



## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

**Actas Segundas Jornadas de Educación en Ingeniería**

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

*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:**

Alejandro Tudela Román  
Carlos Zapata Sepúlveda  
Claudia Castro Guerrero  
Javier Vidal Valenzuela  
Jorge López Reguera  
Jorge Maluenda Albornoz  
Juan A. Carrasco Montagna  
Juan E. Cuevas Cuevas  
Luis Quiroz Larrea  
Marcela Varas Contreras  
Marcela Zúñiga Sepúlveda  
Pedro Lledó Aninat  
Raúl Benavente García  
Yuseff Farrán Leiva

## **Comité editorial:**

Jimena Pascual Concha. PUCV.  
José Sánchez Henríquez. UdeC.  
Loreto Telgie Bendek. UCN.  
Patricio Poblete. U. de Chile.

## **Colaboradores:**

Julio Oyarzo Wolf

ISBN XXXXXXXXXXXXXXXXX

Ciudad Universitaria. Concepción, Chile.

## **Innovaciones Educativas en Ingeniería**

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

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

2017.

### **Presentación**

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción, en su permanente interés por perfeccionar la calidad de la educación en Ingeniería, ha concebido como uno de sus desafíos mayores el desarrollo de innovaciones educativas que permitan avanzar en el perfeccionamiento de la práctica docente y la actualización de los métodos de enseñanza y evaluación más pertinentes para formar a los ingenieros del presente y el futuro.

A través la Unidad de Educación en Ingeniería (UdEI) incorpora el apoyo a todos sus académicos para potenciar el desarrollo de experiencias que representen mejora e innovaciones en la educación de ingenieros, agregando como valores diferenciadores la medición de los impactos para el mejoramiento permanente de las estrategias implementadas, de modo de asegurar un sólido trabajo docente basado en evidencia pertinente y ajustada a sus destinatarios.

Esta segunda entrega muestra esfuerzos individuales y colectivos de los académicos FI-UdeC por desarrollar una docencia de calidad y con impacto efectivo. Representa, a su vez, el compromiso y pasión con que los académicos día a día empujan los límites establecidos y avanzan entregando a sus estudiantes lo mejor de ellos mismos.

Por su parte, la UdEI comparte con la comunidad de académicos algunos de los avances logrados durante el primer semestre del año 2017 en torno a las iniciativas de apoyo metodológico y de las propias iniciativas para aportar con conocimiento validado al desarrollo de la docencia en la Facultad de Ingeniería.

Es nuestra intensión y nuestro anhelo que todo el conocimiento vertido en este documento sea de provecho para cada uno de los académicos de nuestra facultad, pero también, para los docentes y académicos de otras facultades de ingeniería.

Queremos ser promotores de soluciones innovadoras también en la educación de ingenieros y estamos trabajando con fuerza para ello.

#### **Marcela Varas Contreras**

Directora Unidad de Educación en Ingeniería

Académica Facultad de Ingeniería

Universidad de Concepción

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Presentación

Resúmenes Experiencias.....5

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE UNA ASIGNATURA EN EL DESARROLLO DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL. Marcela Varas, Ingeniería Civil Informática; Jorge Maluenda A, Unidad de Educación en Ingeniería .....5

DESARROLLANDO COMPETENCIAS GENÉRICAS EN UN CURSO DE PRIMER AÑO. Javier Vidal V, Ingeniería Civil Informática ..... 11

DURACIÓN DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA CIVIL EN CHILE. Raúl Benavente G, Ingeniería Civil de Materiales..... 26

ENGAGEMENT ACADÉMICO EN ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE INGENIERÍA Y SU RELACIÓN CON VARIABLES DE INGRESO. Jorge Maluenda A y Marcela Zúñiga S, Unidad de Educación en Ingeniería; Marcela Varas C, Ingeniería Civil Informática ..... 39

ALINEANDO EL APRENDIZAJE DE PROGRAMACIÓN CON APOYO DE LA PLATAFORMA PA3P QUE EJERCITA Y EVALÚA AUTOMÁTICAMENTE DURANTE EL APRENDIZAJE. Jorge López R y Yuseff Farrán L, Ingeniería Civil Informática ..... 45

EFFECTIVIDAD EN EL USO DEL ABP COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. Alejandro Tudela R y Juan Carrasco M, Ingeniería Civil; Jorge Maluenda A, Unidad de Educación en Ingeniería ..... 56

CONSTRUYENDO INTERDISCIPLINA: UNA EXPERIENCIA FORMATIVA. Carlos Zapata S, Ingeniería Civil Industrial; Claudia Castro G, Arquitectura; Juan Cuevas C y Pedro Lledó A, Unidad de Educación en Ingeniería..... 63

## Resúmenes Experiencias

### EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE UNA ASIGNATURA EN EL DESARROLLO DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL

**Marcela Varas C, Ingeniería Civil Informática y Jorge Maluenda A,  
Unidad de Educación en Ingeniería**

---

#### **Asignatura y Carrera**

Asignatura Informática y Sociedad, de la carrera de Ingeniería Civil Informática.

#### **Palabras clave**

*Intenciones y comportamientos socialmente responsables; responsabilidad social;  
Aprendizaje y Servicio.*

#### **INTRODUCCIÓN**

La complejidad de los problemas que la sociedad enfrenta requiere alternativas de solución que contribuyan al beneficio común e integren aportes provenientes de diferentes disciplinas y personas, especialmente de aquellas que toman decisiones relevantes para el desarrollo del país [1].

Es el caso de la Ingeniería esta es una razón fundamental para pensar que la formación de los Ingenieros requiere de un especial énfasis en competencias que favorezcan y resguarden las acciones profesionales orientadas al bien común, y que minimice los impactos negativos de la acción profesional.

La Responsabilidad Social se entiende como la intención, capacidad y obligación de responder ante la sociedad, por acciones u omisiones profesionales que impactan al bien común [4].

Su educación involucra una orientación del proceso formativo hacia la autorregulación y autocontrol del propio comportamiento, hacia el cuidado del entorno y de todo aquello que lo conforma, incluyendo a las personas y el buen trato hacia ellas y, una orientación del proceso educativo hacia la realización del emprendimiento para el bien común [2].

Distintos autores han planteado interrogantes acerca de los métodos más idóneos para "imprimir" esta competencia en los estudiantes.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Navarro [3] ha revisado distintos antecedentes al respecto y ha concluido que se requiere que, durante la formación, los estudiantes tengan la oportunidad de practicar conductas socialmente responsables.

Navarro et al. [4] han planteado que la enseñanza de actitudes y valores requiere de estrategias de enseñanza distintas a las utilizadas convencionalmente en educación superior, destacando el rol de la colaboración en la generación de un espacio intra e inter-psicológico que permita desarrollar metacogniciones que favorezcan la reflexión y el análisis.

En experiencias concretas de aplicación en aula se ha observado el efecto de la colaboración sobre las intenciones de comportamiento socialmente responsables [4]. Por otra parte, la reflexión es una estrategia que alienta a los estudiantes a integrar la teoría y la práctica.

Todos los elementos antes planteados plantean una orientación clara hacia la incorporación de estrategias metodológicas que favorezcan la colaboración, la reflexión, la evaluación permanente y la vinculación del trabajo disciplinar en contextos reales – problemáticas de la comunidad – para favorecer el desarrollo de la Responsabilidad Social.

En la presente experiencia, se han incorporado distintas estrategias metodológicas que recogen esta orientación de modo de asegurar impactos positivos en la vinculación que los estudiantes de Ingeniería Informática hacen de su disciplina con problemáticas reales, y sobre el desarrollo de una visión profesional Socialmente Responsable.

### OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1. Incorporar cambios metodológicos que favorezcan la vinculación disciplina-contexto real y el favorecimiento de la Responsabilidad Social.
2. Evaluar los efectos que los cambios incorporados tienen sobre las intenciones y comportamientos Socialmente Responsables de los estudiantes.

### MÉTODO

#### **Contexto y cambios metodológicos de la asignatura**

Previo a la intervención (años 2014 al 2016) es una asignatura cuya dedicación principal se enfocó en la conversación y discusión sobre temas de actualidad vinculados al quehacer del ingeniero informático en la sociedad. Fue, además, reconocida como una asignatura de fácil aprobación y poco esfuerzo.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Desde 2016 en adelante se incorporan cambios sustantivos en su metodología que buscaron:

1. Incorporar elementos del Aprendizaje-Servicio que permitan vincular la experiencia de trabajo con los usuarios y la disciplina.
2. Que los estudiantes conciben y diseñen una iniciativa para una comunidad usuaria real.
3. Incluir el concepto de rentabilidad social en la concepción de dicha iniciativa.

Uno de los principales ajustes metodológicos a la asignatura fue la incorporación de un *proyecto semestral enfocado en una comunidad beneficiaria real* donde los estudiantes deben *concebir y diseñar* una solución desde la Ing. informática frente a problemáticas reales, siendo un elemento fundamental del proceso la *validación de las iniciativas por parte de los usuarios*.

Otro elemento distintivo de este proyecto fue la incorporación de la *evaluación social* de las iniciativas desarrolladas durante el semestre.

Un tercer elemento fundamental fue la incorporación de componentes de la metodología Aprendizaje y Servicio como son el uso del *diagnóstico participativo* como parte fundamental del proyecto y la incorporación de *reflexiones sistemáticas guiadas* por el docente a cargo.

### Participantes

Los participantes corresponden a 14 estudiantes que cursaron la asignatura "Informática y Sociedad". El total de los estudiantes son hombres, donde un 66,7% cuentan con 22 años, 22,2% tienen 23 años y un 11,1% 24 años.

### Instrumentos

Para efectuar evaluar el desarrollo de la Responsabilidad Social, se utilizó el Cuestionario de Intenciones y Comportamientos Socialmente Responsables, elaborado por Davidovich, et al. (2005). En este se pregunta, a partir de 40 ítems, sobre distintos comportamientos realizados por el individuo que se relacionan en mayor o menor medida con un actuar socialmente responsable. Luego, se consulta por la intención a la base de cada uno de los comportamientos ejercidos. Las opciones de respuesta se presentan en formato de frecuencias, siendo las posibilidades de respuesta: Nunca (0), Casi Nunca (1), A veces (2), Casi siempre (3), Siempre (4). La escala, diseñada en población de estudiantes universitarios chilenos, ha mostrado adecuadas propiedades psicométricas tanto en su estudio original como versiones posteriores (Davidovich, et al., 2005). Este instrumento cuenta con dos sub-escalas: la primera evalúa la frecuencia del

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

comportamiento, y la segunda la intención que subyace a éste (Davidovich, et al., 2005) permitiendo establecer la frecuencia de comportamientos socialmente responsables y las razones por las que los estudiantes se comportan de esa forma (intenciones).

### **Diseño**

El estudio se realiza utilizando evaluaciones de pre y post-test. La evaluación de pre-test se realiza antes de iniciar la asignatura en su nueva modalidad y la evaluación de post-test se realiza finalizado el curso. El análisis de datos de tipo cuantitativo y nivel descriptivo se realizó a partir del Statistic Package for the Social Science (SPSS).

## **RESULTADOS**

### **Resultados cualitativos**

Los resultados obtenidos a partir de la observación y comentarios de cierre de la asignatura revelaron que los estudiantes, inicialmente, mostraron una resistencia ante la actividad debido a las expectativas de la carga académica que tendrían durante el semestre producto de las modificaciones metodológicas efectuadas en el curso.

La resistencia se disipó en el momento en que comenzaron la experiencia de diagnóstico participativo. Los estudiantes reportaron que esta actividad fue la causa para generar motivación hacia la actividad y a disponerse a desarrollar un producto de calidad. La fase de prototipado también contribuyó al aumento de la motivación en los estudiantes donde la vinculación con la actividad propia del ingeniero informático fue importante para ello.

Los estudiantes reportaron al final de la experiencia sentir mayor valoración por su profesión debido al mejor conocimiento sobre los aportes reales que como ingenieros informáticos pueden hacer a problemas cotidianos de la gente y la sociedad en general.

También reportaron un grado de frustración importante al no poder implementar y operar sus proyectos, debido a que, los objetivos del curso se circunscriben a la etapa de prototipado. Ellos hubiesen deseado llegar hasta el final con sus ideas.

### **Resultados cuantitativos**

Un aspecto importante de los resultados fue la asistencia sostenida, la cual, no es regular en general en esta asignatura.



## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

En relación con la medición de los puntajes en el instrumento de Comportamiento e Intenciones Socialmente Responsables, no se observaron cambios sustantivos en la escala de Comportamiento desde el pre al post-test.

Los cambios se observan en la escala de Intenciones, donde los 68,1 pts promedio del pre-test aumentan a 73,9 pts. Promedio en el post-test, disminuyendo además la desviación estándar en 2 puntos.

En la desagregación de resultados de la escala de Intenciones se observa una disminución de la Intención al Comportamiento Socialmente Responsable en los ítems "Entregar recursos materiales a instituciones" y "Formar parte de instituciones de ayuda".

El aumento de los puntajes ocurre en distintos ítems donde destaca la intención para "Cumplir trabajos y evaluaciones" e "Informarse sobre el acontecer nacional" donde el aumento es un punto en promedio.

### CONCLUSIONES

Los resultados tanto cualitativos como cuantitativos observados en la experiencia permiten aventurar las siguientes conclusiones.

Parece observarse una relación entre la experiencia de vinculación con usuarios reales, la posibilidad de utilizar conocimientos específicos de la ingeniería informática y los niveles de motivación, tanto los observados por el docente (asistencia, participación, etc.) como los reportados de los estudiantes (evaluación de la asignatura). Al mismo tiempo, esta vinculación les permitió valorar en mayor medida los posibles aportes reales que su profesión puede hacer a la sociedad.

La estabilidad en los puntajes de la escala de Comportamiento frente al cambio observado en la escala de Intenciones, parecen apuntar a una mayor estabilidad del primero frente a una intervención breve y mayor posibilidad de aportar al cambio en las intenciones hacia el comportamiento responsable a partir de un semestre de trabajo intenso. Este resultado es coherente con lo encontrado en investigaciones previas donde los impactos de estrategias breves (semestrales) aparecen en las intenciones (Navarro, et al., 2015).

Es importante indicar que el cambio en las Intenciones, el cual, implica una nueva forma de pensar las "razones" por las que se actúa con comportamientos prosociales, indica que los estudiantes avanzaron en: a) la mejor comprensión sobre lo que significa actuar desde la Responsabilidad Social; b) modificar las razones que tenían para actuar de manera prosocial desde intenciones individualistas o altruistas hacia otras centradas en el bien común.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

En la desagregación de los puntajes, se observa con claridad que los estudiantes disminuyeron su intención para la actuación prosocial vinculada a la caridad y aumentaron las intenciones orientadas a desarrollar acciones para el bien común que además implicasen mayor involucramiento de ellos mismos. Esto último, puede deberse a que el trabajo de la asignatura fomentó el involucramiento activo desde la disciplina en la generación de soluciones orientadas al bien común.

### REFERENCIAS

- [1] Davidovich, M., Espina, A., Navarro, G., Salazar, L. (2005). Construcción y estudio piloto de un cuestionario para evaluar comportamientos socialmente responsables en estudiantes universitarios. *Psicología*, 24(1), 125-139.
- [2] Navarro, G. (2013). Educación para la responsabilidad social: elementos para la discusión. Disponible en: <http://www.spring-alfa-pucv.cl/wp-content/uploads/2013/03/Educacion-para-la-RS-Gracia-Navarro.pdf>
- [3] Navarro, G. (2013) Educación: base para la responsabilidad social. Concepción: Ediciones Universidad de Concepción.
- [4] Navarro, G., Vaccarezza G., González, M. y Catalán, R. (2015). Construcción de conocimiento en educación superior. Educación de competencias genéricas en la Universidad de Concepción, Chile. Concepción: Ediciones Universidad de Concepción.

## DESARROLLANDO COMPETENCIAS GENÉRICAS EN UN CURSO DE PRIMER AÑO.

**Javier Vidal V, Ingeniería Civil Informática.**

---

### **Asignatura y Carrera**

Taller de Ingeniería II, de la carrera de Ingeniería Civil Informática.

### **Palabras clave**

*Aprendizaje Activo; Competencias Genéricas; Taller de Ingeniería II.*

### **INTRODUCCIÓN**

Como una forma de mitigar la alta tasa de deserción en la carrera Ingeniería Civil

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

Informática, en el año 2011 se puso en marcha un nuevo Plan de Estudios que incorporaba por primera vez una asignatura de primer año, Taller de Ingeniería II (TI II), cuyo principal objetivo era "Introducir, a nivel conceptual y afectivo, las competencias genéricas declaradas en el Modelo Educativo UdeC y Modelo de Enseñanza de Competencias Genéricas UdeC" [1] [2]. En este trabajo se presenta aspectos de la definición, implementación, resultados en este curso durante los últimos 4 años (2013 a 2016), además se reporta los resultados de una evaluación realizada recientemente y las consecuencias que ha tenido esta evaluación. En particular, el contenido de este trabajo se refiere a:

- Los propósitos del curso TI II,
- Las metodologías utilizadas,
- Las formas de evaluación empleadas,
- Aspectos de logística,
- Resultados,
- Evaluación y cambios que serán introducidos a partir de 2017.

