el objetivo de favorecer el aprendizaje significativo de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso en torno al desarrollo de competencias del sello distintivo de la universidad, se propone el diseño de algunas sesiones de cursos de Formación Fundamental bajo la metodología *Flipped Classroom*. Como antecedente se encuentra que la aplicación de dicho modelo desde otras disciplinas ha redundado en resultados positivos, por lo cual se parte desde la exitosa evidencia empírica existente en relación a la aplicación de la metodología, dándole énfasis a las características particulares del estudiantado en pro de una formación profesional integral en ingeniería.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

- Los estudiantes del grupo experimental tendrán mayor competencia académica que los estudiantes del grupo control.
- Los estudiantes del grupo experimental tendrán un mejor desarrollo personal que los estudiantes del grupo control.
- Los estudiantes del grupo experimental tendrán un mejor manejo del área trascendente valórica que los estudiantes del grupo control.

Al completar la experiencia los estudiantes serán capaces de:

- 1) Reflexionar críticamente sobre problemáticas relacionadas con el desempeño de la profesión ingenieril.
- 2) Comunicarse efectivamente haciendo uso de argumentos válidos en sus discursos.
- 3) Trabajar interdisciplinariamente para dar respuesta a desafíos actuales en el ámbito de la ingeniería.

### MÉTODO

Para llevar a cabo la iniciativa se realizó en primer lugar la revisión del Syllabus de la asignatura para seleccionar los temas a “invertir” dentro de las dos últimas unidades. Los criterios para la selección de los temas a “invertir” fueron: a) mayor complejidad conceptual; b) mayor extensión temporal; c) mayor dominio cognitivo; y d) mayor número de competencias involucradas.

Como segundo paso se realizó el diseño de las sesiones a “invertir”. La planificación de las sesiones “invertidas” se llevó a cabo mediante la siguiente estructura:

- a) Preclase: instancia previa a la sesión presencial. Se desarrolló a partir de herramientas organizativas que permitieron a los estudiantes aproximarse al tema o contenido a trabajar en clase, para esto se utilizaron recursos audiovisuales (videos tutoriales que explicaron los conceptos claves de las respectivas unidades). Además los estudiantes debieron relacionar los conceptos vistos en el video y plasmarlos en un mapa mental.
- b) En clase: instancia en la que, mediante herramientas resolutivas que fomentaron el aprendizaje activo (Jigsaw Groups, Traffic Light y Debate en Aula), los estudiantes indagaron en mayor profundidad sobre el tema o contenido trabajado en el momento preclase.
- c) Postclase: instancia posterior a la sesión presencial. Se desarrolló a partir de herramientas metacognitivas que promovieron la reflexión, autoevaluación y retroalimentación de los contenidos aprendidos en las dos instancias anteriores.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Para esto, los estudiantes presentaron un ensayo, un póster y completaron una pauta de autoevaluación.

Como tercer paso se realizó el diseño de las pautas de trabajo y de los procedimientos de evaluación asociados a las diferentes instancias intervenidas. Para cada uno de los momentos en los que se estructura una "clase invertida" se elaboró una pauta de trabajo y un producto o entregable, por ejemplo, una tarea concreta en relación al recurso audiovisual.

Por último, se realizó la aplicación de las innovaciones implementadas en dos de los paralelos de la asignatura y se evaluó la implementación de las unidades "invertidas". El proceso de evaluación se llevó a cabo en dos ámbitos:

1. Idoneidad de la metodología aplicada en relación a las necesidades detectadas. Los criterios e indicadores de evaluación fueron:

- Pertinencia: medir la existencia de adecuación entre el diseño metodológico planteado y los objetivos de aprendizaje propuestos; y
- Satisfacción: medir el nivel de valoración positiva de los estudiantes hacia la metodología propuesta.

Se consideró que la metodología resultó idónea en la medida en que los estudiantes, mediante una escala de apreciación en formato Likert de cinco puntos, valoraron favorablemente diversos ítems relacionados con los siguientes indicadores:

- La metodología favoreció la activación de conocimientos previos.
- La metodología ayudó a una mejor asimilación de los temas abordados.
- La metodología permitió incorporar distintas herramientas para el aprendizaje.
- La metodología facilitó espacios para la reflexión sobre lo trabajado.

2. Efectividad de la implementación metodológica en términos de mejora en los aprendizajes. El principal criterio e indicador de evaluación fue:

- Eficacia: medir el grado en el que la metodología propuesta permitió adquirir las competencias o aprendizajes esperados.

### RESULTADOS

En el siguiente gráfico puede apreciarse el análisis comparativo entre los resultados relativos a los estadísticos descriptivos asociados al grupo experimental (N=52) y al grupo control (N=29). Para efectuar el análisis se han agrupados los diferentes ítems del cuestionario atendiendo a sus dimensiones correspondientes. Los resultados obtenidos indican cómo, en todas las dimensiones, los estudiantes del grupo experimental tienen promedios más elevados que los estudiantes del

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

grupo control. Si se aplica el estadístico ANOVA, puede observarse cómo las diferencias entre los promedios son significativas para las dimensiones de “desarrollo personal” ( $F=3,46$ ;  $\alpha=.010$ ), “trascendente valórica” ( $F=5,67$ ;  $\alpha=.009$ ), “competencia académica” ( $F=6,02$ ;  $\alpha=.009$ ) y “conocimientos previos” ( $F=3,07$ ;  $\alpha=.011$ ).

Atendiendo a los resultados, los estudiantes del grupo experimental presentan un mejor desarrollo personal, un mejor manejo del área trascendente valórica, mayores competencias académicas y trabajan más a partir de conocimientos previos que los estudiantes del grupo control.

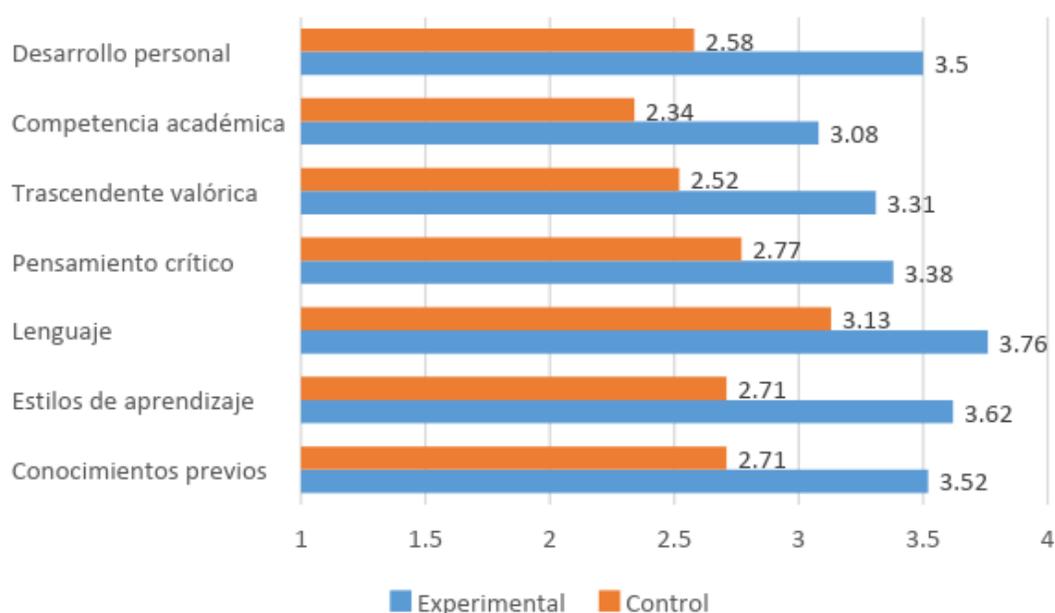


Gráfico 1. Promedios por dimensión para cada grupo

A continuación, se presenta una síntesis del estudio de estadísticos descriptivos asociado a cada uno de los ítems que conforman el cuestionario según los diferentes grupos (experimental y control). Atendiendo al Gráfico 6, puede apreciarse cómo en todos los ítems excepto en el ítem 7 (“el profesor, utilizó un lenguaje claro al expresarse”), los estudiantes del grupo experimental tienen promedios más elevados que los estudiantes del grupo control. Si se aplica el estadístico ANOVA, puede observarse cómo las diferencias entre los promedios son significativas para los ítems: “el profesor consideró conocimientos previos de los estudiantes” (ítem 1:  $F=3,45$ ;  $\alpha=.012$ ), “hubo coherencia de actividades y aprendizajes previos (ítem 2:  $F=2,33$ ;  $\alpha=.013$ ), “como alumno, establecí un rol más activo dentro de mi proceso de aprendizaje” (ítem 6:  $F=6,56$ ;  $\alpha=.008$ ); “comprendí

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

el concepto de Trascendencia, establecido en clases, como apertura a lo “Totalmente Otro” (ítem 14:  $F=5,90$ ;  $\alpha=.009$ ), “las unidades y actividades, propiciaron el trabajo colaborativo entre pares” (ítem 22:  $F=3,02$ ;  $\alpha=.012$ ) y “el curso contribuyó al diálogo” (ítem 24:  $F=6,35$ ;  $\alpha=.008$ ).

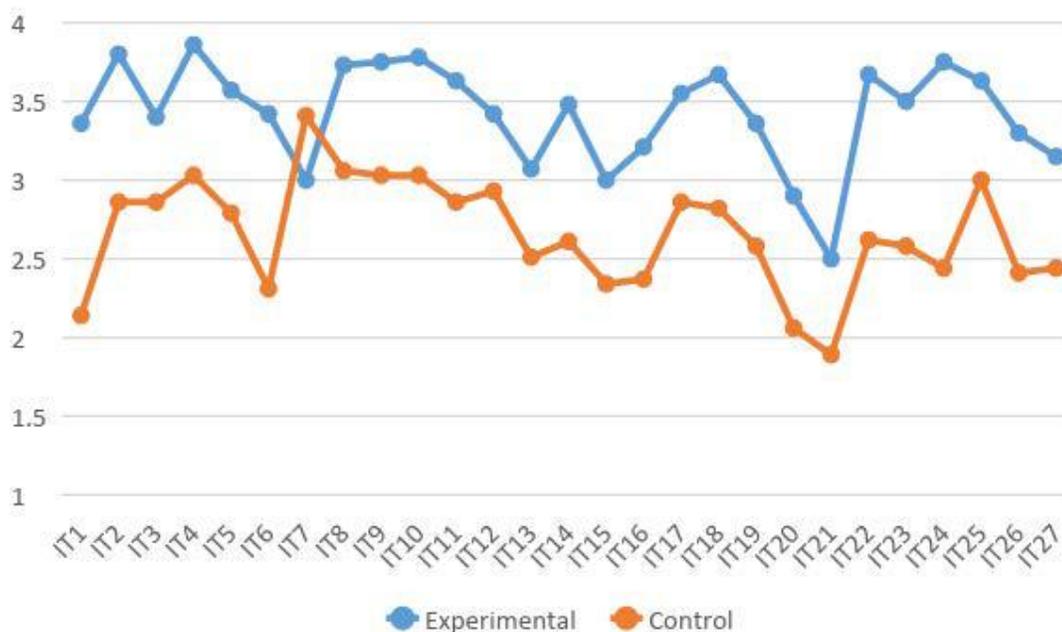


Gráfico 2. Estadísticos descriptivos para cada uno de los ítems en ambos grupos.

Por otra parte, con respecto a la existencia de relación entre las diferentes dimensiones del cuestionario, para el grupo experimental, el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson (Tabla 1) manifiesta una correlación alta y positiva entre todas las dimensiones del cuestionario. Los índices de correlación más elevados se dan entre las dimensiones: a) “trascendente valórica” y “competencia académica” ( $r=755$ ;  $\text{sig}=.000$ ); b) “pensamiento crítico” y “desarrollo personal” ( $r=753$ ;  $\text{sig}=.000$ ); y c) “pensamiento crítico” y “trascendente valórica” ( $r=710$ ;  $\text{sig}=.000$ ).

Los niveles de correlación evidenciados en la Tabla 4 permiten determinar cómo cuanto mayor sea la puntuación en la dimensión de “pensamiento crítico” más elevada será la puntuación en la dimensión de “desarrollo personal” y de “trascendente valórica”. Del mismo modo, cuanto más alta sea la puntuación en la dimensión de “competencia académica” mayores puntajes van a observarse en la dimensión de “trascendente valórica”.

En cuanto al análisis de fiabilidad del cuestionario en su totalidad, éste presenta un Alpha de Cronbach de .097. Teniendo en cuenta el índice de

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

fiabilidad resultante, se determina que la escala es altamente fiable al superar con creces el .050 exigido.

### Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,934	27

## CONCLUSIONES

A partir de esta experiencia se demuestra que la aplicación de la estrategia Flipped Classroom incide positivamente en el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería. Se percibe una mayor comprensión de los contenidos del curso. Asimismo, la implementación de esta estrategia y las diferentes herramientas asociadas a su aplicación favorecen el desarrollo personal de los estudiantes. Por ejemplo:

- a) Mayor motivación de los estudiantes hacia la asignatura.
- b) Mayor participación por parte de los estudiantes.
- c) Trabajo colaborativo entre pares.
- d) Nivel de discusión y argumentación más profundo.

Este proyecto sugiere algunas líneas de investigación futuras, orientadas al diseño de instrumentos que permitan medir competencias relacionadas con el área trascendente valórica de la universidad. No obstante, es necesario que dichos instrumentos se focalicen en la medición de tres tipos de saberes: saber conceptual (saber), saber procedimental (saber hacer), saber actitudinal (saber ser). De esta manera, se asegura la evaluación integral de las competencias a desarrollar por los estudiantes de ingeniería en el área valórica anteriormente mencionada.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### Elaboración y uso de un laboratorio virtual sobre procesos de fermentación.

#### Ernesto González Romo

ernesto.gonzalez@pucv.cl

Escuela de Ingeniería Bioquímica

P. Universidad Católica de Valparaíso

#### Irene Martínez Basterrechea

irene.martinez@pucv.cl

Escuela de Ingeniería Bioquímica

P. Universidad Católica de Valparaíso

#### Fabiola Martínez Díaz

fabiola.martinez@pucv.cl

Escuela de Ingeniería Bioquímica

P. Universidad Católica de Valparaíso

#### José Miguel Garrido Miranda

jose.garrido@pucv.cl

P. Universidad Católica de Valparaíso

Departamento de Matemática

#### Francisco Guerrero Flores

francisco.guerrero.f@gmail.com

Escuela de Pedagogía

P. Universidad Católica de Valparaíso

#### Felipe Osorio Salgado

felipe.osorios@usm.cl

Departamento de Matemática

Universidad T. Federico Santa María

---

#### Asignatura y Carrera

Ingeniería Civil Bioquímica - Laboratorio de Ingeniería de Fermentaciones,  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

#### Palabras clave

Laboratorio virtual, Procesos de fermentación, Aprendizaje activo, Uso de TICs.

#### INTRODUCCIÓN

En el área de Ingeniería de Fermentaciones, el plan de estudios de Ingeniería Civil Bioquímica de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso contempla dos asignaturas: Ingeniería de Procesos de Fermentación (IPF) y Laboratorio de Ingeniería de Fermentaciones (LIF). La primera es una asignatura teórica que introduce y explica los distintos tópicos en el ámbito de la ingeniería de fermentaciones, mientras que la segunda profundiza experimentalmente en algunas temáticas.

Las experiencias prácticas realizadas en el LIF están sujetas a limitaciones de espacio, tiempo, equipamiento, recurso humano, etc. Adicionalmente, para que los datos generados puedan ser interpretados correctamente se requiere que todos los pasos previos hayan sido llevados a cabo con éxito.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Se ha observado que la interpretación de datos y toma de decisiones relacionadas con parámetros operacionales de procesos son dos competencias difíciles de desarrollar mediante un laboratorio convencional. Ello tendría varias causas, principalmente relacionadas con las limitaciones previamente mencionadas. Por este motivo, se espera que estos laboratorios complementen los laboratorios tradicionales contribuyendo al desarrollo de estas competencias.

### OBJETIVOS

Los laboratorios virtuales contribuyen a mejorar el desempeño de los estudiantes en lo que respecta al manejo de conceptos, la identificación y cálculo de parámetros en el ámbito de la ingeniería de fermentaciones. Al completar la experiencia los estudiantes serán capaces de:

- Identificar la modalidad de cultivo y los parámetros asociados.
- Calcular los parámetros relevantes según la modalidad de cultivo.
- Seleccionar las condiciones de proceso en base a datos obtenidos.

### MÉTODO

El laboratorio se implementó como un archivo ejecutable empleando MATLAB y la toolbox MATLAB Compiler. El laboratorio virtual simuló el comportamiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* usando glucosa como fuente de carbono y energía, incorporando 5% de error en los datos generados por el programa.

Para medir el efecto de la intervención se construyó una escala de apreciación donde se evaluaron seis indicadores correspondientes a cuatro aspectos (Tabla 1). Este instrumento se empleó para calificar las pruebas de pre- y pos-test usadas en la determinación del impacto de la innovación.

Aspectos	Indicadores	Descripción	Puntaje		
			0	0,5	1
Manejo de conceptos	1.1.- Modalidad de cultivo	Identifica la modalidad de cultivo que corresponde según sea el caso indicado en la evaluación (lote, continuo, lote alimentado)			
	1.2.- Parámetros de selección de procesos	Identifica los parámetros de selección de procesos atinentes a la situación propuesta en la prueba (Productividad, rendimientos)			
Aplicación de procedimientos al caso	2.1.- Selección y aplicación del parámetro	Selecciona y aplica el parámetro relevante para el proceso según el caso de estudio			

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

	2.2.- Selección de condiciones del proceso	Selecciona las condiciones del proceso requeridas para el desarrollo de la fórmula correspondiente al proceso			
Planteamiento de la respuesta matemática	3.- Cálculo del parámetro relevante para la selección del proceso	Aplica ecuaciones para el cálculo del parámetro relevante para la selección del proceso dependiendo de la modalidad de cultivo			
Aspectos formales	4.-Uso adecuado de unidades matemáticas del parámetro relevante	Utiliza las unidades matemáticas que corresponden al parámetro relevante a analizar, en todos los momentos de la evaluación, no cometiendo errores en el uso de las unidades			

Tabla 1: Instrumento de evaluación empleado en las pruebas de pre- y pos-test.

La innovación docente tal se llevó a cabo en tres sesiones al comienzo de la asignatura (LIF) donde los 25 estudiantes inscritos trabajaron de modo individual. La primera de ellas se dedicó al pre-test empleando una metodología similar a la utilizada en la asignatura previa (IPF). La segunda sesión se destinó a presentar el programa a los estudiantes, y familiarizarlos con él mediante una serie ejercicios sencillos. En la tercera sesión se tuvo el pos-test donde se utilizó el laboratorio virtual para llevar a cabo una actividad similar a la del pre-test. Adicionalmente, se aplicó una encuesta optativa y anónima para conocer la opinión de los estudiantes sobre el uso del laboratorio virtual. Aunque la encuesta constó de 15 preguntas cerradas y una pregunta abierta, el presente trabajo se centrará en aquellas mostradas en la Tabla 2.

Pregunta	Totalmente en desacuerdo (1)	En desacuerdo (2)	De acuerdo (3)	Totalmente de acuerdo (4)
Q2: Las actividades realizadas fueron motivantes.				
Q11: El laboratorio virtual aportó a mi aprendizaje sobre el contenido tratado.				
Q13: El laboratorio virtual me permitió aplicar de manera práctica conocimientos teóricos aprendidos en cursos anteriores.				

Tabla 1: Extracto de la encuesta aplicada a los estudiantes al finalizar el curso.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

## RESULTADOS

El desempeño general de los estudiantes en las pruebas de pre- y pos-test se presenta en la Figura 1, mientras que la Figura 2 muestra los resultados obtenidos por indicador. Así, la utilización del laboratorio virtual mejoró el desempeño de los estudiantes haciendo que la mediana se incrementase desde 2,3 hasta 5,0 (Figura 1), en una escala de 1 a 7, poniendo de manifiesto la contribución del laboratorio virtual al proceso de aprendizaje de los estudiantes. La Figura 2 muestra que tras la utilización del laboratorio virtual todos los estudiantes alcanzaron el máximo desempeño en dos indicadores (1.1 y 4, Tabla 1). En los indicadores 1.2, 2.1 y 3 también se registró una mejora, mientras que para el indicador 2.2 no se observó variación.

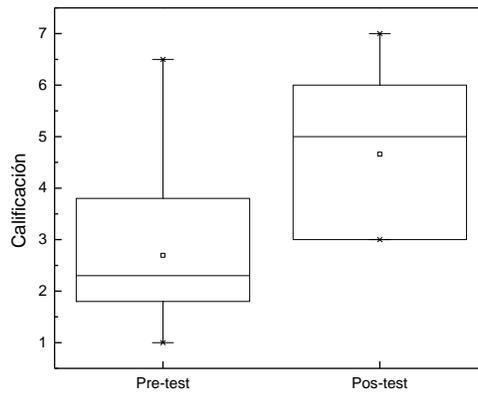


Figura 1: Calificaciones obtenidas por los estudiantes en las pruebas de pre- y pos-test.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

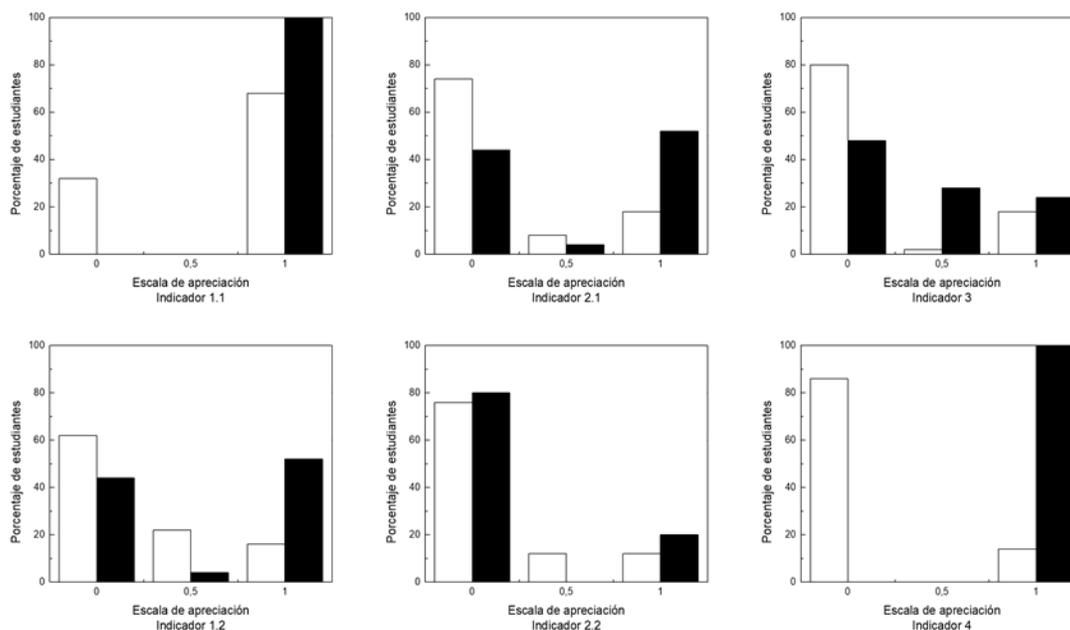


Figura 2: Puntajes obtenidos por los estudiantes en las pruebas de pre- (barras blancas) y pos-test (barras negras) en los diferentes indicadores (Tabla 1).

La encuesta de opinión fue respondida por 17 de los 25 estudiantes que participaron en la innovación docente, registrándose así un nivel participación del 68%. La Figura 3 presenta las respuestas de los estudiantes frente a las preguntas de la Tabla 2. Considerando las categorías 3 y 4 (de acuerdo y totalmente de acuerdo), el 88% de los estudiantes opina que el trabajo con el laboratorio virtual fue motivante (Q2). Asimismo, el 94% de los estudiantes cree que el laboratorio virtual contribuyó al proceso de aprendizaje (Q11) y que les permitió aplicar de un modo práctico los conocimientos adquiridos previamente (Q13). Es importante destacar que más del 50% de estudiantes expresó estar totalmente de acuerdo con estas dos últimas aseveraciones.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

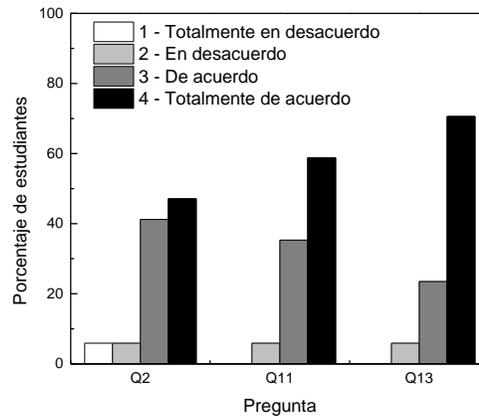


Figura 3: Respuestas de los estudiantes a las preguntas mostradas en la Tabla 2.

## CONCLUSIONES

El laboratorio virtual tuvo una incidencia positiva en el proceso de aprendizaje de los estudiantes en lo que respecta a las competencias esperadas, relacionadas con a la interpretación de datos y toma de decisiones operacionales de procesos. Esto se reflejó en la mejora de las calificaciones obtenidas en las pruebas de pre- y pos-test. Adicionalmente, los estudiantes valoraron positivamente el uso del laboratorio virtual por ser una actividad motivante que les permitió aplicar conocimientos previos.

## REFERENCIAS

- Ballesteros, M. & Moral, A. (2014) Uso de programas de simulación para promover la pedagogía activa en la docencia universitaria. *International Journal of Educational Research and Innovation* 1, 87-98.
- Sessink, O.D.T., Van der Schaaf, H., Beeffink, H.H., Hartog, R.J.M. & Tramper, J. (2007). Web-based education in bioprocess engineering. *Trends in Biotechnology*, 25(1), 16-23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2006.11.001>

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

## Customer eXperience: diseñando y evaluando la experiencia del consumidor.

### Daniela Quiñones Otey

daniela.quinones@pucv.cl

P. Universidad Católica de Valparaíso

### Cristian Rusu

cristian.rusu@pucv.cl

P. Universidad Católica de Valparaíso

### Virginica Rusu

virginica.rusu@upla.cl

Universidad de Playa Ancha,  
Valparaíso

### Federico Botella Beviá

federico@umh.es

Universidad Miguel Hernández, Elche,  
España

---

### Asignatura y Carrera

Asignatura optativa de pregrado: Experiencia del Consumidor.

