



Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

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

Actas Cuarta Jornada de Educación en Ingeniería

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Editora:

Marcela Varas Contreras

Directora Unidad de Educación en Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Universidad de Concepción

Autores:

Javier	Vidal	Valenzuela	Frank	Tinapp	Dautzenberg
Clemente	Rubio	Manzano	Cristian	Cuevas	Barraza
Christian	Vidal	Castro	Juan	Lira	Munizaga
Claudia	Martínez	Araneda	Marcia	Riffo	Ferrada
Alejandra	Segura	Navarrete	Juan	Rojas	González
Felipe	Muñoz	La Rivera	Felipe	Novoa	Mora
Dayan	Echeverría	Faúndez	Marcela	Aravena	Vega
Cesar	Cofré	Reyes	Jessica	Espinoza	Candia
Eduardo	Salazar	Hornig	Andrea	Borzone	Valdebenito
Marcela	Varas	Contreras	Vladimir	Esparza	Henríquez
Sebastián	Matus	Toro	Jaime	Rohten	Carrasco
Jorge	Maluenda	Albornoz	Juan Pablo	Villena	Pacheco
Felipe	Moraga	Villablanca	Mauricio	Pradena	Miquel
Nicolás	Ateaga	Ramírez	Rodrigo	Silva	Muñoz
Aldo	Silva	Ibaceta	Ángel	Rubio	Rodríguez
Samuel	Carrasco	Hidalgo	María	Vargas	Ramírez
Contanza	Molina	Jerez	Javier	Silva	Campino
Camilo	Vera	Denevi	Samuel	Carrasco	Hidalgo
Marlene	Roeckel	von Bennewitz	Ximena	García	Carmona
Luis	Quiroz	Larrea			
Emilio	Dufeu	Delarze			

ISBN 978-956-9280-37-5

Editorial Universidad de Concepción

Diciembre 2019

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Presentación

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción, a través de la Unidad de Educación en Ingeniería, entre los años 2016 y 2019 ha impulsado con fuerza un proceso de reorientación de sus prácticas educativas que ha conducido a un nuevo modelo educativo de facultad y un rediseño curricular cuya finalidad ha sido la actualización de sus propósitos y prácticas educativas para alcanzar estándares de nivel mundial.

Una de las piezas que articula esta estrategia son las Jornadas de Educación en Ingeniería que se han desarrollado desde el año 2016 hasta la fecha y que tienen por objetivo fundamental, promover un espacio de reflexión y análisis crítico de la actual práctica educativa en ingeniería, pero a su vez, apalancar los cambios educativos que se persiguen permitiendo a los docentes conocer experiencias, compartir y someter a análisis sus innovaciones en la docencia en ingeniería.

En esta oportunidad, se ha perseguido el mismo objetivo y hemos agregado nuevos desafíos. Por un lado, hemos abierto el espacio para compartir experiencias con otras universidades de modo de potenciar el intercambio de ideas y experiencias, además de permitir la posible generación de alianzas y trabajo mancomunado. Por otro lado, se ha establecido una alianza con la Revista de Estudios y Experiencias en Educación, con la finalidad de publicar los trabajos destacados en dicho evento, además de visibilizar sus alcances.

La experiencia 2019 ha sido exitosa convocando una gran cantidad de participantes, con 24 exposiciones seleccionadas y distribuidas en 3 ejes de trabajo (innovación docente, investigación y mejoramiento curricular), incorporando a 5 instituciones de educación superior nacionales, a través de una fructífera jornada que destacó por la alta calidad de los trabajos presentados.

Parte de las experiencias educativas de estas jornadas se han sistematizado en el presente documento, el cual, es una muestra de la evolución de las prácticas educativas a través de las distintas jornadas, que esperamos contribuya en la formación permanente de los docentes en Ingeniería. Esperamos que, a partir de este, docentes e investigadores puedan obtener ideas, soluciones y aprendizajes sobre cómo impactar positivamente en el aprendizaje de sus estudiantes, y sobre todo, que se motiven a hacer mejoras en sus metodologías de enseñanza-aprendizaje y evaluación para fomentar el aumento en la calidad de la educación que brindan.



Marcela Varas Contreras

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

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Índice

Clases Invertidas y Aprendizaje Basado en Equipos, Pros y Contras	5
Lecciones Aprendidas en la Enseñanza de Introducción a la Inteligencia Artificial a través del Desarrollo de Videojuegos.	6
Metodología MAKER_LABS	7
Metodología para una Asignatura de Taller en Ingeniería - Caso Taller de Gestión de Operaciones.	9
Acciones Estratégicas para Mejorar la Calidad de la Docencia en la Formación de Ingenieros e Ingenieras en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción.	10
Actualización de Curso Introducción a la Ingeniería mediante Aprendizaje y Herramientas en Plataforma Online	11
Actualización Tecnológica del Proceso de Enseñanza del Laboratorio de Operaciones Unitarias Mediante Códigos QR y Realidad Aumentada.	12
Rediseño Microcurricular de las Asignaturas de Primer Año de ingeniería civil en la Universidad de Concepción: caso de Introducción a la Matemática Universitaria.	13
Proceso de Reforma Curricular para las Carreras del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Concepción.	15
"Metiendo las Manos se Aprende - Evolución de una Asignatura de Taller".....	16
Grupo de Interés Aeroespacial.	17
Siendo Ingeniero desde el Día Uno - Aplicando el Método CDIO en el Primer Año de la Carrera Ingeniería Civil Aeroespacial.	18
Programa de Certificación de Competencias Docentes para Ingeniería de la Universidad de Concepción.....	19
La medición y la evaluación en los procesos de acreditación ABET en ingeniería.	20
Enseñanza Experimental Integral del Hormigón para el Fortalecimiento del Dominio Competente.	21
Experiencias en Control Automático a través de un Sistema de Laboratorios Remoto. Percepción de los estudiantes.	29
Acompañamiento Académico, Tutorial a Estudiantes de Primer Año de Ingenierías Civiles con Alta Deserción.	40
Iniciativa Propedéutica en Tecnología del Hormigón para Estudiantes de Liceo Técnico-Profesional con Programa PACE.	49

Resúmenes breves

Clases Invertidas y Aprendizaje Basado en Equipos, Pros y Contras

Javier Vidal Valenzuela

vidal.javier@gmail.com

Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación
Universidad de Concepción

Palabras clave

Clases invertidas, Aprendizaje basado en equipos, Experiencia Práctica.

Luego de experimentar por más de dos años la metodología de Clases Invertidas (CI) con Aprendizaje Basado en Equipos (ABE) en diversas asignaturas del área informática en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción, es posible sacar algunos aprendizajes que, aunque no son concluyentes, pueden ayudar a otros a mejorar la aplicación de CI y/o ABE. En el trabajo se intentará dar orientación respecto de preguntas sencillas como: ¿Qué medios usar para preparar el material? ¿Qué herramientas usar para preparar el material? ¿Cómo distribuir los contenidos de la asignatura? ¿Cómo verificar que los alumnos/as visualicen efectivamente los contenidos de la asignatura antes de ingresar a la clase? ¿Cómo programar las clases usando ABE? ¿Qué hacer con respecto de las aulas? ... o para preguntas más complejas como: ¿Cómo evaluar los resultados de la aplicación de CI y/o ABE? ¿Cuándo es adecuado o no aplicar CI y/o ABE? El trabajo concluye con un conjunto de recomendaciones generales, derivadas de la experiencia del autor más otras que se pueden rescatar de la literatura asociada.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Lecciones Aprendidas en la Enseñanza de Introducción a la Inteligencia Artificial a través del Desarrollo de Videojuegos.

Clemente Rubio Manzano

clrubio@ubiobio.cl

Universidad del Bío-Bío

Claudia Martínez Araneda

cmartinez@ucsc.cl

Universidad del Bío-Bío

Christian Vidal Castro

cvidal@ubiobio.cl

Universidad del Bío-Bío

Alejandra Segura Navarrete

asegura@ubiobio.cl

Universidad del Bío-Bío

Palabras clave

Ingeniería Informática, Inteligencia Artificial, Videojuegos, Enseñanza, Motivación.

Este artículo tiene como objetivo describir las lecciones aprendidas en la enseñanza de una asignatura introductoria a la inteligencia artificial (IA) en la Universidad del Bío-Bío (sede Concepción, Chile) durante los últimos siete años. Dicha experiencia ha consistido en el diseño, implementación y evaluación de una estrategia de aprendizaje y motivación basada en el desarrollo de video juegos donde se aplica una dinámica de aula tipo taller, que permite incorporar conceptos teóricos de IA simultáneamente con otros aspectos del proyecto de software de cada estudiante. La estrategia está fuertemente influida por el paradigma de enseñanza de postgrado: seguimiento individual y trabajo autónomo real; buscando, al mismo tiempo, una alta motivación del estudiante. Se muestra cuantitativa y cualitativamente cómo esta estrategia ha permitido mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, el currículum y el rendimiento de los estudiantes.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Metodología MAKER_LABS

Felipe Muñoz La Rivera

felipe.munoz@pucv.cl
Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso

Pamela Hermosilla Monckton

pamela.hermosilla@pucv.cl
Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso

Dayan Echeverría Faúndez

dayan.echeverría@pucv.cl
Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso

Cesar Cofré Reyes

cesar.cofre@pucv.cl
Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso

María Vargas Ramírez

fernanda.vargas@pucv.cl
Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso

Palabras clave

Metodología "Maker_labs", Innovación, Aprendizaje significativo, Nuevos desafíos

El mundo actual crece aceleradamente de la mano de la innovación tecnológica, sustentada por las necesidades crecientes y gustos dinámicos de los consumidores, junto con nuevos desafíos de la ingeniería del futuro, enfocada hacia el desarrollo sostenible y de infraestructura inteligente. Las ciudades hoy buscan resolver sus problemas de forma rápida, ambientalmente responsable e incorporando tecnología amigable para los usuarios y el medio ambiente. Así, conceptos como las Smart Cities toman cada día mayor relevancia, siendo Chile impulsor de políticas que aumenten su generación.

En base a estos nuevos desafíos de la cuarta revolución industrial, la formación de ingenieros del siglo XXI no quedará sustentada solo en sus capacidades técnicas tradicionales, sino que será necesario desarrollar competencias que les permitan aportar de manera directa a estos desafíos. Así, la creatividad, innovación, el emprendimiento, la fabricación digital y el uso de herramientas tecnológicas se transformarán en piezas claves del éxito de este cambio. Mediante estas habilidades y herramientas, se busca complementar los conocimientos disciplinares rígidos de las asignaturas tradicionales de la formación de ingenieros, permitiendo su testeo y aplicación

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

en resolver colaborativa e interdisciplinariamente desafíos reales, alineados con los problemas de sus entornos directos, con una mirada futurista y tecnológica de alto impacto.

En base a estas necesidades, dentro de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, se desarrolla la Metodología "Maker_labs", que busca formar a los estudiantes de ingeniería en habilidades asociadas a i+e con un fuerte matiz tecnológico. Esta metodología se basa en módulos formativos prácticos y lúdicos, que se desarrollan en espacios no tradicionales de enseñanza con componentes interdisciplinarias. Así, se generan módulos de aprendizaje con contenidos y competencias que se forman de manera gradual según la madurez académica de los alumnos, los que se acoplan a los contenidos disciplinares tradicionales de las asignaturas de ingeniería. La gran ventaja de estos módulos es que no obliga a los profesores catedráticos a modificar necesariamente los contenidos ni las formas que en que estos se entregan.

La dinámica de los "Maker_Labs" plantea que una asignatura trabaje en base a un reto o desafío (con componente tecnológico) que los alumnos deben resolver durante todo el semestre. Por un lado, el catedrático dicta los contenidos tradicionales del curso, y, por otro lado, el equipo del área "Maker" de la Facultad realiza la enseñanza de los módulos "Maker_Labs", entregando una visión distinta de cómo, con los contenidos disciplinares, desarrollar soluciones innovadoras a los problemas planteados.

Los talleres se desarrollan en base a dinámicas lúdicas de trabajo, donde los alumnos pueden reflexionar respecto a problemáticas, públicos objetivos, prototipo, planes de negocio, etc. Estas actividades sirven para abrir la mente de los alumnos hacia la idea que desarrollarán, pero no constituyen el entregable formal del trabajo, sino que son insumos para la estructura formal de los entregables. Así entonces, el seguimiento estructurado de los proyectos se realiza en base a informes graduales a lo largo del semestre, con constante retroalimentación presencial y escrita, hasta llegar a un informe final totalmente depurado. En forma paralela, todo el proceso de ideación y cambios se registra en una bitácora simple de seguimiento. Al final del curso, los alumnos deben realizar su presentación de defensa del proyecto ante un jurado experto, que evalúa la i+e junto a la aplicación de la materia tradicional del programa.

Mediante la metodología se logra formar en i+e (tecnológico), sin modificar los contenidos tradicionales de una asignatura, fomentando la innovación desde las diferentes disciplinas y generando aprendizajes significativos que den respuesta a problemas reales de la sociedad.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Metodología para una Asignatura de Taller en Ingeniería - Caso Taller de Gestión de Operaciones.

Eduardo Salazar Hornig

esalazar@udec.cl

Departamento de Ingeniería Industrial

Universidad de Concepción

Palabras clave

Metodología, organización y administración del trabajo, comunicación oral y escrita, trabajo en equipo.