En el curso TI II los estudiantes se ven enfrentados al trabajo en equipos, la preparación y presentación de reportes técnicos, al proceso de diseño y la resolución de problemas de ingeniería. La formulación del curso TI II se inspiró en una experiencia similar desarrollada en la Universidad de Colorado [3], dirigida a estudiantes de primer y segundo año de Ingeniería, y cuyos resultados se encuentran reportados en [4].

### OBJETIVOS

Por 6 generaciones, los estudiantes de Ingeniería Civil Informática han sido expuestos al curso TI II, una asignatura cuyos principales propósitos son el desarrollo de competencias genéricas en un nivel conceptual y afectivo inicial, además de introducir conceptos para la resolución de problemas con enfoque de ingeniería. La metodología y actividades descritas en este artículo se han aplicado en los últimos 4 años, un tiempo suficiente como para realizar una evaluación real del impacto de la asignatura, por lo que se tomó la decisión de consultar a sus exalumnos sobre su impresión del curso y, en base a la información recolectada, proponer modificaciones a implementar en las futuras versiones del curso.

### MÉTODO

**Contexto: El Taller de Ingeniería II.**

**Propósitos del TI II.**

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

Para situar en contexto, el TI II es una asignatura de segundo semestre, la precede el Taller de Ingeniería I, cuyo objetivo es motivar a los alumnos de la carrera Ingeniería Civil Informática exponiéndoles a las materias y desafíos de la especialidad. Por otro lado, el objetivo principal del TI II es motivar a los estudiantes con su carrera exponiéndoles al desafío de la búsqueda de soluciones a problemas con enfoque de ingeniería. En este sentido, las competencias declaradas y, por tanto, logros que se espera que los alumnos alcancen en este curso son:

- Aplicar principios de matemáticas, ciencias de la ingeniería y ciencias de la computación, a problemas de ingeniería informática.
- Identificar necesidades de usuarios, a partir de las cuales formula, diseña e implementa soluciones informáticas que satisfagan las especificaciones.
- Trabajar en equipo para solucionar problemas de manera colaborativa e incentivando el trabajo multidisciplinario.
- Comprender, desenvolverse y comunicarse efectivamente en los ambientes laborales delimitados por la responsabilidad profesional y ética.
- Involucrarse en procesos de autoaprendizaje continuo que le permita adaptarse a la evolución de la teoría y tecnología.

Estas competencias son declaraciones generales de conocimientos, actitudes y valores que se espera alcancen los alumnos en la carrera, pero para materializarlas en un curso se deben declarar los resultados de aprendizaje específicos que permitan medir en forma más precisa el avance en el logro de las competencias. Así, el curso TI II ha tenido como propósitos el desarrollo de las siguientes habilidades:

- Cultivar habilidades de investigación y búsqueda de información: Los estudiantes y profesionales deben saber usar herramientas y poseer conocimiento técnico para resolver problemas de su especialidad, pero con seguridad se verán también enfrentados a la necesidad de analizar otras fuentes de información que les provean nuevo conocimiento para responder a nuevos desafíos. La habilidad para lograr esto eficiente y efectivamente es esencial en un ingeniero.
- Potenciar el trabajo en equipos, muchos problemas a los que se ven enfrentados los ingenieros requieren la colaboración de otros profesionales, por lo tanto, el desarrollo de habilidades de trabajo en equipos es fundamental.
- Práctica de habilidades de comunicación, comunicarse efectivamente no es un requerimiento exclusivo para ingenieros, lo singular para estos profesionales es que el éxito o fracaso de un proyecto de ingeniería está

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

fuertemente influido por la habilidad de comunicarse, afectando desde la etapa de convencer a los inversionistas, pasando por realizar una buena especificación del problema y su solución hasta realizar y especificar un buen diseño.

- Habilidad para diseñar, el diseño es la creación de un plan o la convención para la construcción de un objeto o sistema. Formalmente, el diseño se define como la una especificación de un objeto, realizado por un agente, el cual debe cumplir con ciertas metas, en un ambiente particular, usando ciertos componentes primitivos, satisfaciendo requerimientos y sujeto a restricciones. Un ingeniero o estudiante de ingeniería debe aprender a diseñar desde etapas tempranas de su formación, pues se trata de una habilidad esencial de estos profesionales.

### **Actividades realizadas**

En todo su desarrollo el curso utiliza metodología de E/A activa, es decir, se realiza un conjunto de entre 8 y 9 actividades por semestre, todas caracterizadas por propósitos específicos, con una dinámica que debe ser rigurosamente planificada y comunicada efectivamente a los alumnos, con pautas y rúbricas para su evaluación conocidas por los estudiantes y colaboradores del curso; y, por último, incluyendo al final de cada actividad la reflexión sobre el aprendizaje logrado. Las figuras 1 y 2 muestran, respectivamente, ejemplos de documentos de planificación y rúbricas de evaluación utilizadas en el curso TI II.

**Figura 1.** Planificación de la asignatura.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

<b>Nombre del Docente</b>		Javier Vidal Valenzuela	
<b>Carrera</b>		Ingeniería Civil Informática	
<b>Asignatura</b>		503.206 Taller de Ingeniería II	
<b>Semestre</b>		II-2016	
<b>Competencias del Perfil de Egreso al que contribuye la asignatura</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar principios de matemáticas, ciencias de la ingeniería y ciencias de la computación, a problemas de ingeniería informática.</li> <li>• Identificar necesidades de usuarios, a partir de las cuales formula, diseña e implementa soluciones informáticas que satisfagan las especificaciones.</li> <li>• Trabajar en equipo para solucionar problemas de manera colaborativa e incentivando el trabajo multidisciplinario.</li> <li>• Comprender, desenvolverse y comunicarse efectivamente en los ambientes laborales delimitados por la responsabilidad profesional y ética.</li> <li>• Involucrarse en procesos de auto-aprendizaje continuo que le permita adaptarse a la evolución de la teoría y tecnología.</li> </ul>	
<b>Resultado de Aprendizaje de la clase</b>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proponer soluciones a un problema con enfoque de ingeniería y en trabajo de equipo</li> <li>2. Comunicar efectivamente en forma escrita y oral soluciones a problemas planteados.</li> </ol>	
<b>Tiempo</b>	120++	<b>Número de clase</b>	6
<b>Fecha</b>	26/Septiembre/2016		
<b>Descripción de la clase</b>			
<p>En esta clase se desarrollará una actividad denominada "Especificación de Requisitos" que tiene los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenciar trabajo de equipo de corta duración</li> <li>• Relacionar observaciones detalladas</li> <li>• Práctica de habilidades comunicacionales</li> <li>• Introducir el concepto de ingeniería de Requisitos</li> </ul>			
<b>Planificación de la Clase</b>			
<b>Inicio: 30 minutos</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En el acceso a la sala de clases poner una lista con los equipos de trabajo para la sesión (4 a 5 alumnos por equipo)</li> <li>2. Disponer 12 mesas enumeradas para que se ubiquen los equipos.</li> <li>3. Poner tres hojas blancas en cada mesa</li> <li>4. Hacer ingresar a los alumnos y que se ubiquen en sus respectivos sitios.</li> </ol>			
<b>Desarrollo: 60 minutos</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mostrar presentación</li> <li>2. Sesión de preguntas</li> <li>3. Explicar ejercicio</li> <li>4. Dar 30 minutos máximos para que los equipos especifiquen un lenguaje para describir imágenes.</li> <li>5. Entregar a cada equipo un objeto.</li> <li>6. Dejar que los alumnos realicen su especificación durante unos 30 minutos</li> <li>7. A medida que los equipos vayan terminando entregan su trabajo y objeto, pueden salir de la sala, hora de reinicio 13:30</li> <li>8. Ir dejando el lenguaje y las especificaciones en la mesas de destino.</li> <li>9. Reinicio del trabajo, ahora a dibujar lo especificado en la hoja sobrante (tiempo máximo 30 minutos)</li> <li>10. Solicitar la entrega de los resultados</li> </ol>			
<b>Cierre: 10 minutos</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mostrar, con cámara IPEVO los objetos y los resultados</li> </ol>			
<b>Materiales</b>			
<p>Computador  Presentación AER  Lista conformación de equipos de trabajo  Tarjetas enumeradas del 1 al 12  50 hojas blancas  Cámara IPEVO  Cartulinas cortadas por la mitad, pegote, tijeras, platicina.</p>			

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Escala de apreciación numérica:

Pauta de evaluación: Grupos de interés

Grupo: \_\_\_\_\_

	1	2	3	4	5	6	7
<b>1. Argumentación (60 %):</b>							
<i>Competencia en el Dominio de Contenidos (30 %)</i>							
Respaldan sus argumentos en fuentes confiables y verificables.							
Manejan con propiedad el tema presentado.							
Defienden su postura en forma clara, siguiendo una estructura coherente al propósito.							
Sintetizan y exponen conclusiones acordes al tema y al trabajo realizado.							
<i>Competencia en comunicación oral (50 %)</i>							
Cuidan su modulación, ritmo y volumen de voz							
Evitan el uso de muletillas, controlando aspectos: verbales kinésicos y <u>proxémicos</u> .							
Utilizan adecuadamente el espacio.							
Mantiene contacto visual con la audiencia, captando su atención mediante su argumentación.							
Utilizan lenguaje formal							

	1	2	3	4	5	6	7
<i>Aspectos Generales (20 %)</i>							
No exceden el tiempo asignado							
Presentación personal adecuada							
Uso adecuado de recursos audiovisuales.							
<b>2. Integrantes del grupo frente a los argumentos de oposición (20 %):</b>							
Mantienen una actitud respetuosa frente a las réplicas de oposición.							
Escuchan y contestan apropiadamente las preguntas que se formulan en torno al grupo de opinión.							
<b>3. Grupo como parte de la audiencia (20%):</b>							
Mantienen una actitud respetuosa frente al grupo de oposición.							
Formulan preguntas en torno al tema tratado en el grupo de opinión.							
Utiliza un lenguaje adecuado para formular preguntas.							

Observaciones:

---



---



---



---



---

Figura 2. Rúbricas de evaluación.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

El desarrollo del curso ha requerido la colaboración de un grupo de ayudantes, el que paulatinamente ha ido evolucionando desde estar integrado por sólo alumnos de la carrera Ingeniería Civil Informática a un equipo multidisciplinar integrado por alumnos de Ingeniería Civil (informática, electrónica e industrial) y Pedagogía en español.



**Figura 3.** Equipo de apoyo al desarrollo de la asignatura.

La siguiente lista resume las actividades realizadas hasta ahora en el TI II, describiendo brevemente sus propósitos y la dinámica ejecutada en cada una de ellas:

- Desafío del Artefacto Misterioso (DAM), sus propósitos son potenciar el trabajo en equipos en actividades de corta duración, introducir la práctica de habilidades de comunicación y el cultivo de la habilidad de investigar y buscar información. La dinámica consiste en distribuir a los alumnos en equipos de 5 alumnos, a cada equipo se le entrega un objeto o pieza (objeto misterioso) sobre el cual deben investigar para, luego de una semana realizar una presentación respondiendo a las preguntas: ¿de qué se trata?, ¿para qué sirve? y ¿cómo funciona?. Cada grupo debe establecer el plan de investigación indicando las fuentes de información seleccionadas en base a hipótesis sobre el origen del objeto proporcionado.



## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

- Actividad de Especificación de Requisitos (AER), sus propósitos son potenciar el trabajo en equipos en actividades de corta duración, introducir la práctica de habilidades de comunicación, la realización de observaciones detallada e introducir el concepto de ingeniería de requisitos. La dinámica consiste en distribuir a los alumnos en equipos de 5 alumnos, a cada equipo se le entrega un objeto que deben describir detalladamente usando un lenguaje para la descripción que también debe ser establecido por cada equipo. A la mitad de una sesión se intercambian las descripciones entre equipos y se solicita a cada grupo que, en base al lenguaje especificado y la descripción realizada, haga una réplica del objeto descrito en plastilina.

- Actividad de Grupos de Interés (AGI), sus propósitos son potenciar el trabajo en equipos en actividades de mediana duración, la práctica de habilidades de comunicación y el cultivo de la habilidad de investigar y buscar información. La dinámica consiste en distribuir a los alumnos en equipos de 5 alumnos, los que tendrán que investigar sobre un problema contingente y controversial para la población, por ejemplo, la instalación de una termoeléctrica en una localidad X (el problema es controvertido porque existen diversos grupos de interés que son afectados o que afectan y que, por lo tanto, establecen diversas demandas sobre la situación problemática, por ejemplo, rentar económicamente, salvaguardar la salud de la población, minimizar el impacto ambiental, proveer de un servicio necesario a la población, sacar rédito político, etc.). El problema, por tanto, no tiene solución precisa (como en una ecuación) sino que la solución pasa por equilibrar las demandas de los diversos grupos de interés. Los equipos deben investigar cuáles son los grupos de interés existentes, cuáles son las demandas de cada grupo de interés, cuál es el poder que tiene cada grupo de interés y, finalmente, deben establecer, a su juicio, cuál podría ser el balance que permitiría compatibilizar los intereses de cada grupo. Los resultados de este trabajo se deben documentar en un informe que dé cuenta de la investigación realizada (incluyendo las fuentes de información consultadas y entrevistas realizadas a personas que pertenezcan a los grupos de interés establecidos) y de las conclusiones de dicha investigación, incluyendo el juicio del grupo respecto a cómo equilibrar las fuerzas para resolver la situación problemática planteada. La actividad finaliza con un debate entre los equipos defendiendo las posturas de los diversos grupos de interés.

- Actividad de Comunicación Asertiva (ACA), sus propósitos son potenciar el trabajo en equipos en actividades de corta duración e introducir la práctica de habilidades de comunicación. La dinámica de la actividad consiste en exponer a

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

todo el curso un vídeo sobre los conflictos en las relaciones interpersonales y una técnica para resolver conflictos usando comunicación asertiva, luego se distribuye a los alumnos en equipos de 5 integrantes, entregando a cada equipo un sobre con la descripción de una situación problemática entre personas, la que deben resolver usando la técnica descrita y representar teatralmente delante del curso.

- Actividad Estructura de un Informe (AEI), sus propósitos son potenciar el trabajo en equipos en actividades de corta duración, introducir la práctica de habilidades de comunicación y como parte de este último objetivo conocer la función de un informe y detalles de su estructura. La dinámica de la actividad consiste en distribuir a los alumnos del curso en equipos de 5 integrantes, quienes tendrán que investigar respecto del formato del informe de una memoria de título en la Facultad de Ingeniería de la UdeC, luego en base a la información recolectada confeccionar un rompecabezas cuyas piezas serán las partes que componen un informe y la función de cada una de las secciones del mismo.
- Actividad de Trabajo en Equipos (ATE), sus propósitos son potenciar el trabajo en equipos en actividades de corta duración. La dinámica de la actividad consiste en distribuir a los alumnos del curso en equipos de 5 integrantes quienes son desafiados a resolver problemas o realizar pruebas (todas en equipos) en el exterior (plaza del estudiante, prado central) del campus. Las pruebas ponen énfasis en diferentes aspectos del trabajo en equipos como lo son la coordinación, el desarrollo del liderazgo, la comunicación y la planificación, entre otros.
- Actividad de Diseño en Ingeniería (ADI), sus propósitos son potenciar el trabajo en equipos en actividades de mediana duración, introducir la práctica de habilidades de comunicación e introducir el concepto de diseño. La dinámica consiste en distribuir a los alumnos en equipos de 5 alumnos, a cada equipo se le desafía a diseñar y construir una obra (puente de papel, torre con palos de helados o tallarines) que cumpla con un propósito específico y que esté sujeto a restricciones técnicas, estéticas y presupuestarias. Los grupos tienen aproximadamente dos semanas para entregar su "diseño", es decir, la descripción con el mayor número de detalles de especificación de la obra a construir, ya que sólo se permite una variación de un 10% de desfase en cualquier parámetro especificado. En la sesión final, cada equipo construye la obra y se prueba hasta someterla a su tensión límite de funcionamiento.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

- Actividad Proyecto Final (APF), sus propósitos son proponer soluciones a problemas con enfoque de ingeniería y trabajo en equipo, comunicar efectivamente en forma oral y escrita las soluciones a problemas planteados y el desarrollo de un proyecto de automatización. La dinámica consiste en distribuir a los alumnos en equipos de 5 alumnos, a cada equipo se le desafía a concebir una problemática general, para la cual deben establecer y evaluar alternativas de solución, seleccionando una de ellas en base a criterios pre-establecidos, luego cada equipo debe construir su solución usando un Kit Arduino que le ha sido previamente entregado y para su uso se le ha entregado una inducción en el curso. Como resultado cada equipo debe entregar un informe que dé cuenta de su trabajo (concepción, diseño e implementación de su proyecto), realizar una presentación frente al resto de los alumnos y el equipo de colaboradores del curso y entregar la maqueta con el proyecto o un prototipo desarrollado y funcionando. Como añadido para los estudiantes, durante el desarrollo del proyecto se ven enfrentados a construir circuitos, programación, realizar una planificación, establecer presupuestos y escribir un informe técnico del objeto desarrollado.