Todas las carreras de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

### Palabras clave

Interacción Persona – Computador, Experiencia del consumidor, Experiencia del usuario, Ciencia de servicios, Programa de asignatura

## INTRODUCCIÓN

La Experiencia del Usuario (UX) es un concepto ampliamente conocido y utilizado. El estándar ISO 9241-210 (2010) define a la UX como el resultado de las percepciones y respuestas de una persona por el uso y/o el uso anticipado de un producto, sistema o servicio.

Se considera que la Experiencia del Consumidor (CX) extiende el concepto de la UX. La CX puede ser definida como el conjunto de experiencias físicas y emocionales que ocurren en las interacciones con productos y/o servicios ofrecidos por una cierta marca y/o empresa desde el primer contacto con el consumidor, incluyendo todo el “viaje” del mismo, hasta la etapa final de post-consumo (Laming y Mason, 2014).

Una buena CX mejora la atracción que el consumidor siente por los productos/servicios y su fidelización por la marca/empresa. Por ello, la CX se convierte en un elemento importante a considerar en el desarrollo de cualquier producto/servicio y puede ser el componente diferenciador con la competencia.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Todo profesional (especialmente en el área de ingeniería) debería tomar en cuenta al consumidor al momento de diseñar nuevos productos/servicios.

Es importante que estudiantes de pregrado de diversas áreas tengan conocimientos sobre la CX, en qué consiste y cómo deberían evaluarla.

## OBJETIVOS

### General:

1. Caracterizar los estudiantes de primer año de las Ingenierías UdeC respecto del grado de *Engagement Académico* y variables de ingreso.
2. Identificar los impactos de metodologías activas implementadas en Ingeniería sobre el *Engagement Académico* de los estudiantes.

## MÉTODO

La CX es de vital importancia en la formación de cualquier profesional. El diseño tanto de la asignatura optativa como del Diplomado en CX se pretende realizar involucrando académicos e investigadores de las universidades Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), Chile; Universidad de Playa Ancha (UPLA), Chile; y la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), España.

Se ha decidido trabajar en conjunto entre las tres universidades debido a la experiencia de los académicos en el área de HCI, Ciencias de Servicios, UX y CX. Por otro lado, la PUCV y la UPLA participan en el proyecto HCI-Collab, cuyo propósito es desarrollar una propuesta curricular HCI a nivel iberoamericano (HCI-Collab, 2018). La participación en dicho proyecto es importante ya que permite contar con la participación de expertos de la red HCI-Collab para el diseño y posterior validación de la propuesta de diseño curricular CX. Además, se espera que los resultados sean un aporte a la propuesta curricular HCI que desarrolla la red HCI-Collab.

Es importante mencionar que este proyecto está financiado por CORFO Innova-Chile, en el marco del proyecto Ingeniería 2030 y se desarrolla de Marzo a Diciembre del 2018 (Consortio Ingeniería 2030, 2018). El proyecto estará dividido en dos etapas. En la primera etapa estará orientado al diseño de la asignatura optativa "Experiencia del Consumidor" para ser ofrecida a los estudiantes de ingeniería de la PUCV (2º objetivo específico) a partir del año 2019. En la segunda etapa, se pretende diseñar un Diplomado en CX, orientado tanto a estudiantes de ingeniería como a profesionales de otras áreas (3º objetivo específico).

Al impartir tanto la asignatura optativa como el diplomado en CX, nosotros no pretendemos ser "expertos" en cada área profesional, sino más bien tomar el rol de orientador y/o facilitador que guíe al estudiante en el proceso de evaluación de la CX. En este sentido, pretendemos entregar la base teórica de

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

CX y las herramientas necesarias para que los estudiantes analicen desde su enfoque y área profesional el impacto de la CX y cómo deberían diseñarla y evaluarla. Para ello, los estudiantes aprenderán a identificar potenciales clientes/consumidores, identificar los productos, sistemas o servicios relacionados a su área profesional, los puntos de contacto entre cliente(s)/empresa(s), contexto específico de uso, etc. Tanto la asignatura optativa como el diplomado en CX será de carácter práctico, con trabajo mixto y colaborativo, donde se generen debates y/o discusiones en torno al potencial cliente de un producto, sistema o servicio; sus necesidades; puntos de contacto; entre otros.

La investigación propuesta tiene un enfoque cualitativo y un alcance descriptivo. Se sigue el proceso metodológico de investigación propuesto por Hernández y otros (Hernández Sampieri, Fernández-Collado y Baptista Lucio, 2006). Las etapas del proceso se describen a continuación.

1. Planteamiento del problema: El problema de investigación se describe en la sección "Introducción" del presente documento.

2. Elaboración del marco referencial: Identificar los conceptos claves relacionados a CX (definiciones, métodos de evaluación, diseño CX, etc.); contextualizar los conceptos al área Ingenierías e identificar los elementos básicos de una propuesta curricular en CX.

3. El alcance de la investigación: Investigación con alcance descriptivo. Se pretende describir el "fenómeno" CX en general, particularizándolo a ingenierías. Se va a partir con la Ingeniería Informática, extendiéndose a otras ingenierías, en un enfoque interdisciplinario. Se abordará CX no solo como concepto, sino también desde el punto de vista didáctico. Se pretende partir con un enfoque de evaluación CX ("diagnóstico") y posteriormente de diseño CX ("solución").

4. Formulación de hipótesis/preguntas de investigación: Por el enfoque y alcance de la investigación no es necesario/pertinente plantear hipótesis. En vez de ello, se han planteando las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cómo entender las necesidades del consumidor?
- ¿Cómo entender la calidad de servicios desde la perspectiva del consumidor?
- ¿Cómo evaluar la CX en áreas específicas?
- ¿Cómo diseñar productos y servicios con metas claras de CX?

Las preguntas de investigación se podrán refinar durante la investigación.

5. Diseño de investigación: Dado el enfoque y el alcance de la investigación, como también la duración del proyecto, se pretende llevar a cabo una investigación no experimental transversal, descriptiva.

6. Selección de la muestra/recolección de datos/análisis de datos: En la etapa de diseño curricular trabajará el equipo de investigadores del proyecto. Se

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

contará además con asesorías de otros expertos PUCV, UPLA, UMH, como también de redes de colaboradores ya existentes: participantes en el proyecto HCI-Collab (HCI-Collab, 2018) y miembros de la Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO, 2018). Se pretende validar la propuesta curricular con expertos, académicos, profesionales y alumnos de las tres universidades involucradas, como también de otros países y áreas de formación profesional.

7. Elaboración de informes y artículos de investigación: Se pretende difundir el proyecto en al menos dos conferencias especializadas. Se considerarán las conferencias: Interacción 2018 (España), CHIRA2018 (España), SOCHEDI2018 (Chile), HCI2019 (lugar por definir). Además, se enviará un artículo a una revista científica del área.

La tabla 1 presenta el plan de trabajo asociado al proyecto, con una duración de 9 meses, año 2018. Además, dos investigadores van a realizar estadías en España y Rumania en el mes de septiembre del 2018, con el fin de:

1. Validar y refinar la propuesta con la UMH, en su Instituto Universitario de Investigación “Centro de Investigación Operativa” y en su Escuela Politécnica Superior de Elche.
2. Validar la propuesta en la Technical University of Cluj-Napoca.
3. Validar la propuesta en la Technical University of Civil Engineering Bucharest.
4. Difundir los resultados preliminares del proyecto en la conferencia Interacción 2018 (Mallorca).

Actividad	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
1. Identificar definiciones de conceptos claves	■	■							
2. Contextualizar los conceptos al área Ingenierías	■	■	■	■					
3. Identificar los elementos básicos de una propuesta curricular en CX		■	■	■					
4. Diseñar la propuesta curricular		■	■	■	■	■	■		
5. Validar la propuesta con expertos, profesionales, alumnos PUCV y de otras universidades, países, áreas						■	■	■	
6. Difundir la propuesta curricular en conferencias especializadas e instancias propias del proyecto Ingeniería 2030		■	■	■	■	■	■	■	■

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Actividad	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic
7. Redactar artículo científico para revista							■	■	■
8. Redactar el informe de cierre de proyecto									■

Tabla 1. Carta Gantt del proyecto.

### RESULTADOS

El proyecto aún se encuentra en desarrollo. Hasta la fecha, se han identificado las definiciones de conceptos claves de CX. Dichos resultados se han difundido a través del artículo aceptado en la conferencia Interacción 2018 (XIX International Conference on Human – Computer Interaction), titulado “Customer eXperience: Is This the Ultimate eXperience?” (Rusu, Rusu, Botella, Quiñones, 2018a). El trabajo se presentará durante la conferencia en septiembre del 2018 y describe los conceptos claves de CX y presenta un análisis de la CX a través de un caso de estudio.

Además, se aceptó el artículo “Un proyecto de diseño curricular en Customer eXperience” (Rusu, Rusu, Botella, Quiñones, 2018b) en la II Jornada de Trabajo sobre Enseñanza de HCI (CHIJOE 2018), un Workshop de Docencia en HCI como parte del congreso Interacción 2018. Dicho artículo presenta el proyecto en su etapa inicial. El trabajo se presentará durante la conferencia en septiembre del 2018 y se espera obtener una valiosa retroalimentación por parte de los asistentes y expertos en el área, dado que el workshop está orientado a la docencia en HCI.

Sumado a lo anterior, los investigadores Dr. Cristian Rusu y Dra. Daniela Quiñones dictan la asignatura optativa “Experiencia del Consumidor” durante el primer semestre de 2018, en el programa de Doctorado en Ingeniería Informática PUCV. Al ser una asignatura de nivel doctoral, tiene un enfoque de investigación, distinto a la asignatura que se pretende diseñar en el marco del proyecto. Pero por su enfoque de investigación, dictar la asignatura doctoral ha apoyado significativamente las primeras etapas del proyecto.

Además, el investigador Dr. Cristian Rusu fue invitado a dictar la charla titulada “Experiencias y Xperiencias en la Interacción Persona – Computador: ¿Cuál es su impacto en el desarrollo de software?”, en la Universidad Nacional Andrés Bello, en la sede Santiago, en mayo del 2018. Lo anterior permitió dar a conocer la importancia de la CX y su impacto en el desarrollo de sistemas. Por otro lado, el investigador Dr. Cristian Rusu fue invitado a dictar la charla magistral “Experiences and eXperiences: a Subjective Perspective” en la conferencia RoCHI 2018 (XV International Conference on Human-Computer Interaction) en el mes de

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

septiembre del 2018. Lo anterior permitirá obtener retroalimentación sobre la propuesta curricular de asignatura optativa en CX que se está diseñando.

Actualmente, se encuentran en desarrollo las siguientes actividades:

- Contextualizar los conceptos al área Ingenierías.
- Identificar los elementos básicos de una propuesta curricular en Experiencia del Consumidor.
- Diseñar la propuesta curricular.
- Difundir la propuesta curricular en conferencias especializadas e instancias propias del proyecto Ingeniería 2030.

Como resultados finales del proyecto, se espera que la implementación de la propuesta permita:

- Identificar y describir la Experiencia del Consumidor como desafío emergente en el ámbito de educación en Ingenierías.
- Desarrollar e implementar una propuesta curricular no existente en la actualidad en la PUCV y, en general, en Chile.
- Contribuir a la educación de ingenieros con formación integral, con enfoque en el consumidor de productos y servicios específicos, y servicio a la sociedad.
- Contribuir a la formación de profesionales desde una mirada interdisciplinaria.
- Difundir los resultados de la investigación en conferencias (internacionales y nacionales), revistas, e instancias propias del proyecto Ingeniería 2030.
- Postular a fondos concursables externos o interno, en base a la pertinencia del tema a convocatorias. Actualmente se participa en el proyecto HCI-Collab (2016 – 2019).

El proyecto tendrá impacto no solamente en la Escuela de Ingeniería Informática, PUCV, sino también en las otras Escuelas de la Facultad de Ingeniería PUCV. Adicionalmente, podrá tener un impacto en la UPLA, en la UMH, así como también en otras universidades participantes en el proyecto HCI-Collab.

### CONCLUSIONES

El diseño de una asignatura optativa y diplomado en CX es un desafío. Sin embargo, es importante acercar las áreas de la HCI y Ciencia de los Servicios, desde una mirada interdisciplinaria.

Por otro lado, el desafío de diseñar una propuesta curricular en CX abierta a ingenierías, y más aún, a otras áreas profesionales es aún mayor. Buscamos diseñar una asignatura de carácter aplicativo, trabajando con casos de estudio que involucren equipos de estudiantes de distintas áreas de la ingeniería. La experiencia de dictar la asignatura nos permitirá refinar posteriormente la propuesta curricular del programa de diplomado en CX.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Los logros obtenidos hasta la fecha (aceptación de artículos, invitación a dictar charlas y dictar una asignatura sobre CX en un programa de doctorado) permite visualizar el éxito de esta propuesta, ya que la comunidad científica y académica ha detectado la importancia de la CX en el diseño y evaluación de distintos productos, sistemas o servicios.

Respecto a los objetivos planteados al comienzo del proyecto, vamos por buen camino. Actualmente nos encontramos trabajando en los dos primeros ("Identificar las necesidades de formación profesional en CX" y "Diseñar una propuesta de asignatura optativa orientada a la evaluación de la CX").

Como trabajo futuro, pretendemos validar y refinar la propuesta de asignatura optativa, para luego, en una segunda etapa, diseñar la propuesta de diplomado en CX.

### AGRADECIMIENTOS

El proyecto "Customer eXperience: diseñando y evaluando la experiencia del consumidor" (DOC14B) está financiado por CORFO Innova-Chile, en el marco del proyecto 14ENI2-26905 "Ingeniería 2030", de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

### REFERENCIAS

- AIPO (2018). *Asociación Interacción Persona-Ordenador*. Recuperado de: [www.aipo.es](http://www.aipo.es)
- Consortio Ingeniería 2030. (2018). *Ampliando las fronteras de la Ingeniería*. Recuperado de: [www.consortium2030.cl](http://www.consortium2030.cl)
- HCI Collab. (2018). *Red Colaborativa para soportar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el área de Interacción Humano - Computador a nivel Iberoamericano*. Recuperado de: [www.hci-collab.com](http://www.hci-collab.com)
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: Mc-Graw Hill, 4º edición.
- ISO 9241-210 (2010). *Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centered design for interactive systems*. International Organization for Standardization, Geneva.
- Laming, C. & Mason, K. (2014). Customer experience – an analysis of the concept and its performance in airline brands. *Research in Transportation Business & Management*, 10, 15–25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2014.05.004>

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

Rusu, V., Rusu, C., Botella, F., Quiñones, D. (2018a). Customer eXperience: Is This the Ultimate eXperience?. *Proceedings Interacción 2018*, ACM.

Rusu, V., Rusu, C., Botella, F., Quiñones, D. (2018b). Un proyecto de diseño curricular en Customer eXperience. Workshop: II Jornada de Trabajo sobre Enseñanza de CHI, *Interacción 2018*, ACM.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### Renovando la clase de Hidrología mediante el aprendizaje activo y las TIC.

**Andrés H. Fernández Barrera**

andres.fernandez@pucv.cl

Escuela de Ingeniería en Construcción

P. Universidad Católica de Valparaíso

**Luis A. López Quijada**

luis.lopez@pucv.cl

Escuela de Ingeniería en Construcción

P. Universidad Católica de Valparaíso

---

#### **Asignatura y Carrera**

Asignatura: ICC 358 Hidrología

Carrera: Ingeniería en Construcción

#### **Palabras clave**

Aprendizaje activo, TIC, Desarrollo de videos para el aprendizaje, Streaming para reforzamiento.

#### **INTRODUCCIÓN**

En el desarrollo de la asignatura Hidrología, es posible observar que los/as estudiantes enfocan su aprendizaje en los procedimientos de cálculo, pero no en los conceptos relacionados que dan un marco teórico al mismo. En la medida que se desarrollan situaciones de evaluación que relevan esta problemática, existe un aumento considerable de los niveles de reprobación. En este marco, un hito relevante fue el año 2013 donde los niveles de reprobación alcanzaron un promedio del 74% entre ambos semestres.

Esta situación motivó el inicio de una búsqueda de diferentes soluciones a la problemática, las que siempre han estado centradas en el uso de metodologías que potencien el aprendizaje activo. Comprendidas éstas como métodos de aprendizaje que posicionan al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje y que implican que éste haga en clases algo más que simplemente escuchar, mirar y tomar notas (Felder, 2009).

#### **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

El uso de metodologías activas apoyadas con TICs en la asignatura ICC 358 Hidrología de la carrera de Ingeniería en Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso permitirá una mayor comprensión de los alumnos de los conceptos involucrados en la asignatura y con ello se mejorarán los indicadores de aprobación.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

1. Implementar diversos tipos de metodologías activas con uso de TICs en la asignatura ICC 358 Hidrología.
2. Aumentar la comprensión de los conceptos involucrados en la asignatura ICC 358 Hidrología por parte de los alumnos.
3. Aumentar los niveles de aprobación de la asignatura ICC 358 Hidrología por parte de los alumnos.
4. Lograr que los alumnos perciban que las metodologías utilizadas mejoran su aprendizaje.

### MÉTODO

Esta propuesta consideró un plan de trabajo que integró de manera coherente diferentes estrategias, a saber:

1. Desarrollo de un proyecto aplicado por parte de los estudiantes mediante el cual los estudiantes debían utilizar los conocimientos trabajados durante el semestre para comprobar una solución real existente.
2. Integración de estrategias didácticas activas en clases, tales como trabajo colaborativo basado en grupos de expertos, momentos de aprendizaje basado en problemas y trabajo de indagación dirigida durante las sesiones de clases. Cada una de estas estrategias se integró a partir de los resultados de aprendizaje a conseguir y se centraron en fortalecer el aprendizaje activo de los estudiantes.
3. Integración pedagógica de las TIC mediante la herramienta Hangout de Google para facilitar la comunicación con los estudiantes, evitando que fuera sólo presencial y aumentando las posibilidades de interacción. Además se motivó a los estudiantes a desarrollar de videos explicativos acerca de alguna temática vinculada a una evaluación de cátedra, producto que se evaluó de manera complementaria con 0,5 puntos a los participantes.

Posteriormente, mediante la participación en diferentes procesos formativos ofrecidos por la UMDU, se implementaron nuevos cambios al curso:

1. Implementación de un sistema de respuesta automática a través de Kahoot!, para fortalecer los niveles de atención, participación y retención de los aprendizajes. Como consecuencia, se observó que los estudiantes transitaron desde niveles del 30% al 90% de respuesta correcta desde el inicio hasta la finalización de la implementación.
2. Desarrollo de sesiones de reforzamiento mediante el uso de streaming en YouTube. Lo que fortaleció la preparación de las evaluaciones finales del

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

curso, período complejo para coordinar a los estudiantes en un mismo horario y espacio físico. Durante la instancia se trabajó mediante el uso de pizarras virtuales y libros digitales, donde la colaboración entre docentes y estudiantes permitió construir un ambiente enriquecido de trabajo.

### RESULTADOS

A partir de esta experiencia, cabe concluir que los niveles de apropiación de los aprendizajes que motivaron el cambio de prácticas de enseñanza en el curso, visualizándose en las siguientes evidencias:

- Mejoraron los niveles de comprensión, puesto que se construyó una nueva instancia de interacción y colaboración. Como evidencia de esto se tienen encuestas donde los alumnos expresan que estos métodos les ayudaron a comprender mejor la materia y se pasa de una tasa media de reprobación de 68% a 37%.
- Se enriqueció el ambiente para el aprendizaje, dado que los estudiantes tuvieron la posibilidad de tomar protagonismo en el proceso y el rol docente pasó a ser el de un facilitador del aprendizaje.
- En el caso del trabajo con videos, a pesar de ser una actividad optativa, existió una alta participación, valoración, calidad en el material generado y un real aporte al aprendizaje de los estudiantes. En la encuesta de percepción aplicada en el curso, un 88% de los alumnos entrega un parecer positivo sobre este trabajo.
- Respecto del proyecto en la encuesta tiene un parecer positivo del 78%.

Las comparaciones de la apreciación de la mejora en el proceso de aprendizaje en las distintas metodologías utilizadas se muestran en los gráficos siguientes. Se debe señalar que durante el segundo semestre de 2016 no se aplicaron las metodologías de Kahoot y Streaming.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

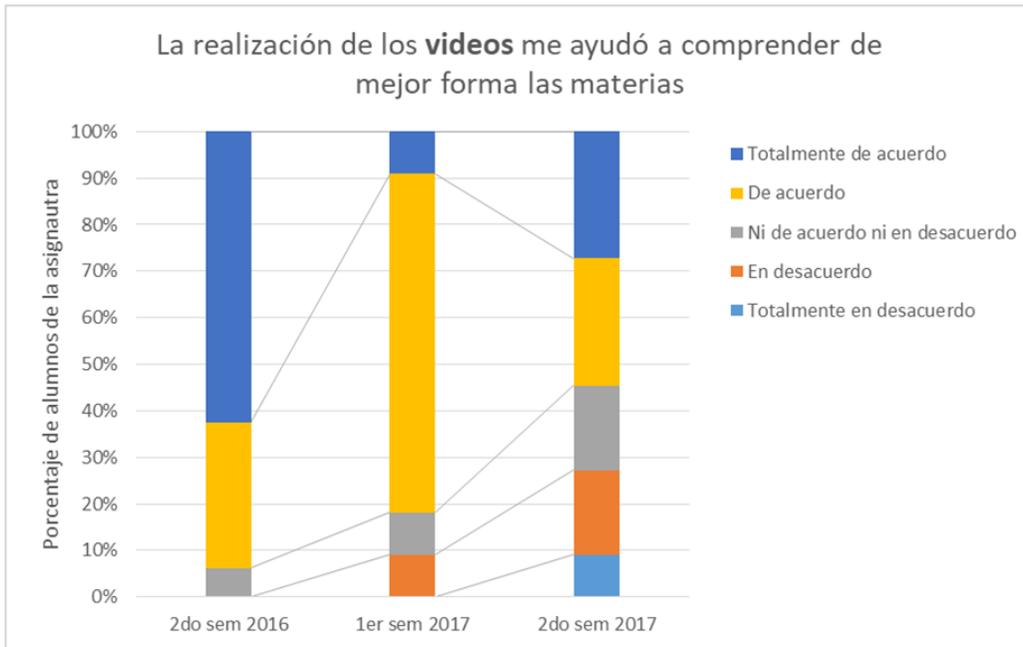


Figura 1: Ítem de evaluación de los videos en cuestionario de satisfacción

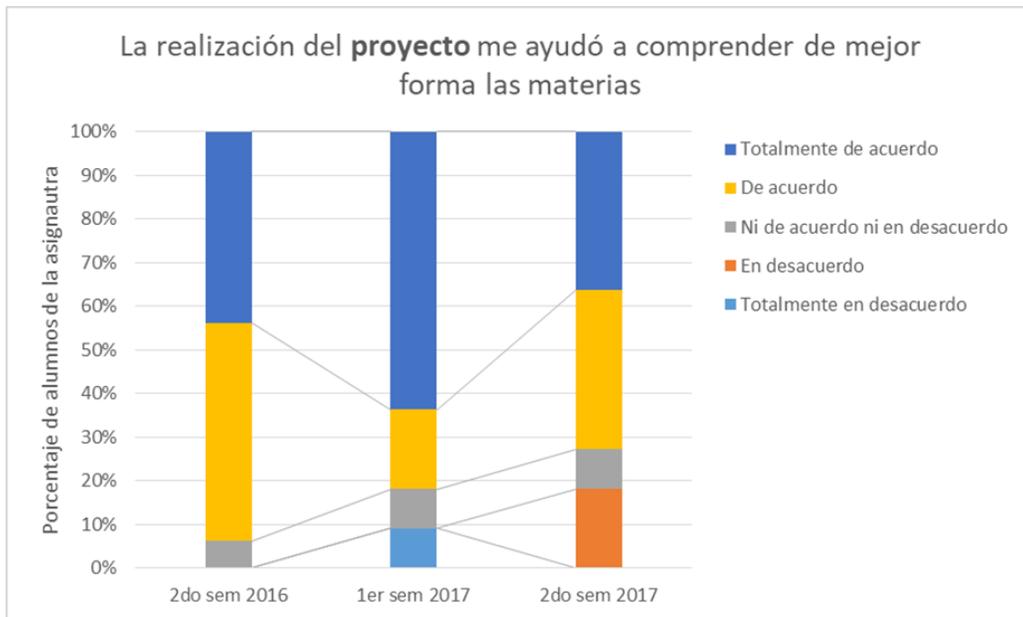


Figura 2: Ítem de evaluación del proyecto en cuestionario de satisfacción

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

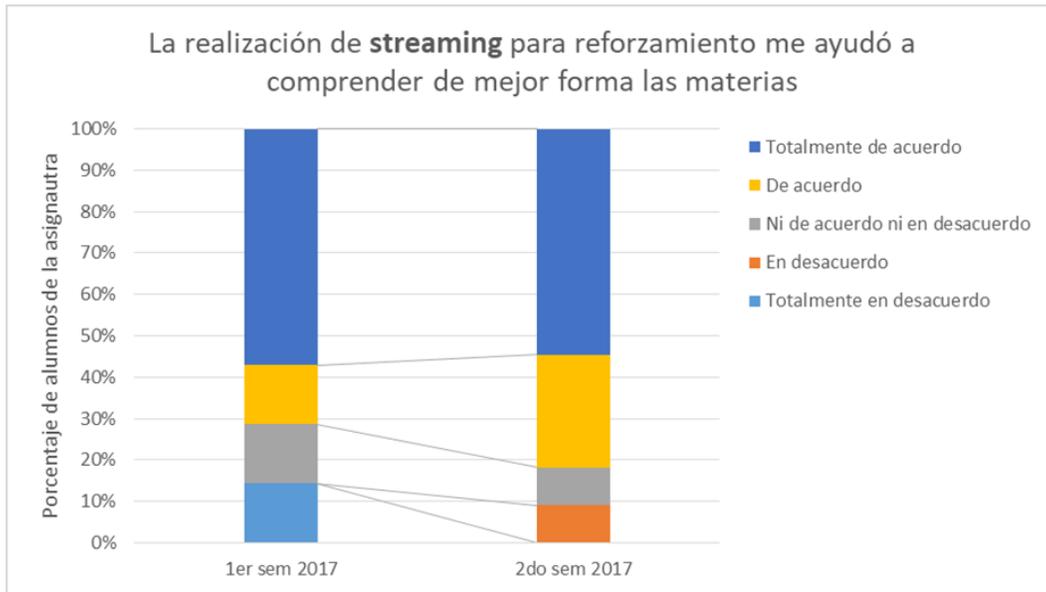


Figura 3: Ítem de evaluación de streaming en cuestionario de satisfacción

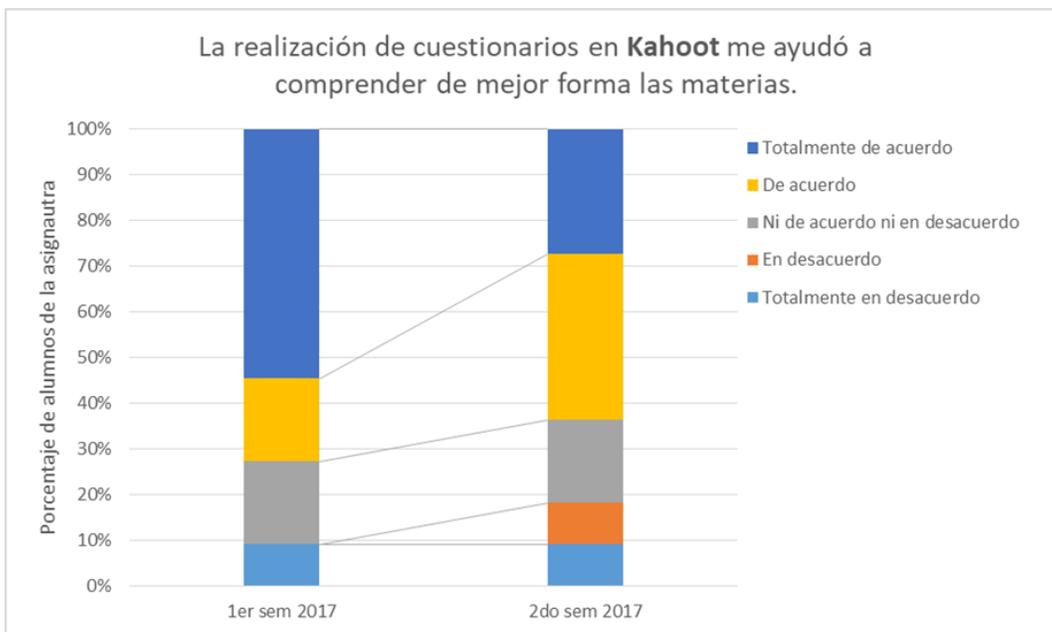


Figura 4: Ítem de evaluación de Kahoot en cuestionario de satisfacción

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### CONCLUSIONES

Inicialmente, se evidencia que los estudiantes han conseguido una mejora en los niveles de apropiación teórico-práctica de los procesos que respaldan los cálculos vinculados al curso. En la práctica esto se observa tanto en la calidad los productos de aprendizaje generados, así como en el proyecto del curso, donde se observan niveles superiores de internalización de conceptos al poder operacionalizarlos. Si bien los niveles aún no son del todo óptimos, si ha existido una mejora desde el punto inicial.