Se presenta una metodología de trabajo para desarrollar una asignatura de Taller, aplicada por el autor en la asignatura Taller de Gestión de Operaciones en la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad de Concepción. Su aplicación es general y puede ser adaptada en prácticamente todas las disciplinas de la Ingeniería. El trabajo de los estudiantes se relaciona con un problema de la administración del aparato productivo de una Mipyme realizado en el marco de un proyecto bajo la supervisión del profesor. El objetivo es confrontar al estudiante con un problema real generando una propuesta de solución incorporando aspectos disciplinares, de organización y administración del trabajo, trabajo en equipo y comunicación oral y escrita. En este sentido, es una metodología para asignaturas que integran conocimiento, especialmente adecuada para ser aplicada en semestres finales (pero no exclusivamente) de una carrera.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Acciones Estratégicas para Mejorar la Calidad de la Docencia en la Formación de Ingenieros e Ingenieras en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción.

Marcela Varas Contreras

mvaras@udec.cl

Universidad de Concepción

Palabras clave

Calidad Docencia Ingeniería, Acciones Estratégicas, Facultad de Ingeniería.

La Facultad de Ingeniería fomenta la formación de profesionales íntegros, que contribuyan con la diversificación de la matriz productiva de la región, el país y el mundo; y promuevan el desarrollo sustentable, concibiendo, diseñando y creando productos y servicios con valor agregado. Para lograr este propósito, se requiere ir mejorando continuamente la calidad del quehacer docente en la formación. Para ello, se han identificado dimensiones y para cada una de ellas, acciones estratégicas a desarrollar para cumplir con nuestro propósito mayor.

- Dimensiones: Perfil de Ingreso, Calidad de Vida Estudiantil, Curricular, Competencias Docentes.
- Acciones: Captación (en proceso), Nivelación e Inducción al ingreso, Apoyo durante la permanencia en la UdeC.
- Alineamiento de los planes de estudio a los propósitos institucionales, demandas de la sociedad, considerando la carga real del estudiante SCT: Rediseño Curricular de las 13 especialidades de la FI-UdeC.
- Rediseño microcurricular de asignaturas clave: Integradoras y Fundamentales de Primer Año, Críticas de cada especialidad.
- Desarrollo de actividades permanentes de estímulo a la mejora docente.
- Desarrollo de un programa de Certificación de Competencias Docentes.

Actualización de Curso Introducción a la Ingeniería mediante Aprendizaje y Herramientas en Plataforma Online

Sebastián Matus Toro

sebastian.matus@pucv.cl

Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso

Palabras clave

Aula Virtual, Moodle, Plataforma Online, Aprendizaje, Semipresencial

Este trabajo presenta una nueva estructura del curso "Introducción a la Ingeniería Eléctrica y Electrónica", asignatura de primer semestre perteneciente a las cuatro carreras de la Escuela de Ingeniería Eléctrica de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y que cuenta con un universo aproximado de 250 estudiantes, divididos en 5 paralelos. Utilizando el Aula Virtual PUCV (basada en Moodle), se introdujo trabajo virtual guiado, dándole un carácter semipresencial a la asignatura, diseñando para aquellos rutas de aprendizaje en donde los estudiantes deben navegar a través de recursos de aprendizaje virtuales. El curso se caracteriza por tener sólo una clase a la semana, lo que dificulta el poder trabajar de manera significativa sus cuatro unidades: Introducción a la vida universitaria, Introducción a la Ingeniería, Introducción a los Circuitos Eléctricos y Aprendizaje basado en proyectos. Estas cuatro unidades fueron abordadas de distinta manera en esta nueva estructura: las dos primeras fueron netamente trabajo virtual junto con evaluación también de forma virtual, mientras que las otras dos unidades fueron abordadas de una forma semipresencial, utilizando el Aula Virtual como entrega de información, repositorio de contenidos, revisión de evaluaciones, registro de asistencia, registro de evaluaciones, entre otros elementos menores. Para la evaluación del impacto que tiene en los estudiantes esta nueva modalidad de trabajo, se realizan dos actividades: un grupo focal, seleccionando una muestra de 10 estudiantes de forma aleatoria para extraer información cualitativa, y, por otro lado, se aplicará una encuesta de satisfacción del curso, considerando los aspectos virtuales de este. Se extraerán conclusiones para determinar el curso a seguir con la asignatura.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Actualización Tecnológica del Proceso de Enseñanza del Laboratorio de Operaciones Unitarias Mediante Códigos QR y Realidad Aumentada.

Nicolás Ateaga Ramírez

nicolas.ateaga@pucv.cl
Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso

Aldo Silva Ibaceta

Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso

Javier Silva Campino

javier.silva@pucv.cl
Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso

Samuel Carrasco Hidalgo

samuel.carrasco@pucv.cl
Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso

Palabras clave

Enseñanza-Aprendizaje, Realidad aumentada, Códigos QR, Laboratorios

El Laboratorio de Operaciones Unitarias de la Escuela de Ingeniería Química PUCV, ubicado en los galpones del Campus Curauma, imparte cursos de operación tipo piloto a tres carreras de la Facultad de Ingeniería, como son Ingeniería Civil Química, Ingeniería Civil Bioquímica e Ingeniería de Ejecución en Bioprocesos. Este laboratorio cuenta con equipamiento de gran envergadura, como una caldera de mediana presión, torres de destilación, torres de enfriamiento, columnas de absorción, circuitos de agua y evaporadores, entre otros. Dado el tamaño de algunos equipos y las especificaciones técnicas de éstos, resulta complejo el aprendizaje de las partes que componen tales equipos, como sus partes y funcionamiento, lo que tiene implicancias no sólo en el proceso de enseñanza sino también en aspectos críticos de seguridad.

El proyecto propone la utilización de herramientas de tipo realidad aumentada, de tal forma que los estudiantes puedan experimentar visualizaciones en 3D del desglose explosivo de los equipos, planos de diseño, diagramas de piping y P&ID como, a su vez, videos sobre la operación y condiciones seguras de trabajo. Esta información podrá ser visualizada por los alumnos a través de sus Smartphones, los cuales deberán escanear "códigos QR" o "lanzadores" de realidad virtual.

Aunque en primera instancia esta propuesta está dirigida a los alumnos que estén cursando la asignatura de Laboratorio de Operaciones Unitarias, a futuro puede ser extendida a otros laboratorios de la Facultad de Ingeniería.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Rediseño Microcurricular de las Asignaturas de Primer Año de ingeniería civil en la Universidad de Concepción: caso de Introducción a la Matemática Universitaria.

Marcela Varas Contreras

mvaras@udec.cl

Universidad de Concepción

Contanza Molina Jerez

contanzamolina@udec.cl

Universidad de Concepción

Camilo Vera Denevi

camilodenevi@gmail.com

Universidad de Concepción

Palabras clave

Rediseño microcurricular, Aula invertida, Matemática primer año.

Para mejorar la retención en primer año, se consideran críticos los primeros cursos de matemática en Ingeniería. Es el caso de la asignatura Introducción a la Matemática Universitaria, que cuenta con 10 créditos SCT y una baja tasa de aprobación. Dentro del contexto de la reforma curricular de las 13 especialidades de Ingeniería que imparte la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción, se concluyó que el programa de la asignatura era adecuado a los requerimientos de las carreras, sin embargo, se detectó la insatisfacción con relación al logro de los resultados de aprendizaje comprometidos. Ante esa situación, se decidió iniciar un proceso de rediseño microcurricular para aumentar los aprendizajes de los estudiantes, sin aumentar la carga de trabajo de los académicos ni estudiantes. Se decidió impartir la asignatura en modalidad de aula invertida, con evaluaciones diagnósticas semanales, aumentar las clases prácticas, disminuir las clases teóricas presenciales, y tener evaluaciones sumativas semanales al cerrar cada ciclo. Se conformó un equipo multidisciplinario liderado por una profesora de matemática especialmente contratada para este fin, que contó con el apoyo dedicado de un psicólogo educativo de la Unidad de Educación en Ingeniería, más alumnos ayudantes con dedicación de media jornada y el apoyo experto de los profesionales del Centro de Formación de Recursos Didácticos de la UdeC para la generación de los recursos y su implementación en aula virtual.

Se obtuvo un syllabus dividido en semanas, y en aula virtual cada jueves de la semana previa, los estudiantes tienen a su disposición recursos en

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

formato texto, vídeo, ejercicios resueltos y ejercicios propuestos a ser abordados en la sesión de prácticos de 3 horas que tienen en secciones de 40 estudiantes con un alumno ayudante los días martes. El día lunes en la mañana deben rendir una evaluación diagnóstica acerca de lo aprendido en aula virtual, cuyos resultados son utilizados para ajustar la clase teórica de 4 horas que tienen semanalmente los días miércoles, en una sola sección con 160 estudiantes. El día jueves tienen 3 horas de práctica donde en secciones de 40 estudiantes resuelven una evaluación sumativa, que luego es explicada por el ayudante, y revisada entre pares para cerrar el proceso de aprendizaje semanal. Ese mismo jueves, el ciclo comienza nuevamente. Para validar el diseño, se hizo una sección piloto donde los 165 estudiantes de plan común rindieron la asignatura con este rediseño, pasando de 10 horas de clase teórica a 4 horas de aula virtual, y 4 horas de clase teórica; y de 4 horas de clase práctica, a 6 horas. El trabajo autónomo de 10 horas se mantuvo constante. Las evaluaciones de la versión piloto son alentadoras, faltando aún analizar los resultados de las calificaciones de la asignatura, pero a nivel de satisfacción, los estudiantes se declaran muy satisfechos con la metodología.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Proceso de Reforma Curricular para las Carreras del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Concepción.

Luis Quiroz Larrea

lquiroz@udec.cl

Universidad de Concepción

Emilio Dufeu Delarze

pdechen@udec.cl

Universidad de Concepción

Frank Tinapp Dautzenberg

ftinapp@udec.cl

Universidad de Concepción

Cristian Cuevas Barraza

crcuevas@udec.cl

Universidad de Concepción

Palabras clave

Reforma curricular, Plan de estudios, Ingeniería Civil Aeroespacial, Ingeniería Civil Mecánica

Se presentan inicialmente los conceptos e ideas fuerza que dirigieron el proceso de reforma curricular llevado a cabo entre los años 2017 y 2018 en el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Concepción para sus carreras Ingeniería Civil Aeroespacial e Ingeniería Civil Mecánica.

Se muestra el desarrollo del proceso haciendo resaltar los aspectos relacionados con la selección de los temas fundamentales de la especialidad que darán origen a los resultados de aprendizaje y la contribución de éstos a las competencias del perfil de egreso.

Se explica la construcción de los planes de estudio basado en los conceptos, ideas fuerza, fundamentos de cada especialidad, las restricciones prácticas y la evaluación progresiva del logro del perfil de egreso.

Finalmente se discute el aporte de esta reforma a las necesidades de formación inicial de los ingenieros del 2030 incorporando una visión desde la industria.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

"Metiendo las Manos se Aprende - Evolución de una Asignatura de Taller".

Frank Tinapp Dautzenberg

ftinapp@udec.cl

Universidad de Concepción

Palabras clave

Ingeniería Civil Aeroespacial, Habilidades Manuales, Proyectos de Diseño

Desde los inicios de la carrera de Ingeniería Civil Aeroespacial, se ha detectado un déficit de habilidades manuales en los alumnos de la carrera. Muchos estudiantes tienen excelentes ideas y son muy motivados, pero fallan en el momento de transmitir sus ideas hacia el personal en el taller o simplemente no conocen las herramientas y los materiales básicos. Para mejorar esta situación, hace varios años se ha creado una asignatura electiva que ofrece a los estudiantes "meter las manos" en el taller y desarrollar así sus habilidades manuales. Esto se logra a través de proyectos de diseño e implementación de dos aeronaves sencillas, que además permiten a los alumnos proponer modificaciones y mejoras al diseño, comunicar estas modificaciones en planos de fabricación e implementarlas finalmente durante la fabricación de su avión. Esta asignatura hace uso potente de las instalaciones en el Laboratorio Aeroespacial y busca introducir además conceptos de métodos de fabricación modernos, tales como la impresión 3D y máquinas de control numérico CNC. En la Jornada se presentará la "evolución" de esta asignatura y sus contenidos.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Grupo de Interés Aeroespacial.

Frank Tinapp Dautzenberg

ftinapp@udec.cl

Universidad de Concepción

Palabras clave

Grupo de Interés Aeroespacial, Trabajo en Equipo, Desafíos

Después de motivar a los estudiantes a "hacer cosas" y habiendo adquirido habilidades básicas de diseño, fabricación y comunicación, se ofrece a los estudiantes integrar el Grupo de Interés Aeroespacial. Este grupo ofrece una amplia gama de actividades y desafíos para los estudiantes, no solo de Ingeniería Aeroespacial, sino para todas las especialidades afines al tema aeroespacial. Los estudiantes se organizan en equipos, cada uno dedicado a un área de interés específico. Los problemas son propuestos por los mismos integrantes de cada equipo, se definen los objetivos a corto plazo y se gestionan los fondos necesarios para lograr este objetivo. Cada grupo se organiza además de tal forma que siempre existe un "responsable" de cada grupo, quien reporta los avances de su equipo hacia el profesor guía. Los estudiantes son libres de cambiarse entre equipos o abandonar el grupo de interés, si la situación académica así lo requiere. La participación de los estudiantes en el grupo de interés es voluntario y completamente autogestionado. Durante la Jornada, dos integrantes del grupo de interés presentarán algunos trabajos destacados.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Siendo Ingeniero desde el Día Uno - Aplicando el Método CDIO en el Primer Año de la Carrera Ingeniería Civil Aeroespacial.