### RESULTADOS

#### **Evaluación del Taller de Ingeniería II**

El 20 de abril de 2016 la prensa nos sorprende con la noticia que nuestra carrera; Ingeniería Civil Informática de la Universidad de Concepción, acreditada por 6 años, con nuevo plan de estudios vigente desde 2011, el cual se habría hecho cargo de varias debilidades detectadas en aspectos de deserción de estudiantes; tendría una de las mayores tasas de deserción a nivel de Chile.

Nuestra respuesta como departamento fue inmediata y, lo primero que analizamos fue el impacto que las dos asignaturas que concebimos en primer año (etapa en la que se produce la mayor cantidad de abandonos en la carrera), el Taller de Ingeniería I y el Taller de Ingeniería II.

#### **Evaluación de Taller de Ingeniería I**

Para realizar una evaluación del TI II se realizó una encuesta dirigida a todos los alumnos que habían cursado la asignatura entre 2013 y 2016, para ello se aprovechó el contacto que aún se mantenía con ellos a través de Grupos en Facebook creados especialmente para el curso. La encuesta permitió obtener información personal de los alumnos y sobre el año en que realizó el curso. También permitió establecer una evaluación de la organización de las actividades, particularmente, en aspectos del equipo que dirige el curso como

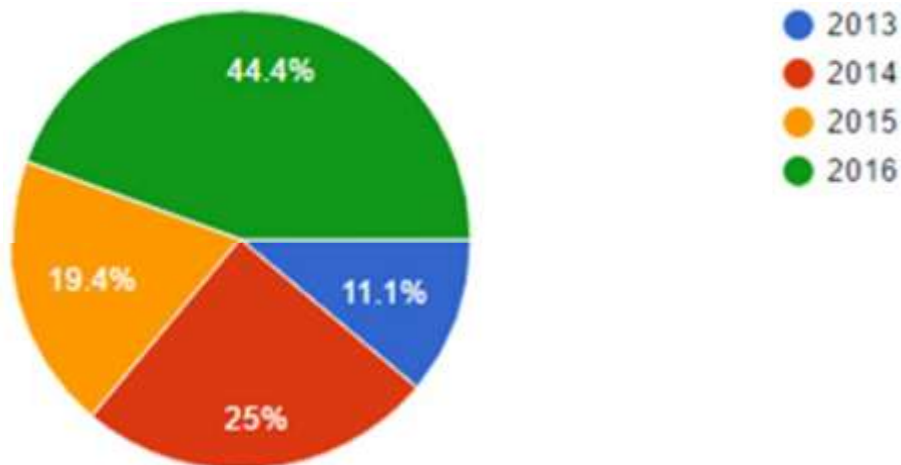
## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

de las condiciones materiales para su realización. Por último, la evaluación apunta a determinar el nivel de aporte de la asignatura como proveedor de herramientas y motivación para la práctica de la Ingeniería y particularmente de la Informática. Adicionalmente, se solicitó que en forma voluntaria se nos comentara sobre aspectos de evaluación o recomendaciones para la realización de futuras versiones del Taller.

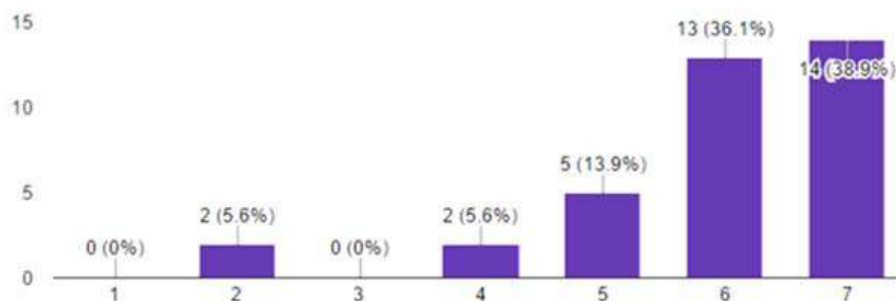
Los resultados de la encuesta fueron las siguientes:

De un total de 220 alumnos que habían realizado el curso, 36 respondieron la encuesta, la mayor proporción de la última cohorte, pero también hubo respuestas de los alumnos más antiguos en la carrera.



Debido a que la encuesta era anónima no fue posible distinguir si los alumnos aún permanecen en la carrera. Los restantes ítems fueron evaluados con una calificación entre 1 y 7, siendo 7 la mejor nota y 1 la peor. Los resultados fueron los siguientes:

Los alumnos consideran que el académico a cargo de la asignatura tiene un buen dominio y habilidades para realizar el curso, la nota promedio otorgada es un 6,0.

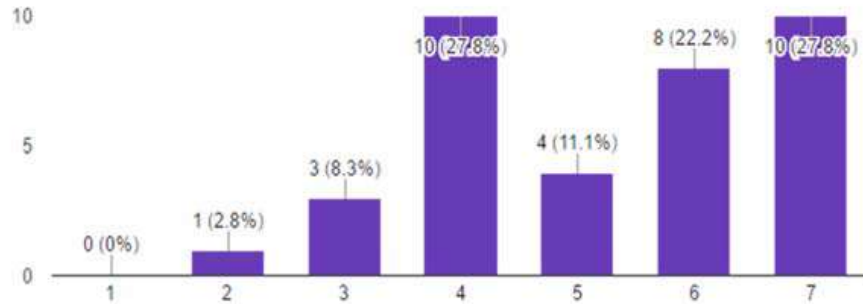


## Innovaciones Educativas en Ingeniería

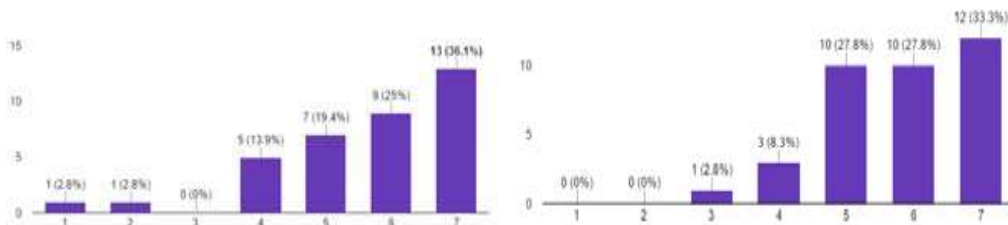
Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería  
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

En cuanto al equipo de ayudantes la nota promedio otorgada es un 5,3 de lo cual se deduce que es un aspecto que se puede mejorar.

Uno de los aspectos que suponíamos no sería bien evaluado era el lugar en que se realizan las actividades, todos sabemos que nuestras salas no son aptas para aplicar técnicas activas de enseñanza/aprendizaje. Este aspecto recibió una nota 5,4.

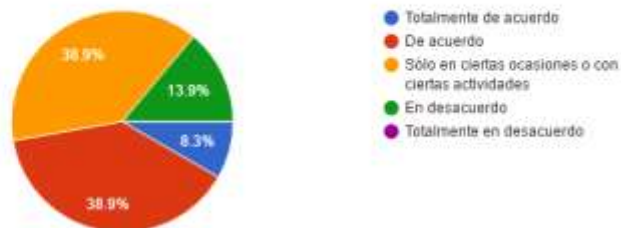


Los equipos y el material usado en clases recibieron respectivamente promedios 5,6 y 5,8.



Frente a la consulta respecto a la utilidad del curso desarrollando habilidades personales aplicables a cualquier situación de la vida el resultado es graficado en la siguiente gráfica:

El Taller de Ingeniería II me proporcionó herramientas para desarrollarme como persona  
(36 respuestas)



## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Cuando la utilidad de las competencias desarrolladas en el curso se traslada a su aplicación en Ingeniería la percepción de los alumnos mejora notablemente. Sin embargo, no se percibe la misma tendencia cuando la aplicación de las competencias se traslada a su aplicación en Informática, incluso un 25% de los alumnos considera que las competencias desarrolladas en el curso no sirven o motivan para desarrollarse en la especialidad.

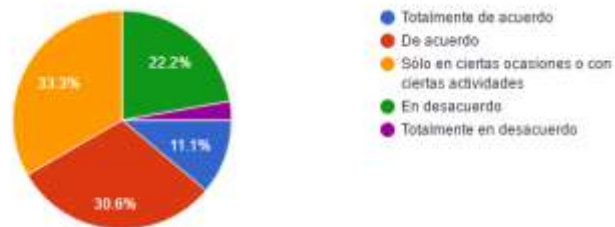
### El Taller de Ingeniería II me proporcionó herramientas para desarrollarme como estudiante de Ingeniería

(36 respuestas)



### El Taller de Ingeniería II me proporcionó herramientas para desarrollarme como estudiante de Informática

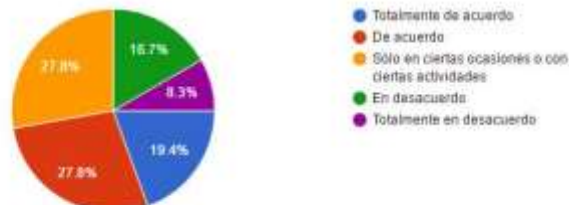
(36 respuestas)



Por último, consultados específicamente sobre la utilidad del curso como agente motivador para continuar en la carrera se obtiene la siguiente gráfica:

### El Taller de Ingeniería II me motivó a seguir en Ingeniería Civil Informática

(36 respuestas)



## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Esta gráfica revela que sólo un 47% de los alumnos mantiene la motivación para continuar en la carrera luego de hacer el curso. Cabe hacer notar que, entre otros propósitos, la concepción de la asignatura incluía la motivación por la carrera.

x) Las respuestas en la sección de comentarios y recomendaciones fueron de gran utilidad. Entre los aspectos destacados u oportunidades de mejora los alumnos:

- Destacan trabajo en el proyecto final con los kits Arduino.
- Destacan que las actividades sean realizadas en equipos.
- Indican que se debiera dedicar más horas a la programación.
- Indican que hay problemas de coordinación de horarios con compañeros de sus grupos.
- Señalan que requieren más kits para distribuir entre más grupos.

Y si el plano se traslada a la pregunta ¿Qué le faltó al Taller?, las respuestas fueron:

- Un mayor acercamiento de las actividades a la carrera.
- Programación.
- Mejores ayudantes.
- Desarrollar actividades individuales.
- Vincular la ingeniería con las necesidades de la industria y de la comunidad.

Como resultado del proceso de evaluación durante el presente semestre se realizó una propuesta de modificación del TI II, la cual será aplicada el 2do semestre del presente año. En términos generales los propósitos se mantienen, esto es:

- Cultivar actividades de investigación y búsqueda de información.
- Potenciar trabajo de equipo en actividades de corta y mediana duración
- Práctica de habilidades comunicacionales.
- Comunicar efectivamente en forma oral y escrita soluciones a problemas planteados.
- Conocer la función de un informe y detalles de su estructura.

Pero se agrega un propósito específico:

- Cultivar habilidades para la práctica de las Ciencias de la Computación e Informática. Algunas actividades, su planificación y formas de evaluar mediante rúbricas se mantienen, eso sí en menor número para dar más espacio al trabajo final con los Kits Arduino, la que resultó mejor evaluada por los alumnos.

El resto de las actividades planificadas son:

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### **Descifrando mensajes (código binario).**

Todos los integrantes del curso deben formarse en parejas. Entregar a cada pareja dos hojas cada una con una codificación para las letras del abecedario (código binario). Entregar a cada pareja dos mensajes en un sobre cerrado (cada integrante se queda con un mensaje). Entregar a cada pareja dos banderas de dos colores distintos. Dar tiempo a las parejas para que se pongan de acuerdo en la forma en que se transmitirán los mensajes (sólo usando las dos banderas y la codificación). Separar a los integrantes de las parejas (50 a 100 mts.). Permitir que abran los mensajes y deben trasmitírselos, cuando lo logren deben entregar su interpretación al profesor. Gana la pareja que logra descifrar los dos mensajes en el menor tiempo.

Luego de esta actividad se introduce el concepto de código binario, representación de datos, etc.

### **Ordenar diferentes pesos (algoritmos).**

Distribuir a los alumnos del curso en grupos de 5 alumnos. A cada grupo entregar 8 a 10 frascos con diferentes pesos (la idea es que no se pueda distinguir la diferencia de peso entre ellos) y una balanza (eventualmente podrían diseñar y construir una). Cada grupo debe definir y describir un método para ordenar los frascos de menor a mayor peso. Se valorará que el método tenga la menor cantidad de tipos de instrucciones y el ordenamiento se haga en la menor cantidad de pasos. Cada grupo debe presentar su solución. Luego de esta actividad se introducirá el concepto de algoritmo y eficiencia.

### **Desafío del código misterioso (lenguajes de programación, programación).**

Distribuir a los alumnos del curso en grupos de 5 alumnos. A cada grupo entregar una sección de código en algún lenguaje de programación (COBOL, Smalltalk, Prolog, Lisp, FORTRAN, etc.). Los grupos deben establecer de qué lenguaje se trata, características del lenguaje, qué hace el código, posibles usos de la sección de código. Los resultados deben ser presentados en clases. Luego de esta actividad se introducirá el concepto de lenguajes de programación y programación.

### **Actividad de Especificación de Requisitos (AER).**

#### **Actividad de Grupos de Interés (AGI).**

En la nueva versión se desarrollarán temas vinculados al uso de las tecnologías de información y comunicaciones como: Comunidad hackers, vigilancia y privacidad en Internet, industria de software (libre o pagado), evolución del software y del hardware: negocio o mejora de eficiencia, redes sociales: ¿invasión de la privacidad?, etc.



## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### Actividad Proyecto Final (APF).

#### CONCLUSIONES

Se presenta la definición, implementación y resultados de un curso introductorio de primer año, destinado a aumentar la motivación de los alumnos hacia estudios de Ingeniería y, en particular, de Ingeniería Informática. Debido a una contingencia surge la necesidad de realizar una evaluación, la que se implementa en base a una encuesta. Esta encuesta arroja, entre sus resultados más importantes, que los alumnos esperaban un mayor acercamiento del curso con materias y actividades propias de la especialidad. En base a lo anterior, se desarrolla una nueva propuesta para el TI II, la cual mantiene los aspectos mejor valorados del curso e incorpora nuevos propósitos y actividades que serán aplicados a partir del semestre 2017-2.

Como última conclusión, este trabajo sugiere la necesidad de evaluar las actividades vinculadas a la docencia desarrolladas en los diferentes cursos para ir verificando su efectividad y mejorar los aspectos deficitarios.

#### REFERENCIAS

- [1] Dirección de Docencia Universidad de Concepción, Modelo Educativo UdeC 2011.
- [2] Programa RSU – UdeC, Modelo de Enseñanza de Competencias Genéricas, 2013.
- [3] ITLL, 2015. Integrated Teaching & Learning Laboratory, *University of Colorado at Boulder*. <http://itll.colorado.edu/>
- [4] Javier Abarca, Al Bedard, Denise Carlson, Larry Carlson, Jean Hertzberg, Bev Louie, Jana Milford, René Reitsma, Trudy Schwartz and Jackie Sullivan, 2000. *Introductory Engineering Design: A Projectbased approach, 3rd edition, University of Colorado*.
- [5] Malinda S. Zarske, Janet L. Yowell, Samantha Maierhofer, Derek T. Reamon, 2013. *Teamwork in First-Year Engineering Projects Courses: Does Training Students in Team Dynamics Improve Course Outcomes and Student Experiences?. 120 th ASEE Annual Conference and Exposition, Jun 23-26, Atlanta*.
- [6] Ralph, P. and Wand, Y., 2009. A proposal for a formal definition of the design concept. In *Lyytinen, K., Loucopoulos, P., Mylopoulos, J. editors. Design Requirements Workshop (LNBIP 14), pp. 103-136, Springer-Verlag*.

---

## DURACIÓN DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA CIVIL EN CHILE.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

## **Raúl Benavente G, Ingeniería Civil de Materiales.**

---

### **Carrera**

Departamento Ingeniería de Materiales.