En relación a la proyección, en el corto plazo se pretende seguir utilizando las estrategias planteadas para fomentar el aprendizaje activo de diferentes maneras en los estudiantes.

En el mediano plazo, se espera que los videos realizados por los estudiantes faciliten la preparación de ellos mismos y sus pares para cada sesión presencial, y utilizar el tiempo presencial para conectar de mejor forma los conceptos, metodologías y procesos con situaciones que se presentan en la vida profesional.

En futuros proyectos, es recomendable incluir paulatinamente este tipo de metodologías y herramientas, evaluando permanentemente su implementación.

También es importante que la planificación e implementación de este tipo de estrategias deje un espacio para la adaptación y modificación de acuerdo a las circunstancias, porque pueden surgir aportes valiosos de parte de los estudiantes que permitan mejorarlas.

Finalmente, hay que tener en cuenta que para implementar este tipo de iniciativas, que involucren no solo la motivación y acción del docente sino que la de cada estudiante, el obstáculo más importante corresponde a la predisposición y condicionamiento hacia la pasividad en el aprendizaje por parte de los estudiantes. La inclusión del aprendizaje activo obliga a los estudiantes a salir de su zona de seguridad lo que en algunos casos es muy complejo.

### REFERENCIAS

- Conole, G. (2010, Febrero). A holistic approach to designing for learning: A vision for the future. En: *Annual International CODE Symposium*, Chiba, Japan. Recuperado de <http://oro.open.ac.uk/21545/2/CC46528C.pdf>
- Felder, R. M., & Brent, R. (2009). Active learning: An introduction. *ASQ Higher Education Brief*, 2(4), 1-5.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

Fink, L. D. (2003). *A self-directed guide to designing courses for significant learning*. San Francisco: Jossey-Bass.

Freeman, S., Eddy, S.L., McDonough, M., Smith, M.K., Okoroafor, N., Jordt, H. & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of engineering education*, 93(3), 223-231.

Sánchez, A (Ed.)(2013). *El diseño instruccional: reflexiones y perspectivas en la Católica del Norte Fundación Universitaria*. Medellín: Fundación Universitaria Católica del Norte.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### Fomentando y consolidando el uso de buenas prácticas de desarrollo de software a través de la práctica de Integración Continua.

**Alcides Quispe Sanca**

alcides.quispe@usach.cl

Departamento de Ingeniería Informática

Universidad de Santiago

---

#### **Asignatura y Carrera**

Métodos de ingeniería de software, Ingeniería Civil en Informática.

Técnicas en Ingeniería de software, Ingeniería de Ejecución en Computación e Informática.

#### **Palabras clave**

Integración Continua, Métodos y/o Técnicas de Ingeniería de Software, Ingeniería de Software.

#### **INTRODUCCIÓN**

Los cursos de Métodos de Ingeniería de software y Técnicas de Ingeniería de software son cursos que se dictan en el Departamento de Ingeniería Informática en las carreras de Ingeniería Civil en Informática (Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago de Chile, 2015a) e Ingeniería de Ejecución en Computación e Informática (Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago de Chile, 2015b) respectivamente.

Ambos cursos tienen como propósito dar a conocer al estudiante un conjunto de métodos y técnicas reportadas en la literatura para el desarrollo de software. Desde su creación, ambos cursos se vinieron dictando siguiendo el enfoque tradicional: clases de cátedra expositivas (el profesor expone usando diapositivas Power Point) y clases de ejercicios pasivas (los alumnos leen y exponen papers sobre las buenas técnicas de Ingeniería de Software reportadas en la literatura). Según esta estrategia tradicional de enseñanza/aprendizaje, el profesor desarrolla su clase fuertemente enfocado en la mera transmisión de información. Toda la clase es una completa exposición de diapositivas PowerPoint mientras los alumnos tienen una actitud pasiva durante el desarrollo de las clases. Actúan como simples receptores de conocimiento que el profesor les entrega. Esta estrategia de enseñanza/aprendizaje no es más que el uso del enfoque de enseñanza "What the teacher does" (Biggs y Tang, 2007) que es ampliamente reconocido que no produce un aprendizaje profundo en el estudiante.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Conscientes de esta situación y con un fuerte deseo de lograr un aprendizaje profundo en los estudiantes, se decidió reformular el programa del curso hacia un Aprendizaje Basado en Proyectos; pero con un fuerte soporte de alguna plataforma tecnológica que apoye esta nueva estrategia de enseñanza/aprendizaje y que permita lograr un aprendizaje profundo con respecto al uso de los métodos y/o técnicas de la Ingeniería de Software para el desarrollo de software. Luego de un proceso de revisión y análisis de la literatura se decidió usar la práctica de Integración Continua (IC) (Duvall, Matyas y Glover, 2007) para lograr este objetivo.

La IC es un conjunto de principios y herramientas donde los miembros de un equipo de software integran su trabajo frecuentemente. Cada integración es verificada a través de un proceso automatizado (incluyendo pruebas) para detectar errores rápidamente. Finalmente, el producto de software es construido en forma automatizada (Duvall et al., 2007, Meyer, 2014, Fowler, 2006). A nivel internacional, grandes empresas como Facebook, GitHub e EBay utilizan IC como una práctica normal en sus procesos de construcción de software (Feitelson, Frachtenberg y Beck, 2013, Prokop, 2017). Esta práctica ha sido ampliamente adoptada debido a los beneficios positivos que reporta: mejora la frecuencia de entrega de un release (Goodman y Elbaz, 2008), mejora la productividad de los desarrolladores (Miller, 2008); y mejora la comunicación y el trabajo en equipo (Downs, Hosking y Plimmer, 2010).

Actualmente, la IC ya se viene usando en las empresas de desarrollo de software de nuestro medio local. Por lo tanto, la IC debería ser usada en la formación de nuestros estudiantes. Diversos estudios (Billingsley, 2013, Bowyer, 2006, Guy Suß, 2012) dan evidencias que la IC es factible de ser implementada y usada para desarrollar proyectos con estudiantes de pre-grado. Dichos estudios no solo dan evidencia de que sí es posible trabajar IC con los estudiantes; sino que han reportado que dicha práctica genera beneficios positivos en el aprendizaje basado en proyectos de los estudiantes. Estos estudios dan evidencia que los estudiantes mejoraron su trabajo en equipo y además su responsabilidad con el trabajo asignado (Pedrazzini, 2009).

### OBJETIVOS

#### Objetivo General

- Fomentar y consolidar el uso de buenas prácticas de desarrollo de software en los estudiantes de los cursos Métodos de Ingeniería de software y Técnicas de Ingeniería de software del Departamento de Ingeniería Informática (DIINF) de la Universidad de Santiago de Chile a través del uso de la práctica de Integración Continua (IC).

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

## Objetivos Específicos

1. Reformular el programa de estudio de los cursos Métodos de Ingeniería de software y Técnicas de Ingeniería de software para usar la práctica de IC.
2. Diseñar e implementar la infraestructura de Hardware y Software necesaria para IC.
3. Evaluar el impacto del uso de IC en el desarrollo de los proyectos de software de los cursos Métodos de Ingeniería de software y Técnicas de Ingeniería de software.

## MÉTODO Y MATERIALES

### Participantes

Este proyecto se ejecutó con alumnos de dos carreras impartidas por el Departamento de Ingeniería Informática (DIINF) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago de Chile: (a) alumnos de la carrera de Ingeniería Civil en Informática; y (b) alumnos de la carrera de Ingeniería de Ejecución en Computación e Informática.

Los alumnos de la carrera de Ingeniería Civil en Informática fueron alumnos del curso "Métodos de Ingeniería de Software" que se dicta en el 7mo semestre (4to año) de la carrera. Los alumnos de la carrera de Ejecución en Computación e Informática fueron alumnos del curso "Técnicas de Ingeniería de Software" que se dicta en el 6to semestre (3er año) de la carrera. El número total de alumnos que participaron fueron 37 (15 alumnos de "Métodos de Ingeniería de Software" y 22 alumnos de "Técnicas de Ingeniería de Software").

Además de los alumnos, en la ejecución de este proyecto participaron el profesor de cátedra del curso y un alumno ayudante de la carrera Ingeniería de Ejecución en Computación e Informática del DIINF. El profesor de cátedra (que a su vez es el responsable de este proyecto), aparte de reformular el programa del curso y desarrollar las clases del mismo, fue el encargado de dirigir y gestionar el desarrollo del proyecto. El ayudante fue el responsable de dirigir las clases de ejercicios y ayudar a los alumnos en el desarrollo de los proyectos de software usando la Plataforma de IC.

### Procedimiento

La experimentación de este proyecto se ejecutó en el 2do semestre del 2017 siguiendo las dos etapas propuestas en el nuevo programa del curso (ver Figura 4.1).

*Primera etapa.*

Esta primera etapa, según el nuevo programa del curso, tiene una duración de 6 semanas (5 semanas de clases de teoría y ejercicios y 1 última

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

semana de evaluación sumativa). Como producto final de esta primera etapa los alumnos deben levantar y configurar una Plataforma de IC. Todo el contenido y actividades del programa están orientados a proporcionar el soporte necesario para que los alumnos logren este objetivo.

Durante la primera semana del curso los alumnos fueron organizados en grupos. El profesor del curso fue quien organizó los grupos en base a la información de los Curriculum Vitae que los alumnos entregaron al profesor. Luego de este proceso se lograron formar 6 grupos (5 grupos de 6 alumnos y 1 grupo de 7 alumnos).

El curso tiene asignado 2 clases de cátedra y una de ejercicios cada semana. En las clases de cátedra el profesor desarrolló los temas de cátedra asociados a todas aquellas técnicas y/o métodos útiles en el desarrollo de software bajo el enfoque de IC. En las clases de ejercicios el ayudante estuvo a cargo de mostrar el uso de cada uno de los componentes de IC y su respectiva configuración para trabajar en la Plataforma de IC. Además, las clases de ejercicios fueron usados como instancias donde los grupos recibían retroalimentación acerca del avance de su Plataforma de IC.

En esta primera etapa del curso todos los grupos tuvieron que usar sus horas de trabajo autónomo (fuera de clases) para levantar y configurar la Plataforma de IC.

Según el nuevo programa del curso, la última semana de trabajo de esta primera etapa (semana 6) es cuando se realiza la evaluación sumativa. Los 6 grupos fueron evaluados en forma separada. Se usaron las clases de cátedra y ejercicios de esa semana para la evaluación. Cada grupo fue evaluado en un tiempo de 45 min. En esta evaluación cada grupo presentó su Plataforma de IC (5 minutos) y luego tuvieron 40 minutos de preguntas realizadas tanto por el profesor como por el ayudante (heteroevaluación). Terminada esta evaluación los integrantes del grupo tuvieron hasta 24 horas para llenar los cuestionarios de coevaluación y autoevaluación y ser enviada al profesor (para medir trabajo en equipo). Estos cuestionarios fueron habilitados desde Google Forms.

### *Segunda etapa.*

En esta segunda etapa, según el nuevo programa del curso, cada grupo de alumnos debe desarrollar un proyecto de software usando la Plataforma de IC que fue previamente instalada y configurada en un servidor del DIINF.

En esta segunda etapa las horas de clase semanal del curso (2 de cátedra y 1 de ejercicios) se usaron íntegramente para que los grupos desarrollen su proyecto de software usando la Plataforma de IC instalada en el servidor del

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

DIINF. En cada clase los alumnos se agruparon en sus respectivos grupos para trabajar en sus proyectos de software.

Las semanas 9, 12 y 15 fueron semanas de evaluaciones sumativas del avance de los proyectos de software (ver Figura 4.1). Cada grupo fue evaluado por separado. Los encargados de evaluar a cada grupo fueron el profesor del curso y el ayudante del curso (heteroevaluación). El tiempo de evaluación asignado a cada grupo fue de 45 minutos. En estas evaluaciones los alumnos debieron mostrar evidencias concretas con respecto a 2 aspectos: (a) Producto de Software (orientado a la calidad del producto presentado); y (b) Proceso de Software (cómo gestionaron y desarrollaron el proyecto en las horas de clase y en su trabajo autónomo).

Terminada cada una de estas evaluaciones, los alumnos tuvieron un tiempo de hasta 24 horas para entregar la coevaluación y autoevaluación de su grupo (para medir trabajo en equipo). Estos cuestionarios fueron habilitados desde Google Forms.

### Actividades e instrumentos utilizados

Para la ejecución de este proyecto se diseñaron los siguientes instrumentos: (a) nueva versión del programa del curso; (b) documento de visión y alcance de un proyecto de software; (c) evaluaciones sumativas (d) plataforma de desarrollo de software basado en la técnica de IC; (e) evaluación de trabajo grupal (coevaluación y autoevaluación); y (f) guía para levantar una plataforma de IC.

*Nueva versión del programa del curso.* La nueva versión del programa (Ver Figura 4.1) fue diseñada para lograr un aprendizaje activo por parte de los estudiantes. Como estrategia de enseñanza/aprendizaje se decidió usar el Aprendizaje Basado en Proyectos. Para lograr este objetivo, el nuevo programa divide el curso en dos etapas: (a) Levantamiento de la plataforma de Integración Continua, y (b) Desarrollo de proyecto de software.

La primera etapa (Levantamiento de la plataforma de IC) abarca las 6 primeras semanas de trabajo del curso (ver Figura 4.1). En esta primera parte del curso los alumnos (en grupos de 06 alumnos) deben trabajar en levantar una plataforma de IC que deberán usar en la segunda parte del curso. Esta primera parte del curso tiene una sola evaluación sumativa que se realiza en la 6ta semana (ver Figura 4.1).

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Semanas																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
					<b>Iteración 0</b>			<b>Iteración 1</b>			<b>Iteración 2</b>			<b>Iteración 3</b>		<b>Iteración 4 (PA)</b>
					Ambiente IC			Producto SW			Producto SW			Producto SW		Producto SW
					Aplicación JEE			Proceso SW			Proceso SW			Proceso SW		Proceso SW
					-			SAD (*)			SAD			SAD		SAD
					-			-			-			Hackaton		Hackaton
En grupos de 06 alumnos						En grupos de 06 alumnos [SCRUM] [Pair Programming]										

\* Software Document Architecture

Figura 4.1 Programa del curso Métodos/Técnicas de Ingeniería de Software

La segunda etapa del curso corresponde al desarrollo de un proyecto de software. Inicia en la semana 7 y termina en la semana 17 del curso (ver Figura 4.1). En esta segunda etapa los alumnos desarrollan un proyecto de software en grupos de 4 a 6 alumnos (los mismos de la primera parte). Cada grupo debe desarrollar el proyecto de software usando la plataforma de IC que levantaron en la primera parte del curso. El programa contempla cuatro evaluaciones sumativas que se realizan en las semanas 9, 12, 15 y 17 respectivamente (ver Figura 4.1).

*Documento de visión y alcance de un proyecto de software.* Para este proyecto se desarrolló el documento de visión y alcance de un “Sistema para monitorear la práctica de programación en Python”. Fue elaborado según el template definido por K. Wiegers (Wiegers y Beatty, 2013). En este documento de visión se describen los requisitos de negocio del proyecto de software que los alumnos deben desarrollar en la segunda parte del curso (semanas 7 a la 17). En él se proporciona información detallada respecto a (a) Requisitos de Negocio; (b) Visión de la Solución; (c) Alcance y Limitaciones; y (d) Contexto del Negocio.

*Evaluaciones sumativas.* Se desarrollaron dos enunciados de evaluaciones sumativas. Uno para cada etapa del programa del curso. El primer enunciado describe los lineamientos para la primera evaluación sumativa del curso (semana 6) correspondiente a levantamiento de la Plataforma de IC (ver Figura 4.1). El segundo enunciado describe los lineamientos para las evaluaciones sumativas de la segunda parte del programa del curso (semanas 9, 12, 15 y 17) (ver Figura 4.1).

*Plataforma de desarrollo de software basado en la técnica de IC.* Una plataforma de IC está conformada por diversos componentes de software que instalados y configurados apoyan en la automatización del desarrollo de software. Para este proyecto se diseñó una Plataforma de IC conformada por los siguientes componentes: Jenkins (Servidor de IC) y Git (Control de versiones) ambos instalados sobre Dockers. Toda esta plataforma se desplegó sobre un servidor del DIINF. Adicional a estos componentes, esta plataforma de IC fue complementada

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

por las herramientas Sonarqube (análisis estático de código), JUnit (pruebas Unitarias), Selenium (pruebas funcionales), y finalmente Dockers y Rancher para el trabajo con contenedores.

*Guía para levantar una plataforma de IC.* Esta guía se desarrolló con el objetivo de entregar un manual detallado para los alumnos de tal manera que les permita instalar y configurar cada uno de los componentes de una plataforma de IC.

*Evaluación para el trabajo en equipo.* Este instrumento permite realizar dos tipos de evaluación: (a) coevaluación (cada alumno evalúa a sus demás compañeros de grupo) y una autoevaluación (cada alumno se autoevalúa). En cada una de estas evaluaciones el alumno debe responder 5 preguntas de alternativa múltiple. El resultado de esta evaluación es un número entre -1.0 y 1.0 que se suma a la nota final que el alumno obtiene en cada evaluación sumativa del curso. Los alumnos deben responder esta evaluación grupal desde formularios Google Forms y lo deben realizar hasta máximo 24 horas después de cada evaluación sumativa.

### RESULTADOS

El propósito principal de este proyecto fue lograr un aprendizaje activo y profundo por parte de los estudiantes del Departamento de Ingeniería Informática en el uso de métodos y/o técnicas de la Ingeniería de Software para desarrollar software. Con el fin de lograr este propósito se diseñó e implementó una Plataforma de IC debido a que ésta incluye una serie de componentes que permiten automatizar de alguna manera el desarrollo de productos de software. Además, permite monitorear el trabajo de cada uno de los miembros de un equipo de desarrollo.

El nuevo programa del curso (basado en el uso de IC) definió dos objetivos específicos: (a) Implementar una Plataforma de IC a través de la instalación y configuración de sus diferentes componentes con el fin de usarla en futuros proyectos de desarrollo de software; y (b) Desarrollar proyectos de software mediante el uso de una Plataforma de IC con el fin de desarrollar productos de calidad.

La Figura 5.1 muestra los resultados del primer objetivo. En ella podemos ver que todos los grupos lograron instalar y configurar la plataforma de IC en forma satisfactoria. Obtuvieron una nota igual o superior a 5.0 en cinco de las siete herramientas de la Plataforma de IC. Para el caso de las herramientas JUnit y Selenium, no todos los grupos lograron instalarlos y configurarlos en forma satisfactoria (algunos grupos obtuvieron notas inferiores a 3.0).

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

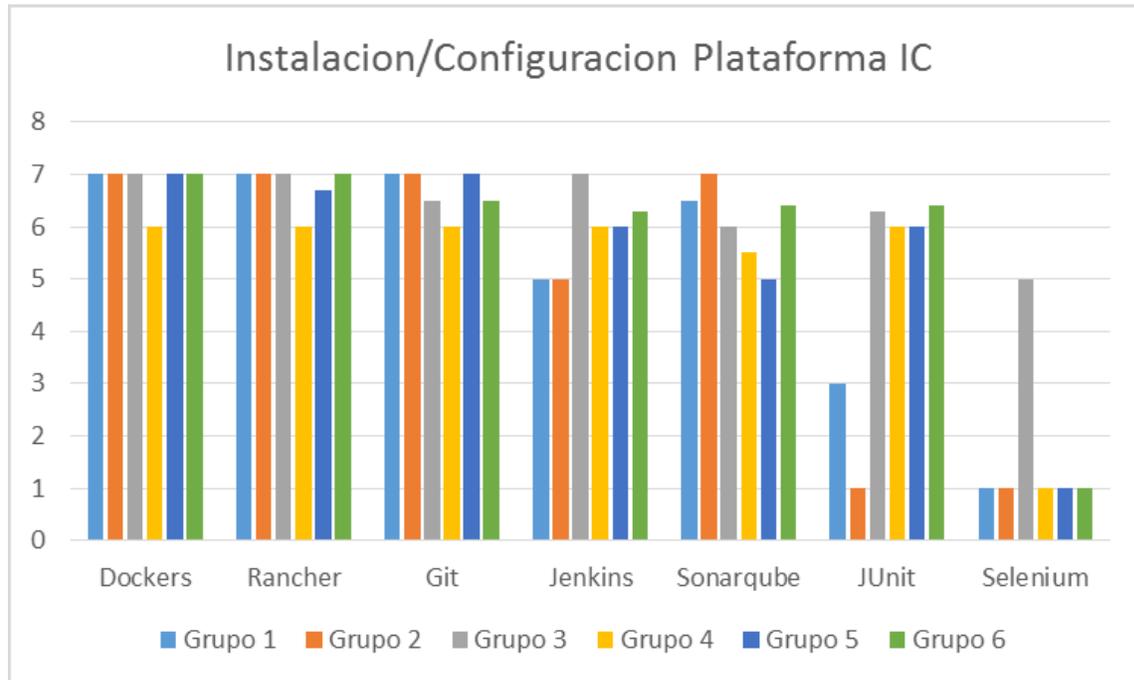


Figura 5.1 Instalación / Configuración de la Plataforma de IC

Para el caso del segundo objetivo (“Desarrollar proyectos de software mediante el uso de una Plataforma de IC con el fin de desarrollar productos de calidad”), se evaluó a los grupos en tres aspectos:

- Evaluación del Proceso de desarrollo de Software. Esta evaluación tiene por objetivo evaluar cómo desarrollaron el proyecto en las semanas de trabajo. Específicamente busca (a) medir cómo gestionaron el proyecto usando SCRUM [15] a través del uso de la herramienta Taiga; (b) medir la contribución de cada integrante del equipo en la implementación del producto (a través de la herramienta Git); (c) medir el trabajo de los integrantes en horas de clase; y (d) medir el uso correcto de la Plataforma de IC en el desarrollo del producto de software.

- Evaluación del Producto de Software. Esta evaluación tiene por objetivo evaluar la calidad del producto de software desarrollado por cada grupo. Específicamente se midieron: (a) Producto completamente funcionando según los requisitos definidos; (b) Diseño de Backend (Spring, Base de Datos, Patrones de diseño, patrón de arquitectura); (c) Diseño de Frontend (Heurísticas de Nielsen); (d) Diseño y ejecución de casos de prueba de aceptación (en la herramienta Selenium); (e) Diseño y Ejecución de pruebas unitarias/integración (JUnit - Spring); y (f) Análisis estático del código fuente de la aplicación (a través de la herramienta Sonarqube).

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

- Evaluación del trabajo en equipo. Evalúa la capacidad de cada miembro del equipo para integrarse y colaborar en forma efectiva en la consecución de los objetivos del proyecto. Para esta evaluación, los alumnos respondieron una encuesta on-line (Google Forms) donde evaluaron a cada uno de sus compañeros de grupo (coevaluación) y luego se autoevaluaron ellos mismo (autoevaluación). El puntaje obtenido por cada miembro del grupo fue sumado a su nota final (valor entre -1.0 y 1.0).

La Figura 5.2 muestra los resultados obtenidos luego de evaluar el proceso de desarrollo de software de cada uno de los 6 grupos. Como se puede ver el rendimiento obtenido por los grupos fue bastante uniforme durante las tres evaluaciones (Eval1, Eval2 y Eval3). Algunos de ellos iniciaron con un rendimiento debajo del 6.0 pero terminaron con un rendimiento final arriba del 6.0. Sin embargo, hubo un grupo (Grupo 2) cuyo rendimiento fue en forma descendente. Una de las razones de los buenos resultados de la mayoría de los grupos fue quizás el uso de la herramienta Git (parte de la Plataforma de IC) que permitió ir monitoreando el avance real de cada grupo. Con esta información se pudo mantener una presión sana sobre el trabajo de los equipos en cada una de las clases del curso. De esta manera se podía tener visibilidad del trabajo autónomo de los alumnos y realizar ajustes necesarios en forma oportuna.