Frank Tinapp Dautzenberg

ftinapp@udec.cl

Universidad de Concepción

Palabras clave

Ingeniería Civil Aeroespacial, Método CDIO, Trabajo en Equipo, Comunicación

La propuesta de la nueva asignatura "Introducción a la Ingeniería Civil Aeroespacial" apunta a enfrentar los alumnos recién ingresados a varios problemas sencillos de la ingeniería aeroespacial. Estos problemas se resuelven aplicando la metodología de C-oncebir, D-iseñar, I-mplementar y O-perar. La asignatura se divide en tres módulos, cada uno con un enfoque "aeroespacial" diferente: Atmósfera, aeronaves y cohetería. Los alumnos trabajan en equipos, bajo la guía de los profesores y ayudantes y se incluyen además temas fundamentales como la organización de tiempo de trabajo, habilidades de comunicación oral y escrito, orientación vocacional para la profesión y conocimientos básicos de la aeronáutica. Más que una asignatura de "conocimientos duros", se busca entregar motivación, orientación además de habilidades de comunicación y organización (MOCO). La charla en la Jornada presentará el Syllabus de la asignatura y los desafíos de CDIO.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Programa de Certificación de Competencias Docentes para Ingeniería de la Universidad de Concepción.

Juan Lira Munizaga

juanlira89@gmail.com

Universidad de Concepción

Juan Pablo Villena Pacheco

juvillena@udec.cl

Universidad de Concepción

Marcia Riffo Ferrada

marcriff@udec.cl

Universidad de Concepción

Marcela Varas Contreras

mvaras@udec.cl

Universidad de Concepción

Jorge Maluenda Albornoz

jorgemaluendaa@gmail.com

Universidad de Concepción

Palabras clave

Perfeccionamiento docente, Competencias docentes, Estrategias de enseñanza, Innovación educativa.

En la actualidad, no se cuenta con un plan de perfeccionamiento docente estandarizado que acredite la calidad de la educación en la Universidad de Concepción (UdeC). Si bien la Dirección de Docencia (DirDoc) imparte talleres para el desarrollo de competencias docentes para los académicos, no existe un mecanismo propio y sancionado que evalúe y certifique la calidad de los docentes universitarios de la Facultad de Ingeniería (FI). Esta carencia, hace necesaria la generación de un plan de certificación de competencias docentes en los académicos universitarios, la cual esté alineada a la FI-UdeC, que convalide el perfeccionamiento obtenido por cursos impartidos por la DirDoc y posea niveles que se puedan implementar dentro de esta área disciplinar, pudiendo lograr de esta manera impactar en la formación y práctica de los profesionales como en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los y las estudiantes.

La medición y la evaluación en los procesos de acreditación ABET en ingeniería.

Marlene Roedel von Bennewitz

mroedel@udec.cl

Universidad de Concepción

Ximena García Carmona

xgarcia@udec.cl

Universidad de Concepción

Palabras Clave

Acreditación Internacional ABET, Competencias, Perfil de Egreso, Resultados de Aprendizaje

La medición y la evaluación del aprendizaje como parte de la mejora continua en la docencia es requisito fundamental para acceder a la acreditación internacional ABET. En este trabajo se presenta el proceso, los resultados esperados y los mecanismos de medición y evaluación, tanto de las competencias técnicas asociadas al perfil de egreso como de las denominadas competencias transversales.

La educación universitaria ha centrado el foco hoy día en el estudiante, especialmente, en la evaluación de resultados de aprendizaje requeridos, para responder a las exigencias de la industria y de la sociedad. Se requiere medir las competencias del perfil de egreso comprometidas en cada carrera. Las competencias definidas por ABET en son siete. Normalmente, en ingeniería se miden las competencias técnicas (N. 1, 6 y 7), mientras que las competencias N. 2, 3, 4, y 5 que describen habilidades y actitudes, que se identifican como "competencias transversales", no se consideran con la misma vehemencia. Éstas últimas se miden a través de indicadores de desempeño en los cursos y en el programa y a través de métodos directos e indirectos. En los cursos, se miden a través de rúbricas diseñadas para las competencias. En el programa, se miden las competencias en cursos emblemáticos o integradores ("capstones"). La evaluación interpreta las mediciones realizadas y permite tomar acciones de mejoramiento a nivel de las asignaturas o a nivel del programa, para resultados de aprendizaje no logrados. En el trabajo se presentan ejemplos aplicados en la carrera de Ingeniería Civil Química de la Facultad de Ingeniería. Finalmente, se presenta el modelo de mejoramiento continuo según el cual, anualmente se mide y evalúan resultados de aprendizaje en las asignaturas, y trianualmente, de acuerdo a la retroalimentación que proporcionan encuestas de egresados y empleadores, evalúa los objetivos educacionales del programa para realizar cambios en su perfil de egreso.

Resúmenes extendidos

Enseñanza Experimental Integral del Hormigón para el Fortalecimiento del Dominio Competente.

Mauricio Pradena Miquel

mpradena@udec.cl

Departamento de Ingeniería Civil
Universidad de Concepción

Rodrigo Silva Muñoz

rosilva@udec.cl

Departamento de Ingeniería Civil
Universidad de Concepción

Jorge Maluenda Albornoz

jorgemaluendaa@gmail.com

Universidad de Concepción

Palabras clave

Hormigón, Enseñanza Experimental Integral, Cambio Metodológico.

INTRODUCCIÓN

El hormigón es el material de construcción más utilizado a nivel internacional (Gagg, 2014) y también en Chile donde se estima que el 75% de las construcciones son realizadas en este material (Dávalos, 2013). Por esta razón, el estudiante de Ingeniería Civil requiere un dominio integral del hormigón, el cual debe adquirir en las asignaturas Tecnología del Hormigón (TDH) - material propiamente tal - y Hormigón Armado I (HAI) - elementos estructurales.

Luego de una profunda reflexión interdisciplinaria, entre ingenieros civiles y psicólogos educacionales, sobre una mejora de la metodología de enseñanza tradicional de estas asignaturas, surge la posibilidad de incorporar activamente al Laboratorio de Hormigón (LH) del Departamento de Ingeniería Civil UdeC en este mejoramiento.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es describir los cambios en las asignaturas TDH y HAI para fortalecer el dominio competente del hormigón a través de la docencia experimental activa.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

METODOLOGÍA

De las reflexiones interdisciplinarias surgieron propuestas de cambios en la metodología de enseñanza/aprendizaje, y evaluación, incorporando activamente a los estudiantes en el diseño, fabricación y análisis del hormigón como material y su utilización estructural en vigas.

En primer lugar, se describe el cambio metodológico, procedimiento e instrumentos utilizados, resumen de resultados y la validación de la innovación docente realizada en el curso "Tecnología del Hormigón", es decir la enseñanza del material propiamente tal.

Posteriormente, se describe la innovación propuesta para la asignatura "Hormigón Armado I". La descripción se concentra en el diseño de la estrategia pedagógica, incluyendo distintas condiciones de diseño y patologías en vigas de hormigón armado a construir y ensayar en laboratorio, diseño de evaluaciones para medir los resultados de aprendizaje esperados, modificación de syllabus, pautas de evaluación, diseño de instrumento(s) para evaluar los aspectos actitudinales y motivacionales esperados de la innovación docente, y finalmente validación del proyecto.

RESULTADOS

SENTANDO LAS BASES: INNOVACIÓN EN LA ENSEÑANZA DEL MATERIAL HORMIGÓN

El cambio metodológico

Se modifica la enseñanza tradicional descriptiva (alumnos observan al laboratorista realizar las experiencias) a una activa-participativa donde los estudiantes fabrican directamente el hormigón y moldean las probetas (a ser ensayadas a distintas edades) en vez de ser observadores del proceso. Esto incluye que los estudiantes, entre otras cosas, se familiaricen con los espacios de trabajo y equipos del laboratorio (mezcladora y vibradores en particular), mezclen los componentes y fabriquen la mezcla inspeccionando que no se produzca segregación, ensayen el hormigón fresco directamente (y decidan con ese resultado ajustar o no la mezcla), compacten el hormigón con vibradores en las probetas, las terminen, protejan y almacenen hasta el desmolde, para luego trasladarlas a la cámara de curado, volver a retirarlas a las edades correspondientes, y finalmente las ensayen. Esto para las distintas condiciones de ensayos, tipos de probetas, relación agua/cemento, entre otras variables.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción



Figura 1. Estudiantes trabajando activamente en el Laboratorio de Hormigón en el marco de la asignatura "Tecnología del Hormigón"

Además, en los informes de laboratorio se incluye una sección de "análisis" para que los estudiantes justamente analicen el proceso experimentado, los resultados obtenidos, los comparen con los de otros equipos de trabajo, los expliquen y concluyan.

Procedimiento e instrumentos para evaluar la implementación

Para evaluar la experiencia se realizan preguntas a los estudiantes sobre aspectos como los procedimientos de fabricación, colocación y curado del hormigón; las posibles patologías del hormigón en estado fresco; y las propiedades del hormigón en su estado fresco y endurecido.

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

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

Implementación de la innovación docente

La implementación inicial se realizó en dos etapas, los segundos semestres de los años 2017 y 2018. Luego de cada semestre se realizaron las preguntas con escala tipo Likert. Se analizaron sus respuestas, y en todos los casos, sin excepción, los estudiantes percibieron un mayor aporte del laboratorio activo-participativo sobre el descriptivo. Además, con los datos del 2017 se analizó en qué casos estas diferencias eran estadísticamente significativas. Este análisis se encuentra en un artículo que está en proceso de revisión en una revista con comité editorial (Pradena y Maluenda, 2019).

En los casos en que las diferencias no fueron estadísticamente

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

significativas, se generó una estrategia para el 2018, que resultó exitosa. En el presente se está preparando con esos detalles otro artículo para revista con comité editorial. A continuación, se presenta un resumen de resultados (percepción de los estudiantes) presentados en las III Jornadas de Educación en Ingeniería (Pradena y Maluenda, 2018).

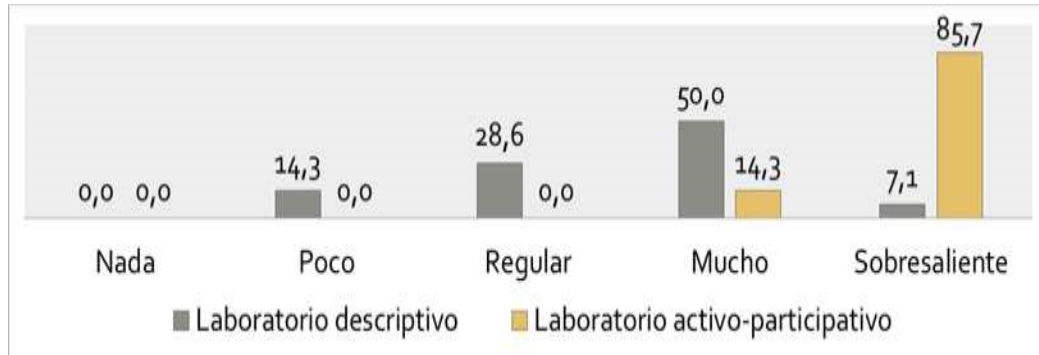


Figura 2. Comparación del aporte percibido de ambos tipos de laboratorio frente a procedimientos de fabricación, colocación y curado del hormigón (porcentajes de respuesta).

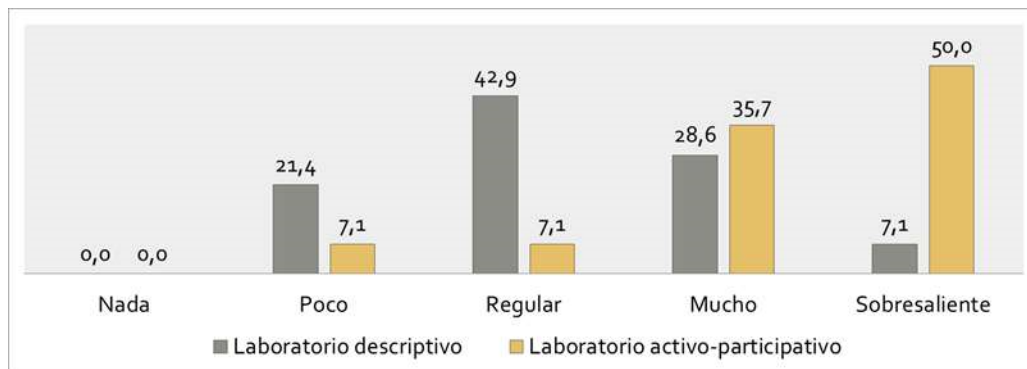
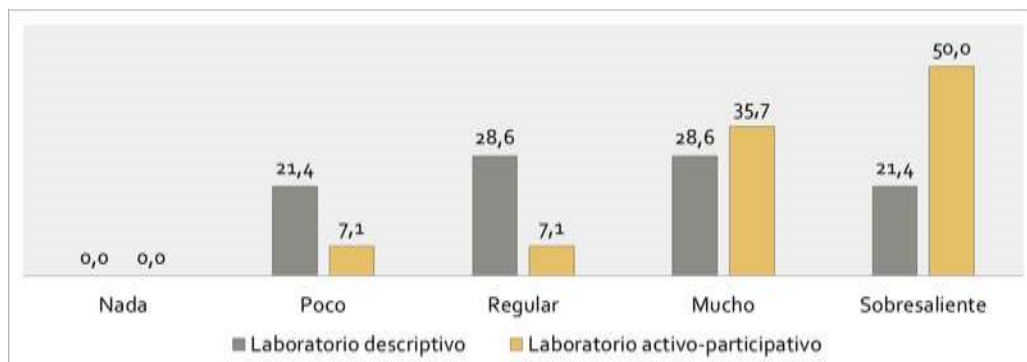


Figura 3. Comparación del aporte percibido de ambos tipos de laboratorio frente a las posibles patologías del hormigón en estado fresco (porcentajes de respuesta).



Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Figura 4. Comparación del aporte percibido de ambos tipos de laboratorio frente al dominio de las propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido (porcentajes de respuesta).

Validación internacional

Para la validación internacional se consideraron dos universidades tecnológicas de los Países Bajos, la Delft University of Technology (TU Delft), y la Universidad de Twente (UT), que ofrece todos sus bachelors íntegramente bajo el modelo de enseñanza "Project-Led Education", y es una universidad líder en innovación en la enseñanza de la ingeniería y miembro del Consorcio Europeo de Universidades Innovadoras. La UT además cuenta con un Centro de Excelencia en Aprendizaje y Enseñanza. TU Delft por otra parte, es una universidad líder en Ingeniería Civil y Estructuras (www.topuniversities.com).

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

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

PROPUESTA DE ENSEÑANZA INTEGRAL DEL HORMIGÓN

La innovación en la enseñanza del hormigón como material, sentó las bases del aprendizaje activo que permite a los estudiantes experimentar el hormigón como material, participar en su fabricación, sentirlo y observar sus distintos estados. Además de eso, para realizar los informes de laboratorio del curso TDH los estudiantes reflexionan sobre sus experiencias, la trabajabilidad del hormigón, efectos del curado, patologías a temprana edad, y resistencias. Adicionalmente, para el trabajo activo de los estudiantes se necesitó desarrollar un manual de seguridad y organizar distintos aspectos logísticos para un trabajo seguro y eficiente. Todo lo anterior ha impactado además en la motivación de los estudiantes y también a nivel docente. Es así como surge la innovación docente en el curso "Hormigón Armado I" para una enseñanza experimental integral del hormigón para el fortalecimiento del dominio competente.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

En particular, la propuesta para la asignatura "Hormigón Armado I", contempla los siguientes aspectos principales:

Distintas condiciones de diseño y patologías en vigas de hormigón armado

Se propone el diseño detallado de las distintas condiciones de diseño estructural (cuantías y distribución de armaduras) y construcción (patologías por distintas causas) a utilizar para evaluar el comportamiento estructural y modos de fallas de viguetas de hormigón armado. Como existe una reducción de escala respecto a vigas reales, deberá analizarse esta reducción y sus efectos en el comportamiento estructural de las viguetas de hormigón armado.

Para la construcción de las viguetas, se deberá identificar, diseñar y organizar los aspectos logísticos y de seguridad para el trabajo en grupos en el LH. De esta manera se puede proceder a la fabricación de viguetas prototipo para evaluar las condiciones de diseño, construcción y reducción de escala.

Como los ayudantes de la asignatura "Hormigón Armado I" y el laboratorista del LH también participarán en esta innovación en la docencia, se prevé una capacitación de ellos en el aprendizaje activo-participativo particular de este proyecto.

Diseño de evaluaciones para medir los resultados de aprendizaje esperados

Se incluirá como instrumento de evaluación la preparación de informes de laboratorio, con especial énfasis en la sección "análisis" relacionada con el efecto de las condiciones de diseño y construcción en el comportamiento esperado de elementos de hormigón armado "in-situ". Además, se considerará el trabajo de laboratorio (ensayos realizados de manera rigurosa), la calidad del informe y sus resultados.

Modificación de syllabus y pautas de evaluación

Se modificará el syllabus del curso "Hormigón Armado I", de manera de incluir la metodología activa de laboratorio en las horas actualmente asignadas a actividades prácticas. Se cuidará de mantener el balance con el resto de las actividades del curso, de manera que el tiempo dedicado por los estudiantes no sea mayor que el que utilizan actualmente en la asignatura.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Diseño de instrumento(s) para evaluar aspectos actitudinales y motivacionales

En principio se contempla un instrumento similar al de la innovación en TDH, es decir unas preguntas con escala tipo Likert. Sin embargo, y de acuerdo a lo aprendido en TDH, se realizará, en aula, un mayor reforzamiento de la metodología de enseñanza activa, y una evaluación diagnóstica.

Validación del proyecto

Para la validación del proyecto, se realizará luego de su aplicación un análisis interno en el Departamento de Ingeniería Civil y la Unidad de Educación en Ingeniería. Otra validación interna estará dada por la aprobación de los informes del proyecto por parte de la Dirección de Docencia UdeC.

Se contempla además la validación externa del proyecto en el Depto. de Estructuras de Ingeniería TU Delft y la Dirección de Educación de la Facultad de Ingeniería U Twente.

Finalmente, se espera generar artículo(s) y/o presentación(es) en eventos o revistas asociados a la docencia universitaria.

CONCLUSIONES

El positivo cambio metodológico en la asignatura "Tecnología del Hormigón" ha sentado las bases para la incorporación de la docencia experimental (laboratorio) en la asignatura "Hormigón Armado I". Este círculo virtuoso permite una enseñanza integral del hormigón, utilizando la docencia experimental activa, para el dominio competente de este fundamental material en la carrera de ingeniería civil.

Estos cambios metodológicos para la enseñanza integral del hormigón en ingeniería civil han requerido una transformación que va más allá de la estrategia propiamente tal. Respecto a lo presentado en este artículo ha requerido transformación de los profesores, laborante, logística y de seguridad del laboratorio, incorporar el trabajo interdisciplinario con psicólogos educaciones, colaboración entre profesores, y también una transformación en el estudiante respecto a la forma en que se aproxima e interactúa con los fenómenos bajo estudio.

Finalmente, estas transformaciones están permitiendo generar artículos para revistas con comité editorial, presentaciones en jornadas de educación de ingenieros, utilización activa del laboratorio de hormigones UdeC en docencia experimental, motivación en los estudiantes, desarrollos de memorias y tesis

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

de magíster, fortalecimiento de la colaboración docente con universidades como TU Delft y U Twente, y programa de responsabilidad social en el laboratorio de hormigones, entre otros aspectos.

AGRADECIMIENTOS

- Proyecto 17-015 Dirección de Docencia UdeC.
- Unidad de Educación en Ingeniería Fi UdeC
- Prof. Lambert Houben, Departamento Estructuras de Ingeniería, TU Delft
- Prof. Seirgei Miller, Director de Educación, Facultad de Ingeniería y Tecnología, U Twente

REFERENCIAS

- Dávalos A. (2013). Hormigón sustentable: Una nueva mirada a los materiales de construcción. *Beauchef Magazine*, 2do semestre 2013, 19–22. Recuperado de http://www.b850.texterity.com/b850/segundo_semestre_2013?pg=19#pg19
- Gagg, C. (2014). Cement and concrete as an engineering material: An historic appraisal and case study analysis. *Engineering Failure Analysis*, 40, 114-140.
- Pradena M., y Maluenda, J. (2018). Mejorando la docencia experimental en el Laboratorio de Hormigón del Departamento de Ingeniería Civil UdeC. *Actas III Jornadas de Educación en Ingeniería*, Universidad de Concepción.
- Pradena, M, y Maluenda, J. (2019). Contribución de un laboratorio tipo activo-participativo al dominio competente de la tecnología del hormigón. *Revista Ciencia, Docencia y Tecnología*. En evaluación.

Experiencias en Control Automático a través de un Sistema de Laboratorios Remoto. Percepción de los estudiantes.

Ángel Rubio Rodríguez

aerubio@ubiobio.cl

Universidad del Bío-Bío

Jaime Rohten Carrasco

jrohten@ubiobio.cl

Universidad del Bío-Bío

Vladimir Esparza Henríquez

vesparza@ubiobio.cl

Universidad del Bío-Bío

Palabras clave

Laboratorios Remotos, Ingeniería en Control, Educación en Ingeniería.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la ingeniería no puede ignorar los experimentos prácticos. La interacción con equipos físicos, instrumentos verdaderos y procesamiento de señales reales, son la mejor manera de validar la teoría y proporcionar a los estudiantes las competencias y habilidades necesarias para enfrentar con éxito los problemas reales. Desafortunadamente, muchos equipos de laboratorios son caros, requieren un espacio físico considerable y personal para su mantenimiento. En algunas especialidades de ingeniería estas dificultades aumentan aún más por la complejidad de los equipos requeridos, por ejemplo, laboratorios de robótica, control de procesos, mecatrónica, etc. (Gomes and Bogosyan 2009). Otra limitación importante es el número de estudiantes que pueden realizar las prácticas por cada sesión lo cual depende de la cantidad de equipos y por tanto, en ocasiones es necesario repetir varias veces la misma práctica con el consiguiente aumento de las horas dedicadas por el profesor. Gracias al avance en las tecnologías de la informática y las comunicaciones, desde hace una década se han venido desarrollando los laboratorios remotos (Rodríguez-Andina, Gomes et al. 2010). Estos proporcionan el acceso remoto a experiencias reales con menos restricciones en tiempo, proporcionando las orientaciones necesarias y garantizando la operación segura tanto para los equipos como para las personas (Heradio, de la Torre et al. 2016).

Los laboratorios remotos se han convertido en un recurso cada vez más utilizado por universidades de todo el mundo. Muchas de ellas han desarrollado

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

estos sistemas para sus laboratorios utilizando diversas arquitecturas de software y hardware que son objeto de análisis en diversas publicaciones (Casini, Garulli et al. 2013, Colbran and Schulz 2015, Mendes, Li et al. 2016, Lei, Zhou et al. 2017). Los resultados de la aplicación de estos sistemas, desde el punto de vista metodológico, también son objeto de estudio en recientes publicaciones (Chacón, Guinaldo et al. 2015, Heradio, de la Torre et al. 2016, Lowe, Yeung et al. 2016, Orduña, Rodríguez-Gil et al. 2018).

En la Universidad del Bío-Bío se imparte la carrera de Ingeniería Civil en Automatización (ICA) desde el año 2004. En esta ingeniería, las asignaturas propiamente dichas de la especialidad se imparten con un marcado componente teórico que se complementa con simulaciones y con asignaturas puramente de laboratorios. Se cuentan para ello con tres maquetas de control a escala, tres robots y una célula flexible de producción. Aun así, los alumnos expresan el deseo de vincular más la teoría con la práctica, debido a que en las asignaturas de laboratorios no alcanzan a implementar todo lo que se ve en forma teórica.

Con el ánimo de revertir esta situación, la Dirección de Investigación de la UBB financió el proyecto interno del tipo IenDU "Sistema de prácticas remotas de control automático en tiempo real para la formación de estudiantes de Ingeniería Civil en Automatización", cuyo objetivo principal es: Desarrollar un sistema que permita la implementación de prácticas remotas de control automático en tiempo real a través de las plataformas de enseñanza a distancia utilizadas en la UBB, e integrarlo a la docencia de la carrera de Ingeniería Civil en Automatización. Para dar cumplimiento a este objetivo, se instaló en la UBB el Sistema de Laboratorios a Distancia (SLD) desarrollado por la Universidad Central de Las Villas (UCLV), Cuba, que permite enlazar un servidor web con Matlab/Simulink y controlar así diversas maquetas (Santana 2012). Este sistema, se ha acoplado a dos plantas reales de procesos a escala desarrolladas por la Feedback Instruments: el Sistema de Tanques Acoplados 33-041S y el Sistema Servomecanismo 33-033. Para el sistema de tanques se desarrollaron prácticas de identificación, control PID, control multivariable, entre otras. Para el sistema servomecanismo se desarrollaron prácticas de identificación, filtrado, control en cascada, entre otras (Rubio, Santana et al. 2016, Esparza, Santana et al. 2017, Rubio, Santana et al. 2018). Con estas prácticas se validan algunos métodos de identificación en línea, los efectos de las acciones Proporcional, Integral y Derivativa de un controlador PID clásico, las modificaciones prácticas que se le hacen a los controladores industriales, las técnicas de seguimiento de trayectoria, etc. (Figueroa, Rubio et al. 2018, Garbarino, Morales et al. 2018).

El presente trabajo muestra los resultados obtenidos tras aplicar las prácticas desarrolladas para el Servomecanismo, en un curso de Control por Computador. Para evaluar la aceptación de este tipo de laboratorios, se cuantificó el uso de la maqueta y se aplicaron encuestas de percepción equivalentes a dos grupos de estudiantes, uno que tomó el curso de Control

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

por Computadora cuando sólo se llevaban a cabo prácticas simuladas y otro que tomó el curso usando las prácticas implementadas en el Sistema de Laboratorio Remoto.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE LABORATORIOS REMOTOS

El SLD es un sistema de laboratorios remotos que permite interactuar con maquetas reales a través de una tarjeta de adquisición de datos y Matlab/Simulink. Ha sido diseñado especialmente para la enseñanza del control automático y se ha empleado en actividades académicas en programas de pregrado y postgrado en la UCLV (Sartorius Castellanos, Hernández Santana et al. 2005, Sartorius Castellanos, Hernández Santana et al. 2006), en la UPM (Santana Ching, Ferre Pérez et al. 2010, Santana Ching, Hernández Santana et al. 2012) y en otros países como México y Venezuela.