### **Palabras clave**

*Duración carreras ingeniería civiles; evolución carreras ingeniería civiles.*

### **INTRODUCCIÓN**

Las carreras de ingeniería civil en el país, en sus diferentes especialidades, fueron aumentando su duración desde los cuatro años, en el siglo XIX, hasta estabilizarse en los seis años en las primeras décadas del siglo XX, constituyéndose en las más extensas del mundo. A partir del año 2004, comienza en la Universidad de Concepción el proceso de disminuir la duración de las carreras, la que, dependiendo de la universidad, ha seguido el camino de bajar los estudios a once y a diez semestres.

Diversos factores a lo largo del tiempo han influido en estas progresivas adaptaciones, entre los cuales se pueden mencionar: recarga excesiva de los planes de estudio; la reforma de los estudios de humanidades (1912); el efecto de la Globalización; entre otros.

La última de estas adaptaciones consiste en la creciente tendencia hacia la disminución de la duración de las carreras de ingeniería civil en Chile, siendo un proceso que actualmente aún se encuentra en pleno desarrollo.

Su importancia radica en que la consolidación de una duración real inicial más allá de los seis años no se logró traducir en un aumento de la eficiencia en la formación de los ingenieros, generando un fuerte impacto para la sociedad ya que el Estado y las familias deben financiar años adicionales de estudio.

El presente trabajo muestra la evolución que ha tenido este proceso desde el año 2004, tanto en las universidades del Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH) como en las Universidades privadas. Así como la estadística al año 2017 de las 242 carreras de ingenierías civiles que existen en el país.

El trabajo se complementa con un análisis de impacto de la disminución de los estudios en el nivel de formación en ciencias básicas de las carreras.

### **OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

1. Describir la evolución que ha tenido la duración de las 242 carreras de ingeniería civil existentes en Chile, en sus diferentes especialidades, desde sus inicios hasta la actualidad.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

2. Analizar el impacto de la disminución de los años de estudio en el nivel de formación en ciencias básicas de las carreras.

### MÉTODO

Para este trabajo se realizó una revisión de los Planes de estudio de las 242 carreras de ingeniería civil del país, en sus diferentes especialidades, tanto de las universidades del Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH) como de las universidades privadas.

Para el caso de las universidades de la CRUCH, la muestra estuvo compuesta específicamente de: Universidad de Tarapacá de Arica (UTA), Universidad Arturo Prat (UNAP), Universidad Católica de Norte (UCN), Universidad de Antofagasta (UANT), Universidad de Atacama (UDA), Universidad de la Serena (ULS), Universidad Técnica Federico Santa María (UFSM), Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), Universidad de Valparaíso (UV), Universidad de Playa Ancha (UPLA), Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM), Universidad de Chile (UCH), Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), Universidad de Santiago de Chile (USACH), Universidad de O'Higgins (UOH), Universidad de Talca (UTAL), Universidad Católica del Maule (UCM), Universidad del Bío-Bío (UBB), Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), Universidad de Concepción (UDECC), Universidad de la Frontera (UFRO), Universidad Católica de Temuco (UCT), Universidad Austral de Chile (UACH), Universidad de los Lagos (U LAG), Universidad de Aysén (UAYS), Universidad de Magallanes (UMAG).

En el caso de las universidades privadas, las universidades estudiadas fueron: Universidad Adolfo Ibáñez (UAI), Universidad Nacional Andrés Bello (UNAB), Universidad San Sebastián (USS), Universidad de los Andes (UAND), Universidad del Desarrollo (UDD), Universidad Central de Chile (UCEN), Universidad Diego Portales (UDP), Universidad Mayor (UMAY), Universidad Iberoamericana (UIBER), Universidad Santo Tomás (UST), Universidad de las Américas (UDLA), Universidad Viña del Mar (UVM), Universidad de la República (ULREP), Universidad Adventista de Chile (UADVE), Universidad Gabriela Mistral (UGM), Universidad de Ciencias de la Informática (UCINF), Universidad Internacional SEK (USEK), Universidad Pedro de Valdivia (UPV), Universidad Finis Terrae (UFT), Universidad Autónoma (UAUTO), Universidad Bernardo O'Higgins (UBO).

Los documentos revisados consistieron en las mallas curriculares, planes y programas de estudio de las carreras de ingeniería civil de las universidades anteriormente referidas, a fin de indagar y calcular la variación de duración semestral de las carreras dependiendo de la Universidad junto con el impacto cuantitativo que ha tenido este proceso en la cantidad de horas lectivas

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

destinadas a la formación en ciencias básicas. Junto con ello se exploró el desarrollo histórico de la carrera de ingeniería en Chile revisando los anales de la Universidad de Chile, para situar en contexto el estado de cosas actual en cuanto a su duración.

La revisión abarcó desde los orígenes de la carrera de ingeniería en Chile, pero se focalizó propiamente tal a partir de año 2004, donde inicia el proceso de adaptación de la duración semestral de la carrera de ingeniería civil, hasta la actualidad.

### RESULTADOS

#### *a) Evolución de los planes de estudios de ingeniería a los seis años de duración*

La carrera de Ingeniería nace en la Universidad de Chile en el año 1853 con un plan de estudios de cuatro años, en las especialidades de Ingenieros Geógrafos, Ingenieros Civiles e Ingenieros de Minas (1). Posteriormente, en el año 1887, el plan de estudios aumento a cinco años la duración de las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería de Minas. En el año 1912 se reforman los estudios de las humanidades (enseñanza secundaria), disminuyéndose de manera importante el programa para la enseñanza de las matemáticas y de casi todas las asignaturas, estimándose que los estudiantes que lleguen ese año a rendir el bachillerato no están suficientemente preparados para rendir el de matemáticas. Ante ello, el Rector de la Universidad de Chile solicita a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas que proponga "provisionalmente", mientras se toman medidas de carácter definitivo, un plan para aumentar un año los estudios de ingeniería. El 7 de septiembre de 1918 se presenta al señor Rector el proyecto para aumentar en un año los estudios de ingeniería. Se trata de un primer año preparatorio, que se agregaría a los cinco años del plan vigente, que contempla, además de las horas necesarias para completar los conocimientos de matemáticas suprimidos de la enseñanza secundaria, tres horas semanales para las asignaturas de física, química e idiomas. (2). El proyecto es aprobado el 1º de diciembre de 1919 y, al año siguiente, entra en vigencia el nuevo plan de estudios de seis años para las carreras de ingeniería (3).

#### *b) El plan de estudios de seis años en tela de juicio*

Las ingenierías de seis años en Chile aparecen como las más extensas en el contexto internacional, lo que va surgiendo como una dificultad para la armonización de los estudios y de las profesiones en la creciente globalización. Por otra parte la excesiva duración real de los estudios en las universidades

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

chilenas, representa una barrera para el desarrollo de los programas de postgrado que paulatinamente comienzan a implementarse en varias especialidades. En este contexto, en la década del ochenta comienzan a surgir las primeras voces para abordar reformas conducentes a planes de cinco años. La Sociedad Chilena de Educación en Ingeniería dedica su XIII Congreso Nacional, realizado en la Universidad de Concepción en el año 1999, a analizar extensamente esta alternativa, y surge un amplio consenso de avanzar en esta dirección. En los años siguientes el Ministerio de Educación comienza a impulsar con fuerza esta propuesta, particularmente a través del Programa Mecesus. Sin embargo, inicialmente las universidades se muestran reacias a asumir los riesgos de ofrecer carreras de menor duración, ante el temor de ser catalogadas de nivel inferior tanto por sus pares como por los empleadores.

### *c) Año 2004: se inicia la reducción de los planes a once semestres*

La Universidad de Concepción es la primera en reducir dos de dos carreras a una duración de once semestres en el año 2004. En los años siguientes se agregan otras catorce carreras con la misma modalidad, entre las que cabe mencionar a la totalidad de las carreras de ingeniería civil de la Universidad Austral. Esta tendencia se consolida en el año 2009, al incorporarse las veintitrés carreras de la Pontificia Universidad Católica de Chile de Santiago y la carrera de Ingeniería Civil Informática de la Universidad de Chile de Santiago.

### *d) Año 2007: se inicia la reducción de los planes a diez semestres*

La Universidad del Bio Bio es la primera en reducir una carrera de ingeniería civil a una duración de diez semestres en el año 2007. Sin embargo, es a partir del año 2009 cuando esta modalidad cobra fuerza, particularmente con la propuesta de varias universidades privadas, tales como la Universidad Adolfo Ibáñez, San Sebastián y del Desarrollo, las que basan la reducción sacrificando en parte la formación en ciencias básicas y en ciencias de la ingeniería (4).

### *e) Situación al año 2017 de la duración de las carreras de ingeniería civil en Chile*

La tabla N° 1 muestra la duración de las carreras de ingeniería civil en las universidades del Consejo de Rectores, en tanto que la tabla N° 2 muestra la duración de estas carreras en las universidades privadas. El resumen de estas estadísticas está señalando que actualmente el 57,4% del total de las carreras ya









## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

RESUMEN	12 SEMESTRES	11 SEMESTRES	10 SEMESTRES	TOTAL
Universidades del CRUCH	99 53,2%	61 32,8%	26 14,0%	<b>186</b>
Universidades Privadas	4 7,1%	22 39,3%	30 53,6%	<b>56</b>
<b>TOTAL</b>	<b>103</b> <b>42,6%</b>	<b>83</b> <b>34,3%</b>	<b>56</b> <b>23,1%</b>	<b>242</b>

Tabla N° 3: Estadística de la duración de las carreras de ingeniería civil en el año 2017.

INGENIERÍA CIVIL	CRUCH				PRIVADAS				TOTAL
	12	11	10	TOTAL	12	11	10	TOTAL	
Industrial	14	18	5	37	0	7	12	19	56
Informática	10	7	5	22	3	4	5	12	34
Civil	10	12	2	24	0	5	2	7	31
Minas	6	3	2	11	0	2	7	9	20
Eléctrica	9	4	1	14	0	1	0	1	15
Mecánica	11	4	1	16	0	0	1	1	17
Electrónica	6	1	1	8	0	2	0	2	10
Química	7	1	2	10	0	0	0	0	10
Metalúrgica	4	1	2	7	0	0	1	1	8
Ambiental	4	0	3	7	0	1	0	1	8
Matemática	3	1	0	4	0	0	0	0	4
Biotecnología	2	1	0	3	0	0	0	0	3

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

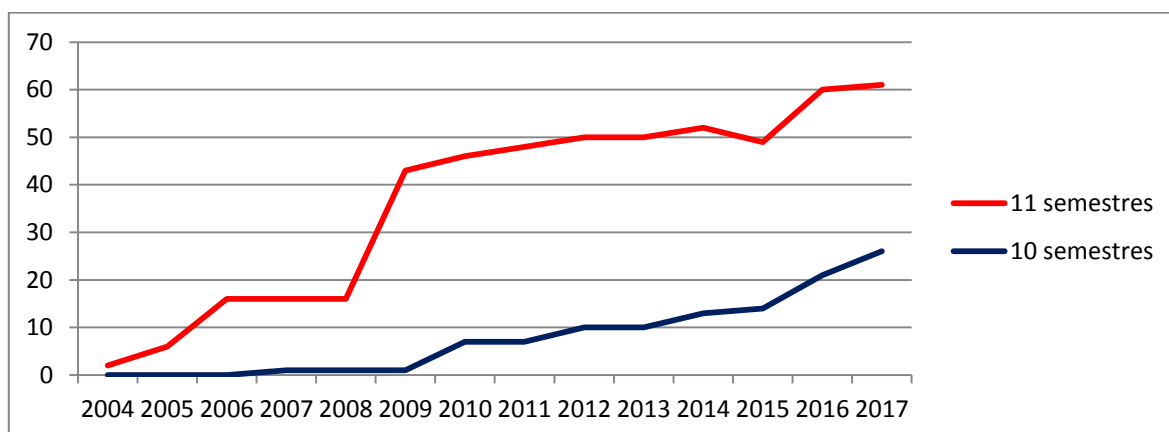
Telecomunicaciones	3	0	0	3	0	0	0	0	3
Biomédica	1	1	0	2	0	0	0	0	2
Geológica	0	1	2	3	0	0	0	0	3
Acústica	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Bioquímica	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Proc. Minerales	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Geomática	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Oceánica	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Materiales	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Aeroespacial	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Agrícola	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Industria Madera	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Automatización	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Geografía	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Bioingeniería	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Energía y Medioambiente	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Agroindustrial	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Física	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Bioinformática	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Mecatrónica	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Prev Riesg Medio	0	1	0	1	0	0	0	0	1
<b>TOTALES</b>	<b>99</b>	<b>61</b>	<b>26</b>	<b>186</b>	<b>4</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>56</b>	<b>242</b>

Tabla N° 4: Estadística por especialidad de la duración de las carreras de ingeniería civil año 2017.

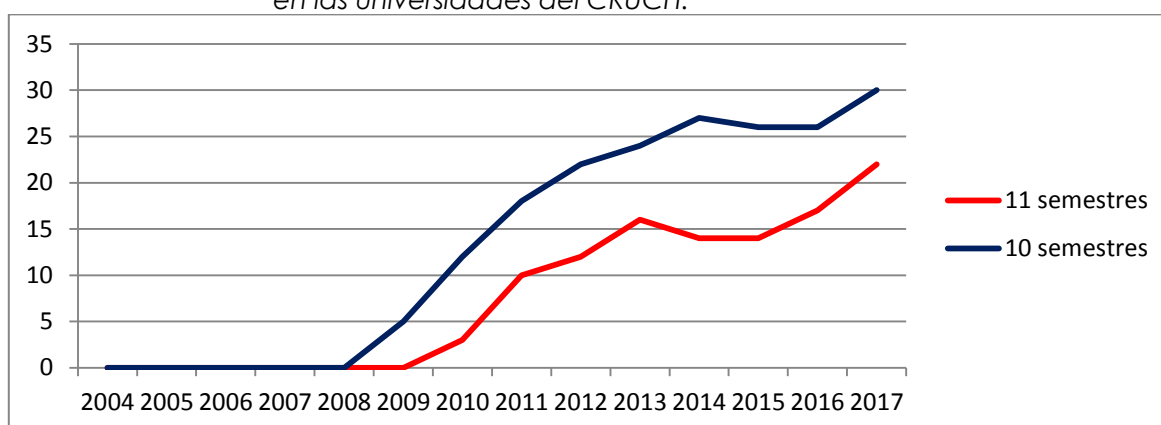
## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

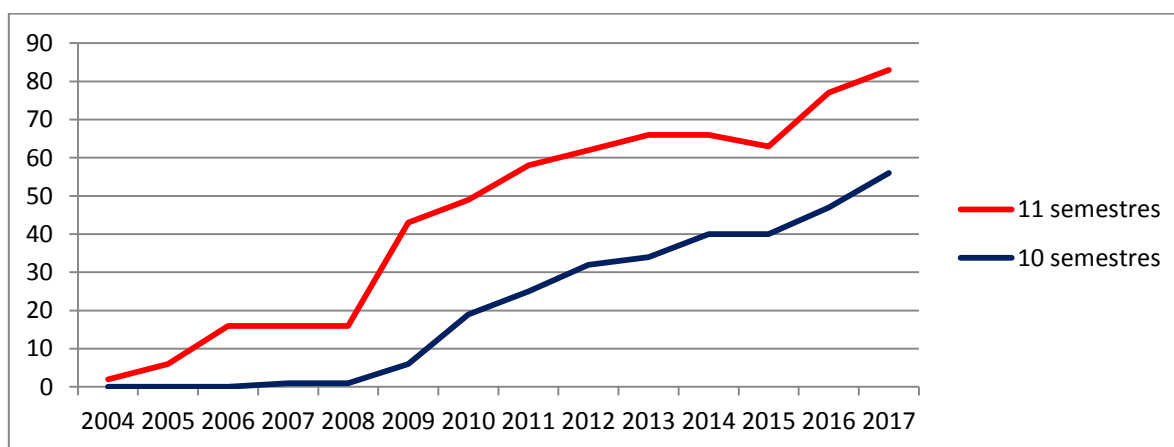
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción



**Gráfico N° 1:** Evolución del número de carreras de ingeniería civil de diez y once semestre en las universidades del CRUCH.



**Gráfico N° 2:** Evolución del número de carreras de ingeniería civil de diez y once semestre en las universidades privadas.



**Gráfico N° 3:** Evolución del número de carreras de ingeniería civil de diez y once semestre considerando la totalidad de las universidades chilenas.