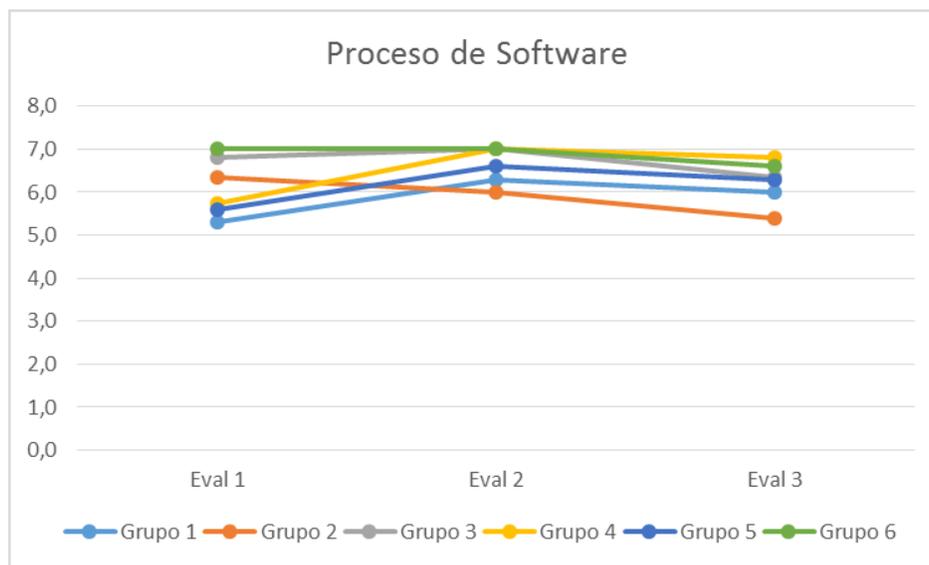


Figura 5.2 Evaluación del Proceso de desarrollo de Software

La Figura 5.3 muestra los resultados obtenidos acerca de la evaluación del Producto de Software. Los datos muestran que tres de los seis grupos tuvieron un rendimiento ascendente (Grupo 2, Grupo 3 y Grupo 6) y dos de ellos, aunque

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

tuvieron un rendimiento ascendente hasta la evaluación 2 (Grupo 4 y Grupo 5), en la última evaluación tuvieron una leve caída. Sin embargo, a pesar de que el rendimiento de todos los grupos no presenta un patrón uniforme ascendente, se puede ver que todos ellos lograron un buen rendimiento final (todos obtuvieron una nota superior al 5.7). Esto quiere decir que la calidad de los productos de software que construyeron fue bastante buena. Detrás de este buen rendimiento están el uso de las diferentes herramientas automatizadas de la Plataforma de IC. Por ejemplo, los grupos recibían constante retroalimentación automatizada desde las herramientas de testing (Sonarqube, JUnit y Selenium) con un informe del estado del producto luego de haber ejecutado todos los casos de prueba asociados al proyecto. Este tipo de retroalimentación automática permitió que los alumnos pudieran ajustar el producto de software frecuentemente.

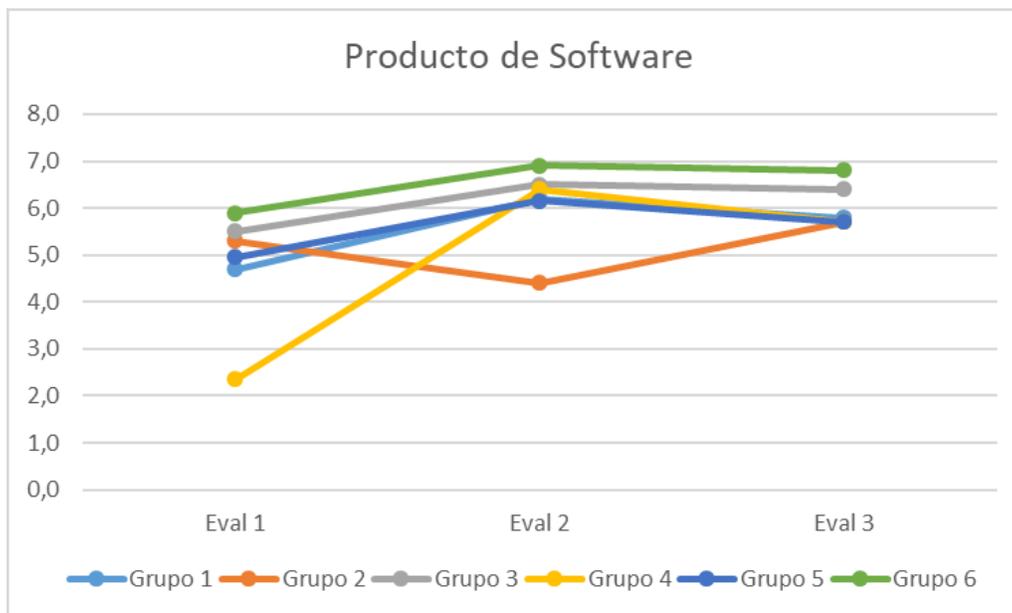


Figura 5.3 Evaluación del Producto de Software

La Figura 5.4 muestra los resultados obtenidos de la evaluación del trabajo en equipo obtenida por cada uno de los grupos a través de las diferentes evaluaciones. Los valores de esta evaluación van en el rango de -1.0 a 1.0. Donde -1.0 indica que el grupo tuvo un pésimo trabajo grupal y 1.0 tuvo un trabajo grupal muy bueno. Como se puede ver, en la evaluación 1 (Eval1) los grupos tuvieron una evaluación grupal relativamente buena. Luego en la Evaluación 2 (Eval 2) hay un marcado descenso. En la última evaluación (Eval 3) cuatro de los grupos (Grupos 1, 3,4 y 5) mejoraron su rendimiento. Sin embargo, dos grupos (Grupos 2 y 6) cayeron. Esta evaluación grupal, si bien no forma parte directa de la

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Plataforma de IC, influyó en el rendimiento de los alumnos. Los resultados de la coevaluación y autoevaluación de cada alumno fueron un motivador para que los alumnos mal evaluados se comprometieran más con el desarrollo del proyecto de software. La coevaluación y autoevaluación fue un complemento muy importante en el rendimiento obtenido por los alumnos.

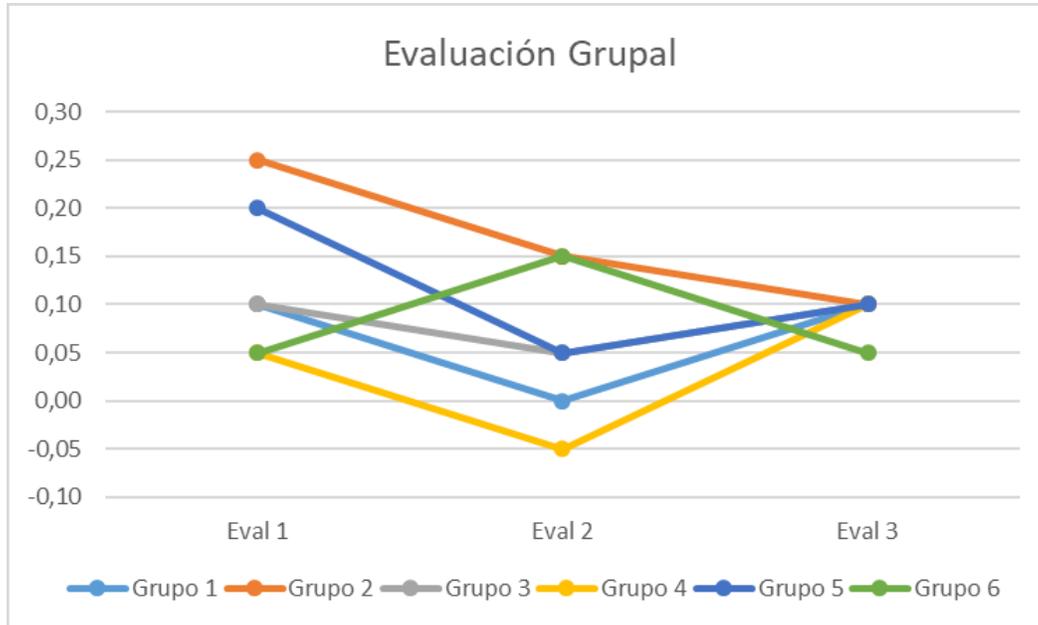


Figura 5.4 Evaluación Grupal

### CONCLUSIONES

Luego de haber implementado este proyecto en el curso de Métodos/Técnicas de Ingeniería de Software del Departamento de Ingeniería Informática de la Universidad de Santiago se puede afirmar que este proyecto tuvo un impacto positivo en el curso. A continuación, se describen algunas conclusiones:

- Desarrollar software usando una Plataforma de IC contribuye positivamente en el aprendizaje activo y profundo de los estudiantes. El hecho de que los alumnos instalen y configuren una Plataforma de IC representa un desafío no menor que va más allá de la mera adquisición de conocimiento. Los alumnos deben analizar y evaluar (habilidades en niveles superiores de la taxonomía SOLO (Biggs y Tang, 2007)) diversas fuentes bibliográficas para luego aplicarlas en la tarea de instalar y configurar adecuadamente la Plataforma de IC. Este aprendizaje profundo se fortaleció aún más en la segunda parte del curso, donde los alumnos desarrollaron un proyecto de software usando la Plataforma

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

de IC. El enfoque usado en esta segunda parte del curso fue el Aprendizaje Basado en Proyectos. Aquí los alumnos tuvieron que aplicar buenas técnicas de Ingeniería de software en el desarrollo de sus proyectos. En todo este proceso, el uso de la Plataforma de IC jugó un papel importante como soporte tecnológico.

- Desarrollar software usando una Plataforma de IC permite monitorear el trabajo autónomo de los alumnos de tal manera que se puedan tomar medidas correctivas oportunas. Uno de los atributos del sello institucional de los alumnos de la Universidad de Santiago es el aprendizaje autónomo (Universidad de Santiago de Chile, 2013). Usando el enfoque tradicional “what the teacher does” (Biggs y Tang, 2007) es muy difícil lograr monitorear el trabajo autónomo (fuera de clases) de los alumnos. Esto trae como consecuencia que no podamos monitorear el aprendizaje autónomo de los alumnos en horarios fuera de clase. Sin embargo, el usar la Plataforma de IC permitió monitorear el trabajo autónomo de los alumnos principalmente a través de uno de sus componentes, la herramienta de Control de Versiones (Git). Esta herramienta registró toda la actividad de programación realizada por los alumnos mientras escribían el código fuente del proyecto. Por lo tanto, fue posible tener evidencia concreta del aporte de cada alumno en el desarrollo del producto de software.

- Desarrollar software usando una Plataforma de IC contribuye positivamente al trabajo en equipo. Otro de los atributos del sello institucional del Modelo Educativo de la Universidad de Santiago es el trabajo en equipo (Universidad de Santiago de Chile, 2013). La Plataforma de IC contribuyó positivamente al trabajo en equipo de los proyectos desarrollados en el curso. Al inicio de los proyectos cada desarrollador tuvo asignado un conjunto de funcionalidades que debió desarrollar en trabajo coordinado con el resto de sus compañeros. Todo el código fuente que fueron escribiendo era enviado al repositorio central (Control de Versiones - Git), luego el Servidor de IC recogía este código y construía el ensamblado final. Si se encontraba algún problema el Servidor de IC enviaba un reporte al jefe de proyecto indicando el error y además el responsable del mismo. Gracias a este proceso, los alumnos fueron motivados a trabajar en forma colaborativa y a responsabilizarse por el desarrollo adecuado de las tareas que le fueron asignadas y demostrar una actitud respetuosa por el trabajo de sus demás compañeros. Si enviaban código fuente de mala calidad, el Servidor de IC no podía construir el producto final y esto entorpecía el trabajo de sus demás compañeros. Por lo tanto, causaba retrasos en el desarrollo del proyecto.

- Desarrollar software usando una Plataforma de IC tiene el potencial de lograr un traspaso progresivo del control y el desarrollo de significados compartidos entre el profesor y sus estudiantes. En este proyecto se pudo ver que a medida que los alumnos desarrollaban software usando la Plataforma de IC, estos se hacían más independientes del profesor. Al final, el profesor terminó actuando como facilitador y no como un mero transmisor de información.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

- El uso de una Plataforma de IC puede contribuir positivamente en el alineamiento constructivo de aquellos cursos donde los alumnos deben desarrollar un producto de software. La alineación constructiva consiste en definir claramente los resultados de aprendizaje de un curso, hacer que los procesos de evaluación midan dichos resultados apropiadamente y elegir estrategias de enseñanza/aprendizaje para entrenar con estas habilidades a los alumnos durante el desarrollo del curso. En este proyecto la Plataforma de IC fue un elemento que permitió lograr un adecuado alineamiento constructivo de curso. El uso de cada uno de sus componentes permitió evaluar en forma adecuada los dos objetivos del curso. La sección 4 de este documento muestra los resultados que se pudieron obtener al usar la Plataforma de IC.

### REFERENCIAS

- Biggs, J. & Tang, C. (2007). *Teaching for Quality Learning at University*. England: Open University Press.
- Billingsley, W. & Steel, J. (2013). A Comparison of Two Iterations of a Software Studio Course Based on Continuous Integration. En: *Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education*, 213 – 218. DOI: 10.1145/2462476.2465592
- Bowyer, J. & Hughes, J. (2006). Assessing Undergraduate Experience of Continuous Integration and Test-Driven Development. En: *Proceedings of the 28th international conference on Software engineering*, Shanghai, China, pp. 691 – 694.
- Downs, J., Hosking, J. & Plimmer, B. (2010). Status communication in agile software teams: a case study. En: *Fifth International Conference on Software Engineering Advances*, Niza, 2010, pp. 82–87.
- Duvall, P. M., Matyas, S. & Glover, A. (2007) *Continuous Integration: Improving Software Quality and Reducing Risk*. Addison-Wesley.
- Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile (2015a). *Malla de Ingeniería Civil en Informática*. Recuperado de [https://admission.usach.cl/sites/default/files/mallas\\_carreras/ingenieria\\_civil\\_en\\_informatica\\_0.pdf](https://admission.usach.cl/sites/default/files/mallas_carreras/ingenieria_civil_en_informatica_0.pdf)
- Facultad de Ingeniería, Universidad de Santiago de Chile (2015b). *Malla de Ingeniería en Ejecución en Informática*. Recuperado de [https://admission.usach.cl/sites/default/files/mallas\\_carreras/ingenieria\\_de\\_ejecucion\\_en\\_computacion\\_e\\_informatica.pdf](https://admission.usach.cl/sites/default/files/mallas_carreras/ingenieria_de_ejecucion_en_computacion_e_informatica.pdf)
- Feitelson, D. G., Frachtenberg, E. & Beck, K. L. (2013) Development and Deployment at Facebook. *IEEE Internet Computing*, 17(4), 8-17.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

- Fowler, M. (2006) *Continuous Integration*. Recuperado de:  
<http://www.martinfowler.com/articles/continuousIntegration.html>
- Goodman, D. & Elbaz, M. (2008) "It's not the pants, it's the people in the pants": Learnings from the gap agile transformation, what worked, how we did it, and what still puzzles us. En: *Agile 2008 Conference*, Toronto, Canadá. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/4599459/>
- Guy Suß, J. & Billingsley, W. (2012). Using Continuous Integration of Code and Content to Teach Software Engineering with Limited Resources. En: *Proceedings of the 34th International Conference on Software Engineering*, Zurich, Suiza, pp. 1175 – 1184. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6227025>
- Meyer, M. (2014). Continuous Integration and its tools. *IEEE Software Journal*, 31(3), pp. 14-16.
- Miller, A. (2008). A hundred days of continuous integration. *Agile 2008 Conference*, Toronto, Canadá, pp. 289–293.
- Pedrazzini, S. (2009). Exploiting the advantages of continuous integration in software engineering learning projects. En: *9th International Conference on Computing Education Research*, Koli, Finlandia, pp. 35–37.
- Prokop, M. (2017) *Who Is Using Jenkins?*. Recuperado de:  
<https://wiki.jenkins-ci.org/pages/viewpage.action?pageId=58001258>
- Rubin, K. S. (2012). *Essential Scrum: A practical guide to the most popular agile process*. Estados Unidos: Addison-Wesley.
- Universidad de Santiago de Chile (2013). *Modelo educativo institucional*. Recuperado de [https://www.usach.cl/sites/default/files/documentos/files/mei\\_2014.pdf](https://www.usach.cl/sites/default/files/documentos/files/mei_2014.pdf)
- Wieggers, K. & Beatty, J. (2013) *Software Requirements* (Third Edition). Redmond, Washington: Microsoft Press.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### Mejorando la docencia experimental en el Laboratorio de Hormigón del Departamento de Ingeniería Civil UdeC.

**Mauricio Pradena Miquel**

mpradena@udec.cl

Departamento de Ingeniería Civil

Universidad de Concepción

**Jorge Maluenda Albornoz**

jorgemaluendaa@gmail.com

Departamento de Psicología

(doctorando)

Universidad de Concepción

---

#### Asignatura

Asignatura "Tecnología del Hormigón" carrera de Ingeniería Civil

Universidad De Concepción

#### Palabras clave

Docencia Experimental, Laboratorio Hormigón, Tecnología del Hormigón, Laboratorio Activo-Participativo, Laboratorio Descriptivo.

#### INTRODUCCIÓN

El hormigón es el material de construcción más utilizado a nivel mundial con 25 billones de toneladas al año (Dávalos, 2013, Marinkovic, Malesev e Ignatovic, 2014). En Chile, el hormigón también es el material más utilizado, donde se estima que el 75% de las construcciones son realizadas en este material (Dávalos, 2013). Esto transforma en una necesidad importante la formación de Ingenieros Civiles con un sólido y profundo dominio en el trabajo con el hormigón, en particular en lo referido a la docencia experimental. En la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de Concepción, esto se ha realizado tradicionalmente en la asignatura de 6º semestre denominada "Tecnología del hormigón". En esta asignatura, por años la docencia experimental se ha realizado tradicionalmente en laboratorios del tipo descriptivo. Sin embargo se estima que un mejoramiento de la docencia experimental es posible de realizar al generar las condiciones para que los estudiantes cumplan un rol más activo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la tecnología del hormigón (Baharom, Hamid y Hamzah, 2012).

#### OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es comparar la docencia experimental de la tecnología del hormigón provista por experiencias de laboratorio del tipo descriptivo y activo-participativo, desarrolladas en el Laboratorio de Hormigón del Departamento de Ingeniería Civil UdeC.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

## MÉTODOS Y MATERIALES

### **Sobre el cambio metodológico**

Hasta antes de esta experiencia, el laboratorio de tecnología del hormigón se realizaba de manera descriptiva, es decir los alumnos observaban al laboratorista realizar las experiencias y ellos tomaban apuntes sobre estas. Por el contrario en el laboratorio activo-participativo los estudiantes fabrican directamente el hormigón y moldean las probetas a ser ensayadas a 7 y 28 días, en vez de ser observadores del proceso. Esto incluye que los estudiantes, entre otras cosas, midan las cantidades componentes y preparen los moldes en sala de acopio, se familiaricen con los espacios de trabajo y equipos del laboratorio (mezcladora y vibradores en particular), mezclen los componentes y fabriquen la mezcla inspeccionando que no se produzca segregación, ensayen el hormigón fresco directamente, compacten el hormigón con vibradores en las probetas, las terminen, protejan y almacenen hasta el desmolde, para luego trasladarlas a la cámara de curado, volver a retirarlas a las edades correspondientes, y finalmente las ensayen. Esto para las distintas condiciones de ensayos, tipos de probetas, relación agua/cemento, entre otras variables. De esta manera, el estudiante puede involucrarse directamente con el material, conocerlo, fabricarlo, curarlo, ensayarlo, evaluarlo, en resumen: "Experimentar el Hormigón". Además, en los informes de laboratorio se incluye una sección de "análisis" para que los estudiantes analicen el proceso experimentado y los resultados obtenidos.

### **Procedimiento e instrumentos**

Se le realizan preguntas a los estudiantes respecto al aporte del cambio metodológico en la comprensión de: a) Los procedimientos de fabricación, colocación y curado del hormigón; b) Las posibles patologías (y su prevención) del hormigón en estado fresco; c) Las propiedades del hormigón en su estado fresco y endurecido.

En las preguntas se le solicita al estudiante que califique su nivel de interés en una escala tipo Likert con valores de 1 a 5, donde 1 implica desinterés absoluto y el 5 un máximo interés.

Se incorporó además una pregunta opcional y abierta para recoger comentarios respecto de la comparación de un laboratorio de tecnología del hormigón de tipo activo-participativo respecto de uno descriptivo en la formación del Ingeniero Civil.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### Validación internacional

Para la validación internacional se consideraron dos universidades tecnológicas de los Países Bajos. La primera es la Delft University of Technology (TU Delft), que por años ha estado rankeada en los Top 5 a nivel mundial en la categoría Ingeniería Civil y Estructuras ([www.topuniversities.com](http://www.topuniversities.com)). La segunda es la Universidad de Twente (UT), que ofrece todos sus bachelors íntegramente bajo el modelo de enseñanza "Project-Led Education". De hecho, UT es líder en innovación en la enseñanza de la ingeniería y miembro del Consorcio Europeo de Universidades Innovadoras. La UT además cuenta con un Centro de Excelencia en Aprendizaje y Enseñanza.

## RESULTADOS

### Resultados cuantitativos

En la impresión global los estudiantes valoraron de manera heterogénea el taller descriptivo para su aporte al dominio de procedimientos de fabricación, curado y colocación del hormigón, si bien tendieron a valorarlo más positiva que negativamente. En contraste, la tendencia en el mismo ítem para el taller activo-participativo fue en su totalidad positiva y en su mayoría sobresaliente (Gráfico 1).

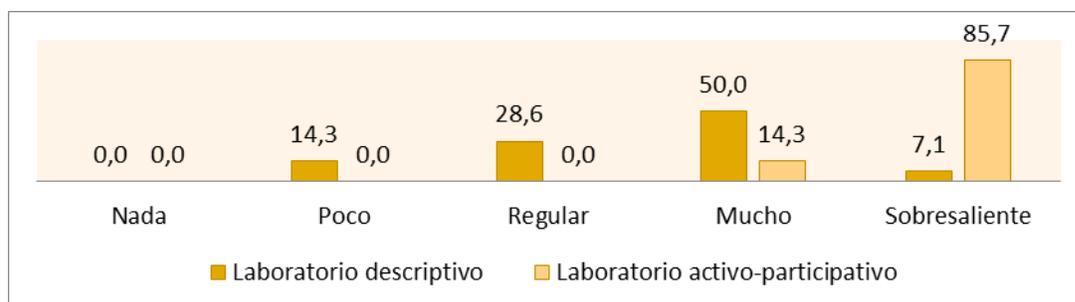


Gráfico 1. Aporte percibido de ambos talleres frente a procedimientos de fabricación, colocación y curado del hormigón en porcentajes de respuesta.

En la impresión global los estudiantes valoraron de manera heterogénea el taller descriptivo para su aporte al dominio frente a las patologías del hormigón en estado fresco. Sin embargo, los datos tienden a agruparse en mayor porcentaje en la categoría "regular".

La tendencia en el mismo ítem para el taller activo-participativo fue mayormente positiva y en su mayoría consideraron el aporte como "mucho" o "sobresaliente" (Gráfico 2).

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

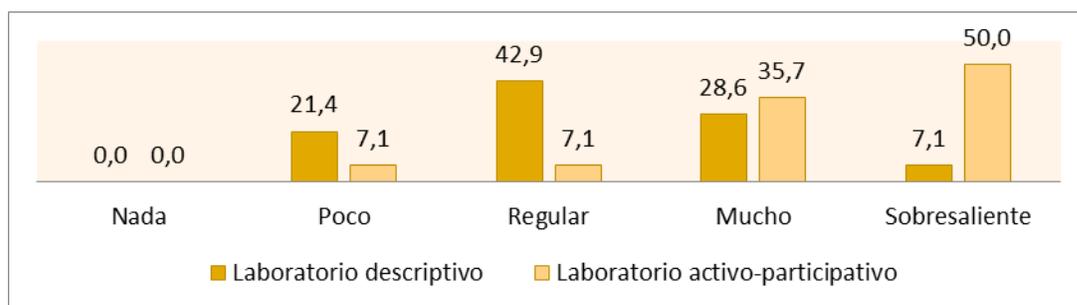


Gráfico 2. Aporte percibido de ambos talleres frente a las posibles patologías del hormigón en estado fresco en porcentajes de respuesta.

En el caso de los aportes percibidos por los estudiantes respecto del dominio de propiedades del hormigón fresco y endurecido, la distribución de valoraciones fue heterogénea entre las distintas categorías para el laboratorio descriptivo. Por otro lado, el laboratorio activo-participativo fue valorado positivamente con la mayoría de las preferencias en las categorías “muchos” o “sobresaliente” (Gráfico 3).

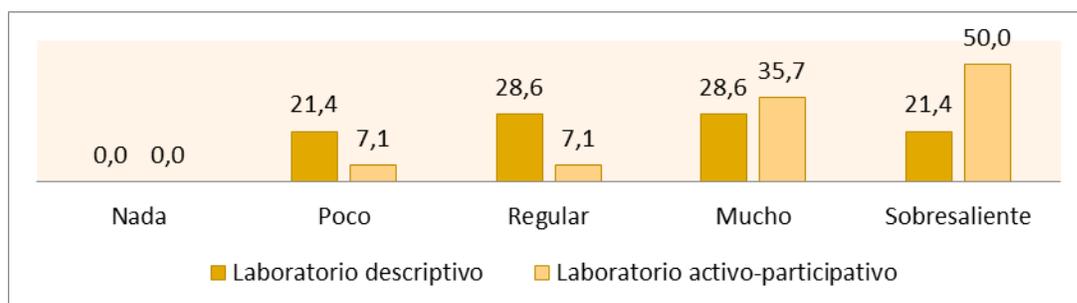


Gráfico 3. Aporte percibido de ambos talleres frente al dominio de las propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido en porcentajes de respuesta.

### Resultados cualitativos

Los estudiantes, a través de la pregunta abierta, emitieron distintas opiniones en la consideración comparativa de los aportes de cada taller sobre su aprendizaje y motivación.

El análisis categorial y descriptivo de estas respuestas reflejó una concentración de respuestas en algunas categorías temáticas, las cuales, a razón de este criterio fueron consideradas salientes. A continuación se describen los temas más recurrentes y su frecuencia (Tabla 1).