La arquitectura del SLD se corresponde con el gráfico mostrado en la Figura 1. Los usuarios interactúan con el sistema a través de Internet. Al acceder al sitio Web el usuario ingresa con su cuenta, elige la práctica que se desea realizar, llena los datos del formulario asociado a la práctica y la manda a ejecutar, Figura 2a.

Los datos de las prácticas son recibidos por el Servidor de Administración de Prácticas (SAP) localizada en el servidor Web. Este está constituido por páginas PHP, lo cual hace al sistema portable y seguro. El SAP envía los datos al Cliente de Administración de Prácticas (CAP) de una estación que pueda ejecutarla y se encuentre disponible y en caso de que todas estén ocupadas, elige la que menor cola de prácticas por atender tenga.

En el CAP, implementado con Web Services, se comunica por COM con Matlab/Simulink y ejecuta la práctica en tiempo real usando el Toolbox Real Time Windows Target. Una vez que la práctica ha sido procesada envían los resultados al usuario. La respuesta es una página Web que muestra gráficamente la respuesta de la planta real que puede ser descargada para su procesamiento local, Figura 2b.

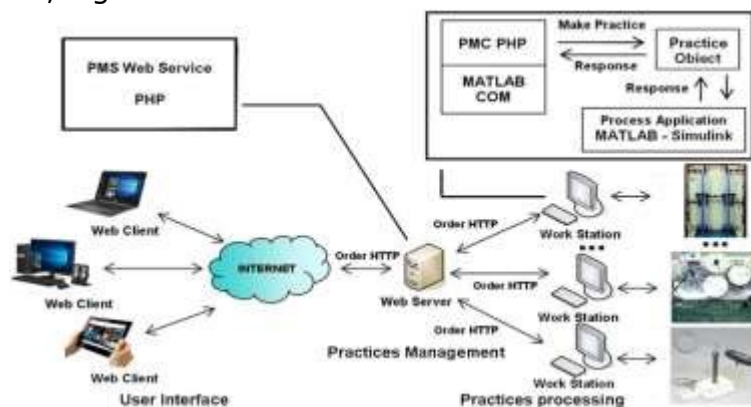


Figura 1. Arquitectura del Sistema de Laboratorios a Distancia

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

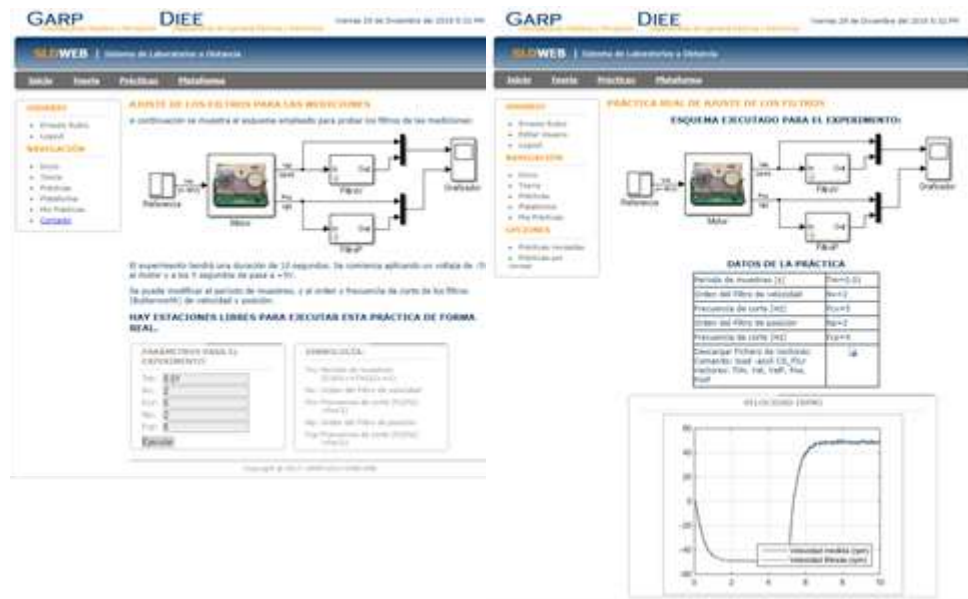


Figura 2. (a) Interfaz de práctica y (b) Interfaz de resultados

RESULTADOS DE LA UTILIZACIÓN DE ESTE SISTEMA EN EL CURSO CPC 2018

En el curso Control por Computador impartido en 2018 en la Universidad del Bío-Bío, se inscribieron 28 alumnos. Las prácticas de laboratorios, descritas anteriormente, se le fueron orientando en la medida que se iba impartiendo el primer tema de la asignatura (16 horas clases) en el que ven Identificación y Control de un Servomecanismo. Las prácticas se realizaron en parejas (14 parejas en total) utilizando el Sistema de Laboratorio a Distancia. Al finalizar el curso se les aplicó una encuesta de conformidad a estos estudiantes y a los del curso anterior que realizaron estas actividades de forma netamente simulada.

Resultados de acceso al Sistema de Laboratorio a Distancia

Según quedó registrado en la base de datos del Sistema de Laboratorio a Distancia, accedieron al mismo 19 de los 28 alumnos. Se constató que fue al menos uno de cada pareja, de lo que se desprende que nueve parejas trabajaron usando un mismo usuario y cinco parejas trabajaron accediendo ambos miembros. Se reportaron un total de 588 accesos entre las cuatro prácticas que tienen un tiempo de duración aproximado de un minuto con lo cual la estación se estuvo utilizando, para estas experiencias, unos 588 minutos (aproximadamente diez horas). En promedio cada estudiante accedió unas 31 veces al sistema, la práctica de Identificación tuvo un promedio de 5.2 accesos por estudiante, la de ajuste de los filtros un promedio de 6.3 accesos

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

por estudiante, la de ajuste del controlador de velocidad un promedio de 10 accesos por estudiante y la de ajuste del controlador de posición un promedio de 9.5 accesos por estudiante. El acceso por estudiante a cada práctica se muestra en la Figura 3.

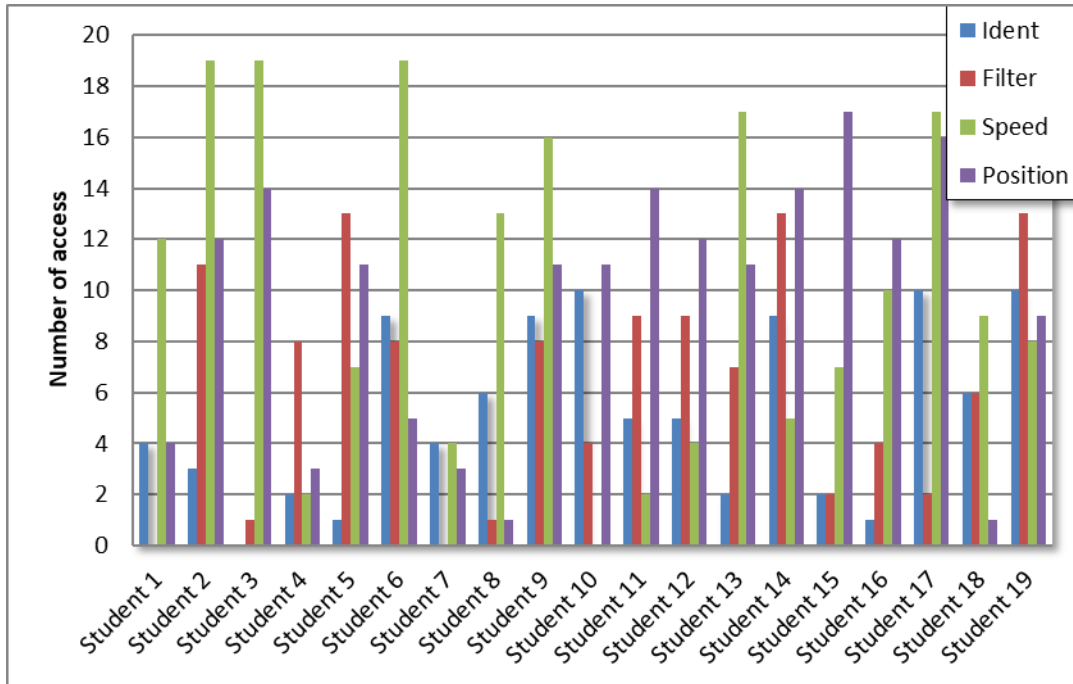


Figura 3. Accesos por estudiante a cada práctica

Lo anterior se considera un acceso elevado de los estudiantes a la maqueta del servomecanismo. Especialmente si se tiene en cuenta que anteriormente solo la veían en una ocasión en clase y de forma demostrativa, sin la posibilidad de interactuar directamente sobre ella.

Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes del curso que no utilizó el SLD

En el curso Control por Computador impartido en 2017, se modelaron sistemas reales y se simularon con Matlab, y a estos modelos se le aplicaron las técnicas de identificación y síntesis de estrategias de control basada en modelo. A los estudiantes que participaron en este curso se les realizó una encuesta con el objetivo de conocer su opinión en cuanto a la motivación que despertó en ellos el uso de esta metodología. La encuesta se les envió utilizando la plataforma GoogleForm y respondieron 17 de los 30 estudiantes que cursaron la asignatura.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Al final de la encuesta se les pedía que hicieran comentario crítico con vistas a mejorar la asignatura, en especial, con lo relacionado a las actividades con equipamiento simulado o real. Algunos comentarios fueron:

- Pude comprender bien los contenidos del ramo, pero cuando lo simulado se ve en la práctica, el conocimiento se concreta de mejor manera a mi parecer. Me parecen excelentes las simulaciones que se aplican en este ramo, ojalá se hiciera así en varios más.

- Falta tener al menos una experiencia real para poder aterrizar las simulaciones de lo que nos podríamos encontrar en la vida real.

- Me parece buena idea llevar las simulaciones como lo hicieron este año.

- Hay prácticas para las que se necesitaba un empujón para comprender como llegar a los resultados.

- Se necesita más clases prácticas y con el equipamiento real ya que son muy teóricas y uno se debe imaginar el equipamiento lo cual no es lo deseado.

- Considero que cualquier ramo teórico (para mi simular = es teórico) sin laboratorio real siempre va a pesar un poco menos que uno teórico-práctico.

- Quizás faltó mayor orientación al inicio de la asignatura, aunque sobre la marcha igual se aprende. Este tipo de iniciativas debería darse en otras asignaturas.

- Creo que las experiencias simuladas fueron de gran ayuda para comprender muchos conceptos que en otras asignaturas quedan en el aire, producto de su nula aplicación en las mismas.

Del análisis de encuesta se obtuvo que el 92% de los estudiantes consideraron "muy necesarias" o "necesarias" las actividades simuladas, mientras que el 75% consideró "muy necesarias" o "necesarias" las actividades con equipamiento real (cosa que no tuvieron). La relación entre actividades simuladas y teóricas fue considerada por un 67% como "muy buena" o "buena". El 83% de los estudiantes consideraron como "muy útil" o "útil" los ensayos simulados y un 66% valoró que estos le permitieron mejorar sus habilidades y conocimientos en "gran medida" o "suficiente". De los encuestados, un 67% se sintió "muy motivado" o "motivado" con las actividades. En tal sentido el 92% de los estudiantes consideró una "muy elevada" o "elevada" dedicación a la asignatura. En general se constata satisfacción con la metodología empleada, pero se reclama la experiencia real, lo cual se evidencia también en los comentarios que hicieron al final.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes del curso que utilizó el SLD

En el curso Control por Computador impartido en 2018, se introdujeron las prácticas remotas a través del Sistema de Laboratorio a Distancia mediante el cual se puede realizar la identificación, ajuste de los filtros de la medición y controladores de velocidad y posición para el Servomecanismo FEEDBACK 33-033. A los estudiantes que participaron en este curso se les realizó una encuesta con el objetivo de conocer su opinión en cuanto a la motivación que despertó en ellos el uso de esta metodología. La encuesta se les envió utilizando la plataforma GoogleForm y respondieron 16 de los 28 estudiantes que cursaron la asignatura.

Al final de la encuesta se les pedía cualquier comentario crítico con vistas a mejorar la asignatura, en especial, con lo relacionado a las actividades con equipamiento simulado o real. Algunos comentarios fueron:

- Mayor variedad de equipos a controlar haría la experiencia más versátil.
- Se presentaron fallas por caída de la plataforma, pero en general estuvo muy bueno, isigan así!
- Es lamentable que el sistema se cayera quedando inutilizable por varios días (cuando se caía los fines de semana), pero en sí un muy buen laboratorio, totalmente recomendable, se tiene un aprendizaje didáctico.
- Se podrían introducir practicas con otros sistemas
- Mejorar el sistema para que no se caiga el servicio. Planificar bien los desafíos y tiempos para el desarrollo de estos. Señalar que la estrategia de utilizar un laboratorio a distancia es fantástica, ya que tenemos más contacto con la realidad, implementar y reforzar lo visto en clases es bastante motivante, porque no hay muchos ramos como este, en donde se tiene el conocimiento y las herramientas para implementarlas.
- El laboratorio a distancia fue útil, pero en ocasiones dejaba de funcionar.
- La experiencia fue bastante satisfactoria en cuanto a experimentar realmente con una planta real, eso sí, la estabilidad del sistema debería mejorar.
- El laboratorio a distancia presenta bastantes ventajas en el aprendizaje, pero su inconveniente es el trabajar a distancia, ya que el sistema se caía y no se podía recuperar hasta que el profesor pudiera hacerlo.

