

Una Aplicación del CDIO en el Rediseño Curricular en la Carrera de Ingeniería Civil Informática en la UCSC

Marcia Muñoz

marciam@ucsc.cl

Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Bío-Bío, Chile

A mediados de la década pasada, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Santísima Concepción (UCSC) inició un proceso de renovación curricular para lo cual se estudiaron diferentes modelos aplicados a la disciplina. Esto incluyó modelos basados en competencias como el de la Universidad de Deusto (España), y el de la Université de Sherbrooke (Canadá). Por otro lado, también se estudiaron modelos basados en resultados de aprendizaje como el propuesto por la Iniciativa CDIO (Crawley et al., 2011), modelos de aprendizaje basado en proyectos como el de Olin College, y otros basados además en aprendizaje-servicio como los de Northeastern University y Bentley University (Estados Unidos). En el año 2008, la Facultad de Ingeniería de la UCSC, con el apoyo del programa MECESUP (Proyecto MECESUP USC0610), comenzó un proceso de re-diseño curricular de sus planes de estudio basado en el modelo CDIO (Loyer et al., 2011), como lo muestra la figura 1. Se eligió este modelo porque fue creado especialmente para ingeniería y se enfoca en la reforma del currículum, los métodos de enseñanza-aprendizaje, evaluación de aprendizaje, experiencias de diseño-implementación, y la creación de laboratorios y espacios de trabajo adecuados. Esta reforma además se acogió al nuevo Modelo Formativo de la UCSC (Universidad Católica de la Santísima Concepción, 2009) que está centrado en la persona humana y se organiza en torno a cuatro ejes orientadores: a) un currículum basado en resultados de aprendizaje y competencias; b) un proceso de enseñanza centrado en el estudiante; c) una formación centrada en el diálogo entre fe y razón y coherencia ética; d) una integración de la actividad académica con la sociedad. En el año 2011, esta reforma curricular inicia su fase de implementación en 5 carreras de Ingeniería: Civil, Industrial, Informática, Logística y Biotecnología Acuícola. En el año 2012, la Facultad de Ingeniería se adjudica un proyecto FIAC (Fondo de Innovación Académica) del Ministerio de Educación (Proyecto FIAC2 USC1101). Este proyecto ha permitido principalmente fortalecer el cuerpo académico dedicado a la formación en ciencias básicas y habilitar espacios de aprendizaje adecuados a las metodologías de aprendizaje activo.

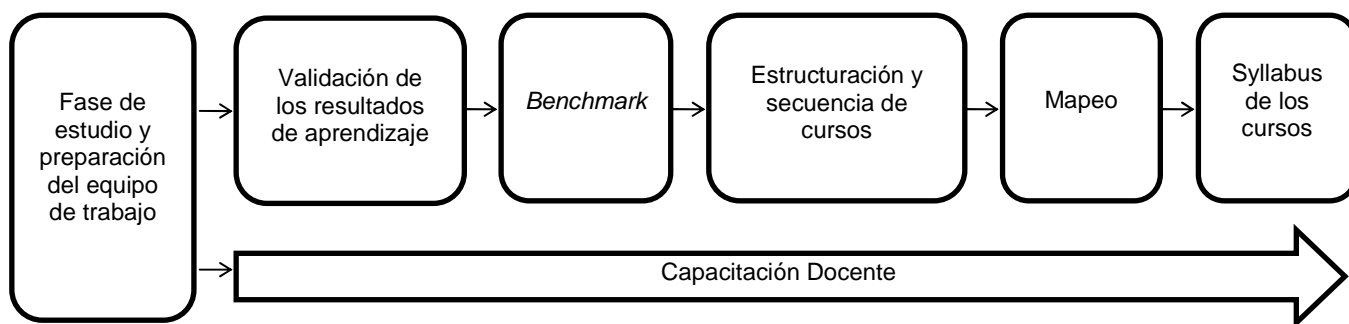


Figura 1: Proceso de re-diseño curricular de los planes de estudio de la Facultad de Ingeniería - UCSC

1. INICIATIVA CDIO

La Iniciativa CDIO (Concebir-Diseñar-Implementar-Operar) define un marco educativo orientado a la formación en ingeniería que promueve el aprendizaje de conceptos fundamentales de la disciplina al igual que el desarrollo de resultados de aprendizaje asociados a habilidades personales, interpersonales y propias de la ingeniería para concebir, diseñar, implementar y operar productos, procesos y sistemas en un contexto empresarial y social. Estas categorías de resultados de aprendizaje están definidas en hasta 4 niveles de detalle en el CDIO Syllabus (Crawley et al., 2007), las cuales han sido revisadas y recientemente ampliadas para incluir habilidades asociadas a roles

esperados en los ingenieros, como son el liderazgo y el emprendimiento (Crawley et al., 2011). En la figura 2 se muestra hasta el nivel 2 del CDIO Syllabus V2.0.