Además de lo indicado, algunos estudiantes destacaron temas que no fueron recurrentes pero que contienen un contenido valioso para fines de la experiencia.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Se indicó que el taller activo-participativo aportó de forma importante a: a) el desarrollo de la toma de decisiones basada en los conocimientos, b) el aprendizaje a partir de los errores; c) la valoración apropiada del hormigón; d) el aprendizaje de aspectos útiles para el desempeño profesional futuro.

Categoría temática	Descripción	Porcentaje de respuestas
Experiencia	El taller activo-participativo contribuyó de mayor forma que el descriptivo en la adquisición de experiencia con el trabajo en hormigón mediante procedimientos realizados por el estudiante.	44,4%
Conocimiento detallado	El taller activo-participativo fue un aporte en la adquisición de conocimiento "fino" respecto de los temas. Además, aportó el contacto con distintos aspectos del hormigón.	33,3%
Vinculación entre conocimientos	El taller activo-participativo permitió desarrollar vinculaciones entre los distintos conocimientos que se adquirieron.	22,3%

Tabla 1. Categorías temáticas más recurrentes, y frecuencia asociada, indicadas por los estudiantes.

### Resultados de la validación internacional

El Profesor Asociado Lambert Houben del Departamento de Ingeniería Estructural de la TU Delft revisó los resultados entregados en el presente artículo. Al hacerlo expresó "Los gráficos muestran muy claramente que los estudiantes aprecian cuando pueden fabricar el hormigón por ellos mismos". A lo cual agregó "Los gráficos también muestran que se aprende haciendo" y "se aprende incluso de los errores que uno puede realizar en el período de educación". El Prof. Houben repitió más de una vez la frase "se aprende haciendo".

Por su parte el Dr. Seirgei Miller, Director de Educación de la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la UT, y Académico del Departamento de Gestión de la Construcción e Ingeniería indicó que "si bien los gráficos muestran que para los estudiantes el laboratorio descriptivo les entrega algún entendimiento, en el caso del laboratorio activo-participativo el nivel de entendimiento es mayor". El Dr.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Miller también se refirió a los cambios que ellos han introducido en el mismo sentido en la UT, es decir un laboratorio activo-participativo donde los alumnos realizan y analizan las probetas de hormigón.

### CONCLUSIONES

Al comparar la docencia experimental de la tecnología del hormigón provista por las experiencias de laboratorio del tipo descriptivo y activo-participativo, fue posible observar la mayor valoración de éste, tanto por los estudiantes como por los expertos internacionales consultados.

En el caso del aporte percibido de las experiencias de laboratorio frente a los procedimientos de fabricación, colocación y curado del hormigón, el laboratorio descriptivo fue valorado principalmente como positivo. En contraste, el taller activo-participativo implicó una mayor valoración positiva con una tendencia más fuerte. De este modo se podría pensar que el taller descriptivo es considerado un aporte importante pero que, el taller activo-participativo realiza un aporte positivo diferencial.

En los casos de las posibles patologías del hormigón y el dominio de las propiedades de éste, la valoración en general para el taller descriptivo fue más heterogénea mientras que, la tendencia en la percepción del taller activo-participativo fue mayor hacia una valoración positiva. Ello indica una apreciación más variada respecto del taller de tipo descriptivo, donde en general, la tendencia es a valorarlo de forma neutral-positiva, en contraste con una valoración más positiva del taller activo-participativo.

Al observar los resultados cualitativos, parece ser que la valoración más positiva del taller activo-participativo guarda relación con la entrega de “valor agregado” relacionada con la facilitación de un contexto y guía que permita aprender de la experiencia y experimentar, con el aporte al conocimiento detallado (multidimensional) del hormigón y con la vinculación/integración entre conocimientos.

En resumen, la observación de los resultados de ambos tipos de laboratorio, en contraste, permite indicar que el de tipo activo-participativo tiene una mejor valoración general por parte de los estudiantes que el de tipo descriptivo. Esto fue reforzado en las respuestas de los estudiantes a la pregunta abierta planteada, y se condice con la validación externa realizada con profesores de las Universidades Tecnológicas de Delft y Twente en los Países Bajos.

### AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado en este artículo ha sido realizado a través del Proyecto 17-015 de la Dirección de Docencia de la Universidad de Concepción.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

Además, los autores desean expresar su agradecimiento a los siguientes profesores por su contribución al desarrollo del presente trabajo:

- Director del Departamento de Ingeniería Civil UdeC, Dr. Patricio Cendoya.
- Jefa de la Unidad de Educación en Ingeniería, Facultad de Ingeniería UdeC, prof. Marcela Varas.
- Director de Educación, Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad de Twente, Países Bajos, Dr. Seirgei Miller.

### REFERENCIAS

Baharom, S., Hamid, R. & Hamzah, N. (2012). Development of a problem based learning in concrete technology laboratory work. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 60, 8–13. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.339>

Dávalos A. (2013). Hormigón sustentable: Una nueva mirada a los materiales de construcción. *Beauchef Magazine*, 2do semestre 2013, 19–22. Recuperado de [http://www.b850.texterity.com/b850/segundo\\_semestre\\_2013?pg=19#pg19](http://www.b850.texterity.com/b850/segundo_semestre_2013?pg=19#pg19)

Marinkovic, S.B., Malesev, M. & Ignatovic, I. (2014). Life Cycle Assessment (LCA) of concrete made using recycled concrete or natural aggregates. *Eco-efficient construction and building materials*, 49, 239-266.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### Experiencia de aprendizaje de innovación abierta basado en design thinking y mentoring de equipos multidisciplinarios: Evaluación de su impacto en el desarrollo de habilidades de innovación y emprendimiento en estudiantes de ingeniería.

#### Daniel Gálvez Manríquez

daniel.galvez@usach.cl

Departamento de Ingeniería Industrial

Universidad de Santiago de Chile

#### Cristian Cuevas Vega

cristian.cuevas@usach.cl

Facultad de Ingeniería

Universidad de Santiago de Chile

#### Rodrigo Pardo Castillo

rodrigo.pardo.c@usach.cl

Facultad de Ingeniería

Universidad de Santiago de Chile

#### Diego Rivera Martínez

diego.rivera@usach.cl

Facultad de Ingeniería

Universidad de Santiago de Chile

---

#### Asignatura

Taller de Innovación Tecnológica.

#### Palabras clave

Innovación, emprendimiento, design thinking, trabajo en equipo, habilidades de comunicación, mentoría, multidisciplinaria.

#### INTRODUCCIÓN

La innovación y el emprendimiento se ha convertido en prioridad para la formación de ingenieros. Diversos autores han propuestos nuevos métodos de didácticos en ingeniería con el objetivo de desarrollar habilidades en esta prioridad. (Genco, Høltta-Otto, Wang & Kleppe, 2001).

Algunas de estas habilidades tienen aplicación general al quehacer de los ingenieros: trabajo en equipos multidisciplinarios (Borrego, Karlin, McNair y Beddoes, 2013; Hotaling, Fasse, Bost, Herman y Forest, 2012; Oladiran, Uziak, Eisenberg y Scheffer, 2012), comunicación efectiva (Tubaishat, 2009) y creatividad (Charyton, Jagacinski, Merrill, Clifton y DeDios, 2011; Chiu & Shu, 2007; Linsey & Viswanathan, 2010). Estos métodos han sido aplicados con éxito en diversas etapas del proceso de formación, desde la enseñanza secundaria (Chin, Zeid, Duggan y Kamarthi, 2011) hasta cursos de pregrado en carreras de ingeniería (Fiegel & Denatale, 2011; Oehlberg, Leighton, Agogino y Hartman, 2012).

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Asimismo, se dispone de metodologías específicas para promover innovación y emprendimiento: Design Thinking, Problem Based Learning, Lean StartUp y el método NABC del Stanford Research Institute.

Estos métodos fueron utilizados en la asignatura de Taller de Innovación Tecnológica y aquí se presentan sus resultados.

### OBJETIVOS

Los objetivos de aprendizaje propuestos, y que fueron evaluados, son:

- Dominar habilidades de innovación: Empatizar y definir situaciones problemas, Idear y crear espacio de soluciones factibles, caracterizar un prototipo en fase de producto mínimo viable de carácter científico-tecnológico.
- Mejorar el trabajo en equipo multidisciplinario.
- Mejorar la efectividad en la comunicación oral y corporal.
- Mejorar habilidades de emprendimiento.

### MÉTODOS Y MATERIALES

El programa lions up involucró a diferentes participantes en el proceso de innovación y emprendimiento. Primero, hubo estudiantes de pregrado y postgrado en equipos de tres a cinco estudiantes, registrando sus iniciativas según los desafíos planteados por las organizaciones stakeholders. Además, expertos de la universidad y otras organizaciones dirigieron la tutoría para los estudiantes. Finalmente, otros stakeholders activaban un ecosistema para la innovación.

#### Estudiantes

El proceso comenzó con 117 participantes y hubo deserción progresiva en cada etapa del programa, finalizando con 85 participantes de los cuales hubo 23 ganadores (21%). En comparación con la cantidad de equipos registrados (N=33), hubo 6 equipos ganadores (18%).

#### Mentores

Participaron mentores y conferencistas del entorno chileno de innovación y emprendimiento, dando retroalimentación a los Pitch de cada equipo y contribuyendo en instancias complementarias para fortalecer el proceso de innovación.

La mentoría involucró a 38 mentores: 11 emprendedores de Start-Up Chile (ciudadanos de Chile, Argentina, México, España, Rusia y EE. UU.). 8 profesores de la Universidad de Santiago de Chile (USACH). Entre los mentores de USACH había expertos del Centro para la Innovación en Tecnologías de la Información para Aplicaciones Sociales (CITIAPS) y el Laboratorio de Emprendimiento del

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

Departamento de Ingeniería Industrial (LEIND). 4 empresarios de La Fabrica (un centro privado de innovación) también participaron como mentores. Finalmente, 15 expertos de las organizaciones interesadas: Everis, Abengoa y CETRAM. Todas estas organizaciones se describen a continuación.

### Stakeholders

Diversos stakeholders colaboraron construyendo un puente entre los estudiantes y el ecosistema nacional de innovación y emprendimiento.

Everis: Es una consultora multinacional que trabaja en proyectos de desarrollo comercial, estrategia comercial, mantenimiento de aplicaciones tecnológicas y outsourcing.

Abengoa: Es una empresa española dedicada a la construcción y gestión de infraestructuras innovadoras y comercialización de energía para el desarrollo sostenible del país a través de la construcción, operación y mantenimiento de proyectos de infraestructuras energéticas y montaje industrial.

CETRAM: Es un centro chileno que atiende pacientes con trastornos del movimiento para mejorar su calidad de vida personal y familiar, respetando sus derechos humanos y la realidad social.

Start-Up Chile: Un programa de la Agencia Chilena para el Desarrollo Económico y Productivo (CORFO) que atrae a emprendedores de clase mundial para comenzar su negocio en Chile, fortaleciendo el ambiente empresarial, apoyando la cultura de la innovación en el país conectándola con el mundo.

### Etapas del Programa

El programa LionsUp duró 14 semanas en que los equipos participaron en talleres para desarrollar las habilidades requeridas para la innovación tecnológica usando los cuatro métodos descritos anteriormente: Design Thinking, Aprendizaje basado en problemas (PBL), Lean StartUp y NABC. El programa resume la estructura del proceso de Design Thinking en cuatro etapas: Empatizar/Definir, Idear, Prototipar y Testear. La Figura 1 muestra estas etapas.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

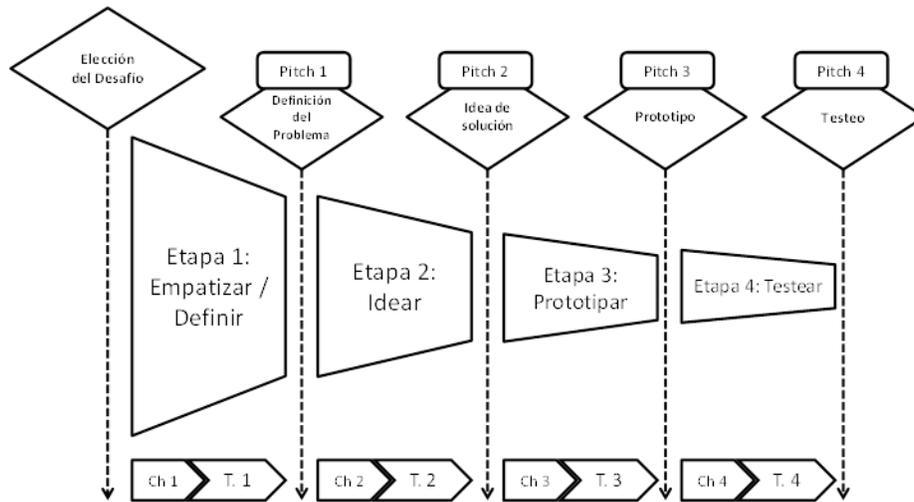


Figura 1. Etapas del programa Lions Up

El programa se estructuró bajo la filosofía de la metodología de Stage-Gate propuesta por Cooper, es así como cada "stage" es representada por las etapas del design thinking y cada "gate" representa los hitos de evaluación asociados a cada etapa.

En cada etapa se llevaron a cabo tres actividades:

*Charla + Taller.* Una charla de 20 minutos en que los tutores universitarios explicaron la metodología de la etapa, seguida de un taller guiado por tutores en que se aplicaron los conceptos de la charla.

*Taller.* Cuatro tipos de tutores (académicos, emprendedores, need-knowers y usuarios) semanalmente ayudaron a los equipos a aplicar herramientas metodológicas dentro del proceso de Design Thinking.

*Día de lanzamiento.* Como un hito de evaluación, cinco veces en un semestre los equipos dieron un pitch para "vender" una idea o producto en tres minutos, recibiendo retroalimentación de sus compañeros y tutores.

## Evaluación

Un primer tipo de evaluación fue el progreso del proyecto grupal mediante la presentación de un pitch de tres minutos que cada equipo presentó a un jurado de mentores que evaluaron el desempeño mediante una rúbrica en seis categorías: definición del problema, presentación efectiva, trabajo en equipo, valor de la solución tecnológica, caracterización del prototipo y modelo de negocios. La evaluación de cada variable se realizó en una escala de 1 a 4 estructurada como grilla de madurez y su ponderación en el puntaje global cambió en cada etapa, ya que no se evaluaba lo que aún no se había trabajado en el programa.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Un segundo tipo de evaluación fue un quiz individual de conocimiento conceptual al final de cada etapa del programa. Esta prueba se entregó en forma virtual en una estrategia didáctica de flipped-learning. Más adelante, los estudiantes y sus tutores revisaron los conceptos y aplicaron las herramientas metodológicas en las charlas/talleres.

La tercera herramienta fue un cuestionario de auto-evaluación que mide el desarrollo de habilidades en cuatro categorías: design thinking, trabajo en equipo, comunicación efectiva y emprendimiento. Mediante 50 descripciones conductuales, los estudiantes informan su propio grado de desarrollo de habilidades respondiendo en una escala discreta desde 1 ("muy bajo") hasta 5 ("muy alto"). Un panel de 5 expertos del equipo organizador corroboró la validez de contenido del cuestionario, verificando que tales descripciones conductuales son pertinentes para medir habilidades de innovación y emprendimiento en estudiantes de ingeniería.

Usando este cuestionario, cada estudiante respondió una autoevaluación de su propio desarrollo de habilidades. Una versión de evaluación externa permitió que los integrantes del mismo equipo evaluaran a sus pares, obteniendo una percepción más objetiva y controlando el Efecto Dunning-Kruger que consiste en una distorsión autoperceptual al evaluar las propias habilidades, en que las personas con escasa autocrítica y baja habilidad tienden a autocalificarse sobre el promedio (Dunning, Johnson, Ehrlinger y Kruger. 2003; Kruger & Dunning, 1999).

### RESULTADOS

Al comienzo del programa, 117 estudiantes respondieron el cuestionario de autoevaluación de su propio desarrollo de habilidades. A medida que el semestre avanzaba, hubo estudiantes que desertaron por sobrecarga académica y dificultades interpersonales en su equipo. De los 85 participantes que permanecieron, sólo 45 estudiantes presentes el mismo día respondieron la medición final. Por lo tanto, se comparó las diferencias antes y después del programa entre las mismas 45 personas.

Al final del programa los participantes respondieron también una versión del mismo cuestionario como un evaluador externo de sus compañeros de equipo, obteniendo 90 co-evaluaciones. Finalmente, las dos medidas anteriores se correlacionaron con las puntuaciones obtenidas por el proyecto grupal evaluado por el jurado del programa en las seis categorías de la rúbrica: definición del problema, presentaciones efectivas, trabajo en equipo, valor de la solución, caracterización del prototipo y modelo de negocio.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Usando el software SPSS, se realizó un análisis cuantitativo de las respuestas al cuestionario, verificando su confiabilidad y examinando diferencias estadísticamente significativas entre conjuntos de datos, siguiendo pautas ampliamente aceptadas para el uso de estas herramientas de investigación (Box, Hunter & Hunter, 2008; Coolican, 2014; Everitt y Howell, 2005; Kerlinger y Lee, 2000; Salkind, 2007; Thomas, 2006). La primera aplicación del cuestionario (N = 117) se consideró como una prueba piloto para calcular la confiabilidad y consistencia interna de las 50 descripciones conductuales del instrumento, obteniendo un elevado Alfa de Cronbach ( $\alpha=.964$ ).

En co-evaluación los estudiantes calificaron el grado de participación de sus compañeros de equipo, respondiendo que el 80% mostró una alta participación. Asimismo, indicaron que el 80% de sus compañeros logró un grado "alto" o "muy alto" de desarrollo de las habilidades abordadas por este programa.

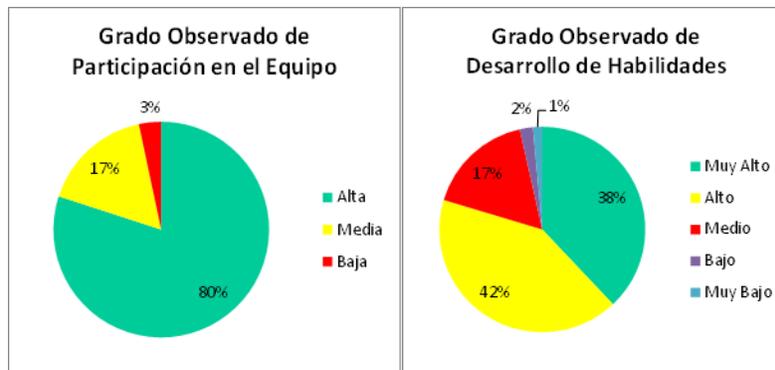


Figura 2: Grados de Participación y Desarrollo de Habilidades, observados por los pares.

### Design Thinking

En este clúster de habilidades hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p < .05$ ) entre la primera y la última medición en diez conductas. En cuatro de ellas se observó un gran tamaño del efecto ( $d > 0,7$ ):

- Indago las implicancias o consecuencias de un problema para un cliente/usuario.
- Elaboro un modelo sistémico de un problema, articulado causalmente y basado en los planteamientos de un cliente/usuario.
- Aplico métodos para ponderar la contribución relativa de diferentes ideas a la solución de un problema.
- Obtengo recursos y apoyo para materializar prototipos que solucionen un problema.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

		Escala Grado Desarrollo Habilidades: (1) Muy Bajo; (2) Bajo; (3) Medio; (4) Alto; (5) Muy Alto	Pre (N=45)		Post (N=45)		Cohen's d	p	
			$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$			
Design Thinking	Empatizar y Definir	1	Identifico variables relevantes en el contexto y proceso donde ocurre un problema.	3,62	0,679	3,96	0,601	0,53	.005
		2	Indago las percepciones y emociones de un cliente/usuario sobre un problema.	3,56	0,995	4,09	0,701	0,62	.014
		3	Indago posibles causas y variables que acompañan a un problema.	3,66	0,892	4,04	0,562	0,51	.140
		4	Indago las implicancias o consecuencias de un problema para un cliente/usuario.	3,58	0,823	4,13	0,588	0,77	.031
		5	Indago cómo otros intentos de solución han fracasado para resolver un problema.	3,29	1,099	3,87	0,726	0,62	.053
		6	Indago las expectativas de un cliente/usuario en relación a la solución de un problema.	3,45	1,004	4,02	0,839	0,62	.037
		7	Elaboro un modelo sistémico de un problema, articulado causalmente y basado en los planteamientos de un cliente/usuario.	3,12	0,948	3,82	0,747	0,82	.005
		8	Elaboro una narrativa explicativa multidimensional de un problema y sus implicancias para un cliente/usuario.	3,16	0,890	3,69	0,925	0,58	.012
		9	Defino las condiciones objetivas para considerar resuelto o superado un problema, basado en criterios de un cliente/usuario.	3,48	0,847	3,76	0,743	0,35	.360
	Idear / Crear	10	Investigo qué soluciones efectivas han sido aplicadas a problemas similares en otros contextos.	3,62	0,935	3,98	0,753	0,42	.154
		11	Aplico técnicas de creatividad para generar ideas sobre soluciones a un problema.	3,54	0,996	4,04	0,824	0,55	.253
		12	Aporto ideas creativas para solucionar un problema.	3,70	0,985	4,04	0,928	0,36	.640
		13	Incentivo que otras personas del equipo aporten ideas creativas para solucionar un problema.	3,63	1,095	4,18	0,684	0,60	.007
		14	Protejo la participación de las personas ante descalificaciones de otros.	4,03	1,017	4,22	0,902	0,20	.626
		15	Anticipo consecuencias positivas y negativas de las posibles soluciones frente a un problema.	3,69	0,885	3,91	0,793	0,26	.957
		16	Aplico métodos para ponderar la contribución relativa de diferentes ideas a la solución de un problema.	3,09	0,965	3,73	0,720	0,75	.000
		17	Selecciono una idea o combinación de ideas para intentar la solución de un problema.	3,75	0,860	3,93	0,837	0,21	.133
	Prototypary Testear	18	Elaboro modelos de negocio, prototipos o planes de acción para solucionar problemas.	3,00	1,017	3,49	0,991	0,49	.265
		19	Obtengo recursos y apoyo para materializar prototipos que solucionen un problema.	2,89	1,024	3,67	0,798	0,85	.007
		20	Aplico una solución o prototipo verificando indicadores objetivos para determinar en qué medida se está resolviendo un problema.	3,09	0,952	3,62	0,860	0,58	.009
		21	Aplico una solución o prototipo recibiendo comentarios de un cliente/usuario para mejorar.	3,32	1,096	3,64	0,981	0,31	.200

Tabla 1: Promedios, tamaño del efecto y significancia estadística para Design Thinking - Cuestionario LionsUp.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

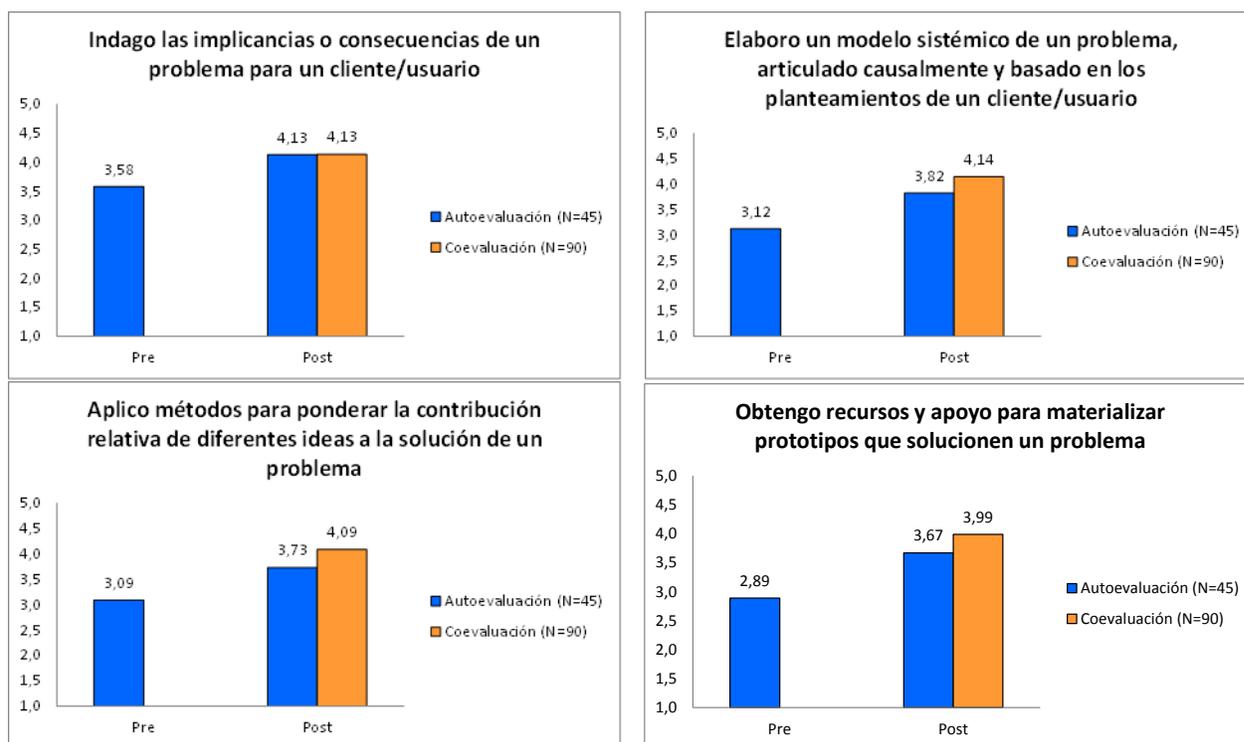


Figura 3: Habilidades de Design Thinking con mayor incremento ( $d > 0,7$ ).

Aunque hubo diferencias entre promedios de autoevaluación final y la coevaluación externa por sus compañeros del mismo equipo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $p > .05$ ). Esto quiere decir que hubo acuerdo entre observadores indicando apropiado control del efecto Dunning-Kruger y objetividad en la autoevaluación. Por lo tanto, puede afirmarse que se constató el desarrollo de habilidades implicadas en el proceso de Design Thinking.