AÑO	12	11	10	Total
-----	----	----	----	-------

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

	Semestres	Semestres	Semestres	Carreras
<b>2013</b>	55,0%	29,7%	15,3%	<b>222</b>
<b>2014</b>	54,0%	29,2%	16,8%	<b>226</b>
<b>2015</b>	53,8%	28,3%	17,9%	<b>223</b>
<b>2016</b>	45,6%	33,8%	20,6%	<b>228</b>
<b>2017</b>	42,6%	34,3%	23,1%	<b>242</b>

**Tabla N° 5:** Evolución del porcentaje de carreras de ingeniería de diez, once y doce semestres en los últimos cinco años.

f) *Impacto de la disminución de la duración de las carreras de ingeniería civil en la formación en ciencias básicas*

Se evaluó la cantidad de horas lectivas en ciencias básicas de las 242 carreras de ingeniería civil que se ofrecen en la actualidad. Para ello se adoptó el criterio general de asignar cinco horas lectivas semanales a cada asignatura y considerando semestres de dieciséis semanas de clases, lo que da un total de ochenta horas lectivas por asignatura. Los promedios por grupo de universidades y por duración de las carreras se muestran en la tabla N° 6.

Número de horas lectivas Ciencias Básicas	10 semestres	11 semestres	12 semestres
<b>Universidades del CRUCH</b>	1009	921	1036
<b>Universidades Privadas</b>	835	893	

**Tabla N° 6:** Número promedio de horas lectivas en ciencias básicas en las carreras de diez, once y doce semestres, en las universidades del CRUCH y en las universidades privadas

Se observa que el acortamiento de las carreras ha impactado levemente en la disminución de las horas lectivas en las carreras de diez semestres de las universidades del CRUCH. La menor cantidad de horas lectivas que muestran las

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

carreras de once semestres de estas universidades, se explica por el impacto de las veinticuatro carreras de una sola universidad, cuyos planes de estudios tienen una menor cantidad de ciencias básicas que el resto. Sin considerar a esta universidad, dicho promedio sube a 998 horas. Las universidades privadas por su parte, tienen en promedio planes de estudio con una cantidad de horas lectivas de ciencias básicas, inferior a las 900, tanto en los planes de diez como de once semestres. Como referencia cabe señalar que el Colegio de Ingenieros de Chile señala en el artículo 15 de su reglamento sobre la *Calificación de Títulos Profesionales de Ingenieros para la Admisión de Socios Activos*, lo siguiente (5):

### **“Art.15 Ciencias Básicas.**

*Los programas de estudios de los Ingenieros Civiles en las universidades chilenas, cualquiera sea su especialidad o mención, deben desarrollar en el graduado conocimientos y comprensión de las Ciencia Básicas, que corresponden al tratamiento de las matemáticas, la física, la química y otras materias que sustentan una amplia gama de disciplinas de la ingeniería. Los objetivos de esta área son:*

- *Contribuir a la formación del pensamiento lógico- deductivo.*
- *Proporcionar a los graduados los fundamentos que les permitan enfrentar con éxito problemas que requieren de capacidad analítica e innovación, y,*
- *Proporcionar la preparación suficiente para actualizar y profundizar sus conocimientos.*

**La extensión de los estudios de las Ciencias Básicas debe alcanzar a lo menos a 1.000 Horas Lectivas** más los tiempos de los cursos de nivelación que cada universidad diseñe para contribuir a tener una mayor eficiencia al inicio del proceso de la enseñanza de las Ciencias Básicas.” En consecuencia, el proceso de acortamiento de las carreras de ingeniería civil, en una cantidad importante de casos, se está alejando del cumplimiento de esta normativa del Colegio de Ingenieros en lo que se refiere a la formación en ciencias básicas.

## CONCLUSIONES

El acortamiento de las carreras de ingeniería civil en el país es un proceso que está en pleno desarrollo y, actualmente, más de la mitad disminuyó la duración de los estudios a diez u once semestres. Las universidades del CRUCH mayoritariamente están disminuyendo los planes a once semestres y sólo una minoría lo ha hecho a diez semestres. En las universidades privadas la casi totalidad de sus carreras ya acortó la duración de sus planes, la mayoría de ellas

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

bajo la modalidad de diez semestres. Este proceso se ha desarrollado en los últimos catorce años y, a este ritmo, cabe esperar que en la próxima década la gran mayoría de las carreras en el país haya asumido esta tarea, consolidando de esta manera una de las mayores innovaciones de los planes de estudio de las carreras de ingeniería en el país.

Al reducir la duración las universidades de la CRUCH en general han mantenido el nivel de formación en ciencias básicas y en ciencias de la ingeniería, por lo que la reducción ha afectado principalmente al ciclo profesional.

Las universidades privadas en cambio, en general han disminuido la formación en ciencias priorizando la formación en competencias blandas.

### REFERENCIAS

Benavente, R. (2009). Requerimientos mínimos para la formación de ingenieros y su vínculo con la duración de las carreras. XXIII Congreso Chileno de Educación en Ingeniería, Universidad Católica de la Santísima Concepción.

Universidad de Chile (1853). Anales de la Universidad de Chile.

Universidad de Chile (1918). Anales de la Universidad de Chile.

Universidad de Chile (1919). Anales de la Universidad de Chile.

## ENGAGEMENT EN ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE INGENIERÍA.

**Jorge Maluenda A y Marcela Zúñiga S, Unidad de Educación en Ingeniería; Marcela Varas C, Ingeniería Civil Informática.**

---

### Asignatura y Carrera

Considera las 13 Ingenierías de la Universidad de Concepción.

### Palabras clave

*Engagement Académico; Variables de ingreso; Retención.*

## INTRODUCCIÓN

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

La retención de estudiantes de Educación Superior es uno de los desafíos de mayor relevancia y actualidad en el Sistema de Educación Superior [7] [8]. Ha cobrado relevancia en la actualidad cuando las cifras relacionadas con el ingreso de los estudiantes a la educación superior han mejorado ostensiblemente, pero los índices de permanencia, logro académico y titulación oportuna aún mantienen déficit significativo [8]. Según cifras de la misma investigación, la retención en pregrado alcanzar un 73% en primer año, disminuyendo a un 66% en el caso de las Ingenierías.

El impacto es sustantivo, por su relación con las medidas de eficiencia de la Instituciones de Educación Superior (IES), la asignación de recursos públicos, el prestigio, la acreditación, etc, donde el efecto más significativo sin dudas es la calidad educativa.

Diversos estudios en la actualidad exploran el papel del compromiso académico o *Engagement*, en la retención universitaria y el desempeño [1] [5] [3], donde algunos factores gravitantes en la decisión del abandono han sido la baja motivación general y vocacional [2].

La presente investigación se ha centrado en evaluar las condiciones de ingreso de los estudiantes en relación con el *Engagement* Académico y la relación con variables sociodemográficas que podrían estar asociadas.

### 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

#### Contexto

La Unidad de Educación en Ingeniería UdeC, desarrollar el apoyo al mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje en Ingeniería en tres grandes etapas:

- 1- Detección y apoyo. Refiere a la identificación de iniciativas de mejoramiento de la educación de nuestros académicos y el apoyo a la formulación de nuevas iniciativas.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

- 2- Evaluación. Implica la categorización y clasificación de las iniciativas, la medición en pre-test de los estudiantes en torno a las variables de interés **(etapa actual)** y la medición de post-test.
- 3- Reporte y apoyo al mejoramiento. Involucra el análisis y reporte técnico de los resultados, además del apoyo al mejoramiento de las iniciativas emprendidas y por emprender, en los distintos niveles.

En este contexto, a continuación, presentamos los resultados obtenidos en la etapa de pre-test que muestran una caracterización de los estudiantes de primer año de ingeniería en torno a las variables de interés y algunas conclusiones preliminares.

### Participantes

Los participantes corresponden a una muestra de estudiantes de primer año de las 13 carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción. Corresponden a ellos 530 hombres con un 70.38% y 222 mujeres con un 29.48%, cuyas edades fluctúan entre los 18 y los 30 años, con una media de edad de  $\bar{x}=18,68$ . Se han consignado datos generales como la carrera de estudios, colegio de origen y si cursa por primera vez estudios universitarios.

### Instrumentos

Para efectuar la medición del *Engagement* Académico se ha utilizado el cuestionario UWES-Student. En este se pregunta, a partir de 17 ítems, sobre los sentimientos que experimentan los estudiantes frente al estudio y que se vinculan con un mayor o menor grado de compromiso académico. Las opciones de respuesta se presentan en formato de frecuencias, siendo las posibilidades de respuesta: ninguna vez (0), pocas veces al año (1), una vez al mes o menos (2), pocas veces al mes (3), una vez por semana (4), pocas veces por semana (5) o todos los días (6).

La escala ha mostrado adecuadas propiedades psicométricas en su estudio original para ser utilizado en población española [6] y un adecuado índice de consistencia interna ( $\alpha=0.90$  y  $\alpha=0.74$ ) en población chilena [4].

### Diseño

Se realiza la evaluación de una muestra voluntaria de estudiantes de primer año de las 13 carreras de Ingeniería. Para ello, se gestiona a través de los coordinadores de asignatura la evaluación de los cursos Introducción a la física, matemática y química universitaria, situación a la que acuden todos los estudiantes de las 13 carreras. La evaluación se realiza en un corte transversal de tiempo. Aquellos estudiantes que no asistieron el día de la evaluación o que no



## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

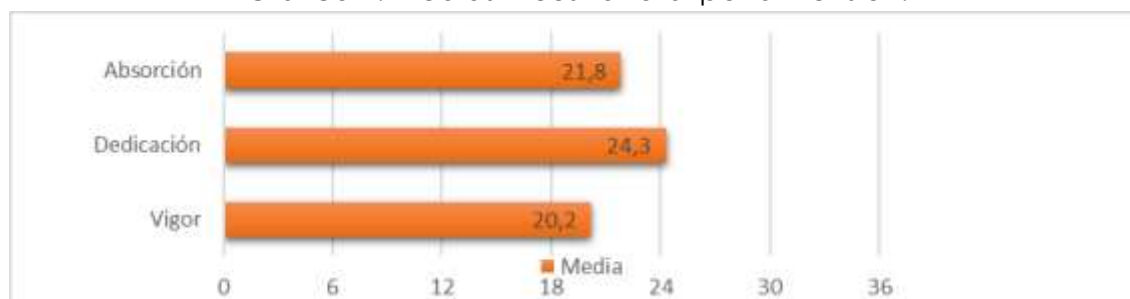
Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

asintieron en participar no fueron considerados como parte del estudio. El análisis de datos se realizó a partir del Statistic Package for the Social Science (SPSS).

### RESULTADOS

Se realiza en primer lugar un análisis descriptivo de los puntajes individuales, en el que se observa que la media total de puntaje en ambas condiciones es de 66,3 puntos de 102 posibles. En la desagregación de este resultado a través de las 3 dimensiones de la escala (gráfico 1), se observa un puntaje levemente superior en la dimensión Dedicación ( $M=24,3$ ,  $DS=4,5$ ) respecto de las otras 2 dimensiones Absorción ( $M=21,8$ ,  $DS=6,4$ ) y Vigor ( $M=20,2$ ,  $DS=6,4$ ).

**Gráfico 1.** Medias muestra total por dimensión.



Se realiza un análisis de algunas variables demográficas recopiladas a través del cuestionario. En primer lugar, se observan leves diferencias descriptivas en las medias por sexo, con las mujeres ( $M=66,74$ ,  $DE=1,594$ ) obteniendo un promedio levemente mejor que los hombres ( $M=65,74$ ,  $DE=0,651$ ). Sin embargo, un análisis de comparación de medias independientes no arrojó resultados estadísticamente significativos ( $p>0,05$ ). Tampoco se observan diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,59$ ) en un análisis de comparación de medias entre estudiantes que se encontraban cursando su primera carrera ( $M=66,331$ ,  $DE=0,601$ ) y estudiantes que habían estudiado otra carrera previamente ( $M=67,267$ ,  $DE=1,652$ ). Al comparar los puntajes promedio de estudiantes entre 17 y 19 años – adolescencia - ( $M=66,887$ ,  $DE=0,643$ ), con los de estudiantes entre 20 y 23 años – adultez temprana - ( $ME= 64,434$ ,  $DE= 1,217$ ), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ( $p > 0,05$ ).

En cuanto a los resultados obtenidos en la comparativa de distintas carreras respecto de sus promedios obtenidos, tampoco se observan diferencias estadísticamente significativas (gráfico 2).

**Gráfico 2.** Medias por Especialidad

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción



### CONCLUSIONES

Es importante analizar con detalle y cautela estos resultados, debido a que, la falta de investigaciones en Ingeniería en el tema impide tener datos “estándar” para la comparación de la realidad de esta facultad. En este sentido, los resultados en el post-test serán de gran importancia ya que, no solo permitirán evaluar el efecto de las metodologías activas sobre el *Engagement*, sino que también operarán como punto de comparación interno. Teniendo en cuenta esta restricción, es posible aventurarse a decir que los estudiantes inician las distintas especialidades de Ingeniería con un nivel de compromiso medio-bajo, teniendo en cuenta el puntaje total de la escala.

Por otro lado, no se observaron diferencias sustantivas en relación con sexo, edad y experiencia previa en los estudios universitarios. Del mismo modo, y a pesar de lo que se podría pensar debido a las estadísticas de retención e ingreso de distintas carreras, parece no haber diferencia sustantiva en cuanto a *Engagement* entre todas ellas.

En la observación de los resultados globales, se observan puntajes levemente mayores en la dimensión “Dedicación”, lo que refleja que la dimensión más fortalecida en ellos se relaciona con el nivel de identificación que sienten al inicio con su carrera. Es posible que este resultado esté asociado a la identificación que los estudiantes producen respecto del “estudiar Ingeniería en la Universidad de Concepción”. Una visión inicial idealizada puede favorecer el orgullo, la importancia y el sentirse “retados” por los estudios.

### PROYECCIONES

La siguiente etapa es finalizar la evaluación de post-test, que actualmente cuenta con un 48% de la muestra inicial evaluada, para poder presentar resultados detallados respecto de los objetivos iniciales.

Con los resultados incompletos a la fecha, se prevén las siguientes hipótesis:

1. Los estudiantes del grupo de intervención mantendrán/aumentarán su *Engagement*.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

2. Los estudiantes en grupo control disminuirán su Engagement.
3. Las metodologías activas que vinculan al estudiante con la disciplina – contextualización - mostrarán mayor efectividad.

### REFERENCIAS

- [1] Chang, M., Sharkness, J., Hurtado, S. & Newman, M. (2014). What matters in college for retaining aspiring scientists and engineers from underrepresented racial groups. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(5), 555-580. DOI: 10.1002/tea.21146.
- [2] Centro de Microdatos, Departamento de Economía, Universidad de Chile (2008). *Estudio Sobre Causas de la Deserción Universitaria*. Recuperado de: [http://www.opech.cl/educsuperior/politica\\_acceso/informe\\_final\\_causas\\_desercion\\_universitaria.pdf](http://www.opech.cl/educsuperior/politica_acceso/informe_final_causas_desercion_universitaria.pdf)
- [3] Cox, D. W., Bjornsen, A. L., Krieshok, T. S. & Liu, Y. (2016). Occupational Engagement and Academic Major Satisfaction: Vocational Identity's Mediating Role. *The Career Development Quarterly*, 64, 169–180. DOI:10.1002/cdq.12049
- [4] Glaría, R., Carmona, L., Pérez, C. y Parra, P. (2015). Burnout y engagement en fonoaudiología. *Investigación en educación médica*. Recuperado de: <http://riem.facmed.unam.mx/node/474>
- [5] Hu, S., McCormick, A. (2012) An Engagement-Based Student Typology and Its Relationship to College Outcomes. *Research in Higher Education*, 53(7), 1-17. DOI: 10.1007/s11162-012-9254-7
- [6] Schaufeli, M., González-Romá, V. y Bakker, A. (2002). The measure of engagement and burnout: a two sample confirmatory factor analytic approach. *Journal of Happiness Studies*, 3:71-92.
- [7] Servicio de Información de Educación Superior, Ministerio de Educación, Gobierno de Chile (2010). *Información sobre Retención de Primer Año de las Carreras: Cohorte de Ingreso 2009 (Proceso SIES 2010)*. Recuperado de: [http://www.mifuturo.cl/images/Informes\\_sies/Retencion/retencion\\_pregrado\\_cohorte\\_2009\\_sies2010.pdf](http://www.mifuturo.cl/images/Informes_sies/Retencion/retencion_pregrado_cohorte_2009_sies2010.pdf)
- [8] Servicio de Información de Educación Superior, Ministerio de Educación, Gobierno de Chile (2014). *Retención de Primer Año en Educación Superior: Programas de Pregrado*. Recuperado de:

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

[http://www.mifuturo.cl/images/Estudios/Estudios\\_SIES\\_DIVESUP/retencion\\_pri  
mer\\_ao\\_carreras\\_de\\_pregrado\\_2014.pdf](http://www.mifuturo.cl/images/Estudios/Estudios_SIES_DIVESUP/retencion_pri<br/>mer_ao_carreras_de_pregrado_2014.pdf)

### **ALINEANDO EL APRENDIZAJE DE PROGRAMACIÓN CON APOYO DE LA PLATAFORMA PA3P QUE EJERCITA Y EVALÚA AUTOMÁTICAMENTE DURANTE EL APRENDIZAJE.**

**Jorge López Reguera y Yuseff Farrán Leiva, Ingeniería Civil Informática.**

---

#### **Asignatura y Carrera**

Ingeniería Civil Informática y otras especialidades que usan programación.