El análisis de la encuesta demostró que el 86% de los estudiantes consideraron "muy necesarias" o "necesarias" las actividades con equipamiento real. La relación entre actividades con equipamiento real y actividades teóricas fue apreciada por un 72% de los estudiantes como "muy buena" o "buena". Los encuestados valoraron en un 84% de "muy útil" o "útil" los ensayos con equipamiento real y que a un 97% le permitió mejorar "en gran medida" o

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

"suficiente" sus habilidades y conocimientos. El 87% consideraron que la experiencia remota fue "muy cercana" o "cercana" a la experiencia real. En cuanto al SLD, el 93% de los estudiantes valoraron que las prácticas desarrolladas con el SLD fueron "muy buenas" o "buenas" y al preguntarles si recomendarían el SLD un 93% respondió afirmativamente. En cuanto a la motivación, el 86% se sintió "muy motivado" o "motivado" con las actividades a través del SLD. Al finalizar, el 86% de los estudiantes consideró que su dedicación a la asignatura fue "muy elevada" o "elevada". En general se constata elevada satisfacción con la metodología empleada. No obstante, piden más variedad de actividades prácticas y reclaman algunas deficiencias en la conexión al SLD. Los problemas de conexión fueron debido a un Switch defectuoso que conectaba las PCs del laboratorio y no admitía los delay de espera cuando se formaba cola en las peticiones al servidor de prácticas. Este problema se corrigió poco tiempo después del término de la experiencia.

Análisis comparativo de las encuestas

A continuación, se muestra una tabla comparativa de las preguntas similares en cada encuesta:

Preguntas	% de acuerdo	
	Sin SLD	Con SLD
Q1. ¿En qué medida considera usted que las actividades con equipamiento real, son necesarias para comprender esta asignatura?	75	86
Q2. ¿Cómo considera usted la relación entre cantidad de actividades con equipamiento simulado/real y cantidad de clases teóricas en esta asignatura?	67	72
Q3. ¿Cuán útil ha sido para usted el aprendizaje mediante ensayos con equipamiento simulado/real en esta asignatura?	83	86
Q4. ¿En qué medida las actividades con equipamiento simulado/real, permitieron mejorar sus habilidades y conocimientos?	66	93
Q5. ¿Cuán motivado se sintió usted con las actividades con equipamiento simulado/real desarrolladas en esta asignatura?	67	86
Q6. ¿Cómo valora usted su dedicación particular a esta asignatura en forma general?	92	86

La comparación muestra que, con la introducción de las prácticas con el SLD, aumentó considerablemente la percepción de que las actividades con equipamiento real, son necesarias para comprender esta asignatura. Mejoró la opinión en cuanto a la relación entre cantidad de actividades prácticas y cantidad de clases teóricas. Se percibe que el aprendizaje mediante los ensayos con equipamiento real fue más útil, que mejora las habilidades y conocimientos y especialmente que aumenta la motivación, lo cual quedó reflejado en el promedio de notas finales donde el curso del 2017 cerró con

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

5.08 y el curso 2018 cerró con 5.72 de promedio en una escala de 1 a 7 puntos. En cuanto a la dedicación a la asignatura, los autores consideramos que los estudiantes que utilizaron el SLD reportaron una menor dedicación a la asignatura debido a que el incremento de la motivación les permitió comprender con menos esfuerzo los mismos conceptos.

Conclusiones

Se constató un elevado nivel de acceso a la maqueta, a través del Sistema de laboratorios a Distancia, para la realización de las prácticas. En total, para las cuatro prácticas descritas que apenas tardan un minuto en ejecutarse, la maqueta se estuvo utilizando aproximadamente diez horas.

El curso que no utilizó el SLD reafirmó la satisfacción con la metodología de impartir la asignatura con simulaciones de sistemas reales, pero se reclamó experiencias reales. Por su parte, el curso que empleó el SLD, demostró una elevada satisfacción con la metodología de impartir los contenidos y reafirmarlos mediante la ejecución de experiencias remotas, no obstante, piden más variedad de actividades prácticas.

Se demuestra que el empleo del SLD impacta positivamente en el interés, la motivación y el desempeño de los estudiantes que cursan asignaturas que requieren prácticas reales de laboratorio. En este caso fueron prácticas de control automático especialmente orientadas para el curso Control por Computador que puede ser transversal a varias carreras, pero pueden implementarse otras prácticas para corroborar temas de otras asignaturas de la especialidad.

Referencias

- Casini, M., A. Garulli, A. Giannitrapani and A. Vicino (2013). "Remote pursuer-evader experiments with mobile robots in the Automatic Control Telelab." IFAC Proceedings Volumes 46(17): 66-71.
- Colbran, S. and M. Schulz (2015). An update to the software architecture of the iLab Service Broker. 12th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV).
- Chacón, J., M. Guinaldo, J. Sánchez and S. Dormido (2015). "A new generation of online laboratories for teaching automatic control." IFAC-PapersOnLine 48(29): 140-145.
- Esparza, V., I. Santana, J. Rohten and E. Rubio (2017). Sistema de Laboratorios a Distancia para la enseñanza del control automático, experiencias con PID. XVII Simposio Internacional de Ingeniería Eléctrica

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción
(SIE-2017), Santa Clara, Cuba, UCLV.

- Figuroa, C. R., E. Rubio, I. Santana, J. Rohten, V. Esparza and B. L. Martinez-Jimenez (2018). Speed and Position Control Practices through the remote laboratory: SLD-UBB. 2018 IEEE International Conference on Automation/XXIII Congress of the Chilean Association of Automatic Control (ICA-ACCA).
- Garbarino, M., R. Morales, J. Rohten, V. Esparza, E. Rubio, P. Melín and J. Guzmán (2018). PID Control Strategies Comparison with Gain Schedule and States Feedback in a Buck-Boost Converter. 2018 IEEE International Conference on Automation/XXIII Congress of the Chilean Association of Automatic Control (ICA-ACCA).
- Gomes, L. and S. Bogosyan (2009). "Current Trends in Remote Laboratories." IEEE Transactions on Industrial Electronics 56(12): 4744-4756.
- Heradio, R., L. de la Torre, D. Galan, F. J. Cabrerizo, E. Herrera-Viedma and S. Dormido (2016). "Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis." Computers & Education 98: 14-38.
- Lei, Z., H. Zhou, W. Hu, Q. Deng, D. Zhou and Z. Liu (2017). "HTML5-Based 3D Online Control Laboratory with Virtual Interactive Wiring Practice." IEEE Transactions on Industrial Informatics 14(6): 2473 - 2483.
- Lowe, D., H. Yeung, M. Tawfik, E. Sancristobal, M. Castro, P. Orduña and T. Richter (2016). "Interoperating remote laboratory management systems (RLMSs) for more efficient sharing of laboratory resources." Computer Standards & Interfaces 43: 21-29.
- Mendes, L. A., L. Li, P. H. Bailey, K. R. de Long and J. A. del Alamo (2016). Experiment lab server architecture: A web services approach to supporting interactive LabVIEW-based remote experiments under MIT's iLab shared architecture. 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV).
- Orduña, P., L. Rodriguez-Gil, J. Garcia-Zubia, I. Angulo, U. Hernandez and E. Azcuenaga (2018). Increasing the Value of Remote Laboratory Federations Through an Open Sharing Platform: LabsLand. Online Engineering & Internet of Things. Cham, Springer International Publishing: 859-873.
- Rodriguez-Andina, J. J., L. Gomes and S. Bogosyan (2010). "Current Trends in Industrial Electronics Education." IEEE Transactions on Industrial

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Electronics 57(10): 3245-3252.

Rubio, E., I. Santana, V. Esparza and J. Rohten (2016). Remote laboratories for control education: Experience at the Universidad del Bío-Bío. IEEE International Conference on Automatica (ICA-ACCA), Curico, Chile, IEEE.

Rubio, E., I. Santana, J. Rohten, V. Esparza and B. L. Martinez-Jimenez (2018). Remote Laboratories for Control Education: Experience to classic PID Control Course. 2018 IEEE International Conference on Automation/XXIII Congress of the Chilean Association of Automatic Control (ICA-ACCA).

Santana Ching, I., M. Ferre Pérez, L. Hernández Santana, R. Aracil Santonja, Y. Rodríguez and E. Pinto Bermúdez (2010). "Aplicación del Sistema de Laboratorios a Distancia en Asignaturas de Regulación Automática." Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI 7(1): 46-53.

Santana Ching, I., L. Hernández Santana, M. Ferre Pérez, E. Pinto Bermúdez and J. M. Cogollor (2012). Analysis of a thermal system through remote laboratories. Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012 IEEE.

Santana, I. (2012). Herramientas para la docencia en automática orientadas hacia la metodología ECTS. PhD, Universidad Politécnica de Madrid.

Sartorius Castellanos, A. R., L. Hernández Santana, R. Aracil Santonja, E. Rubio Rodríguez and I. Santana Ching (2005). "Platform for distance development of complex automatic control strategies using MATLAB." International Journal of Engineering Education, Special issue on Matlab and Simulink in Engineering Education 21(5): 790-797.

Sartorius Castellanos, A. R., L. Hernández Santana, R. Aracil Santonja, E. Rubio Rodríguez and I. Santana Ching (2006). "Virtual and remote laboratory for robot manipulator control study." International Journal of Engineering Education, special issue on Robotic in Engineering Education 22(4):702-710.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Acompañamiento Académico, Tutorial a Estudiantes de Primer Año de Ingenierías Civiles con Alta Deserción.

Andrea Borzone Valdebenito

mborzonev@udec.cl

Universidad de Concepción

Felipe Moraga Villablanca

femoraga@udec.cl

Universidad de Concepción

Jessica Espinoza Candia

jessicaespinoza@udec.cl

Universidad de Concepción

Marcela Aravena Vega

maravena@udec.cl

Universidad de Concepción

Felipe Novoa Mora

felnova@udec.cl

Universidad de Concepción

Palabras clave

Tutoría par, Abandono universitario, Acompañamiento académico, Ingeniería Civil.

Introducción

Uno de los principales desafíos que viven actualmente las instituciones de educación superior es lograr disminuir sus índices de abandono estudiantil.

Existe consenso desde los diversos modelos de estudio del abandono en educación superior, en considerar los primeros años como los más probables de abandono, teniendo mayor relevancia en los estudios sobre este tema, el rendimiento académico, la motivación por el estudio y la adaptación académico social (Álvarez, Callejas, Griol, Durán, 2017).

En relación a las carreras de ingeniería, la deserción es alta (Peña-Calvo, Inda-Caro, Rodríguez-Menéndez, y Fernández-García, 2016), existiendo una mayor probabilidad de abandono en los tres primeros semestres, comenzando a disminuir constantemente esta probabilidad durante los otros semestres (Díaz, 2009), lo que es concordante con los modelos actuales (Tinto, 2010).

Dentro de los factores asociados a la deserción, se encuentran el puntaje obtenido en la Prueba de selección universitaria (PSU), la preferencia de postulación de la carrera estudiada y el ingreso económico familiar (Díaz, 2009). También se ha encontrado una relación importante entre el rendimiento

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

académicos en matemáticas y el abandono de la carrera de Ingeniería en estudiantes universitarios de Argentina (Ferrero y Oloriz, 2015).

Una de las estrategias más difundidas en el contexto de la docencia universitaria es la acción tutorial, entendida como una acción pedagógica y social destinada a implementar actividades que favorezcan el proceso de aprendizaje de los estudiantes y disminuir probabilidades de abandono (Baggini y del Valle, 2017). Este tipo de intervenciones se considera positiva por brindar acompañamiento académico y retroalimentación directa y personalizada (tinto, 2010; Vega, Ferrat, Busoch, 2014), siendo una estrategia recomendada en los primeros años de ingeniería como forma de facilitar la adaptación y aprendizaje de los estudiantes noveles (Graffigna et al., 2014).

Durante el primer trimestre del año 2018 el Centro de Apoyo al de Desarrollo del Estudiante de la Universidad de Concepción (CADE-UdeC) en conjunto con la Unidad de Educación en Ingeniería (UDEI), implementaron un plan de acompañamiento tutorial de la asignatura Introducción a la Matemática Universitaria (IMU) para los estudiantes noveles de las tres carreras de ingeniería civil con el mayor porcentaje de abandono en primer año en las cohortes 2016 y 2017.

Estas carreras se caracterizan por recibir estudiantes con menor promedio en el Puntaje Ponderado de postulación (Puntaje obtenido al ponderar los resultados en la enseñanza secundaria y en la PSU) y en la PSU específica de matemáticas de las 13 ingenierías civiles que imparte la UdeC. En la Tabla 1, se presentan el promedio del puntaje ponderado y de la PSU de matemáticas de las carreras focalizadas en las cohortes 2016 y 2017. En la Tabla 2, se presentan similar información de la cohorte 2018.

Tabla 1

Puntajes de ingreso de las tres carreras focalizadas años anteriores

	2016					2017				
	N	PPOND		Psu_Mat		N	PPOND		Psu_Mat	
		Prom	D.S	Prom	D.S		Prom	D.S	Prom	D.S
Facultad Ingeniería	969	668.7	44.9	666.3	53.8	961	667.1	48.2	662.0	58
Ingeniería 1	55	590.4	27.8	605.1	47.3	54	587.6	35.3	617.4	43.8
Ingeniería 2	75	664.6	38.1	658	55.5	69	657	42	651.3	59.2
Ingeniería 3	56	610.2	32.3	639	50.9	51	595.8	42.1	621	43.9

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Tabla 2.