### Trabajo en Equipo

Tal como indica la Tabla 2, no hubo diferencias estadísticamente significativas ( $p > .05$ ) entre los puntajes de la primera y la última medición de las ocho conductas incluidas en este clúster de habilidades.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Escala Grado Desarrollo Habilidades: (1) Muy Bajo; (2) Bajo; (3) Medio; (4) Alto; (5) Muy Alto			Pre (N=45)		Post (N=45)		Cohen's d	p
			$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$		
Trabajo en Equipo	22	Expreso comprensión y aceptación hacia los otros integrantes al trabajar en equipo.	4,00	1,050	4,04	0,976	0,04	.562
	23	Propongo alternativas de acción a los otros integrantes al trabajar en equipo.	3,76	0,997	3,78	0,951	0,02	.475
	24	Expreso reconocimiento a otras personas por su aporte al trabajo en equipo.	4,00	1,059	4,02	1,055	0,02	.659
	25	Realizo oportunamente las actividades requeridas por mi rol dentro de un equipo.	3,76	1,014	3,89	1,005	0,13	.305
	26	Colaboro con otras personas para lograr las metas compartidas por el equipo.	3,91	0,943	3,96	1,043	0,05	.227
	27	Cuando intento solucionar un problema acudo a otras personas para obtener su opinión.	3,79	1,055	3,93	1,009	0,14	.541
	28	Resuelvo objeciones y desacuerdos de manera empática y respetuosa.	3,80	1,085	3,87	0,919	0,07	.132
	29	Resuelvo conflictos identificando los intereses de las partes.	3,72	1,033	3,98	0,941	0,26	.377

Tabla 2: Promedios, tamaño del efecto y significancia estadística para Trabajo en Equipo - Cuestionario LionsUp.

### Comunicación Efectiva

En esta categoría hubo diferencias significativas ( $p < .05$ ) entre la primera y última medición para cinco enunciados. Específicamente, en tres de ellos se observó un tamaño del efecto moderado ( $d \sim 0,5$ ):

- Elaboro mis ideas identificando previamente qué deseo lograr.
- Doy retroalimentación positiva para incentivar a otras personas.
- Doy retroalimentación correctiva para precisar lo que otros dicen o hacen.

Escala Grado Desarrollo Habilidades: (1) Muy Bajo; (2) Bajo; (3) Medio; (4) Alto; (5) Muy Alto			Pre (N=45)		Post (N=45)		Cohen's d	p
			$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$		
Comunicación Efectiva	30	Elaboro mis ideas identificando previamente qué deseo lograr.	3,65	1,003	4,16	0,976	0,52	.017
	31	Preparo mis intervenciones de acuerdo a las características de los oyentes.	3,41	1,018	3,82	1,114	0,38	.034
	32	Elaboro argumentos que logran persuadir a quienes me dirijo.	3,47	1,063	3,78	0,951	0,31	.429
	33	Expongo mis ideas con confianza frente a otras personas.	3,56	1,038	3,80	1,014	0,23	.161
	34	Comunico con gestos no verbales que estoy prestando atención.	3,50	1,096	3,93	0,986	0,41	.152
	35	Repito con mis propias palabras lo que he oído para demostrar que comprendí.	3,53	1,095	3,76	1,026	0,22	.045
	36	Me expreso en público de manera breve y directa.	3,37	1,063	3,76	1,069	0,37	.132
	37	Me expreso en público de manera clara y precisa.	3,25	1,082	3,64	1,026	0,37	.286
	38	Doy retroalimentación positiva para incentivar a otras personas.	3,54	0,987	4,04	1,021	0,50	.018
	39	Doy retroalimentación correctiva para precisar lo que otros dicen o hacen.	3,23	1,012	3,87	0,944	0,65	.003

Tabla 3: Promedios, tamaño del efecto y significancia estadística para Comunicación Efectiva - Cuestionario LionsUp.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

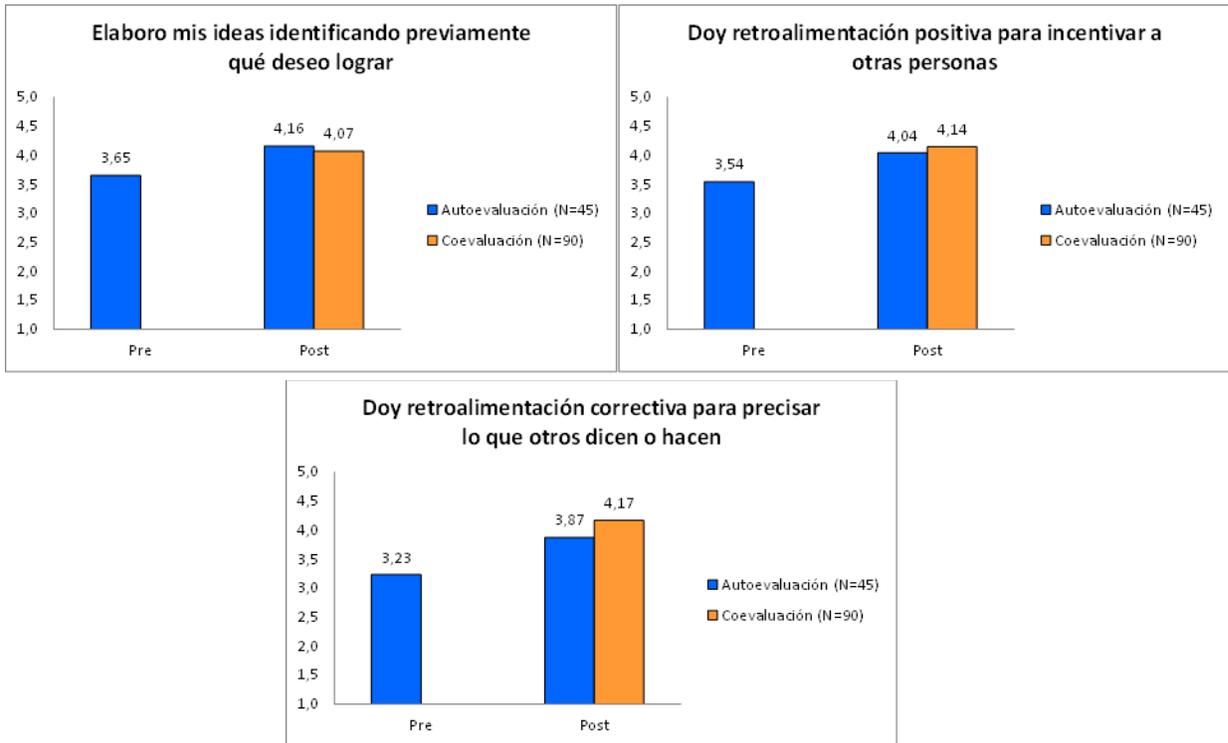


Figura 4: Habilidades de Comunicación Efectiva con incremento moderado ( $d \sim 0,5$ ).

## Emprendimiento

Finalmente, hubo diferencias significativas entre la primera y última medición para seis conductas incluidas en este cluster de habilidades. En una de ellas se observó un tamaño del efecto moderado ( $d= 0,5$ ):

- “Negocio las condiciones de mi participación en equipos y proyectos”.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

		Escala Grado Desarrollo Habilidades: (1) Muy Bajo; (2) Bajo; (3) Medio; (4) Alto; (5) Muy Alto		Pre (N=45)		Post (N=45)		Cohen's d	p
		$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$				
<b>Emprendimiento</b>	40	Me relaciono con personas que me proporcionan información valiosa.		3,58	1,044	3,96	1,043	0,36	.018
	41	Me relaciono con personas u organizaciones que pueden apoyar mis ideas.		3,29	1,115	3,80	1,120	0,46	.002
	42	Aprovecho las oportunidades que ofrece el mercado para desarrollar nuevos productos/servicios.		3,15	1,077	3,71	0,944	0,55	.100
	43	Elaboro propuestas y soluciones que responden a los intereses y necesidades de un cliente/usuario.		3,38	0,981	3,82	0,960	0,45	.038
	44	Negocio las condiciones de mi participación en equipos y proyectos.		3,10	1,132	3,64	1,048	0,50	.048
	45	Expreso confianza en mi capacidad para crear soluciones útiles e innovadoras.		3,52	1,039	3,96	0,976	0,44	.223
	46	Busco por propia iniciativa información objetiva para solucionar un problema.		3,65	1,028	4,00	0,879	0,37	.014
	47	Asumo riesgos calculados previendo escenarios alternativos.		3,29	1,059	3,69	1,019	0,38	.054
	48	Obtengo información útil a partir de mis errores.		3,78	1,051	4,04	0,928	0,26	.016
	49	Insisto en mis proyectos aunque haya fracasado anteriormente.		3,32	1,065	3,82	0,912	0,50	.087
	50	Enfrento las dificultades con optimismo hasta alcanzar mis metas.		3,81	1,121	4,07	0,986	0,25	.135

Tabla 4 - Promedios, tamaño del efecto y significancia estadística para el Emprendimiento - Cuestionario LionsUp.

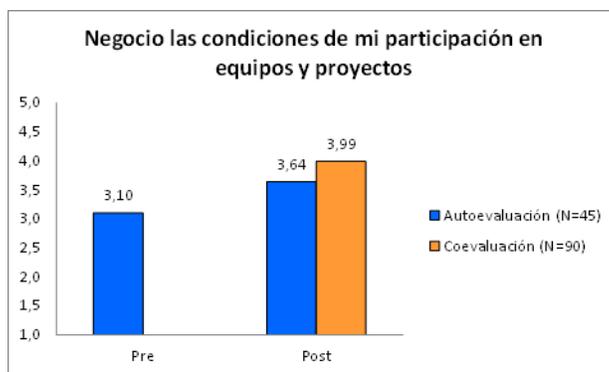


Figura 5: Habilidad de Emprendimiento con incremento moderado (d= 0,5).

A partir de lo anterior se puede inferir que hubo un incremento en la motivación y autoeficacia de los participantes frente a desempeños relacionados con emprendimiento que el estudiante percibe ahora dentro de su dominio competente o con expectativas de desempeño exitoso (Bandura, 1997). Asimismo, esto indica que los estudiantes aprovecharon que este programa activa un ecosistema de innovación, con el consiguiente acceso a recursos y mentores que los vincularon efectivamente para materializar sus ideas.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### Ganadores versus No-Ganadores

Se analizó separadamente las respuestas al cuestionario entre ganadores y no-ganadores. Hubo diferencias significativas ( $p < .05$ ) sólo para dos ítems: "Identifico variables relevantes en el contexto y proceso donde ocurre un problema" y "Me expreso en público de manera breve y directa". Ambas habilidades serían los factores distintivos que habrían determinado que algunos equipos mostraran un desempeño superior y ganaran esta competición al ser evaluados según los criterios de una rúbrica predefinida. En los puntajes de evaluación de la rúbrica también hubo diferencias significativas que distinguieron a ganadores de no-ganadores en las categorías Presentación Efectiva, Trabajo de Equipo, Valor de la Solución Tecnológica, Caracterización del Prototipo, Modelo de Negocio ( $p < .01$ ) y en la categoría Definición del Problema ( $p < .05$ ).

Finalmente, se encontraron correlaciones significativas ( $p < .01$ ) directamente proporcionales entre las respuestas de los no-ganadores al ítem del cuestionario "Me expreso en público de manera breve y directa", y los puntajes que ellos obtuvieron en cuatro categorías de la rúbrica: Definición del Problema ( $\rho = .546$ ), Presentación Efectiva ( $\rho = .665$ ), Trabajo de Equipo ( $\rho = .594$ ), y Caracterización del Prototipo ( $\rho = .493$ ). Es decir, mientras más baja la autoevaluación de habilidades comunicacionales, más bajos los puntajes de la rúbrica. Esto indica que un menor desarrollo de habilidades comunicacionales está altamente relacionado con un bajo desempeño evaluado según los criterios de la rúbrica.

En general, el análisis cuantitativo mostró que los estudiantes enfrentaron las dificultades normales al proceso de aprendizaje de habilidades complejas como la innovación y el emprendimiento, que fueron desarrolladas en el ambiente del programa.

### Seguimiento

Con el fin de investigar las percepciones de los estudiantes y mentores acerca del programa, se realizó un seguimiento ocho semanas después. Estudiantes voluntarios participaron en tres entrevistas grupales segmentadas: mujeres ganadoras ( $N=3$ ), hombres ganadores ( $N=2$ ) y no ganadores (2 mujeres y 3 hombres).

Se siguió la metodología propuesta por Glaser y Strauss (1967) para analizar sistemáticamente los datos cualitativos obtenidos, utilizando la transcripción íntegra y rigurosa de los protocolos realizando codificación abierta y posteriormente codificación axial hasta finalmente alcanzar saturación de los datos. La información obtenida en estas entrevistas fue clasificada en términos de fortalezas y oportunidades.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

*Fortalezas a mantener.* Los estudiantes comparten una percepción general positiva sobre el programa, valorando aprendizajes útiles para su formación profesional. Destacaron la gestión del programa y el permanente apoyo de los organizadores para mantener la motivación de los participantes. Los estudiantes valoraron la diversidad, la experiencia, el apoyo y la ayuda efectiva de sus mentores. Por último, afirman haber desarrollado habilidades de comunicación para hacer presentaciones eficaces y manejar objeciones difíciles, y habilidades para plantear y resolver problemas.

*Oportunidades para mejorar.* Pese a que el programa se ofreció en formato de curso electivo, los estudiantes desean compatibilizar su participación en el programa con el resto de su carga de trabajo académico. Además, los participantes mejorarían procesos de equipo tales como visión, coordinación, distribución de roles, equidad de carga de trabajo, estableciendo formas para controlar la participación de cada integrante del equipo.

El seguimiento también consideró ocho entrevistas individuales con mentores y stakeholders del programa, indagando sus percepciones sobre fortalezas para mantener y oportunidades de mejora.

*Fortalezas a mantener.* Los mentores destacaron la metodología, el aprendizaje y el desarrollo de habilidades en los estudiantes, y las experiencias compartidas con otros mentores y representantes de las organizaciones stakeholders.

*Oportunidades para mejorar.* En congruencia con los hallazgos sobre comunicación efectiva, los mentores sugieren establecer requisitos específicos para la presentación del pitch de manera de observar una evolución en las habilidades de los estudiantes entre diferentes etapas del programa.

Los hallazgos cuantitativos y cualitativos confirmaron que las habilidades de innovación y emprendimiento se desarrollaron, de acuerdo con los estudiantes, mentores y stakeholders.

### CONCLUSIONES

Este artículo ha examinado cómo la participación en un programa universitario contribuye a desarrollar habilidades de innovación y emprendimiento en estudiantes de ingeniería. El diseño del programa como paquete de intervención incorporó metodologías de probada eficacia para fomentar la innovación y el emprendimiento, junto con el mentoring de equipos multidisciplinarios apoyados por un ecosistema nacional de innovación. Los hallazgos de este estudio se basan en cuestionarios aplicados a estudiantes y entrevistas a ellos y sus mentores.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Los resultados tanto cuantitativos como cualitativos confirmaron que se desarrollaron habilidades de innovación y emprendimiento, de acuerdo a lo observado por los estudiantes, sus pares de equipo y sus mentores. Esto fue confirmado examinando también el grado de calidad y utilidad de los resultados de la participación de estos equipos en el programa. Según la evaluación de los jueces y mentores internacionales, estos productos en la forma de prototipos cumplieron de forma innovadora con las características requeridas a emprendimientos que justificadamente reciben el aporte para su escalamiento y desarrollo masivo.

Hubo limitaciones en este estudio. Primero, la no-aleatoriedad de la muestra pues el grupo estaba compuesto por estudiantes altamente interesados en innovación y emprendimiento. En contextos aplicados será muy difícil disponer de voluntarios asignados aleatoriamente que participen activamente por un semestre completo en un programa o un grupo control sin incentivos para su carga de trabajo académica, por lo que los hallazgos de este estudio serán válidos cuando se quiera comparar la efectividad de estos métodos aplicados a grupos similares. Segundo, el tamaño del grupo disminuyendo entre mediciones dificulta la generalización de los hallazgos. Sin embargo, desde la perspectiva cualitativa de investigación, la riqueza del conjunto de datos recopilados en entrevistas individuales permite una razonable generalización de estos hallazgos hacia contextos similares de educación en ingeniería donde se requiera comprender experiencias particulares de los estudiantes (Case y Light, 2011; Koro-Ljungberg y Douglas, 2008; Lincoln y Guba, 1985). Tercero, el reducido número de mujeres participantes en la muestra que refleja la aún escasa representación de las mujeres en carreras STEM. Este es un tema que podría abordarse desde las políticas públicas y educacionales para fomentar paridad de género también en este ámbito, con el propósito de garantizar y promover el acceso de las mujeres a estos contextos.

Algunas fortalezas a mantener fueron la contribución de los mentores y las metodologías usadas en el programa.

*Mentores.* Los expertos fueron capaces de comprender rápidamente su rol en el mentoring y aportaron con su experiencia multicultural pues la mayoría eran extranjeros (Chile, Argentina, Mexico, España, Rusia y EEUU). Los participantes expresaron satisfacción con la retroalimentación recibida en otros idiomas, que constituyó otro desafío en sí misma. Por otra parte, la relación de supervisión o mentoring fue clave para fomentar en los estudiantes un sentido de autodirección. En tal sentido, la figura del mentor como coach cognitivo valida la exploración de diversos intereses y problemas que los estudiantes pueden abordar en un contexto de confianza interpersonal (Vesilind, 2001), habilitando en

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

ellos la transición gradual hacia habilidades intelectuales de orden superior, tales como planificación, creatividad y pensamiento crítico.

*Metodología.* El Programa Lions Up se basó en metodologías reconocidas internacionalmente como relevantes para programas de innovación y emprendimiento: Design Thinking, Problem Based Learning, Lean Startup y NABC. Las recomendaciones en este sentido apuntan a profundizar tópicos en talleres prácticos adicionales. No hubo opiniones negativas de los estudiantes frente a las metodologías implementadas.

Existen aspectos a mejorar en los procesos del Programa LionsUp antes de una próxima versión. Las siguientes son las lecciones aprendidas más relevantes, derivadas de los hallazgos de la investigación y la reflexión crítica del equipo LionsUp.

*Carga académica de estudiantes.* El principal motivo de deserción de los estudiantes en el programa fue su carga académica obligatoria. Los organizadores consideran que podría rediseñarse una menor duración del programa, decidiendo si el principal objetivo del programa es formar habilidades comunicativas propias del proceso de innovación o formar capacidades de emprendimiento tecnológico. Para abordar este segundo objetivo se requerirá un entorno que facilite a los estudiantes compatibilizar estas iniciativas con su carga académica obligatoria (por ejemplo, incluyéndolas en sus compromisos curriculares) y les permita realizar residencias en laboratorio de prototipado de hardware y software, acercándolos al diseño de ingeniería de base científico-tecnológica.

*Equipos de trabajo.* En los equipos mejorar visión y liderazgo, gestión de proyectos, distribución de roles y carga de trabajo, administración del tiempo y manejo del conflicto. También se debe establecer mecanismos de control de la participación de cada integrante, pues el "social loafing" de algunos integrantes del equipo que no contribuyen de manera justa al proyecto es la conducta negativa más prominente que aparece en la revisión amplia de la literatura (Borrego et al., 2013; Burd, Hatch, Ashurst y Jessop, 2009; Chen & Chong, 2011; Gransberg, 2010; Pieterse y Thompson, 2010; Yang y Yan, 2008). Los equipos ganadores transitaron las cuatro etapas de desarrollo de equipo (Tuckman, 1965; Tuckman y Jensen, 1977), en comparación con los equipos no-ganadores que en muchos casos no lograron superar el conflicto natural que caracteriza la segunda etapa de desarrollo de equipo (Kozlowski y Bell, 2003).

*Equidad de género en el trabajo en equipo.* De acuerdo a lo señalado por los estudiantes en el seguimiento, las mujeres mal evaluadas en el pitch no tuvieron una segunda oportunidad para mostrar progreso en el desarrollo de habilidades de comunicación efectiva. Los equipos prefirieron estudiantes

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

hombres para presentar el siguiente pitch y las mujeres delegaron en los hombres la defensa de ideas que podían recibir críticas en público. Esto es congruente con hallazgos de otros autores (Bieri, Berweger, Keck y Kappler 2014; Ellis, Fosdick y Rasmussen, 2016; MacPhee, Farro y Canetto, 2013; Smith, 2011) en cuanto las estudiantes mujeres no sólo se encuentran infrarrepresentadas en carreras STEM sino que también usualmente postergan su participación en cursos de ingeniería, delegando en los hombres aquellas tareas que consideran incómodas o de alto escrutinio público. Este tipo de conductas se debe monitorear en futuras versiones del programa para gestionar la equidad de género. Asimismo, tiene implicancias en las políticas educativas para la diversidad y la inclusión en campos STEM y el diseño de cursos de ingeniería, dado que la autopercepción de competencia es "un factor fundamental en la elección y el desarrollo profesional" porque "a menos que las personas creen que pueden producir los resultados deseados con sus acciones, tienen pocos incentivos para actuar o perseverar ante las dificultades". (Bandura, Barbaranelli, Caprara y Pastorelli, 2001, p. 187).

De las lecciones aprendidas en esta versión del programa LionsUp, fue posible identificar varios aspectos a mejorar, mencionados anteriormente. Aun así, el programa es un contexto poderoso en el cual se activa un ecosistema nacional para la innovación y el emprendimiento en un país en desarrollo. Los resultados de esta experiencia permiten que el programa LionsUp sea presentado como un programa eficaz para desarrollar habilidades en estudiantes de ingeniería.

Para futuros programas se sugiere desarrollar habilidades específicas verificadas mediante indicadores conductuales. La creatividad es una de las habilidades sugeridas como relevantes por los mentores (Charyton y Merrill, 2009; Charyton et al, 2011; Daly, Mosyjowski y Seifert, 2014). Entre las habilidades de emprendimiento que podrían desarrollarse están: toma de riesgos, motivación/necesidad de logro, orientación al cliente, habilidades de planificación empresarial (Bilén, Kisenwether, Rzasca y Wise, 2005; Frese y Gielnik, 2014; Robinson y Stubberud, 2014). El desarrollo de habilidades de comunicación puede incluir: impacto, influencia y persuasión; articulación de ideas; presentación pública; escucha activa; paráfrasis del contenido; precisión/concreción; manejo de objeciones; retroalimentación positiva y correctiva (Bostrom, 1997; Cialdini, 2001; Gardner, 2004). Otras habilidades relevantes para desarrollar son habilidades de afrontamiento: autocontrol; manejo del estrés; autoeficacia; optimismo aprendido; y resignificación del fracaso (Bandura, 1997; Dweck, 2006; Seligman, 1991; Schaffer, Chen, Zhu y Oakes, 2012). Por último, entre las habilidades de trabajo en equipo pueden desarrollarse: gestión de proyectos; trabajo en equipo multidisciplinario; liderazgo

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

y administración del tiempo (Borrego et al., 2013, Hsiung, 2012, Shuman, Besterfield-Sacre y McGourty, 2005; van Knippenberg, 2017).

Finalmente, estos programas contribuyen fuertemente a la vinculación con el medio, generando valor bidireccional en el ejercicio de la tercera misión de las universidades. Esto fue reconocido por los diversos stakeholders externos involucrados que retroalimentaron positivamente el programa y manifestaron interés en continuar aportando en futuras versiones de esta iniciativa.

### AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos a las autoridades de CORFO y USACH. CETRAM. Everis. Abengoa. Start-Up Chile. LEIND USACH. VIRTUALAB USACH. CITIAPS USACH.

### REFERENCIAS

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Bandura, A., Barbaranelli, C., Caprara, G. V., & Pastorelli, C. (2001). Self-efficacy beliefs as shapers of children's aspirations and career trajectories. *Child Development, 72*, 187–206.
- Bieri, C., Berweger, S., Keck, A., & Kappler, C. (2014). Majoring in STEM - What Accounts for Women's Career Decision Making? A Mixed Methods Study. *The Journal of Educational Research, 107*, 167–176.
- Bilén, S.G., Kisenwether, E.C., Rzasas, S.E., & Wise, J.C. (2005). Developing and Assessing Students' Entrepreneurial Skills and Mind-Set. *Journal of Engineering Education, 94*(2), 233-243.
- Block, J. H. (1981). Gender differences in the nature of premises developed about the world. En: E. K. Shapiro & E. Weber (Eds), *Cognitive and affective growth*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Borrego, M., Karlin, J., McNair, L.D. & Beddoes, K. (2013). Team Effectiveness Theory from Industrial and Organizational Psychology Applied to Engineering Student Project Teams: A Research Review. *Journal of Engineering Education, 102*(4), 472-512.
- Bostrom, R. N. (1997). The process of listening. En: O. D. W. Hargie (Ed.), *The handbook of communication skills*. London: Routledge.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

- Box, G.E, Hunter, J.S, & Hunter, W.G. (2008). *Statistics for Experimenters. Design, Innovation, and Discovery*. New Jersey: Wiley.
- Brodie, L.M. (2009). eProblem-based learning: Problem-based learning using virtual teams. *European Journal of Engineering Education*, 34(6), 497-509.
- Brown, T. (2008). Design Thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84-92.
- Brown, T. (2009) *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. New York: HarperBusiness.
- Brown, T., & Wyatt, J. (2010). Design Thinking for Social Innovation. *Stanford Social Innovation Review*, Winter, 30-35.
- Burd, E.I., Hatch, A., Ashurst, C., & Jessop, A. (2009). Building project management communities: Exploring the contribution of patterns supported by web 2.0 technologies. *Computer Science Education*, 19(4), 257-272.
- Carlson, C.R. (2011). *Creating abundance through the application of a discipline of innovation*. White paper BBVA. Available online: [https://www.bbvaopenmind.com/wp-content/uploads/static/pdf/16\\_CARLSON\\_ING.pdf](https://www.bbvaopenmind.com/wp-content/uploads/static/pdf/16_CARLSON_ING.pdf) (Retrieved 24 November 2016).
- Carlson, C.R., & Wilmot, W.W. (2006). *Innovation: The Five Disciplines for Creating What Customers Want*. New York: Crown-Random House.
- Case, J. M., & Light, G. (2011). Emerging Methodologies in Engineering Education Research. *Journal of Engineering Education*, 100(1), 186-210.
- Charyton, C., & Merrill, J. A. (2009). Assessing General Creativity and Creative Engineering Design in First Year Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 98(2),145-156.
- Charyton, C., Jagacinski, R.J., Merrill, J.A., Clifton, W., & DeDios, S. (2011). Assessing Creativity Specific to Engineering with the Revised Creative Engineering Design Assessment. *Journal of Engineering Education*,100(4), 778-799.
- Chen, C. Y., & Chong, P. (2011). Software engineering education: A study on conducting collaborative senior project development. *Journal of Systems & Software*, 84(3), 479-491.
- Chen, H., Donaldson, K., Eris, Ö., Chachra, D., Lichtenstein, G., Sheppard, S. D., & Toye, G. (2008, Junio). *From PIE to APPLES: The Evolution of a Survey Instrument to Explore Engineering Student Pathways*. En: Proceedings of the

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

American Society for Engineering Education Annual Conference, Pittsburgh, PA.