#### **Palabras clave**

*Evaluación automática, Modelos mentales, Carga cognitiva, Auto-eficacia.*

#### **INTRODUCCIÓN**

Aprender a programar computadores es un proceso difícil para los estudiantes novatos y representa un desafío a las metodologías empleadas por los docentes. En los cursos introductorios de programación, los profesores deben iniciar a los estudiantes en la disciplina de computación y en el proceso de resolución de problemas algorítmicos. Aprender a programar es una tarea compleja que requiere, primero, entender el problema y luego diseñar un algoritmo que represente los pasos de solución para implementarlo en un lenguaje de programación.

Para avanzar en el proceso de aprendizaje, los alumnos a menudo requieren apoyo de instructores docentes, sin embargo, si los cursos numerosos que nos son tan numerosos, la realización de estas tareas impone una elevada demanda de tiempo, lo cual dificulta la retroalimentación oportuna a los estudiantes.

Evaluar el aprendizaje en programación es un proceso que involucra principalmente verificar que los programas construidos por los alumnos operan correctamente (ejecución de varios casos de prueba) y obtener información desde el código fuente de los programas (estilo de codificación, patrones de error, métricas de software, evaluar diseño, detectar plagio, etc.) Adicionalmente hay que considerar que, para un problema particular, es posible

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

construir diferentes programas que lo resuelven y no existen reglas que permitan convertir uno en otro.

El paradigma de programación Orientada al Objeto es el primer curso en el que se involucra al estudiante en la Ingeniería de Software (área de la informática que puede ser vista bajo la perspectiva CDIO). Aunque los estudiantes de Ingeniería Civil Informática toman el curso de POO habiendo cursado la signatura introductoria de programación, varias de las características del primer curso de programación siguen presentes.

Evaluar el aprendizaje en Programación Orientada al objeto es un proceso que involucra verificar que los programas construidos por los alumnos operan correctamente (ejecución de varios casos de prueba) y obtener información desde el código fuente de los programas (verificar que se aplican los principios de orientación al objeto, identifica patrones de error, evaluar el diseño, detectar plagio, etc.) [1][2]. Los estudiantes necesitan realizar una gran cantidad de tareas con el apoyo de instructores docentes, a los cuales que aún en casos de cursos no numerosos, les significa una elevada demanda de tiempo Sweller[6]. Este factor también limita la cantidad de tareas que pueden ser realizadas en el contexto de un curso, lo que se traduce en escalones de complejidad más altos que pueden impactar negativamente en la **auto eficacia** (confianza en sí mismo para solucionar problemas en un ámbito particular) de los estudiantes, y la posibilidad de que los instructores apoyarlos en forma personalizada para que logren **modelos mentales** (idea) viables Vennila[4], Götschi,[5].

En este artículo se presenta la experiencia de usar efectivamente la Plataforma de Apoyo al Aprendizaje Activo Automatizado en Programación (PA3P) que ha sido integrada a una metodología para apoyar el proceso de enseñanza/aprendizaje en un curso de programación Orientada al Objeto en lenguaje Java, para la carrera de Ingeniería Civil Informática de la Universidad de Concepción.

### HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Este trabajo se basa en la hipótesis de que los estudiantes rinden mejor cuando, mediante ejercitación simultánea con complejidad incremental, se les ofrece una retroalimentación oportuna y personalizada, que les va mostrando en todo momento el impacto en su calificación, porque refuerza su auto eficacia y estimula su motivación.

Por otra parte, a los instructores docentes de la asignatura, el apoyo de una plataforma permite una evaluación automatizada de programas y simultáneamente obtiene información personalizada acerca de las dificultades

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

que los estudiantes tienen en el proceso de aprendizaje, les permite destinar su tiempo y esfuerzo de manera más focalizada y efectiva.

El objetivo principal de la metodología es lograr que:

- Cada estudiante logre Modelos Mentales viables sobre la POO en la etapa inicial del curso, antes abordar los problemas más complejos,
- Que el curso logre una capacidad uniforme sobre el Diseño e Implementación de software orientado al objeto,
- Cada estudiante desarrolle positivamente su autoeficacia en POO.

### MÉTODO

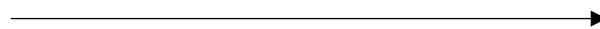
El curso cuyos resultados se describen, se dividiendo el semestre en tres fases, como se muestra en la Figura 1a. La primera fase tiene objetivo principal que el estudiante maneje con agilidad el lenguaje orientado al objeto y los conceptos principales de OO (equivalente a saber las tablas de multiplicar), antes de abordar las etapas posteriores (equivalente para estar en condiciones de resolver ecuaciones), esta fase es realizada sobre la plataforma PA3P. La segunda fase estaba destinada a resolver problemas tipo, que permiten combinar y hacer uso de más profundo de la habilidades ya adquiridas introduciendo algunos aspectos de Diseño e Implementación. La tercera, consiste en un proyecto individual o grupal que aborda el diseño e implementación de una aplicación que involucra aspectos más complejos de interacción con el usuario, animación, etc.



a. Concepto inicial de fases



b. superposición fase 1 – fase 2



**Figura 1.** Fases de la metodología

Como se puede ver en la Figura 1b, el semestre 20171-1 se optó por superponer la Fase 1 con la Fase 2. El objetivo fue lograr que el estudiante desarrollara una habilidad para manejar el lenguaje de manera efectiva en el diseño Top- Down. En este sentido, la idea es aprovechar que el lenguaje permite crear objetos de

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

una cierta clase, aunque no estén definidas todas sus capacidades ni propiedades, logrando algunas interacciones muy simples que ya se pueden medir y probar, para aclarar conceptos.



**Figura 2.** Representación mínima de objetos.

Como se puede ver en la Figura 2, es posible crear un molde (class) de objeto y producir instancias de estos de manera muy simple pero que pueden ser usadas como primeras iteraciones en prototipos. La superposición consistió en dar una primera tarea que incluyera objetos no abstractos de la experiencia cotidiana de todos los estudiantes, que tuvieran la particularidad de reforzar algunos modelos mentales que fueran muy relevantes y que se hubieran causado dificultades en semestres anteriores. Se eligió una máquina vendedora de bebidas que al ingresarle una moneda devolviera una bebida. Uno de los modelos mentales de programación orientada al objeto que se quería reforzar era el ver la estructura del objeto como una caja a la que se pueden ingresar objetos y desde la que se pueden retirar. La dificultad de este modelo mental reside en el hecho de que las funciones, que en lenguajes imperativos puros como C, aparecen nuevamente en Java con el nombre de métodos, pero deben considerar que los parámetros de entrada son “puertas de entrada” por las que introducen al objeto mayor otros objetos y que los valores de retorno son “puertas de salida”

Por la que salen también objetos.

Como se puede ver en el código siguiente, en una primera iteración que prepara la tarea de la Fase 2, la plataforma PA3P les pide realizar un ejercicio en el que hay uno sólo tipo de bebidas y un solo tipo de monedas, además, una bebida cuesta una moneda. La plataforma ofreció tres ejercicios en complejidad incremental, cada ejercicio era una iteración, las dos iteraciones siguientes debían incorporar capacidades de distinguir bebidas y monedas. La tarea 1 de la

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Fase 2 consistía en crear una máquina vendedora que además de contar con varias bebidas, debía vuelto, ser recargada, permitir retirar las monedas, etc.

```
class VendedoraBebidas {  
    Bebida comprar (Moneda m) { // recibe una moneda  
        return new Bebida( ); // crea y devuelve una bebida  
    }  
}
```

El principal modelo mental que desarrollar con este ejercicio es el de diseño iterativo en base a prototipos y la capacidad de probarlos. El efecto de esta actividad fue que los estudiantes solicitaron que se prolongara porque les permitió desarrollar esta primera tarea de la Fase 2 con éxito

### Plataforma PA3P

PA3P es la última versión de una plataforma que se ha desarrollado y aplicado en forma paralela en cursos iniciales de programación durante varios años, puede operar en lenguaje C, Matlab y posteriormente en Java, como se describe en López [3]. Con respecto a la versión en Java, la idea se limitaba a que el estudiante conociera las diferencias con respecto al lenguaje C y programar usando la estructura de clases al principio de la asignatura Programación II (Programación Orientada al Objeto). Posteriormente, se fue orientando a introducir conceptos más profundos de POO, hasta llegar al semestre 2017-1. Las modificaciones introducidas en la aplicación de PA3P en la metodología en este último semestre muestran un cambio positivo en el desempeño de los estudiantes respecto de los semestres anteriores.

Actualmente la plataforma PA3P tiene una versión para uso en sala y otra para ejercitación web (<http://pa3p.inf.udec.cl>). La versión que describimos en este trabajo es la de uso en sala. En esta versión, cada estudiante trabaja en un computador sobre el ambiente de desarrollo Netbeans, que está conectado a través de una LAN a un computador que se denomina Centro Evaluador y que tiene la capacidad de realizar la evaluación en forma automática. En esta versión en sala, todos los estudiantes deben resolver secuencias de ejercicios que son calificados, para lograr una práctica uniforme en el curso.

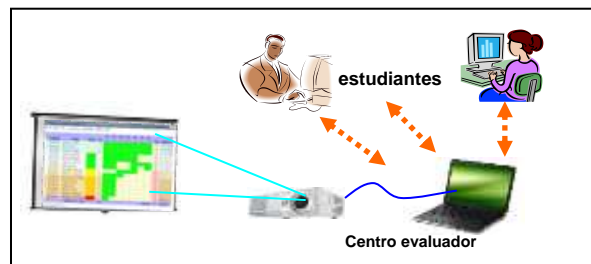
La interacción del estudiante con la plataforma se realiza a través de una interfaz web. Esta interfaz le permite iniciar una sesión y trabajar resolviendo un listado de problemas que incluye la materia. El estudiante puede probar su respuesta localmente en su computador y luego subir su respuesta para su evaluación al



## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Centro Evaluador, la que puede consistir en uno o varios archivos (Figura 3). Si su respuesta es satisfactoria recibe el puntaje correspondiente, si no lo es, recibe una retroalimentación que lo orienta en la búsqueda de la solución.

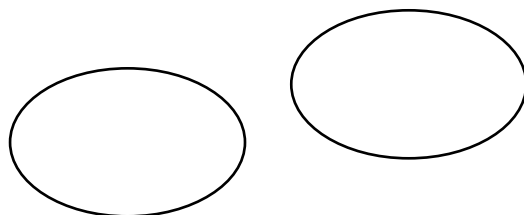


**Figura 3.** Sala Ambiente de aprendizaje

Cada problema tiene asociado un analizador estático que revisa el código fuente. Este analizador busca identificar patrones de error que representan modelos mentales no viables sobre el tema, generando una sugerencia, la que puede ser completada por los instructores en sala.

Como se puede ver en la Figura 4, el estudiante entra a una sesión en la que debe resolver un conjunto de problemas. La plataforma permite que el problema tenga asociados opcionalmente tres mini test. Un mini test de inicio, que obliga al estudiante a revisar conceptos antes que son requeridos para la solución. Un mini test de evento, que interrumpe el envío de soluciones a la plataforma, que es producido cuando se detecta que el estudiante está formándose un modelo mental no viable o bien trabaja a prueba y error. El mini test de fin se realiza cuando el estudiante ha terminado con éxito la solución del problema y tiene por objetivo estimularlo a realizar generalizaciones a partir de la experiencia particular recién alcanzada.

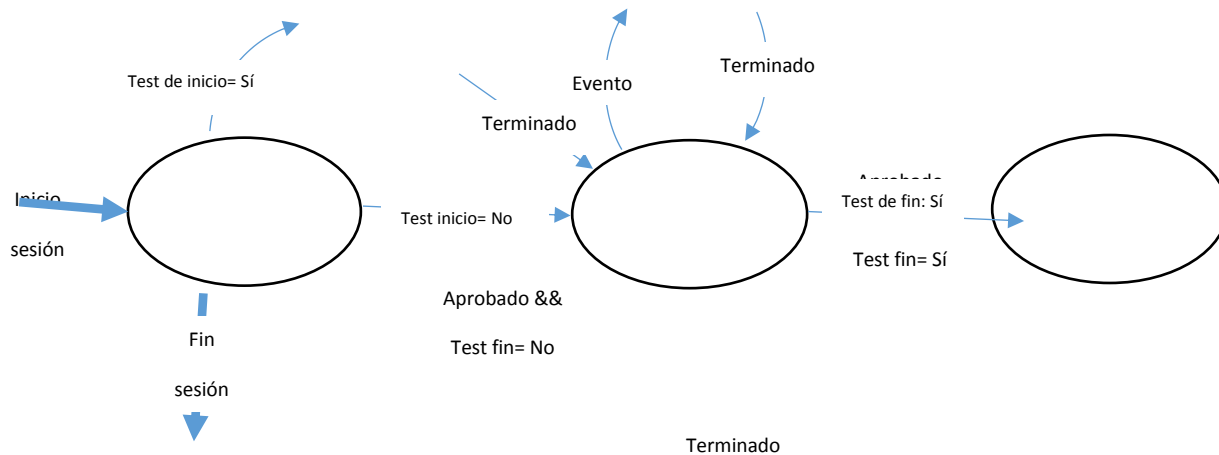
Quién diseña los ejercicios debe editar los probadores dinámicos, los analizadores estáticos (que buscan detectar modelos mentales no viables) y los tres tipos de mini test. De todos los elementos nombrados, solo los probadores dinámicos son indispensables, pero lo recomendable es que primeros problemas de un curso tengan los incluyan todos.



## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción



**Figura 4.** Ciclo de ejecución de problemas

Cuando el estudiante estima que su respuesta está correcta, luego de probarla localmente en su computador, usa la interfaz web de la plataforma para subirlo al Centro Evaluador para realizar la prueba dinámica o ejecución del código. En el Centro Evaluador se realizan los siguientes pasos:

1. Se descomprime el archivo si viene en formato “.rar”
2. Se compila para encontrar y reportar errores de compilación.
3. Se instrumenta (modifica) el código fuente del estudiante cambiando algunas partes de forma que sea posible realizar la prueba.
4. Se compila el(los) archivos fuentes del estudiante para prueba dinámica.
5. Se compila el código del programa probador correspondiente, este puede incluir clases con el mismo nombre que alguna clase del programa del estudiante, que al ser compilada después sustituye convenientemente para la prueba su bytecode.
6. Se ejecuta el probador el que a su vez ejecuta el programa del estudiante sometándolo a diferentes de casos de prueba (“randomizando” datos de entrada, si es necesario).
7. Se entregan la retroalimentación al estudiante incluyendo los resultados que entregó su respuesta y los que debieron ser.

Como se puede ver en la Figura 5, el reporte de avance a los instructores se muestra a través de un navegador web. También se puede mostrar el avance, en otro formato, en una pantalla a todos los estudiantes para que vean como es su avance con respecto al curso.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Nombre	Estado	AC	147	147	148	148	149	150	150	Total	T-Medio	Av.	
AGAS	4									7.0	00:22:33	200	
B	5									7.0	00:41:29	200	
OMEZ	10									7.0	01:10:19	200	
NACON	6									5.0	01:14:31	71	
LANDEZ	4									5.0	01:21:49	71	
ISTILLO	11									5.0	01:27:03	71	
MA	17									4.0	01:48:48	57	
ERILVEDA	6									3.0	01:59:59	40	
LENZUELA	10									3.0	02:00:01	40	
CHAYARRA	1									2.0	02:20:18	28	
NOZ	9									3.0	03:22:29	29	
E	1									3.0	03:23:38	28	
QUE	7									3.0	03:25:53	29	
MARDONES	8									3.0	02:26:50	28	
CONSTANZO	1									3.0	02:30:26	14	
01:17:41:04										128	Prmdeo	3.7	01:34:18

Figura 5. Reporte en sala a los docentes.

En la Figura 5, la columna "Estado" del reporte, el color representa el nivel de riesgo en el que un estudiante se encuentra, permitiendo a los instructores identificarlo. En la columna "AC" se muestra el número de intentos que han realizado. Luego están las columnas que indican en verde los problemas resueltos en la sesión. Les sigue el puntaje y el tiempo medio empleado en resolver cada problema. Este reporte por si solo ha mostrado ser de gran ayuda en las sesiones de aprendizaje.