Puntajes de ingreso de las tres carreras focalizadas año 2018.

2018					
	N	PPOND		Psu_Mat	
		Prom	D.S	Prom	D.S
Facultad Ingeniería	998	659.8	80	660	58.6
Ingeniería 1	56	596.9	33.7	605.8	39.3
Ingeniería 2	64	673.6	35.9	657.1	56.1
Ingeniería 3	47	570.9	98.6	595.7	55

Estas carreras también son las que presentan el mayor porcentaje de abandono en primer año en la Facultad de Ingeniería durante el periodo 2017. En la Tabla 3, se presentan la tasa de retención de las tres ingenierías y de la facultad de la cohorte 2017.

Tabla 3.

Porcentaje de Permanencia cohorte 2017.

	Permanencia	Abandono
Ingeniería 1	51	49
Ingeniería 2	68.9	31.4
Ingeniería 3	56.9	43.1
Facultad	74.9	25.2

El objetivo del acompañamiento fue desarrollar un plan que favoreciera la adecuada inserción y rendimiento académico de los estudiantes de primer año de las carreras con mayor abandono y reprobación de primer año en la asignatura de IMU de la facultad de Ingeniería.

El acompañamiento fue realizado por tutores para durante el periodo comprendidos entre marzo y mayo del 2018 y su población objetivo fueron los 167 estudiantes que cursaban IMU este trimestre y pertenecían a una de las tres carreras focalizadas (En Tabla 2, se presentan la distribución por Carrera). El plano comprendía una reunión presencial de dos horas pedagógicas semanales y fue realizado por 12 monitores, quienes tenían bajo su tutela un grupo de entre 13 y 14 estudiantes noveles. Estos monitores fueron seleccionados por la UdeI en base a sus calificaciones y perfil. Contaron con una

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

capacitación de 10 horas, desarrollada por psicólogos educacionales y pedagogos del área de las matemáticas.

Semanalmente los monitores reportaban a un profesional del CADE la asistencia e información relevante sobre el acompañamiento desarrollado. Cuando un estudiante no asistía en dos ocasiones consecutivas sin justificarse, se le solicitaba al jefe de carrera que le enviará un mail, pero la participación de los estudiantes era voluntaria.

Metodología

El objetivo de este estudio fue describir los apoyos brindados y analizar resultados de la intervención realizada. La metodología fue de tipo cuantitativa, donde se analizaron los resultados en la asignatura IMU comparándola con los de las cohortes anteriores y se contrastaron con los niveles de asistencia a los acompañamientos, finalmente se aplicó una encuesta de satisfacción a los estudiantes que participaron de éstos al finalizar el trimestre

La población objetivo del estudio fueron los 167 estudiantes que cursaban la asignatura IMU en el primer trimestre y que pertenecen a una de las tres carreras focalizadas. Los participantes fueron los 111 estudiantes que asistieron al menos una vez en el trimestre a los acompañamientos, siendo el 76,8% de la población.

Para analizar la relevancia de la asistencia al acompañamiento en la aprobación de IMU, se realiza una asociación de variables mediante el coeficiente Spearman y se generan 4 rangos de asistencia: No asiste; Asistencia baja, menor al 33,3% de asistencia (1 a 3 asistencias), Asistencia moderada, entre el 33,3% y el 66% de asistencia (4 a 6 asistencias) y Asistencia alta, más del 66% de asistencia (más de 6 asistencias).

La encuesta de satisfacción cuenta con un apartado tipo likert con 15 ítems agrupados en tres dimensiones: Satisfacción general con el acompañamiento, Satisfacción con el desempeño del monitor y Satisfacción con el ambiente de acompañamiento. En cada ítem los estudiantes podían puntuar su grado de acuerdo de 1 a 5, siendo el valor 5 el máximo grado de acuerdo y 1 el máximo grado de desacuerdo. Además la encuesta comprende un componente cualitativo en la cual se les solicitaba a los estudiantes que señalaron fortalezas y aspectos a mejorar del apoyo recibido.

La encuesta fue desarrollada por los equipos responsables de la intervención, con el objetivo específico de evaluar este acompañamiento, y se diseñó en base a las encuestas utilizadas en otros acompañamientos con características similares).

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Resultados

La participación de los estudiantes a las sesiones planificadas fue diversa según la carrera. En la Tabla 4, se presenta la cantidad de estudiantes asistentes por carrera y el promedio de participación entre los asistentes.

Tabla 4.
Distribución de estudiantes y asistencia.

	Estudiantes en cohorte	Participantes		Sesiones planificadas	Promedio asistencia participantes	
		N	%		N	%
Ingeniería 1	56	36	64.2	9	5,2	57.7
Ingeniería 2	64	56	87.5	9	6,9	77.7
Ingeniería 3	47	18	38.3	9	4,9	54.4

Al categorizar a los estudiantes según su asistencia, se observa que cerca de la mitad de los estudiantes mantuvo una participación regular o alta en los acompañamientos. En la tabla 5, se presenta la distribución de los estudiantes según su asistencia.

Tabla 5
Asistencia estudiantil.

Categoría	Nº de estudiantes	%
No asiste (0).	53	32.3
Asistencia baja (1 a 3 sesiones).	29	17.4
Asistencia moderada (4 a 6 sesiones).	37	22.2
Asistencia alta (más de 6 sesiones).	45	26.9
perdidos	3	1.8
Total.	167	100

Al comparar los resultados de las cohortes de las tres carreras intervenidas, solo se logra identificar una diferencia positiva en la aprobación en "Ingeniería 2". En la Tabla 6, se presentan la cantidad de estudiantes aprobados y reprobados en las cohortes 2016, 2017 y 2018 de las carreras focalizadas.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Tabla 6.
Distribución de aprobación de asignaturas.

Carrera/Cohorte	2016		2017		2018	
	Aprobados	Reprobados	Aprobados	Reprobados	Aprobados	Reprobados
Ingeniería 1	11 (20%)	44 (80%)	13 (25%)	39(75%)	11(20,4)	43 (79,6%)
Ingeniería 2	36 (52,2)	33 (47,8)	21 (36,8%)	36(63,2%)	30(49,2%)	31(50,8%)
Ingeniería 3	13 (24,1)	41 (75,9)	13 (26%)	37 (74%)	7(15,6)	38 (84,4%)
TOTAL	60(33,7)	118(66,3)	55(32,2)	112(67,8)	48(30)	112(70)
Facultad	553 (56.8)	421(43.2)	554(59.6)	375(40.1)	515(47.4)	464(52.6)

Al evaluar la relación entre la asistencia y el rendimiento en IMU en los estudiantes participantes, se obtiene una relación significativa, positiva y débil; sig<0,001; p=,302. En la tabla 7, se presentan los resultados obtenidos en el Análisis de Correlación de Spearman.

Tabla 7.
Relación asistencia con promedio IMU.

Relación asistencia con promedio IMU.			Not_IMU
Spearman's rho	Asistencia	Correlation Coefficient	,306**
		Sig. (2-tailed)	,001
		N	109

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Al comparar los porcentajes de aprobación en la asignatura Introducción a la Matemática Universitaria se observa una relevante diferencia en la aprobación entre los estudiantes con una asistencia alta comparados con los otros. En la Tabla 8, se presentan el porcentaje de aprobación y reprobación según la categoría de asistencia.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Tabla 8.

Porcentaje de aprobación y reprobación según categoría de asistencia.

	Aprueba		Reprueba		Total
	N	%	N	%	
No asiste	10	20	43	80	53
Asistencia baja	7	25,9	21	74.1	28
Asistencia moderada	8	22,2	28	77.8	36
Asistencia alta	22	48,8	23	51.2	45
Total	47	29	115	71	162**

**Casos perdidos: 5.

En relación a la satisfacción, esta fue respondida por 41 estudiantes participantes (36,9% de los participantes). Los estudiantes valoran de manera muy positiva cada una de las dimensiones incluidas en la encuesta. En la Tabla 9, se presenta el índice de satisfacción por dimensión.

Tabla 9

Índice de satisfacción por dimensión

Dimensiones	Promedio Satisfacción	D.S Satisfacción	% de Satisfacción
Satisfacción con el acompañamiento	4.6	.37	92
Desempeño del monitor	4.7	.41	94
Ambiente del acompañamiento	4.9	.29	98

En el componente cualitativo de la encuesta los estudiantes señalan que el acompañamiento es un complemento a la enseñanza recibida en clases, permitiendo repasar y ejercitar la materia y ver los contenidos de una nueva forma. Como aspectos positivos del acompañamiento señalan el formato personalizado, la cercanía de los tutores pares y su disposición a colaborar y el ambiente de confianza en el que se enmarcó el proceso. Como elementos a mejorar señalan la dificultad para coordinar un horario debido a las diferentes responsabilidades de los participantes, que se mantenga el horario cada semana, que haya más acompañamientos en una semana y que estos tengan una mayor duración. Otra recomendación es la entrega de material escrito.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Conclusiones

El presente escrito presenta los principales resultados obtenidos en el desarrollo de un plan de acompañamiento tutorial en la asignatura Introducción a la Matemática Universitaria para estudiantes que ingresan a una de las tres carreras con mayor abandono en primer año de la facultad de Ingeniería Civil en la Universidad Concepción.

Aunque el objetivo de mejorar las tasas de aprobación en las tres carreras no se cumplió, se considera que esto se debe a la nula o escasa participación de un número importante de estudiantes, no lográndose el impacto esperado a nivel de cohorte.

Por otro lado, los positivos resultados de los estudiantes que participan en comparación con quienes no lo hicieron, sobre todo los que lo hacen de manera constante asistiendo a más de un 66% de las sesiones semanales, confirman lo expuesto por Tinto (2010), Vega, Ferrat, Busoch (2014), y Graffigna et al. (2014) sobre la positiva influencia de este tipo de acompañamientos en estudiantes noveles de ingeniería.

Al parecer, una asistencia irregular al acompañamiento por parte de los estudiantes no logra generar una influencia positiva en sus posibilidades de aprobar IMU, que se ve reflejado en la mayor tasa de aprobación de los estudiantes con baja asistencia en comparación con los de moderada. Por otro lado, la importante diferencia del porcentaje de aprobación que logran los estudiantes que asisten de manera constante, es un indicador de que al parecer la regularidad y constancia de la participación de los estudiantes en esta clase de acompañamientos es trascendental.

En este sentido se hace importante contar con un compromiso institucional con este tipo de actividades que promueva la participación constante de los estudiantes, por ejemplo, a través de la asignación de créditos, calificaciones o requisitos de asistencia.

La importante satisfacción de los estudiantes participantes en cada una de las dimensiones evaluadas y sus positivas retroalimentaciones, se consideran otro argumento importante para fortalecer este tipo de iniciativas. En esta línea, se considera importante evaluar para próximas iniciativas un mayor número de sesiones semanales o una mayor duración de estas.

Se considera relevante que este tipo de iniciativas se articulen dentro de un plan que integre a diversos actores y estamentos de la universidad, ya que la alta tasa de abandono de estas carreras y la reprobación de la asignatura inicial de matemática, requiere probablemente de revisiones estructurales del plan de estudio.

La relevancia de este estudio es que entrega nuevos antecedentes en relación a la participación de estudiantes de cursos superiores como una forma efectiva de formación y acompañamiento en asignaturas con altas tasas de

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

reprobación en carreras con altos índices de abandono.

Referencias

- Álvarez, N., Callejas, Z., Griol, D., Durán, M., (2017). La deserción estudiantil en educación superior: s.o.s. en carreras de ingeniería informática. VII Clabes [En línea], 0 (2017): s. p. Web. 25 Ago. 2018
- Baggini, I., y del Valle, L., (2017). Acción tutorial e integración universitaria VII Clabes [En línea], 0 (2017): s. p. Web. 25 Ago. 2018.
- Díaz, Ch.,(2009). Factores de Deserción Estudiantil en Ingeniería: Una Aplicación de Modelos de Duración. *Información Tecnológica*, 20 (5), 139-146.
- Ferrero, E. L., y Oloriz, M. G. (2015). Aplicación de estrategias motivacionales para mejorar la enseñanza de matemática introductoria en la educación superior. V CLABES. [En línea], 0 (2015): s. p. Web. 25 Ago. 2018.
- Tinto, V. (2010). From theory to action: Exploring the institutional conditions for student retention. (J.C. Smart (ed.), Ed.) (Springer N). *Higher education: Handbook of theory and research*. doi: 10.1007/978-94-007-2950-6.
- Graffigna, A. M., Hidalgo, L., Jofré, A., Berenguer, M. D. C., Moyano, A., y Esteybar, I. (2014). Tutorial Practice as a Strategy of Retention at the School of Engineering. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 2489–2493. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.01.598
- Peña-Calvo, J. V., Inda-Caro, M., Rodríguez-Menéndez, C., y Fernández-García, C. M. (2016). Perceived Supports and Barriers for Career Development for Second-Year STEM Students. *Journal of Engineering Edu*

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

Iniciativa Propedéutica en Tecnología del Hormigón para Estudiantes de Liceo Técnico-Profesional con Programa PACE.