Chin, J., Zeid, A., Duggan, C., & Kamarthi, S. (2011). A Unique Methodology for Implementing High School Capstone Experiences through Teacher Professional Development. *American Journal of Engineering Education*, 2(2), 17-30.

Chiu, I., & Shu, L.H. (2007). Biomimetic design through natural language analysis to facilitate cross-domain informational retrieval. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis, and Manufacturing*, 21(1), 45-59.

Cialdini, R. B. (2001). *Influence: Science and practice*. Boston: Allyn & Bacon.

Coolican, H. (2014). *Research methods and statistics in psychology*. New York: Psychology Press.

Daly, S. R., Mosyjowski, E. A., Seifert, C. M. (2014). Teaching Creativity in Engineering Courses. *Journal of Engineering Education*, 103(3), 417-449.

Dunning, D., Johnson, K., Ehrlinger, J., & Kruger, J. (2003). Why people fail to recognize their own competence. *Current Directions in Psychological Science*, 12(3), 83-87.

Dweck, C. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. New York: Random House.

Dym, C.L, Agogino, A.M., Eris, O., Frey, D.D., & Leifer, L.J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103-120.

Elizalde, H., Rivera-Solorio, I., Perez, Y., Morales-Menendez, R., Orta, P., Guerra, D., & Ramirez, R.A. (2008). An educational framework based on collaborative reverse engineering and active learning: A case study. *International Journal of Engineering Education*, 24(6), 1062-1070.

Ellis, J., Fosdick, B.K., & Rasmussen, C. (2016). Women 1.5 times more likely to leave STEM pipeline after calculus compared to men: Lack of mathematical confidence a potential culprit. *PLoS ONE* 11(7): e0157447. doi:10.1371/journal.pone.0157447

Everitt, B.S., & Howell, D.C. (Eds.) (2005). *Encyclopedia of Statistics in Behavioral Science*. Vols.1-4. Chichester: Wiley.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

- Fiegel, G.L., & Denatale, J.S. (2011). Civil engineering capstone design: Team formation, preparation, and performance. *International Journal of Engineering Education*, 27(6), 1295-1307.
- Frese, M., & Gielnik, M.M. (2014). The Psychology of Entrepreneurship. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 1, 413-438.
- Gardner, H. (2004). *Changing minds: The art and science of changing our own and other people's minds*. Boston: Harvard Business School Press.
- Gary, K.A. (2008). The software enterprise: Practicing best practices in software engineering education. *International Journal of Engineering Education*, 24(4), 705-716.
- Genco, N., Hölfta-Otto, K., & Seepersad, C.C. (2012). An Experimental Investigation of the Innovation Capabilities of Undergraduate Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 101(1), 60-101.
- Gerry, C., Marques, C. S., & Nogueira, F. (2008). Tracking student entrepreneurial potential: personal attributes and the propensity for business start-ups after graduation in a Portuguese university. *Problems and Perspectives in Management*, 6(4), 46-54.
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Chicago, IL: Aldine.
- Gnanapragasam, N. (2008). Industrially sponsored senior capstone experience: Program implementation and assessment. *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice*, 134(3), 257-262.
- Gransberg, D.D. (2010). Quantifying the impact of peer evaluations on student team project grading. *International Journal of Construction Education & Research*, 6(1), 3-17.
- Hotaling, N., Fasse, B.B., Bost, L., Herman, C.D., & Forest, C.R. (2012). A Quantitative Analysis of the Effects of a Multidisciplinary Engineering Capstone Design Course. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 630-656.
- Hsiung, C.M. (2012). The Effectiveness of Cooperative Learning. *Journal of Engineering Education*, 101(1), 119-137.
- Keat, O. Y., Selvarajah, C., & Meyer, D. (2011). Inclination towards entrepreneurship among university students: An empirical study of Malaysian university students. *International Journal of Business and Social Science*, 2(4), 206-220.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

- Keefe, M., Glancey, J., & Cloud, N. (2007). Assessing student team performance in industry sponsored design projects. *Journal of Mechanical Design*, 129(7), 692-700.
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2000). *Foundations of behavioral research* (4th ed.). Fort Worth, TX: Harcourt College Publishers.
- Klucznik-Törö, A. (2014). Results of the Systematic Literature Review on Entrepreneurship and its Influencing Factors. *Forum Scientiae Oeconomia*, 2(1), 57-70.
- Koro-Ljungberg, M., & Douglas, E. (2008). State of qualitative research in engineering education: Meta-analysis of JEE articles, 2005-2006. *Journal of Engineering Education*, 97(2), 163-175.
- Kozlowski, S.W.J., & Bell, B.S. (2003). Work groups and teams in organizations. En W.C. Borman, D.R. Ilgen, R.J. Klimoski (Eds.) *Handbook of Psychology: Industrial and Organizational Psychology*, vol.12, 333-375. London: Wiley.
- Kruger, J., & Dunning, D. (1999). Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(6), 1121-1134.
- Lammi, M., & Becker, K. (2013). Engineering Design Thinking. *Journal of Technology Education*, 24(2), 55-77.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Linsey, J.S., & Viswanathan, V.K. (2010). Innovation skills for tomorrow's sustainable designers. *International Journal of Engineering Education*, 26(2), 451-461.
- MacPhee, D., Farro, S., & Canetto, S.S. (2013). Academic Self-Efficacy and Performance of Underrepresented STEM Majors: Gender, Ethnic, and Social Class Patterns. *Analyses of Social Issues and Public Policy*, 13(1), 347-369.
- McNair, L.D., & Borrego, M. (2010). *Graduate students designing graduate assessment: ePortfolio design as problem based learning*. Paper presented at the 40th Annual ASEE/FIE Frontiers in Education Conference, Arlington, VA.
- Mentzer, N. (2014). Team Based Engineering Design Thinking. *Journal of Technology Education*, 25(2), 52-72.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

- Oehlberg, L., Leighton, I., Agogino, A., & Hartmann, B. (2012). Teaching human-centered design innovation across engineering, humanities and social sciences. *International Journal of Engineering Education*, 28(2), 484-491.
- Oladiran, M.T., Uziak, J., Eisenberg, M., & Scheffer, C. (2011). Global engineering teams: A programme promoting teamwork in engineering design and manufacturing. *European Journal of Engineering Education*, 36(2), 173-186.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business Model Generation. A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. New Jersey: Wiley.
- Pieterse, V., & Thompson, L. (2010). Academic alignment to reduce the presence of 'social loafers' and 'diligent isolates' in student teams. *Teaching in Higher Education*, 15(4), 355-367.
- Ries, Eric (2008). *The Lean Startup*. Recuperado de: <http://www.startuplessonslearned.com/2008/09/lean-startup.html>.
- Ries, Eric (2011). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*. New York: Crown Publishing Group.
- Robinson, S., & Stubberud, H. A. (2014). Teaching creativity, team work and other soft skills for entrepreneurship. *Journal of Entrepreneurship Education*, 17(2), 186-197.
- Rover, D.T. (2008). Engineering Education in a Global Context. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 105-108.
- Salkind, N.J. (Ed.) (2007). *Encyclopedia of measurement and statistics*. Vols.1-3. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Schaffer, S. P., Chen, X., Zhu, X., Oakes, W. C. (2012). Self-Efficacy for Cross-Disciplinary Learning in Project-Based Teams. *Journal of Engineering Education*, 101(1), 82-94.
- Seligman, M.E.P. (1991). *Learned Optimism*. New York: Alfred A. Knopf.
- Shuman, L.J., Besterfield-Sacre, M., & McGourty, J. (2005). The ABET "professional skills" – Can they be taught? Can they be assessed? *Journal of Engineering Education*, 94(1), 41-55.
- Smith, E. (2011). Women into science and engineering? Gendered participation in higher education STEM subjects. *British Educational Research Journal*, 37(6), 993–1014.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

- Täks, M., Tynjälä, P., Toding, M., Kukemelk, H., & Venesaar, U. (2014). Engineering Students' Experiences in Studying Entrepreneurship. *Journal of Engineering Education, 103*(4), 573-598.
- Thomas, M. N. (2006). Quantitative data analyses. En: J. A. Pershing (Ed.), *Handbook of human performance technology: Principles, practices, potential* (3rd. ed.) (pp. 837-872). San Francisco: Pfeiffer.
- Tuckman, B.W. (1965). Development sequence in small groups. *Psychological Bulletin, 63*(6), 384-399.
- Tuckman, B.W., & Jensen, M.A.C. (1977). Stages of Small-Group Development Revisited. *Group & Organization Studies, 2*(4), 419-427.
- Tubaishat, A. (2009). IT systems development: An IS curricula course that combines best practices of project management and software engineering. *Issues in Informing Science & Information Technology, 6*, 257-268.
- Van Knippenberg, D. (2017). Team Innovation. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior, 4*, 211–233.
- Vesilind, P. A. (2001). Mentoring engineering students: Turning pebbles into diamonds. *Journal of Engineering Education, 90*(3), 407-411.
- Wang, E.L., & Kleppe, J.A. (2001). Teaching invention, innovation, and entrepreneurship in engineering. *Journal of Engineering Education, 90*(4), 565-570.
- Whetten, D. A., & Cameron, K. S. (2011). *Developing management skills*. New Jersey: Prentice Hall.
- Yadav, A., Subedi, D., Lundeberg, M.A., & Bunting, C.F. (2001). Problem-based learning: Influence on students' learning in an electrical engineering course. *Journal of Engineering Education, 100*(2), 253-280.
- Yang, M.C., & Yan, J. (2008). An examination of team effectiveness in distributed and co-located engineering teams. *International Journal of Engineering Education, 24*(2), 400-408.
- Yasuhara, K., Lande, M., Chen, H. L., Sheppard, S. D., & Atman, C. J. (2012). Educating engineering entrepreneurs: A multi-institution analysis. *International Journal of Engineering Education, 28*(2), 436–447.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### Arquitectura Curricular Flexible, Alineada al Modelo Educativo UdeC y Ajustada a Estándares Internacionales de Calidad para las Carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción

**Marcela Varas Contreras**

mvaras@udec.cl

Departamento de Informática y  
Ciencias de la Computación  
Universidad de Concepción

**Marcela Zúñiga Sepúlveda**

marcelazuniga@udec.cl

Unidad de Educación en Ingeniería  
Universidad de Concepción

---

#### Asignatura

Carreras de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción

#### Palabras clave

Rediseño Curricular, Arquitectura Curricular, Duración de carreras de Ingeniería

#### INTRODUCCIÓN

Los desafíos de los ingenieros ya no son sólo desafíos locales y profesionales. Las organizaciones internacionales han relevado el rol de la ingeniería en el abordaje de las complejas problemáticas que desafían actualmente a la humanidad. Tal situación, evidencia que en un futuro no sólo aumentará la demanda de profesionales de la ingeniería, sino que también aumentarán las exigencias de calidad que deben satisfacer los sistemas, productos, procesos y servicios generados por esta disciplina, haciendo necesario dar un giro relevante al cómo se están formando hoy los Ingenieros (Yutronic, 2013).

En efecto, planes de estudio flexibles, orientados al desarrollo de competencias, que incorporen una exposición temprana a la disciplina en contextos colaborativos y multidisciplinarios, que fomenten la innovación, el emprendimiento tecnológico y que consideren aspectos sociales, económicos, éticos y ambientales, apoyándose en metodologías activas para el proceso de enseñanza/aprendizaje, aparecen como factores relevantes en la Educación de Ingeniería de clase mundial. (The Royal Academy of Engineering, 2012)

Por su parte, la Universidad de Concepción asume la responsabilidad de formar personas dispuestas a ejercer su profesión aportando desde la excelencia al bienestar y desarrollo social. En consecuencia, la Facultad de Ingeniería de la

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

Universidad de Concepción fomenta la formación de profesionales íntegros, que contribuyan con la diversificación de la matriz productiva de la región, el país y el mundo; promoviendo el desarrollo sustentable a través de la concepción, diseño, implementación y operación de productos y sistemas con valor agregado.

Así, a los futuros ingenieros de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción, se les incentiva a que desde la innovación, el desarrollo científico y tecnológico; sean agentes de cambio, capaces de liderar a otros hacia la generación de soluciones oportunas y creativas acorde con el entorno cambiante de la sociedad actual y desde una mirada socialmente responsable.

### OBJETIVOS

#### Objetivo General:

Diseñar una arquitectura curricular flexible para las carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción; alineada con el Modelo Educativo UdeC y ajustada a tendencias internacionales en Educación en Ingeniería.

#### Objetivos Específicos:

1. Diseñar planes de estudio para las especialidades de la Facultad de Ingeniería alineados al Modelo Educativo de la Universidad de Concepción.
2. Adecuar los planes de estudio de la Facultad de Ingeniería a tendencias internacionales en educación en ingeniería.
3. Diseñar un plan de estudios común de acuerdo al Perfil de Egreso común de la Facultad de Ingeniería.
4. Estandarizar a 11 semestres la duración máxima de todas las carreras de la Facultad de Ingeniería.

### MÉTODOS Y MATERIALES

Para la elaboración de la propuesta de arquitectura curricular se desarrollaron las siguientes actividades:

1. Revisión del Modelo Educativo de la Universidad de Concepción.
2. Revisión del Manual de Rediseño Curricular de la Universidad de Concepción.
3. Benchmarking de:
  - a) Estándares nacionales e internacionales de acreditación de carreras de ingeniería y tendencias internacionales de buenas prácticas en educación en ingeniería.
  - b) Planes de estudio de referentes nacionales e internacionales de carreras de ingeniería.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

- c) Metodologías de enseñanza/aprendizaje activas y estrategias de evaluación para educación en ingeniería.
4. Elaboración de un perfil de egreso genérico para la FI-UdeC alineado al Modelo Educativo UdeC y a tendencias internacionales en educación en ingeniería.
5. Definición del núcleo temático (aprendizajes y contenidos comunes) para las carreras FI-UdeC.
6. Diseño de una propuesta de arquitectura curricular flexible para las carreras de la FI-UdeC con 11 semestres de duración.
7. Definición de metodologías de enseñanza/aprendizaje adecuadas que se alinearán a la nueva arquitectura curricular.

Los estudios del Modelo Educativo de la UdeC, de planes de estudio de referentes nacionales e internacionales, de estándares de acreditación nacional e internacional para ingeniería, iniciativas de buenas prácticas para educación en ingeniería, metodologías activas de enseñanza/aprendizaje y estrategias de evaluación fueron realizados por el equipo de profesionales de la Unidad de Educación en Ingeniería (UdEI) durante el año 2015.

En el año 2016, se constituyeron las siguientes comisiones de Académicos y Académicas de las distintas disciplinas de la Facultad de Ingeniería, asesorados por uno o más profesionales de la UdEI:

a) *Comisión Perfil de Egreso Genérico FI-UdeC*: Encargada de elaborar una propuesta de Perfil de Egreso del Ingeniero Civil, independiente de la especialidad y que fuera consistente con el Modelo Educativo UdeC y ajustado con estándares internacionales. Para ello se contó con los estudios del Whashintong Acoord, Acuerdo EUR-ACE®, la iniciativa CDIO, los criterios de acreditación de la CNA Chile y los criterios de acreditación internacional de ABET.

b) *Comisión Núcleo FI-UdeC*: Encargada de elaborar una propuesta de aprendizajes que deben lograr todos los estudiantes de ingeniería para alcanzar el Perfil de Egreso FI-UdeC genérico definido. Para ello se trabajó, junto con el nuevo perfil de egreso, con los planes de estudio de carreras de ingeniería de las universidades nacionales de Chile, Pontificia Universidad Católica, Universidad Federico Santa María, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y Universidad de Santiago de Chile, y con los planes de estudio de las universidades internacionales de Oxford, Stanford y MIT.

En el año 2017 se constituyó, en cada especialidad:

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

a) *Comisión de Rediseño Curricular*: Encargadas de elaborar, con apoyo de la Unidad de Educación en Ingeniería, el perfil de egreso de su respectiva especialidad en base al perfil de egreso genérico FI-UdeC sancionado.

### RESULTADOS

Durante el segundo semestre de 2015 y primer semestre de 2016 se elaboró una propuesta de perfil de egreso genérico la que fue validada por académicos y estudiantes de la Facultad de Ingeniería y sancionada el 5 de abril de 2017 por el Comité de Pregrado de la Facultad. Dicho perfil de egreso FI-UDEC consta de las siguientes siete competencias:

*Competencia 1*: Concebir, Diseñar, Implementar y Operar sistemas, productos, procesos y servicios, para satisfacer las necesidades del medio, promoviendo un desarrollo sustentable.

*Competencia 2*: Solucionar problemas complejos de ingeniería, dentro del ámbito de su especialidad, con conocimientos aplicados de matemática, ciencias e ingeniería; considerando criterios técnicos, económicos, sociales, éticos y ambientales, dentro del contexto de trabajo colaborativo.

*Competencia 3*: Desarrollar investigaciones y estudios detallados de aspectos técnicos de su especialidad, a través del diseño y conducción de experimentos y del análisis e interpretación de sus resultados.

*Competencia 4*: Ejercer liderazgo en equipos multidisciplinarios dentro del ámbito de su desempeño profesional.

*Competencia 5*: Comunicar de manera efectiva en su ámbito profesional, utilizando el inglés como idioma extranjero.

*Competencia 6*: Comprender la responsabilidad social y de su profesión, así como el impacto económico, ambiental y social de la ingeniería en un contexto global.

*Competencia 7*: Reconocer el valor de la generación de conocimiento y del aprendizaje continuo en la actualización y mejora de sus competencias profesionales en ingeniería.

Con este perfil de egreso de base, durante el año 2017, cada una de las carreras de la Facultad de Ingeniería, a través de sus respectivas comisiones de rediseño curricular, generó el perfil de egreso de su especialidad. Este perfil constituye una contextualización del perfil genérico de la Facultad de acuerdo a las particularidades de su respectiva especialidad y actualmente se encuentran validados interna (académicos y estudiantes) y externamente (profesionales y empleadores) y sancionados formalmente por sus respectivos Consejos de Carrera.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Durante el año 2017 además, se elaboró una propuesta de núcleo que consta de asignaturas comunes a todas las especialidades, asignaturas comunes contextualizadas a cada especialidad y asignaturas comunes sólo a algunas especialidades. Con esta propuesta de Núcleo FI-UdeC y considerando las tendencias nacionales desde el año 2014 de reducir la duración de los estudios para las carreras de Ingeniería (Benavente, 2017), se diseñó una propuesta de arquitectura curricular flexible, de 11 semestres (Ver Figura 1) la que ha sido aprobada por los Jefes de Carrera y que, a junio de 2018, está ad portas de ser sancionada por el Consejo Directivo de la Facultad. Dicha arquitectura curricular cumple con las siguientes características:

- Alineada al Modelo Educativo UdeC, esto es, se basa en un perfil de egreso orientado a competencias propias de la disciplina, las que deben incluir un conjunto de competencias genéricas. Posee asignaturas integradoras ([I]) las que desarrollan competencias, y permiten verificar el logro progresivo del perfil de egreso. Se ha incorporado una en cada año del currículo (el modelo UdeC exige una cada 2 años).
- Alineada al perfil de egreso común FI UdeC, esto es, el conjunto de asignaturas que conforman el núcleo común tributan a las competencias del perfil de egreso genérico FI-UdeC.
  - Alineada a tendencias internacionales.
  - Ajustada a estándares internacionales de acreditación.
  - Adaptable al perfil de ingreso de los estudiantes, esto es, aquellos estudiantes que obtengan notas sobre 5,7 en las pruebas de diagnóstico de matemática, física o química, pueden optar a examen de conocimientos relevantes en dichas asignaturas y así convalidarlas y avanzar dentro de su plan de estudios. De similar forma se puede avanzar con las asignaturas de inglés.
  - Orientada a mejorar los aprendizajes de los estudiantes a través del uso de metodologías de enseñanza aprendizaje activas, con énfasis en aula invertida y desarrollo de proyectos con usuarios reales.
  - Orientada a aumentar los niveles de calidad y satisfacción con la docencia recibida a través del mejoramiento continuo de la misma.

La siguiente figura esquematiza los aspectos generales de la propuesta de arquitectura curricular para las carreras de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

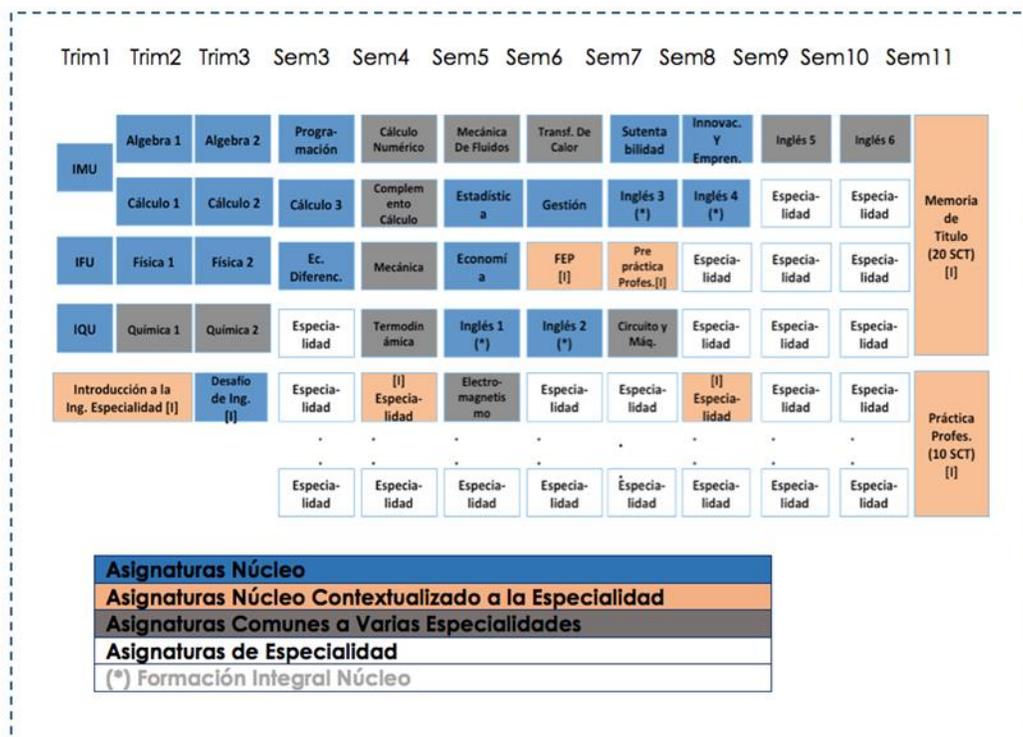


Figura 1: Arquitectura Curricular FI-UdeC

## CONCLUSIONES

Se ha logrado diseñar una arquitectura curricular para las carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción que cumple totalmente con los objetivos propuestos. En efecto, es un diseño de 11 semestres, promueve flexibilidad dependiendo del perfil de ingreso de los estudiantes, está alineado con el Modelo Educativo de la Universidad de Concepción y se encuentra ajustado a tendencias internacionales de calidad y buenas prácticas en Educación en Ingeniería.

Actualmente las 13 carreras de la Facultad de Ingeniería han hecho un análisis de su plan de estudios vigente con respecto al nuevo perfil de egreso de su carrera y han detectado las brechas existentes y necesarias de considerar en sus respectivos nuevos planes de estudios, planes que actualmente se encuentran en distintos grados de avance y a la espera de la aprobación y sanción de la arquitectura curricular presentada en este trabajo.

De la temprana aprobación de esta arquitectura curricular depende el avance exitoso del proceso de rediseño curricular de las carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción con miras a implantar los nuevos planes de estudio durante el año 2019.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### AGRADECIMIENTOS

Se extienden agradecimientos a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción por la disposición al cambio en su estructura y metodologías con miras a un proceso de mejoramiento continuo en la educación de ingenieros. Se extienden también agradecimientos al proyecto Ingeniería 2030, por favorecer las condiciones para la realización de este proyecto.

### REFERENCIAS

- Benavente, R. (2017) *Duración de las carreras de ingeniería civil en Chile*. En: Unidad de Educación en Ingeniería Universidad de Concepción (2017). Actas segunda jornada de Educación en Ingeniería.
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R. & Edström, K. (2015). *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*. Nueva York, EEUU: Springer.
- Dirección de Docencia de la Universidad de Concepción (2011). *Modelo Educativo Universidad de Concepción*. Recuperado de [http://docencia.udec.cl/wp-content/uploads/2014/05/Modelo\\_educativo\\_opti.pdf](http://docencia.udec.cl/wp-content/uploads/2014/05/Modelo_educativo_opti.pdf)
- Graham, R (2012). *Achieving excellence in engineering education: the ingredients of successful change*. The Royal Academy of Engineering, MIT. Recuperado de <https://www.raeng.org.uk/publications/reports/achieving-excellence-in-engineering-education>
- Unidad de Investigación y Desarrollo Docente de la Dirección de Docencia de la Universidad de Concepción (2013). *Manual de Rediseño Curricular*. Recuperado de [http://docencia.udec.cl/unidd/images/stories/documentos/Manual\\_de\\_Redise%C3%B1o.pdf](http://docencia.udec.cl/unidd/images/stories/documentos/Manual_de_Redise%C3%B1o.pdf)
- Yutronic, J. (2013). *Desafíos de la ingeniería de clase mundial*. En: Pasado, Presente y Futuro de las Diversas Especialidades de la Ingeniería: Mini-Ensayos de los miembros de número de la Academia de Ingeniería de Chile. Recuperado de [http://www.academiadeingenieriadechile.cl/images/Academia%20IING/pdf/Presentaciones/ZMini\\_Ensayos.pdf](http://www.academiadeingenieriadechile.cl/images/Academia%20IING/pdf/Presentaciones/ZMini_Ensayos.pdf)
- Varas, M., Zúñiga, M., Maluenda, J. & Sylvester, M. (2017). Una experiencia en el uso del benchmarking para la educación en ingeniería. *Journal of Innovation Management in Higher Education*, 2(2).

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### Asignatura integradora primer año: Introducción a la Ingeniería.

#### Marcela Varas Contreras

mvaras@udec.cl

Departamento de Informática y Ciencias de la Computación

Universidad de Concepción

#### Valentina Beratto Figueroa

valentina.beratto@gmail.com

Unidad de Educación en Ingeniería

#### Pedro Lledó Aninat

pplledo@gmail.com

Proyecto Gearbox FI UdeC

#### Jorge Maluenda Albornoz

jorgemaluendaa@gmail.com

Departamento de Psicología

#### Gonzalo Montalva Alvarado

gmontalva@udec.cl

Departamento de Ingeniería Civil

#### Frank Tinapp Dautzenberg

ftinapp@udec.cl

Departamento de Ingeniería

Aeroespacial

#### Wladimir Valenzuela Fuentealba

wladivalenzuela@udec.cl

Departamento de Ingeniería Eléctrica

#### Javier Vidal Valenzuela

vidal.javier@gmail.com

Departamento de Informática y

Ciencias de la Computación

#### Marcela Zúñiga Sepúlveda

marcelazunigasepulveda@gmail.com

Unidad de Educación en Ingeniería

---

#### Asignatura

Carreras de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción

#### Palabras clave

Capstone course, Competencias genéricas, Design Thinking, CDIO.