Estructura del Syllabus CDIO	
Nivel 1	Nivel 2
1. Conocimiento y Razonamiento Disciplinario	1.1. Conocimiento de Matemáticas y Ciencias Básicas
	1.2. Conocimiento de Fundamentos de Ciencias de la Ingeniería
	1.3. Conocimiento Avanzado de Fundamentos, Métodos y Herramientas de Ingeniería
2. Habilidades y Atributos Personales y Profesionales	2.1. Razonamiento Analítico y Resolución de Problemas
	2.2. Experimentación, Investigación y Descubrimiento de Conocimiento
	2.3. Pensamiento Sistémico
	2.4. Actitudes, Pensamiento y Aprendizaje
	2.5. Ética, Equidad y Otras Responsabilidades
3. Habilidades Interpersonales: Trabajo en Equipo y Comunicación	3.1. Trabajo en Equipo
	3.2. Comunicaciones
	3.3. Comunicación en Idiomas Extranjeros
4. Concebir, Diseñar, Implementar y Operar Sistemas en el Contexto Empresarial, Societal y Ambiental – El Proceso de Innovación	4.1. Contexto externo, societal y ambiental
	4.2. Contexto empresarial y de negocios
	4.3. Concebir, Ingeniería y Administración de Sistemas
	4.4. Diseñar
	4.5. Implementar
	4.6. Operar
	4.7. Liderazgo en Ingeniería
	4.8. Emprendimiento

Figura 2: Nivel 2 del CDIO Syllabus V2.0

Este marco formativo incluye además 12 estándares, que son un conjunto de buenas prácticas que guían y facilitan el rediseño curricular y fomentan la mejora continua de los planes de estudio en ingeniería (CDIO, 2010). En la tabla 1 se describe brevemente cada estándar.

Tabla 1: Estándares CDIO

ÉSTANDAR	DESCRIPCIÓN
1. CDIO COMO CONTEXTO	Contexto para la educación en ingeniería es el desarrollo del ciclo de vida de un producto, proceso o sistema y su correspondiente despliegue. Concebir-Diseñar-Implementar-Operar es un modelo del ciclo de vida completo de un producto, proceso o sistema.
2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE	Resultados de aprendizaje específicos y detallados para habilidades personales e interpersonales, y habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas, así como al conocimiento de la disciplina, consistentes con los objetivos del plan de estudios y validados por todos los actores éste.
3. CURRÍCULUM INTEGRADO	Un currículo diseñado con cursos disciplinares que colaboran entre sí, con un plan explícito de integración de habilidades personales e interpersonales, y habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas.
4. INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA	Un curso introductorio que proporciona un marco de referencia para la práctica de la ingeniería en la construcción de productos, procesos y sistemas, y que introduce habilidades personales e interpersonales esenciales.
5. EXPERIENCIAS DE DISEÑO-IMPLEMENTACIÓN	Un currículum que incluye dos o más experiencias de diseño e implementación, al menos, una de nivel básico y una de nivel avanzado.
6. ESPACIOS DE TRABAJO DE INGENIERÍA	Espacios de trabajo propios de la ingeniería, talleres y laboratorios que apoyen y estimulen el aprendizaje práctico de la construcción de productos, procesos y sistemas, el conocimiento de la disciplina y el aprendizaje social
7. EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE INTEGRADO	Experiencias de aprendizaje integrado que conducen a la adquisición de conocimientos disciplinares, de habilidades personales e interpersonales, así como también habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas.
8. APRENDIZAJE ACTIVO	Enseñanza y aprendizaje basados en métodos de aprendizaje activo y experiencial.
9. CAPACITACIÓN DE DOCENTES EN CDIO	Acciones que fortalecen la competencia de los académicos en habilidades personales e interpersonales, y en habilidades de construcción de productos, procesos y sistemas.
10. CAPACITACIÓN PEDAGÓGICA DE DOCENTES	Acciones que fortalecen la competencia de los académicos para ofrecer experiencias de aprendizaje integrado, utilizar métodos de aprendizaje activo y experiencial, y evaluar el aprendizaje de los estudiantes.
11. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE	Evaluación del aprendizaje de los estudiantes tanto en habilidades personales, interpersonales, y en la construcción de productos, procesos y sistemas, como en conocimientos disciplinares.
12. EVALUACIÓN DEL PROGRAMA CDIO	Un sistema que evalúa el plan de estudios con respecto a los doce estándares, y entrega realimentación a los estudiantes, académicos y otras partes interesadas para fines de mejoramiento continuo.