### RESULTADOS

Tres semanas antes de terminar el semestre 2017-1 se realizó una encuesta al curso de Programación II, con el propósito de obtener su percepción del uso y efecto de la plataforma. Las preguntas tienen el objetivo de conocer la percepción que los alumnos tienen de la metodología basada en evaluación automática. Los alumnos debieron elegir la opción que mejor representara su opinión. (Desde "completo desacuerdo" 1, hasta "completo acuerdo" 5). De los resultados de la encuesta se desprende que los alumnos desarrollaron una buena *auto eficacia* en conceptos centrales de Programación Orientada al Objeto, es decir, ellos creen que aprendieron (preguntas 9 a 12), valoran que la plataforma les permita *obtener la respuesta de inmediato* (pregunta 4).

La motivación, medida por las preguntas 1 y 7, muestra que a los alumnos les agrada aprender usando esta metodología, pero ver lo que pasa con sus compañeros no es relevante para todos. Les impulsa a trabajar el poder ver que sus compañeros avanzan y compararse con ellos. Independientemente de la causa que los impulsaba, todos trabajaron sin distraerse en otras actividades, lo cual no ocurre en cursos que usan metodología estándar, como se ha podido observar.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Cabe señalar que los estudiantes pidieron que se les hiciera en la plataforma las primeras iteraciones de las de las siguientes tareas porque notaron que les facilitaba resolverlas. El resultado, en lo que respecta a la auto eficacia, puede estar afectado por el hecho de que al momento de aplicar la encuesta los estudiantes todavía estaban profundizando los conceptos sobre los cuales se preguntaba.

**TABLA 2.** ENCUESTA A ESTUDIANTES 1917-1

	<b>Pregunta: desde “completo desacuerdo” 1, hasta “completo acuerdo” 5</b>	<b>promedio</b>	<b>Desv. Est.</b>
1	Me agrada aprender con esta metodología basada en la plataforma.	4,3	0,75
2	Ver que mis compañeros avanzan me impulsa a trabajar.	3,9	0,83
3	La respuesta inmediata de la plataforma contribuye en mi aprendizaje.	4,4	0,78
4	Hacer las primeras iteraciones de tareas semanales en la plataforma me facilita realizarlas	4,1	0,90
5	Que cada ejercicio incluyera tanto materia incluida como problema evaluado me facilitó el aprendizaje.	4,5	0,50
6	Que la plataforma me califique, aunque sea poca la influencia en la nota final me estimula a hacer los ejercicios	4,1	1,03
7	Creo si hubiera usado la plataforma en el primer curso de programación me habría facilitado el aprendizaje	4,6	0,61
8	Me habría gustado seguir aprendiendo OO a través de la plataforma.	4,3	0,75
9	Puedo diseñar e implementar una aplicación usando composición	4,2	0,95
10	Puedo diseñar e implementar una aplicación usando herencia de clases	4,5	0,50
11	Puedo diseñar e implementar una aplicación usando polimorfismo	4,3	0,56
1	Al haber usado esta plataforma me siento más seguro de	4,0	0,79

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

2	mis conocimientos.		
---	--------------------	--	--

Como se puede ver en la Tabla 2, la calificación del proyecto semestral varió positivamente arrastrando al mismo efecto la nota final. Por otra parte, fue muy notorio que, en la fase de Proyecto semestral, que tiene tres iteraciones, el progreso de los prototipos al finalizar la segunda iteración ya había alcanzado características de trabajo terminado, condición que no se había logrado con anterioridad. Los estudiantes lograron trabajos con una calidad notoriamente mejor tanto en las interfaces de usuario como en el comportamiento en tiempo de ejecución. La calidad de los informes en cuanto a la diferencia entre iteraciones y su descripción en UML, mejoraron también significativamente. La reprobación disminuyó principalmente en el número de estudiantes que no cumplieron requisitos por no entregar su proyecto.

**TABLA 2.** EVOLUCIÓN DEL DESEMPEÑO

(Notas 1-7, aprobación: 4)	2015	2016	2017
<i>Nota Proyecto semestral (promedio)</i>	5.4	5.4	6.3
<i>Nota Final (promedio)</i>	4.7	4.6	5.4
<i>Desviación estándar (Nota Final)</i>	1.7	1.7	1.1

### CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos al incluir una plataforma con evaluación automática, podemos concluir que la metodología descrita en este trabajo tiene un efecto positivo en el aprendizaje de los estudiantes, porque los hace avanzar en forma alineada y de manera constructiva. Los estudiantes tienen una impresión positiva del efecto de la plataforma en su motivación y desempeño, al compararla con la metodología tradicional.

El efecto de elegir trabajos que se basen en objetos de la experiencia común de los estudiantes al principio del curso ha mostrado que les facilita imaginar y por lo

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

tanto tener Modelos Mentales mejores: no es lo mismo partir por una alcancía o una máquina vendedora de bebidas que con cuentas bancarias. El elegir los ejercicios iniciales basándose en este criterio y en el conocimiento de cuales Modelos Mentales son los que se deben reforzar ha influido positivamente en el rendimiento del curso.

El poblar de ejercicios plataforma demanda un alto costo en tiempo, y su diseño es muy dependiente de la posibilidad de ser evaluables automáticamente. El diseñador ejercicios debe tener experiencia en la práctica docente y en la aplicación de las teorías del aprendizaje.

Finalmente se puede concluir que la plataforma los estudiantes toman consciencia oportunamente de que existe una diferencia que es gravitante entre saber y saber hacer, lo que los estimula a no postergar la ejercitación.

### REFERENCIAS

- [1] K. Ala-Mutka. "A Survey of automatic assessment approaches for programming assignments". Computer Science education, Vol. 15 Issue 2, pp. 83-102. 2005.
- [2] M. Pezzè, M. Young. "Methodology and Language Second: A Way to Teach Object-Oriented Programming". Proceedings of 26th International Conference on Software Engineering (ICSE'04), 2004. For papers published in translation journals, please give the English citation first, followed by the original foreign-language citation
- [3] López, C. Hernández, Y. Farran . "An automatic evaluation platform with an effective methodology for teaching/learning computer programming". INGENIARE Revista Chilena de Ingeniería". Vol. 19 –Nº 2 págs. 265-277. Agosto 2011.
- [4] R. Vennila, D. Labelle, S. Wiendenbeck. "Self-efficacy and mental models in learning to program". ACM SIGCSE Bulletin. Vol. 36 Issue 3. September 2004.
- [5] T. Götschi, I. Sanders, V. Galpin. "Mental Models of Recursion". ACM SIGCSE Bulletin. Vol. 35 Issue 1. January 2003.
- [6] J. Sweller. "Cognitive load during problem solving: effects on learning". Cognitive Science, Vol. 12, pp 257-285. 1988.

### **EFFECTIVIDAD EN EL USO DEL ABP COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE.**

**Alejandro Tudela R y Juan Carrasco M, Ingeniería Civil; Jorge Maluenda A, Unidad de Educación en Ingeniería.**

---

#### **Asignatura y Carrera**

Fundamento de la ingeniería de Transporte, de la carrera de Ingeniería Civil.

#### **Palabras clave**

*Aprendizaje Basado en Problemas (ABP); Rendimiento Académico.*

#### **INTRODUCCIÓN**

La asignatura donde se realiza la intervención en docencia consta de cinco módulos. Desde el año 2014 el cuarto módulo se imparte utilizando una modalidad activa de enseñanza-aprendizaje, en particular la implementación de un Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

Dado un problema real, los estudiantes deben proponer dos soluciones, realizar sendos diseños operacionales y evaluarlos socialmente siguiendo las directrices del Ministerio de Desarrollo Social.

La utilización de esta modalidad pretende introducir mejoras en el aprendizaje, involucramiento y rendimiento académico de los estudiantes.

En este contexto, el presente trabajo buscó evaluar si la técnica de aprendizaje activo, en concreto, el Aprendizaje Basado en Problemas, permite efectivamente tributar a una mejora en el rendimiento académico.

Junto con ello se establece una comparación entre las metodologías tradicionales frente al Aprendizaje Basado en Problemas, con el fin de explorar diferencias de impacto y efectividad.

#### **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

Hipótesis 1: El Aprendizaje Basado en Problemas aporta a la mejora del rendimiento académico de los estudiantes.

Hipótesis 2: Existen resultados estadísticamente significativos en cuanto al impacto en el rendimiento académico producto de la utilización del ABP, en comparación con el empleo de metodologías tradicionales.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Objetivo 1: Evaluar el rendimiento de los estudiantes al aplicar una metodología activa de aprendizaje (ABP) en una asignatura.

Objetivo 2: Comparar los efectos del uso de ABP frente a las estrategias metodológica tradicional.

### MÉTODO

Este trabajo realiza un análisis estadístico de la evolución de las notas históricas obtenidas en las calificaciones parciales de la asignatura donde se ha aplicado la metodología.

Se cuenta con las notas de las cuatro evaluaciones parciales de la asignatura Fundamentos de la Ingeniería de Transporte, desde el año 2012 hasta el 2016, para cada semestre. De las cuatro calificaciones, en tres de ellas, la metodología de enseñanza-aprendizaje no ha cambiado, consistiendo en clases presenciales, talleres de evaluación y test individuales o en pares. La cuarta evaluación sufrió un cambio en su contexto ya que desde el año 2014 está en el marco del ABP.

Aunque la cuarta evaluación global considera informes por módulo de contenidos, evaluación de la presentación oral, evaluación de pares y una evaluación individual presencial, es esta última componente de la calificación global la que se puede usar con fines comparativos con las calificaciones previas, ya que busca medir si el/la estudiante ha internalizado los conceptos y procedimientos que se desea anclar con el ABP.

Además se realiza un análisis global del rendimiento académico en la asignatura, en el periodo 2012-2016, estudiando el impacto de la modalidad ABP en este rendimiento.

Dado el volumen de estudiantes a atender cada semestre, y alineado con las competencias genéricas que ha definido la Universidad, el trabajo del ABP se realiza en grupos de trabajo de hasta tres personas, fomentando la colaboración entre pares. Además, los estudiantes deben realizar una presentación de su trabajo al final del semestre.

La implementación del formato basado en aprendizaje activo se realizó con la colaboración inicial de la Dirección de Docencia, para luego ir adaptando los procedimientos semestre a semestre, pero manteniendo la esencia del mismo.

#### **Antecedentes del programa**

- Asignatura: *Fundamentos de la Ingeniería de Transporte*
- Semestre Curricular: 7
- Organización de los contenidos: 5 capítulos



## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

- Aprendizaje activo: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), para capítulos 4 y 5
- Organización: grupos de 3 personas, seleccionados al azar.
- Estudiantes por semestre: 28-47
- Periodo analizado: 2012-2016 (9 semestre)

### PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES MODULO 4 Y 5 (ABP)

SEMANA	ACTIVIDADES
1	Presentación del problema, Formulario de Necesidades de Aprendizaje, <b>Contenidos módulo 4</b> , Horarios de consulta e investigación grupal
2	Entrega <b>Avance Informe Técnico 01</b>
3	<i>Feedback</i> y Entrega <b>Informe Técnico 01</b>
4	<b>Contenidos módulo 5</b> , horarios de consulta e investigación grupal, Entrega <b>Avance Informe Técnico 02</b>
5	<i>Feedback</i> y Entrega <b>Informe Técnico 02</b>
6	<b>Presentaciones orales</b> y <b>Evaluación presencial (Evo4)</b>

### ABP: MÉTODO DE EVALUACIÓN

El método de evaluación contempla las siguientes instancias:

- Informes Finales 01 y 02
- Presentación oral
- Evaluación presencial
- Co-evaluación

### Materiales

Se utilizó la concentración histórica de notas obtenidas en las evaluaciones parciales de la asignatura Fundamentos de la Ingeniería de Transporte, desde el año 2012 hasta el año 2016.

### Diseño

La investigación se enmarcó en un diseño pre-experimental longitudinal, con un grupo de intervención y un grupo de comparación.

Las dos cohortes comparadas corresponden a los módulos con una metodología tradicional de enseñanza-aprendizaje, y el módulo 4 donde fue implementada una metodología activa de enseñanza-aprendizaje, el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). La comparación se realiza de acuerdo a la evolución de los resultados académicos (concentración de notas) dividiendo el periodo de tiempo

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

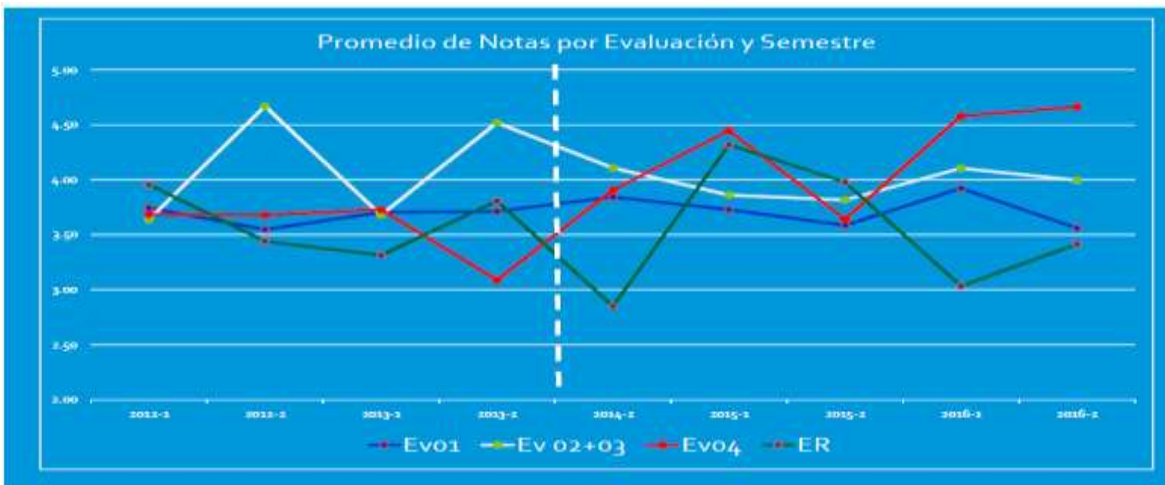
analizado previo a la implementación del ABP (2012 – 2014) y posterior a la implementación del ABP (2014 – 2016).

### RESULTADOS

Entre las consideraciones a tener en cuenta antes de ahondar en el reporte de resultados, cabe destacar que los contenidos de los diferentes módulos de la asignatura fueron abordados por distintos docentes, concretamente:

- Contenido Evaluación 01 (Ev01) fue abordado por un docente.
- Contenidos Evaluaciones 02 y 03 (Ev02+03) fueron abordados por dos docentes en forma alternada. Se consideró el promedio de ambas como una nota.
- Contenidos Evaluación 04 (Ev04) y Evaluación de Recuperación (E.R) abordados por dos docentes simultáneamente.

### EVOLUCIÓN DEL PROMEDIO DE NOTAS POR EVALUACIÓN: SEMESTRES 2012 – 2016



En el gráfico se observa como posterior a la implementación del ABP en el Primer Semestre del año 2014 (línea entrecortada), para la cuarta evaluación (Ev04) se presenta una tendencia al incremento del promedio de notas hasta el límite del período analizado, en relación a sí misma, aumentando cerca de un punto. Cabe destacar que esta tendencia al incremento inicia a mediados del segundo semestre del año 2013 (2013-2)

En contraste, respecto de las otras notas correspondientes a una metodología tradicional de principio a fin, se observa distintos niveles de variación que no logran mantener una tendencia sostenida de mejoramiento importante de notas si comparamos el inicio y término del período evaluado.

# Innovaciones Educativas en Ingeniería

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

## COMPARACIÓN DE LAS CALIFICACIONES PRE Y POST INTERVENCIÓN



Respecto a las diferencias entre las calificaciones, antes y después de la intervención, podemos observar un crecimiento lineal por parte de las notas correspondientes a la cuarta evaluación (Nota 4). De esta forma, el módulo en el marco del ABP fue el que presentó el incremento de notas de mayor pronunciamiento. Sin embargo se destaca que el incremento se presenta tanto antes como después de la intervención.

En relación a las notas de las evaluaciones restantes (Nota 1, Nota 2+3) y la evaluación de recuperación (ER), no se registra mayor variación antes y después de la intervención.