#### INTRODUCCIÓN

Dentro del contexto del rediseño curricular de la oferta formativa de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción, se ha acordado diseñar un curso introductorio de ingeniería que en primer año permita motivar a los estudiantes con la profesión, y permita darle sentido a su formación. Por otra

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

parte, se ha definido el desarrollo de competencias genéricas clave en su desarrollo profesional y personal.

### OBJETIVOS

#### **Objetivo General:**

Diseñar un curso de introducción a la ingeniería que sea obligatorio para todas las carreras de la facultad, de acuerdo a estándares internacionales y el perfil de egreso común de la facultad.

#### **Objetivos Específicos:**

1. Diseñar de manera detallada el curso.
2. Evaluar el desarrollo del mismo en una versión piloto.

### MÉTODOS Y MATERIALES

1. El diseño del curso se realizó en una comisión constituida por académicas y académicos motivados por la innovación curricular, que habían realizado experiencias similares en sus distintas especialidades.
2. Se analizaron los cursos similares en referentes nacionales e internacionales.
3. Se generaron distintos enfoques hasta converger en una propuesta que se adaptara a la estructura trimestral del primer año de nuestra Facultad.
4. Se planificó y ejecutó una versión piloto en el tercer trimestre del 2017.
5. Sobre la base de la evaluación del piloto, se estableció la versión definitiva del programa y syllabus del curso.

### RESULTADOS

Durante el tercer trimestre del 2017 se impartió la asignatura con 32 estudiantes, organizados en 6 equipos.

Se introdujo el proceso de ingeniería y el proceso de innovación, se desarrollaron talleres técnicos y los estudiantes debieron desarrollar durante las 12 semanas de la asignatura un proyecto que concluía con una feria, donde mostraban un prototipo funcional.

Al evaluar el desarrollo de la asignatura, se decidió hacer cambios en el itinerario de la asignatura y eliminar las evaluaciones sumativas y tareas obligatorias formativas. De este modo, sólo se evalúa las entregas del proyecto.

El itinerario original consideraba el desarrollo de dos sesiones de talleres tecnológicos al inicio del trimestre, mientras que la versión actual las ubica al final, de modo que en los talleres los estudiantes trabajen en sus prototipos. Los talleres son de mecánica, impresión 3D y programación de sensores arduino.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

La asignatura contribuye a las siguientes competencias del perfil de egreso común de la facultad de ingeniería:

*Competencia 1:* Concebir, Diseñar, Implementar y Operar sistemas, productos, procesos y servicios, para satisfacer las necesidades del medio, promoviendo un desarrollo sustentable.

*Competencia 2:* Solucionar problemas complejos de ingeniería, dentro del ámbito de su especialidad, con conocimientos aplicados de matemática, ciencias e ingeniería; considerando criterios técnicos, económicos, sociales, éticos y ambientales, dentro del contexto de trabajo colaborativo.

*Competencia 5:* Comunicar de manera efectiva en su ámbito profesional, utilizando el inglés como idioma extranjero.

*Competencia 6:* Comprender la responsabilidad social y de su profesión, así como el impacto económico, ambiental y social de la ingeniería en un contexto global.

La asignatura desarrolla los siguientes resultados de aprendizaje:

1. Formular problemas de ingeniería a partir de la detección de necesidades reales.
2. Aplicar un enfoque de ingeniería en la resolución de un problema real a través del trabajo en equipo colaborativo.
3. Comunicar los resultados de sus intervenciones de manera oral y escrita
4. Valorar la utilización de estrategias de innovación en la resolución de problemas de ingeniería.

La asignatura se desarrolla en 11 sesiones de 2 horas.

Sesión	Tema
1	Trabajo en equipo colaborativo
2	CDIO y Design Thinking. Concebir. Estrategias para empatizar y Definir.
3	Habilidades comunicativas. Equidad de Género.
4	CDIO y Design Thinking. Concebir y Diseñar. Ideación.
5	CDIO. Diseño y Prototipado. Prototipado Fase I y II.
6	Talleres Tecnológicos I
7	CDIO. Implementar. Prototipo Fase III.
8	Talleres Tecnológicos II
9	CDIO. Implementar. Prototipo Fase IV.
10	Preparación Feria. Auto y Co evaluación.
11	Feria. Póster y presentación Prototipo.

Tabla 1: Planificación asignatura integradora Introducción a la Ingeniería

### CONCLUSIONES

Se ha diseñado una asignatura sobre la base de paradigmas internacionales, métodos actuales como CDIO y Design Thinking. El aprendizaje

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

está dirigido por el desarrollo de un proyecto real, donde los estudiantes de distintas especialidades ponen a disposición sus talentos y competencias.

El curso se ha hecho muy popular, recibiendo 230 postulaciones para sólo 36 cupos. Se persigue que exista la máxima heterogeneidad en el curso, por lo cual la selección de los estudiantes se realiza basado en su rendimiento académico, sexo y especialidad de origen. Los equipos de trabajo se conforman asegurando un mínimo de 2 mujeres por equipo, y al menos 4 especialidades de origen distintas. Se reciben más estudiantes de plan común, civil química, civil y civil industrial.

El tercer trimestre de 2018 se planea impartir dos secciones, con 72 cupos en total.

Una vez implementados los nuevos planes de estudio, se espera que el 2020 este curso se imparta para los casi mil estudiantes de primer año.

### AGRADECIMIENTOS

Se extienden agradecimientos a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción por la disposición al cambio en su estructura y metodologías con miras a un proceso de mejoramiento continuo en la educación de ingenieros. Se extienden también agradecimientos al proyecto Ingeniería 2030, por favorecer las condiciones para la realización de este proyecto.

### REFERENCIAS

Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., Brodeur, D. R. & Edström, K. (2015). *Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach*. Nueva York, EEUU: Springer.

Unidad de Investigación y Desarrollo Docente de la Dirección de Docencia de la Universidad de Concepción (2013). *Manual de Rediseño Curricular*. Recuperado de: [http://docencia.udec.cl/unidd/images/stories/documentos/Manual\\_de\\_Redise%C3%B1o.pdf](http://docencia.udec.cl/unidd/images/stories/documentos/Manual_de_Redise%C3%B1o.pdf)

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### Transitando desde "Project Oriented Learning" a "Project-Led Education" en Ingeniería Civil.

**Mauricio Pradena Miquel**

mpradena@udec.cl

Departamento de Ingeniería Civil

**Juan Lira Munizaga**

juanlira89@gmail.com

Unidad de Educación en Ingeniería

**Patricio Cendoya Hernández**

pcendoya@udec.cl

Departamento de Ingeniería Civil

**Mario Valenzuela Oportus**

marioval@udec.cl

Departamento de Ingeniería Civil

**Peter Dechent Anglada**

pdechenten@udec.cl

Departamento de Ingeniería Civil

**José Vargas Baecheler**

jvargas@udec.cl

Departamento de Ingeniería Civil

---

#### Asignatura

Ingeniería Civil, Proyecto Interdisciplinario en Ingeniería Civil, Universidad de Concepción

#### Palabras clave

Project Oriented Learning, Project-Led Education, Ingeniería Civil, Flipped Classroom, TIC's, Idioma Inglés

#### INTRODUCCIÓN

El segundo semestre de 2016 se generó la primera experiencia del curso "Proyecto Interdisciplinario en Ingeniería Civil" bajo la modalidad POL (Project Oriented Learning) en el Departamento de Ingeniería Civil (DIC) UdeC con la participación de estudiantes Chilenos y Holandeses. Los estudiantes Chilenos son de los últimos años de la carrera y los estudiantes holandeses son de nivel de Máster de la Universidad Tecnológica de Delft (TU Delft). Esta experiencia educativa involucra el desarrollo de un proyecto real de ingeniería civil, el intercambio ingenieril y humano entre estudiantes chilenos y extranjeros, trabajo interdisciplinario y uso intensivo del idioma inglés.

Si bien la primera experiencia de la asignatura en 2016 fue exitosa en términos del intercambio de experiencia internacional, la calidad de los proyectos desarrollados, los aportes a los destinatarios y la vinculación con estos, se observaron oportunidades de mejoras que pueden potenciar sustantivamente el trabajo, y donde el proyecto interdisciplinario en si tenga mayor relevancia, no

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

solo con la visión de ir avanzando desde una metodología POL hacia una de Project Led Education (PLE), sino que para tomar mayor ventaja del tiempo de interacción de los estudiantes internacionales en Chile trabajando e interactuando con los estudiantes chilenos, consultando y recibiendo feedback de los profesores del Departamento de Ingeniería Civil e ingenieros de la Dirección de Obras Portuarias (DOP), MOP.

Es por esto que para la experiencia del 2017 se incorporó el “desarrollo de una plataforma online” que contiene, entre otros documentos, los contenidos básicos del curso (material preparado por los profesores, apuntes de aspectos del proyecto a desarrollar, normativa, etc.).

### OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto fue:

Perfeccionar la actual experiencia de POL colaborativo en Ingeniería Civil a través de la reorganización de los recursos académicos, físicos y temporales en las actividades de enseñanza-aprendizaje claves de esta, incorporando el uso de Flipped Classroom y TIC's.

### MÉTODOS Y MATERIALES

El proyecto implica transitar desde una metodología de aprendizaje orientado por proyectos (Project Oriented Learning, POL) a Project Led Education (PLE). El Aprendizaje Orientado por Proyectos es una metodología de enseñanza que implica básicamente que los alumnos “aprendan haciendo”, estando orientado parte del trabajo de las clases al desarrollo de proyectos de ingeniería reales (Awang, 2007). Ha sido considerado una buena aproximación para mejorar la educación en ingeniería debido a que facilita el aprendizaje de temáticas complejas, promueve el aprendizaje activo y permite el desarrollo tanto de competencias de la ingeniería como aquellas de tipo transversal, utilizando entornos que simulan desafíos profesionales (Fernández-Samacá, Ramírez y Orozco-Gutiérrez, 2012). Esta metodología se ha popularizado en el contexto de la educación en ingeniería debido a los impactos positivos que ofrece, tanto en los aprendizajes de los estudiantes como en su motivación y compromiso con el proceso de aprendizaje (Alves et al., 2016; Carpenter, Yakymyshyn, Micher y Locke, 2016). Existen diversas experiencias de la aplicación del POL en la educación de Ingenieros. Se ha observado su utilidad para promover aprendizajes relacionados con el diseño en ingeniería (Zancul, Sousa-Somer y Cauchik-Miguel, 2017), para la enseñanza sobre sistemas de control (Fernández-Samacá, Ramirez y Orozco-Gutierrez, 2012), en proyectos vinculados con el transporte (Li & Faghri, 2016), en la enseñanza de ingeniería eléctrica (Song &

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Dow, 2016), en la enseñanza de Tecnologías de información y Comunicaciones e Ingeniería Aeroespacial (Terrón-López et al., 2016), en la enseñanza de la innovación (Chau, 2005), incluso con estudiantes de primeros años de ingeniería (Kojmane & Aboutajeddine, 2016).

Proyect-Led Education (PLE) es una metodología que expande el concepto de POL. En efecto, el PLE implica la configuración completa del currículo de la asignatura alrededor del proyecto, adoptando la enseñanza tradicional de contenidos un rol meramente suplementario (Powell, 2004). La metodología PLE ha sido aplicada con éxito por la Universidad de Twente en el currículo de pregrado de todas sus carreras, incluida ingeniería, a través del Twents Educational Model (Oude Alink y Van den Berg, 2013).

Se incorporó a la asignatura dos elementos nuevos que permitieron la transición hacia una metodología de tipo PLE:

1. *Incorporación de metodología Flipped Classroom*. Se elaboró material en idioma inglés sobre contenidos diversos que se imparten en la asignatura y que corresponden a exposiciones y trabajos de expertos en cada materia. En conjunto, se elaboró una planificación que contemplaba la preparación previa al POL y apoyos durante este. El material construido y almacenado en repositorio, además, permitirá su uso para otros cursos desarrollados en Ingeniería Civil.
2. *TIC's (plataforma educativa)*. Se diseñó una plataforma educativa que permitiera fundamentalmente dar soporte a las actividades remotas. Esta herramienta cumple un rol esencial en la fase preliminar puesto que permite a los estudiantes preparar los temas y, además, contactarse y trabajar en conjunto antes de comenzar el proyecto. La plataforma permite mantener el repositorio, mantener las informaciones y facilitar la discusión guiada en formato foro para trabajar temas específicos.

Para comenzar el curso fue necesaria además la captación de académicos (nacionales y extranjeros) e ingenieros DOP para esta versión, y capacitarlos en la metodología del curso y en el uso de la plataforma.

Una vez reclutados los académicos y diseñada la plataforma, se hizo la oferta del curso a los alumnos chilenos y holandeses. En el caso de los nacionales, la oferta correspondía a un curso electivo para los estudiantes de cursos superiores de la carrera de ingeniería civil de la Facultad de Ingeniería. En el caso de los alumnos holandeses, el reclutamiento se hizo a partir del contacto generado con el profesor Lambert Houben del Departamento de Ingeniería Estructural de TU Delft.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

Planteada la metodología y comenzado el curso, se dio comienzo al desarrollo del proyecto, que consistió en el mejoramiento de la infraestructura portuaria de la caleta de Quidico, en la comuna de Arauco.

### RESULTADOS

La Tabla 1 presenta un resumen entre la primera y la segunda experiencia del curso con respecto a ciertos indicadores de interés.

Indicador	POL	PLE
Inicio asignatura	Noviembre 2016	Octubre 2017
Estudiantes chilenos inscritos	2	3
Estudiantes extranjeros inscritos	5	5
Nº de proyectos planificados durante el curso	1	1
% de material digital en inglés del total del material del curso.	0%	90%
Nº de actividades de discusión guiada remota (on-line)	0	3
Presentaciones proyecto estudiantes - profesores	3	6
Nº clases previas al desarrollo del proyecto	7	1
Nº clases durante desarrollo del proyecto	1	3
Nº Aproximado de estudiantes beneficiados	7	40*
% de horas pedagógicas destinadas al desarrollo de proyectos.	50%	90%

Tabla 1. Comparación situación con y sin proyecto

\* Considera además estudiantes del curso Ingeniería Antisísmica de la carrera de Ingeniería Civil, beneficiados con el material generado para la asignatura.

De la tabla se destaca el aumento sustantivo de horas pedagógicas destinadas al desarrollo del proyecto, pasando este elemento de ser complementario al desarrollo de clases teóricas, a ser el factor central que guiará el desarrollo de la asignatura.

La inclusión de material en idioma inglés es otro factor a destacar, pasando a comprender el 90% del material del curso. Este hecho es de gran relevancia, al favorecer que los alumnos de ambas nacionalidades tengan acceso a los mismos contenidos y ejercitar el uso de este idioma entre los estudiantes chilenos, lo que

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

les dará una ventaja importante en el acceso a la información en el futuro. Hubo un caso en particular de un alumno que manifestó su complicación con trabajar en inglés por el desconocimiento del idioma. Sin embargo, este alumno catalogó como muy positiva su experiencia en este aspecto, logrando adaptarse a los requerimientos del curso y manifestando haber obtenido aprendizajes valiosos a partir de estos contenidos.

Finalmente, se observó un incremento en el número de asesorías pedidas por los alumnos a los profesores para capacitarlos en los distintos aspectos del desarrollo del proyecto, lo que da cuenta de un involucramiento serio de los alumnos con el desarrollo de la actividad.

Adicionalmente, se efectuaron validaciones internas y externas del curso para obtener aprobación de la metodología por parte de expertos en el área. La validación interna fue realizada por la Jefa de la Unidad de Educación en Ingeniería, Facultad de Ingeniería UdeC, y por los mismos profesores de la asignatura. La validación externa fue realizada por dos profesores de universidades holandesas: el Dr. Sergei Miller, director de educación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Twente (UT), y Lambert Houben, del Departamento de Ingeniería Estructural de TU Delft. Primeramente, el Dr. Miller visitó la Universidad de Concepción el 2017, luego de la primera experiencia, para compartir la metodología PLE aplicada a carreras de Ingeniería de la UT. Luego, a principios de 2018, el profesor Pradena realizó la validación externa de la segunda experiencia en una visita académica a la UT. El profesor Houben por otra parte era el coordinador del proyecto en Holanda, por lo que estuvo al tanto del proceso de manera continua, cumpliendo un rol de seguimiento.

Como insumo adicional a los resultados, se incluye parte de la validación interna del proyecto, que involucró entrevistas a docentes claves en el desarrollo de la experiencia, llevadas a cabo por un profesional superior de la UdeC. Los profesores entrevistados fueron Patricio Cendoya, Mario Valenzuela y Peter Dechent, representantes de las áreas de estructuras y geotecnia.

El profesor Mario Valenzuela relata que la experiencia ha sido positiva en cuanto a la motivación tanto de los profesores como de los alumnos. Por una parte, plantea que el formato le resulta más cómodo que las clases expositivas, ya que se acerca más al trabajo que realiza normalmente en el desarrollo de proyectos con equipos multidisciplinarios en su contexto laboral. "En las clases tradicionales uno le está presentando la materia por primera vez a los alumnos y normalmente les cuesta entender en ese momento, tienen que procesarlo. Después lo estudian y lo entienden, pero uno ya está en otra materia. Es muy distinto en el POL, porque los alumnos ya se estudiaron la materia y llegan a la

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

clase con las dudas en específico para resolver los problemas de su proyecto, esas dudas de alguien que ya le ha dado una vuelta.”

A pesar de sus ventajas, el profesor comenta que el POL no es implementable en cualquier curso. “Tiene que ser con alumnos de cursos superiores porque se requiere que los alumnos ya tengan una base.” También duda de su implementación en cursos masivos y destaca el hecho de que la asignatura sea electiva, ya que “tiene que ser algo que les guste a los alumnos, tienen que estar motivados, porque si no, no funcionaría.”

El profesor Peter Dechent destaca el carácter multidisciplinario del curso, reuniendo docentes de las áreas de geotecnia, estructuras e hidráulica. Relata con mayor detalle el desarrollo del proyecto, que consistió en el desarrollo de una propuesta de diseño para una obra portuaria. Esto implicó preparar a los alumnos con mini clases de estructura orientado a lo portuario, reuniones con la dirección de obras portuarias y trabajo en terreno en un sitio de similares características al presupuestado para la obra. Pone énfasis en el uso de la plataforma virtual para entregar el material a los alumnos y en la política de “puerta abierta”, en el sentido de la disponibilidad para realizar asesorías sobre el proyecto cuando los alumnos lo soliciten. Se discute el impacto positivo del formato en la motivación de los alumnos, manifestado en la frecuencia de los pedidos de asesoría y en el rápido avance del proyecto.

El profesor Patricio Cendoya destaca el efecto de la asignatura sobre los alumnos chilenos. Comenta que el intercambio con los estudiantes holandeses les dio mayor confianza, al darse cuenta que no se sentían atrasados en cuanto a los contenidos con respecto a sus contrapartes europeos, que acarreaban con la etiqueta de ser catalogados como parte de una de las mejores universidades en ingeniería del mundo. “Se dan cuenta que saben, y eso les aumenta el autoestima. Se dan cuenta además que con las herramientas que aprendieron pueden hacer cosas”.

Destaca también la mayor participación de alumnos chilenos en esta versión del curso y que fue importante contar con una proporción similar de alumnos extranjeros y chilenos, para que estos últimos no se cohibieran en su participación.

En cuanto a la metodología, plantea que sirve para grupos acotados, de 20 a 25 alumnos. Dice sentirse cómodo con el formato: “Cuando uno hace una clase, repite lo mismo para todos, más de una vez, lo cual es ineficiente y termina cansando. Aquí hay dudas diferentes cada vez, lo que lo hace más cercano a lo que sucede en el ámbito profesional, como las reuniones con equipos de trabajo. Libera, porque el formato es más relajado y lúdico. Como son alumnos terminales,

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

las preguntas están más orientadas al quehacer profesional, y la conversación que se da es más como de un par, casi colega”.

Para el futuro, recomienda que los alumnos que hayan pasado por el curso hagan charlas sobre su experiencia para motivar a otros alumnos a que lo tomen y así aumentar la convocatoria de alumnos chilenos para futuras versiones, o que estos testimonios sean incluidos en la página web de la facultad.

### CONCLUSIONES

La reorganización de los recursos académicos, físicos y temporales en las actividades de enseñanza-aprendizaje de la asignatura "Proyecto Interdisciplinario en Ingeniería Civil" está permitiendo transitar desde la metodología "Project Oriented Learning" hacia "Project-Led Education". En efecto, es justamente el proyecto el que está guiando el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es más, las clases que se desarrollaron se hicieron, en general, a solicitud de los estudiantes, cuando ellos requerían de algún conocimiento específico para la solución del proyecto real de ingeniería civil. Esto es un cambio importante respecto de la estrategia tradicional de enseñanza-aprendizaje acercándose más a la práctica ingenieril, donde el profesional debe dar solución a un proyecto real generando en el proceso el conocimiento que se requiera.

Por otra parte la experiencia descrita en este trabajo no solo permite el trabajo en equipo sino que además entre disciplinas de la ingeniería civil, puesto que los problemas reales pueden, por supuesto, no distinguir entre disciplinas.

Otro aspecto muy relevante fue la utilización del idioma inglés durante todo el desarrollo de la asignatura lo cual permitió, por ejemplo que un estudiante con poco dominio del idioma pudiera desenvolverse en un ambiente de habla inglesa. Esto fue reforzado por la inclusión de contenidos básicos para el proyecto en idioma inglés en la plataforma online creada para la asignatura. En efecto, la incorporación de Flipped Classroom permitió que los estudiantes se preparasen previo al desarrollo del proyecto en sí. Esto fue posible gracias a la plataforma educativa online, que permitió además presentar (a distancia) a los estudiantes chilenos y holandeses para que iniciaran el trabajo conjunto antes de estar físicamente juntos en Chile. Además, la plataforma educativa online también permitió la presentación de contenidos y discusiones guiadas remotas.

Finalmente, las mejoras incorporadas en la asignatura "Proyecto Interdisciplinario en Ingeniería Civil" han permitido centrar el trabajo de los académicos e ingenieros en el desarrollo de actividades de enseñanza-aprendizaje clave como sesiones de discusión, análisis, reflexión y evaluación.

Se considera que el proyecto aporta al desarrollo de una comunidad educativa extensa que perdure en el tiempo, al incorporar dentro de un mismo

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

proyecto casi como pares a académicos y estudiantes tanto chilenos como extranjeros, y coordinarlos con organizaciones públicas y privadas para conseguir un objetivo real. Esto favorece el intercambio cultural y la generación de redes de trabajo que pueden potencialmente trascender al curso en sí, y de esta forma dejar a los estudiantes más preparados para la vida profesional.

### AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado en este artículo ha sido realizado a través del Proyecto 17-018 de la Dirección de Docencia de la Universidad de Concepción. Además, los autores desean expresar su agradecimiento a los siguientes profesores por su contribución al desarrollo del presente trabajo:

- Jefa de la Unidad de Educación en Ingeniería, Facultad de Ingeniería UdeC: Prof. Marcela Varas.
- Director de Educación, Facultad de Ingeniería y Tecnología, Universidad de Twente, Países Bajos: Dr. Seirgei Miller.
- Profesor Asociado, Facultad de Ingeniería Civil y Geociencias, Universidad Tecnológica de Delft, Países Bajos: Prof. Lambert Houben

### REFERENCIAS

Alink, Oude, C. & Berg, van den, H. (2013). *Project-Led Education*. Recuperado de: <https://www.utwente.nl/en/ces/celt/publications/20130820-ple-final.pdf>.

Alves, A., Sousa, R., Fernández, S., Cardoso, E., Carvalho, M., Figueredo, J. & Pereira, R. (2016). Lecturer's experience in PBL: implications for practice. *European Journal of Engineering*, 41 (2).

Awang, D. (2007). Comparison between project oriented learning and problem based learning in design subject. *Regional Conference on Civil Engineering*, 3(5). Recuperado desde: <http://tree.utm.my/wp-content/uploads/2013/02/Session-4B.pdf>.

Carpenter, M., Yakymyshyn, C., Micher, L. & Locke, A. (2016). *Improved student engagement through project-based learning in freshman engineering design*. Proceedings of the 123rd ASEE Annual Conference and Exposition. New Orleans: USA.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Chau, K. (2005). Problem-based learning approach in accomplishing innovation and entrepreneurship of civil engineering undergraduates. *Internations Journal of Engineering Education*, 21(2).

Fernández-Samacá, L., Ramírez, J. M. & Orozco-Gutierrez, M. (2012). Project-based learning approach for control system courses. *Revista Controle & Automação*, 23(1).

Kojmane, J. & Aboutajeddine, A. (2016). A strengthening engineering design skill of first year university students under resource constraints. *International Journal of Mechanical Engineering*, 44(2).

Li, M. & Faghri, A. (2017). Applying problem-oriented and project-based learning in a transportation engineering course. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 44(2).

Lima, R., Carvalho, D., Assunção, M. & Van Hatum-Janssen, N. (2007). A case study on project led education in engineering: student's and teacher's perception. *European Journal of Engineering Education*, 32(3).

Powell, P. (2004). Assessment of team-based projects in project-led education. *European Journal of Engineering Education*, 29(2).

Rijkeboer, M. (S/F). *Project led education at Unviversity of Twente*. Recuperado desde:

[https://www.vdi.de/fileadmin/vdi\\_de/redakteur\\_dateien/bildung\\_dateien/AG1\\_Rijkeboer.pdf](https://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/bildung_dateien/AG1_Rijkeboer.pdf)

Song, J. & Dow, D. (2016). *Project-based learning for electrical engineering lower-level courses*. Proceedings of the 123rd ASEE Annual Conference and Exposition. New Orleans: USA.

Terrón-López, M., García-García, M., Velasco-Quintana, P., Ocampo, J., Vigil, M. & Guaya-López, M. (2016). Implementation of a project-based engineering

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

*Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería*

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

school: increasing student motivation and relevant learning. *European Journal of Engineering Education*.

Zancul, E., Sousa-Somer, T. & Cauchik-Miguel, P. (2017). Project-based learning approach: improvements of an undergraduate course in new product development. *Production*, 27.