Mauricio Pradena Miquel

mpradena@udec.cl

Universidad de Concepción

Juan Sebastián Rojas Gonzáles

Universidad de Concepción

Jorge Maluenda Albornoz

jorgemaluendaa@gmail.com

Universidad de Concepción

Palabras clave

Hormigón, PACE, Educación Media Técnico Profesional, Iniciativa Propedéutica, Innovación Educacional y Responsabilidad Social

INTRODUCCIÓN

En Chile prácticamente el 40% de los estudiantes de tercero y cuarto medio corresponde a la Educación Media Técnico Profesional, EMTP (www.tecnicoprofesional.mineduc.cl). Aunque originalmente esta educación estaba básicamente orientada a preparar a los estudiantes en forma efectiva para el trabajo (Decreto 220, 1998, p. 285), en la actualidad existe un esfuerzo para que los estudiantes de EMTP puedan continuar estudiando en la educación superior. En particular, El Programa de Acompañamiento y Acceso Efectivo a la Educación Superior (PACE) busca promover la preparación, acceso a la educación superior, acompañamiento y apoyo de estudiantes de enseñanza media, provenientes de contextos vulnerados (www.pace.mineduc.cl).

Por otra parte, el Departamento de Ingeniería Civil (DIC) UdeC ha estado desarrollando una serie de actividades de vinculación con el medio con tal de acercar el quehacer universitario a la comunidad, particularmente la comunidad escolar, y específicamente dando a conocer aspectos de la Ingeniería Civil.

En el caso de las carreras de técnico en construcción de la EMTP, es importante considerar la formación respecto al material hormigón, debido a la masividad de su uso. En efecto, el hormigón es el material de construcción más utilizado mundialmente (Gagg, 2014) y también en Chile, donde se estima que sobre el 70% de las construcciones involucran este material (Dávalos, 2013). Aún con esto, muchos liceos técnico-profesionales, que imparten la carrera de

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

técnico en construcción, no cuentan con equipamiento adecuado para la formación en hormigón.

De esta manera, en el Laboratorio de Hormigón (LH) DIC UdeC se ha estado desarrollando un programa de Responsabilidad Social (RS), que en su primera etapa, permitió a estudiantes de técnico en construcción de tres liceos visitar el LH, donde se les realizó una inducción, reconocimiento de equipamiento y demostración de ensayos que se realizan al hormigón. Además, se realizaron charlas dictadas en los liceos por el profesor de la asignatura "Tecnología del Hormigón" de la carrera de Ingeniería Civil UdeC. Uno de estos establecimientos fue el Liceo Polivalente de Tomé Alto, que tiene programa PACE con UdeC, por lo que estudiantes del liceo podrían continuar estudiando en la educación superior. De hecho, en este liceo en particular la proporción de estudiantes que acceden a la educación superior es mayor en el área técnico-profesional que científico-humanista.

A partir del resultado de estas actividades de RS, se desarrolló un proyecto de extensión UdeC para que la contribución a los estudiantes fuera mayor, permitiéndoles esta vez no solo visitar el LH sino trabajar activamente en él.

OBJETIVO

El objetivo de la presente contribución es describir los fundamentos de una iniciativa propedéutica originada en base a la innovación educativa y responsabilidad social desarrolladas en el laboratorio de hormigón UdeC.

METODOLOGÍA

Primeramente, se describe brevemente la innovación educativa y particularmente el programa de RS desarrollado en el LH. Posteriormente se presenta el trabajo con los estudiantes de EMTP en el LH y la charla en el liceo, para finalmente entregar la apreciación de los estudiantes, particularmente respecto al interés de seguir estudiando en la educación superior carreras relacionadas con la construcción.

RESULTADOS

BASES PARA LA INICIATIVA PROPEDÉUTICA

Innovación educativa en el LH

En las III y IV Jornadas de Educación en Ingeniería se ha presentado distintos aspectos de una innovación en la enseñanza de la "Tecnología del Hormigón" para Ingeniería Civil (Pradena y Maluenda, 2018; Pradena et al, 2019). Esta innovación consistió en transitar desde un laboratorio tipo

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

descriptivo (alumnos observan al laboratorista realizar las experiencias) a uno activo-participativo donde los estudiantes son los protagonistas del aprendizaje, y pueden justamente experimentar por ellos mismos el material hormigón en el laboratorio. Además, en los informes se incluye una sección de “análisis” para que los estudiantes justamente analicen el proceso experimentado, los resultados obtenidos, los comparen con los de otros equipos de trabajo, los expliquen y concluyan. De acuerdo con los resultados de encuestas aplicadas a los estudiantes, y la validación internacional realizada, se concluyó que la innovación docente fue exitosa.

Programa de Responsabilidad Social en el LH

Adicionalmente, en el LH se generó un programa de RS dirigido a estudiantes de técnico en construcción ETMP de sectores vulnerables, que no tienen acceso a un laboratorio de este tipo, aún con lo importante que es el hormigón en su formación. En una primera etapa de este programa, estudiantes de tres liceos técnico-profesionales de tres provincias de la región del Biobío (Arauco, Concepción, y Biobío) visitaron el LH, donde se les realizó una inducción, reconocimiento de equipamiento y demostración de ensayos que se realizan al hormigón. Las visitas fueron muy positivas, no sólo debido a que la mayoría de los estudiantes nunca había estado en un laboratorio de hormigón, sino que también por el hecho de visitar la UdeC y sentirse considerados, lo cual no sólo fue posible observar en la actitud de los mismos estudiantes, sino que también se refleja, en parte, en lo expresado por uno de los profesores de un liceo quién señaló “Esta oportunidad es una en un millón” (Figura 1).

INICIATIVA PROPEDÉUTICA: CHARLA Y TRABAJO EN LABORATORIO

Considerando la importancia del hormigón en la formación del técnico en construcción, además de la visita al LH, el profesor de “Tecnología del Hormigón” del DIC UdeC realizó la charla “Hormigón: el material de construcción más utilizado” en dos liceos técnico-profesionales de la región del Biobío (Figura 2). Una de esas charlas fue dirigida a los estudiantes de 4º medio del Liceo Polivalente de Tomé Alto (LPTA), que tiene programa PACE con UdeC.

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción



Figura 1. Nota Facultad de Ingeniería sobre visita de estudiantes de la Provincia de Arauco al Laboratorio de Hormigón



Figura 2. Profesor de Tecnología del Hormigón DIC UdeC dictando charla en liceo técnico-profesional.

Sin embargo, aun cuando lo realizado fue bueno, era insuficiente, porque se requiere que los estudiantes puedan realizar experiencias por ellos mismos en el laboratorio más que observarlas. Este mayor involucramiento en los procesos que se llevan a cabo en un laboratorio de hormigón es de la más alta relevancia en estudiantes de técnico en construcción de EMTP cuya formación es eminentemente práctica. Es por esto que se postuló y adjudicó el Proyecto de Extensión UdeC 03-2018 "Responsabilidad Social Universitaria: Impactando

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

de manera significativa la formación de estudiantes de educación técnico-profesional en construcción de sectores vulnerables de la Región del Biobío”, para que los estudiantes no sólo pudieran visitar el LH sino trabajar en él. Entre estos estudiantes de EMTP se encontraba el curso de 4º medio del LPTA, que tiene programa PACE con UdeC.

De esta manera, el apoyo al proceso formativo de los estudiantes en el laboratorio consiste básicamente en que ellos puedan trabajar directamente el hormigón desde la preparación, mezcla de materiales, ajustes de cantidades, ensayos al hormigón fresco, moldeo de probetas, compactación, terminación y protección de ellas, para luego del período de curado, ensayarlas a los 28 días y observar los efectos en la resistencia alcanzada que producen distintas proporciones de materiales, procesos de compactación y/o curado.



Figura 3. Estudiantes de técnico en construcción EMTP trabajando activamente en el LH.

APRECIACIÓN DE LOS ESTUDIANTES

Luego de ensayar las probetas a 28 días, los 15 estudiantes de 4º medio del LPTA fueron consultados sobre sus experiencias activas en el LH. Se realizaron preguntas generales abiertas, cuyas respuestas luego fueron categorizadas. La Figura 4 muestra, a modo de ejemplo, las respuestas de los estudiantes al ser consultados sobre su apreciación del LH UdeC y sus aspiraciones a futuro.

Las respuestas de los estudiantes respecto al LH están relacionadas con aspectos netamente técnicos de éste, como los elementos y objetivos de un laboratorio de este tipo.

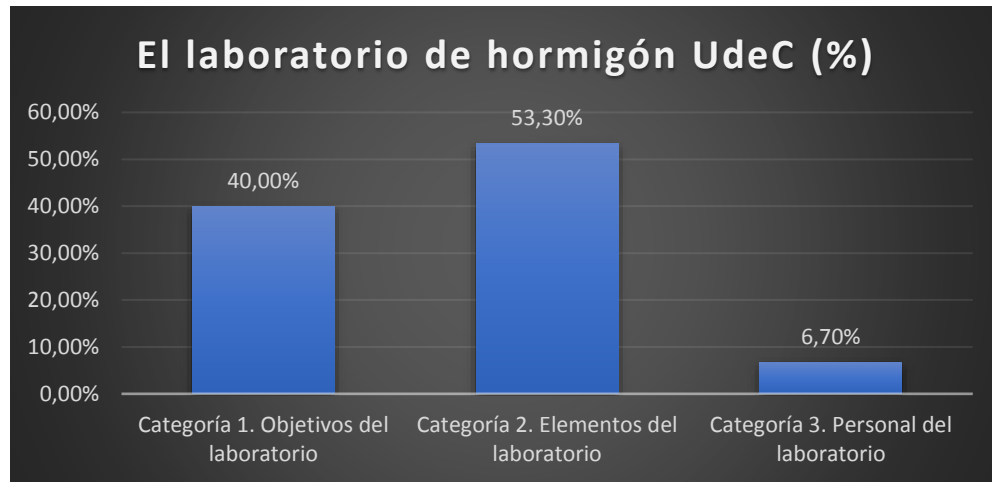
Consultados los estudiantes de 4º medio del LPTA respecto de sus aspiraciones a futuro, sobre un 75% manifiesta su interés en continuar estudios relacionados con la construcción. Considerando esto, y la relevancia del

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

hormigón en la formación de profesionales relacionados con la construcción, tanto la charla en el LPTA como el trabajo activo en el LH, corresponden a una iniciativa propedéutica para los que continúen formándose en la educación superior.



A)



Figura 4. Apreciación de los estudiantes sobre (a) El LH UdeC; (b) Sus aspiraciones a futuro.

CONCLUSIONES

La innovación educativa en aprendizaje activo y la primera etapa del programa de responsabilidad social (visitas de los estudiantes de EMTP) desarrollado en el laboratorio de hormigón UdeC sentó las bases para el desarrollo de la iniciativa propedéutica en tecnología del hormigón para estudiantes de técnico en construcción de la EMTP. Efectivamente esta iniciativa propedéutica permitió que estos estudiantes trabajaran activamente en el

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

laboratorio, lo cual es fundamental para su formación, que es eminentemente práctica. Los fondos para esta iniciativa corresponden a la segunda etapa del programa de responsabilidad social y provienen de un proyecto de extensión UdeC. Entonces la innovación educacional y el programa de RS, ha permitido generar un círculo virtuoso incorporando trabajo interdisciplinario (ingeniero civil, sociólogo, psicólogo educacional) y también motivando a estudiantes de ingeniería civil quienes han contribuido al buen desarrollo de la iniciativa propedéutica.

Al ser consultados sobre sus aspiraciones a futuro, sobre un 75% de los estudiantes de 4º medio del LPTA manifiesta su interés en continuar estudios relacionados con la construcción. Considerando esto, y la relevancia del hormigón en la formación de profesionales relacionados con la construcción, tanto la charla en el liceo como el trabajo activo en el laboratorio de hormigón UdeC, corresponden a una iniciativa propedéutica para los que continúen formándose en la educación superior.

Si bien la presente contribución describe una iniciativa propedéutica relacionada específicamente con un liceo técnico-profesional con programa PACE, la base del modelo se puede utilizar con estudiantes de enseñanza media de otros establecimientos como parte del programa de vinculación con el medio del Departamento de Ingeniería Civil UdeC.

AGRADECIMIENTOS

- Proyecto 03-2018 Dirección de Extensión UdeC
- Directores Depto. Ing. Civil: Dr. Patricio Cendoya y Dr. Gonzalo Montalva
- Estudiantes de Ingeniería Civil: Sr. Tomás Hidalgo y Sr. Vicente San Martín
- Personal técnico y administrativo DIC: Sr. Carlos Bustos, Sra. Vilma Silva, Sra. Alejandra Araneda

REFERENCIAS

- Dávalos A. (2013). Hormigón sustentable: Una nueva mirada a los materiales de construcción. *Beauchef Magazine*, 2do semestre 2013, 19-22. Recuperado de http://www.b850.texterity.com/b850/segundo_semestre_2013?pg=19#pg19
- Gagg, C. (2014). Cement and concrete as an engineering material: An historic appraisal and case study analysis. *Engineering Failure Analysis*, 40, 114-

Innovaciones Educativas en Ingeniería 2019

Iniciativas de académicos para el mejoramiento de los aprendizajes en ingeniería

Facultad de Ingeniería | Universidad de Concepción

140.

Pradena M., y Maluenda, J. (2018). Mejorando la docencia experimental en el Laboratorio de Hormigón del Departamento de Ingeniería Civil UdeC. Actas III Jornadas de Educación en Ingeniería, Universidad de Concepción.

Pradena M., Silva, R., y Maluenda, J. (2019). Enseñanza experimental integral del hormigón para el fortalecimiento del dominio competente. Actas IV Jornadas de Educación en Ingeniería, Universidad de Concepción.