## COMPARACIÓN DE PROMEDIOS POR SEMESTRE, PRE Y POST INTERVENCIÓN

- Para cada evaluación, comparar las medias por semestre (9 registros), antes y después de la intervención. Uso del test  $t$ , distribución con dos colas y datos heterocedásticos

	Ev. 01	Ev. 02+03	Ev. 04	E.R.
Sin intervención	3.68	4.11	3.54	3.63
Con intervención	3.75	3.96	4.27	3.52
P*	0.41	0.61	0.02	0.74

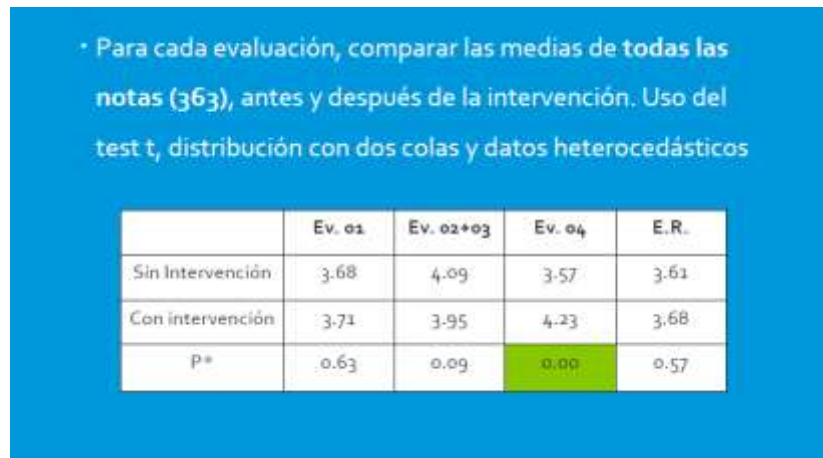
## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Este cuadro ilustra como la intervención en el marco del ABP tuvo efectos estadísticamente significativos en el incremento de la Ev.04 (cuarta evaluación, donde se realizó el ABP), según la media por semestre.

Específicamente se registra un incremento de 0.73 puntos, en contraste con las evaluaciones restantes (sin ABP) que presentan disminuciones en torno a 0.15 hasta leves aumentos de 0.07.

### COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE TODAS LAS NOTAS, PRE Y POST INTERVENCIÓN



Al igual que en el cuadro anterior, al comparar las medias de todas las notas, antes y después de la intervención, se conserva un efecto estadísticamente significativo para el caso de la cuarta evaluación (Ev 04, módulo en el marco del ABP).

### PORCENTAJE DE REPROBACIÓN DE ESTUDIANTES DURANTE EL PERÍODO ANALIZADO



Se presenta la variación de números de estudiantes reprobados durante el periodo estudiado. La variación de porcentaje de reprobación presenta una

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

cierta disminución, sin embargo el efecto post-intervención no resulta estadísticamente significativo.

### CONCLUSIONES

El análisis de la serie histórica de notas, para las cuatro evaluaciones, muestra que en la cuarta evaluación, en su componente presencial, el rendimiento académico ha experimentado una mejora en el tiempo, la cual ha sido estadísticamente significativa.

De este modo, se puede concluir que la implementación de la metodología activa de aprendizaje (ABP) conlleva un mejoramiento en el rendimiento académico cuando se compara con la situación sin intervención, al menos para aquellos que cursan la asignatura hasta el término del semestre.

Existe un supuesto que debe ser verificado, respecto a la homogeneidad en cuanto a las habilidades de las diferentes cohortes que están siendo comparadas para realizar un análisis más acabado de los resultados de la experiencia.

Se rescatan una serie de interrogantes que quedaron al finalizar el análisis de los resultados:

1. ¿Por qué la nota en la evaluación de recuperación (E.R) no refleja los cambios observados en el módulo del ABP?
2. ¿Habrá un efecto en las notas que dependa de si los estudiantes están al día o atrasados?
3. ¿Cómo será el rendimiento el semestre siguiente para aquellos que reprobren la asignatura?

### CONSTRUYENDO INTERDISCIPLINA: UNA EXPERIENCIA FORMATIVA.

**Carlos Zapata S, Ingeniería Civil Industrial; Claudia Castro G, Arquitectura; Juan E. Cuevas Cuevas y Pedro Lledó Aninat, Unidad de Educación en Ingeniería.**

---

#### Asignatura

Asignatura Intervención en Acción Comunitaria (IAC).

#### Palabras clave

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

*Acción Comunitaria; Interdisciplina; Comunicación efectiva; Mentores; Trabajo en equipo.*

### INTRODUCCIÓN

Se entiende por *Interdisciplina* la competencia que permite al estudiante incorporarse y fomentar dinámicas de trabajo en equipo en donde coexisten voces de diferentes disciplina y campos de estudio, permitiendo que cada miembro aporte a la solución de una problemática desde su disciplinar particular y legitimando cada una de las distintas visiones como un complemento. De esta manera se logra enriquecer el panorama que tiene cada uno de los integrantes de un equipo interdisciplinario sobre una problemática a abordar.

*Intervención en Acción Comunitaria (IAC)* es una asignatura electiva que busca promover y desarrollar esta competencia. Esta asignatura consiste en un espacio educativo donde se les brinda la oportunidad a los estudiantes de resolver problemáticas reales de nuestro entorno, mediante el trabajo colaborativo; inclusivo e interdisciplinario, con el fin de aportar a la Comunidad.

La *Acción Comunitaria* es el método central utilizado para ejercitar y construir la Interdisciplina, desarrollando en los estudiantes un sentido de creatividad para resolver un problema real que aqueje a una comunidad.

El presente trabajo realiza un reporte de las experiencias y resultados obtenidos en la implementación de esta asignatura durante el primer semestre del año 2017.

### RESULTADOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS

Al completar la experiencia educativa, los/as estudiantes logran:

3. Entender la Interdisciplina como una habilidad que se construye desde la gestión de sí mismo en interacción con el contexto.
4. Poner en práctica habilidades básicas para la construcción de la Interdisciplina.
5. Desarrollar habilidades básicas de comunicación oral y escrita para una acción efectiva.
6. Desarrollar habilidades básicas de Trabajo en Equipo en co-creación con la Comunidad.

### MÉTODO

La convocatoria de los estudiantes se realizó a través de una pre-inscripción en línea y posterior aprobación en una entrevista personal para medir el nivel de compromiso del estudiante.

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Esta asignatura es de carácter electivo y se encuentra disponible para alumnos(as) de tercer año en adelante, de cualquier carrera de la Universidad de Concepción.

El electivo tiene 3 créditos, planificado para un período de un semestre académico.

La clase tiene una duración de 3 horas semanales, horario variable.

La asignatura contribuye a las siguientes Macro-competencias genéricas de la Universidad de Concepción:

- Comunicación
- Pensamiento Crítico
- Emprendimiento y Trabajo en Equipo Interdisciplinario
- Responsabilidad Social

El curso combina cuatro espacios de aprendizaje:

1. Talleres de entrenamiento de habilidades conversacionales para la acción: Sesiones de 2 horas semanales.

2. Diseño e Implementación de un Proyecto de Acción: Como contexto de aprendizaje situado, los participantes:

- Se organizan en equipos de trabajo.
- Identifican un quiebre o problema social en la comunidad.
- Diseñan y ejecutan un proyecto para contribuir a su solución.
- Viven la experiencia de construir el trabajo en equipo.

Al final del semestre, el equipo hace una presentación oral formal con los resultados del proyecto y su balance de aprendizaje.

3. Sesiones de aprendizaje experiencial outdoor: Ejercicios y dinámicas orientadas a fortalecer la cohesión grupal y el modo en que los estudiantes se perciben y valoran mutuamente como personas. Jornadas de 3 horas semanales.

4. Lecturas semanales: Se trata de textos que dan un marco conceptual a lo conversado y ejercitado en clases y prácticos. Las lecturas se reportan en un grupo cerrado de Facebook creado para tal efecto. Los reportes se realizan respondiendo a preguntas que buscan suscitar una reflexión personal a partir de lo leído y explorar posibilidades de aplicación a diversos contextos.

A su vez, el curso ancla su metodología en tres estrategias fundamentales:

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

1. Metodología Pensamiento de diseño (design thinking): Esta es una metodología que permite ofrecer una solución a un problema. Su característica fundamental es que está centrada en el usuario y se identifica con él, indagando en los problemas que a este se le pueden presentar.  
El proceso de pensamiento de diseño sigue 5 fases o acciones fundamentales: Empatizar, Definir, Idear, Prototipar y Testear.  
Luego de completado un ciclo, se incorpora la retroalimentación de los usuarios como insumo que se utiliza para re-adaptar y mejorar nuestra solución o proyecto. De modo que este proceso posibilita que el proyecto esté en constante evolución.
2. Metodología PITCH: Consiste en un formato para presentar proyecto e innovaciones en un tiempo y espacio definidos, logrando generar el "enganche" necesario para lograr conectar con el receptor y que nuestra idea sea correctamente entendida.
3. Ontología de Lenguaje: Considera a la persona como un ser lingüístico que construye la realidad mediante el acto interpretativo. Se enfoca en estudiar como las personas coordinan sus acciones y sus puntos de vista, y alcanzan sus metas. De este modo, el trabajo de los estudiantes es orientado bajo la premisa de que la organización es un fenómeno lingüístico que se construye a partir de procesos conversacionales que se apoyan en la capacidad humana de establecer acuerdos y compromisos mutuos.

Los proyectos se encuentran en iteración en función de las necesidades de las personas, a través de un proceso de cocreación con los integrantes de la comunidad. El enfoque de la Acción Comunitaria enfatiza la valoración de la comunicación entre las personas, siendo los miembros de la comunidad co-autores del proyecto.

Cada paso a efectuar responde a una debida negociación y diálogo activo entre todos los actores que intervienen en el proceso, de modo que el poder de las decisiones recae en los miembros de la comunidad.

Así, la *Cocreación con el usuario* se convierte en un pilar fundamental que guía el quehacer de los estudiantes en el trabajo en terreno.

Los proyectos desarrollados por los alumnos deben ser aterrizados al tiempo de ejecución que cubre el curso. En términos prácticos, se realiza la planificación para que los grupos puedan ser capaces, al menos, de viajar cinco veces a la Comunidad. Se busca así, el desarrollo de proyectos locales enfocados en las necesidades cotidianas de los habitantes.



## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

### Descripción de las experiencias

Los estudiantes disponen de un grado de libertad para elegir y diseñar el proyecto pero esto se da dentro de la supervisión por parte del equipo docente y mentores.

Los grupos deben establecer dinámicas de comunicación fluidas con la comunidad usuaria, donde irán ejercitando su habilidad de Interdisciplina. Un elemento clave es la escucha activa de las necesidades sentidas de la comunidad, desde las cuales se levantará el proyecto. Esto viene determinado por un cuidadoso examen de la viabilidad del mismo, en función del tiempo, recursos y el nivel de formación de los alumnos.

Debe tomarse en consideración las expectativas de la comunidad usuaria, y regularlas en función de posibilidades reales. El objetivo es poder co-crear un producto concreto que represente un impacto real en la comunidad, con miras a dejar capacidad instalada en las mismas.

### Participantes

La experiencia educativa contó con la participación de 27 estudiantes de diferentes carreras. La clase estuvo a cargo de dos docentes junto con la colaboración de 5 Mentores.

Se designó un mentor para cada grupo de trabajo, siendo su rol el de guiar el proceso paulatino del grupo a su cargo, aterrizando las diferentes propuestas en función de la viabilidad de las mismas de acuerdo a los plazos y recursos.

Los Mentores fueron estudiantes que ya han cursado la asignatura el año anterior (segundo semestre 2016) y que en razón de su responsabilidad y seriedad demostrada, se integró su participación como Mentores para la experiencia educativa de este año, siendo la primera experiencia de la asignatura con Mentores.

### Evaluación

Autoevaluación, Coevaluación y Heteroevaluación, a partir de:

- Reportes de trabajo semanales.
- Presentación oral final del Proyecto.
- Prototipo final del Proyecto.

## RESULTADOS

1. Proyectos finales de los alumnos y alumnas del curso IAC 2017, primer semestre:

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

**Identidad Local:** Creación de señalética en la zona de Licahue. Para ello se realizaron reuniones con los pobladores para decidir qué nombre llevarían las calles. También se destaca el trabajo en terreno (mapeo de la zona) y la señalización de la zona de Licahue.

**Energía (calentador solar):** Para ayudar en la disminución del consumo de gas, se trabajó en el piloto de un calentador solar construido con materiales reciclados. La idea es que al funcionar el piloto en una de las casas, los demás habitantes comenzarían a imitar la iniciativa.

**Agua (muro de agua):** Para contribuir a disminuir la utilización de agua potable, se construyó un piloto que recolecta las aguas lluvia y además las filtra para habilitarlas en el empleo de tareas domiciliarias cotidianas como regadío, lavado de utensilios, etc.

**Residuos:** Se diseñó un sistema de recolección y acumulación de desechos plásticos (botellas) para poder aportar en el reciclaje de la comuna. Actualmente es muy grande la cantidad de desecho que se genera y no se les vuelve a dar ninguna utilización.

2. Testimonios que dan cuenta de las experiencias vividas por los estudiantes durante su proceso en el curso:

Testimonio de un estudiante de Bioingeniería:

*“Como estudiante por una parte de la experiencia del trabajo en comunidad, es un trabajo más profundo y analítico del terreno de trabajo y de las personas con las que se trabaja, a diferencia de otras experiencias que he tenido en trabajos voluntarios, sentí que el método que utilizábamos para ayudar a Licahue era más eficiente, por la razón de que existía un trabajo previo a la llegada con las personas, todo tenía un porqué de las cosas, todo se podía solucionar teniendo un buen manejo de la comunicación y una buena gestión de las acciones y los recursos.*

*En la parte de liderazgo y trabajo en equipo, aprendí bastante a cómo comunicarme mejor con mis compañeros de trabajo, a como planificarse mejor en el tiempo y en las tareas y como anticiparse a los posibles problemas e imprevistos que podían suceder. En la parte de diseñar proyectos con la metodología pensamiento de diseño, se parte con identificar los problemas y empatizar con el entorno, algo que ayuda bastante a enfocar más el proyecto*

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

en algo útil para la sociedad. Como mentor las experiencias fueron un poco diferentes, me toco un equipo que dirigir bastante complicado, difícil de lograr una buena comunicación, con varios problemas y errores, una experiencia difícil pero de la cual aprendí bastante para ser un buen líder y de las cuales estoy seguro que servirán para desarrollarme como mejor persona en el futuro. Ahora soy mentor por segunda vez, y me toco un equipo excelente, por ahora todo va muy bien y espero dar todo lo posible para que así sea por el resto del semestre. Ahora el desafío es lograr un buen trabajo tanto en el interior del equipo como entre los equipos y entre los mentores, para así desarrollar el proyecto a escala de curso y no por grupos separados".

Testimonio de una estudiante de Ciencias Políticas y Administrativas:

*“Participar de este electivo ha sido una gran experiencia de aprendizaje y de desarrollo tanto académico como personal. Desde la interacción con diferentes personas provenientes de diferentes disciplinas hasta la forma de trabajo entre los diversos actores que han participado de esta instancia, han sido factores determinantes para señalar que esta asignatura ha sido relevante promoviendo el trabajo en equipo y la intervención comunitaria a partir de la interacción interdisciplinaria.*

*A modo de contextualización, fomentando el compromiso a partir de las actas de acuerdos y potenciando también la capacidad de desarrollar una idea a partir de la práctica del pitch. Tales formas de trabajar, sin duda, que han servido de insumos para expresar de mejor forma lo que se quiere comunicar, sobre todo en un contexto totalmente distinto al de la Universidad.*

*En atención a lo anteriormente expuesto, no queda más que mencionar que sin duda alguna esta experiencia debería seguir replicándose y ampliándose a muchas más disciplinas y contextos sociales especialmente vulnerables, porque hace falta trabajar desde diferentes visiones, hace falta entablar y estrechar relaciones entre diversos actores, porque así las soluciones se tornan más efectivas, y además, inclusivas. Al considerar no tan solo las visiones disciplinares, sino que también, la opinión y percepción de las personas a las cuales se precisa ayudar”.*

## CONCLUSIONES

En base a los resultados de aprendizaje propuestos, es posible concluir que:

## Innovaciones Educativas en Ingeniería

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

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

1. A partir de lo señalado por los estudiantes en sus descripciones del proceso educativo, se concluye que logran comprender la Interdisciplina como una habilidad que se construye desde la gestión de sí mismo en interacción con el contexto.
2. Los estudiantes logran poner en práctica habilidades básicas para la construcción de la Interdisciplina, reflejado en que cada equipo de trabajo logró traducir su proyecto en un producto final concreto en donde participaron voces de distintas especialidades.
3. La presentación oral y escrita del programa de trabajo, junto con la coordinación constante entre los grupos de trabajo y la comunidad, permiten concluir que los estudiantes lograron desarrollar habilidades de comunicación oral y escrita que permiten una acción eficiente.
4. Los estudiantes logran desarrollar habilidades básicas de Trabajo en Equipo en co-creación con la Comunidad, lo que posibilitó la consecución de proyectos semestrales de permanente diálogo entre los estudiantes de diferentes carreras y entre los grupos de trabajo y la comunidad, logrando productos concretos que son coherentes con el contexto particular de estas últimas.

## **Innovaciones Educativas en Ingeniería**

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

**Facultad de Ingeniería** | Universidad de Concepción

### **REFERENCIAS**

Echeverría, R. (2003). *Ontología del Lenguaje*. Santiago, Chile. J. C. Saéz editor

Brown, T. (2008). *Design Thinking*. Harvard Business Review América Latina.