2. ADOPCIÓN DE LOS ESTÁNDARES DEL CDIO

A partir del año 2011, se inicia la implementación del re-diseño curricular y junto con ello de mecanismos de monitoreo y evaluación (Cárdenas et al., 2012). También se intensifica la capacitación docente con apoyo del Centro de Innovación y Desarrollo Docente (CIDD), un centro de apoyo al desarrollo de competencias pedagógicas recientemente creado por la institución, el cual realiza un programa de certificación que incluye cinco competencias pedagógicas: Diseño de curso basado en resultados de aprendizaje; Metodologías para desarrollar resultados de aprendizaje; Evaluación de resultados de aprendizajes; Uso de TIC para potenciar el aprendizaje; y Comunidades Docentes (Cárdenas, 2013).

Para dar cuenta del cumplimiento de los estándares CDIO se muestra una auto-evaluación preliminar de la adopción de dichos estándares. Esta auto-evaluación es de vital importancia para detectar oportunamente debilidades del diseño y su implementación, contribuyendo así al mejoramiento continuo de los planes de estudio. La tabla 2 muestra la rúbrica general (CDIO, 2010) utilizada para evaluar el cumplimiento de los 12 estándares y la figura 3 muestra el nivel de logro alcanzado en la Carrera Ingeniería Civil Informática para cada uno de ellos (Martínez et al., 2013).

Tabla 2: Rúbrica General

Nivel	Criterio
5	Las evidencias relacionadas con el estándar se revisan regularmente y se usan para hacer mejoras.
4	Hay evidencias documentadas de la completa implementación y del impacto del estándar en los diferentes componentes e integrantes del programa.
3	La implementación del plan para abordar el estándar está en funcionamiento entre los diferentes componentes e integrantes del programa.
2	Existe un plan en marcha para abordar el estándar.
1	Hay conciencia de la necesidad de adoptar el estándar y existe un proceso en marcha para llegar a abordarlo.
0	No existe planificación documentada o ninguna actividad relacionada con el estándar.

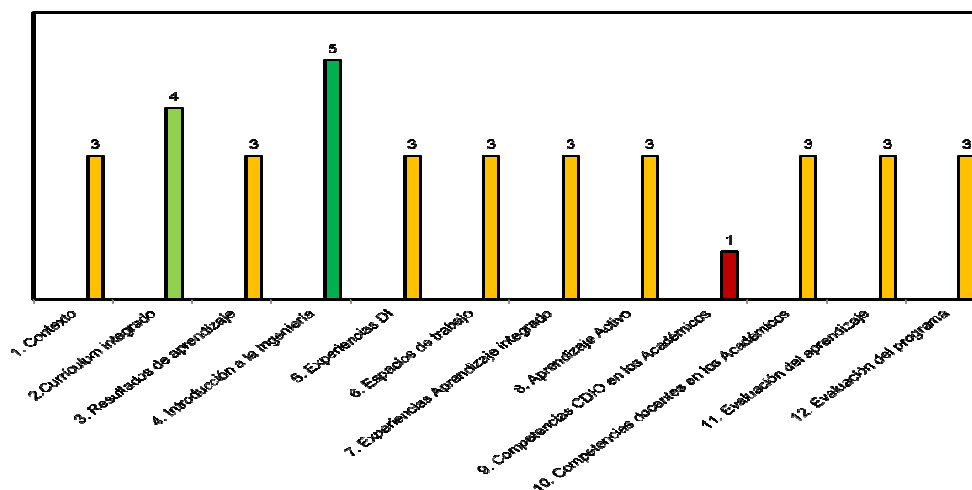


Figura 3: Auto-evaluación preliminar del nivel de logro de los estándares CDIO en Ingeniería Civil Informática

La auto-evaluación preliminar del cumplimiento de los estándares de la Iniciativa CDIO en la Carrera de Ingeniería Civil Informática evidencia que en sólo un estándar existe conciencia de la necesidad de adoptarlo y existe un proceso en marcha para llegar a abordarlo (nivel 1). En ocho de sus estándares, la implementación del proceso de renovación curricular se encuentra en funcionamiento entre los diferentes componentes e integrantes del plan de estudio (nivel 3). En dos de sus estándares, existe evidencia documentada de una completa implementación del estándar y del impacto de éste en los componentes del programa (nivel 4). Sólo el estándar 4, Introducción a la Ingeniería, se encuentra en el máximo nivel de logro (nivel 5) dado que evidencia revisiones regulares que permiten un mejoramiento continuo (Muñoz et al., 2013). Esto probablemente se debe a que la implementación del nuevo plan de estudio se encuentra en su tercer año y este componente asociado al primer año del plan ha tenido la oportunidad de ejecutarse más veces y los mecanismos de evaluación y mejoras implementadas han sido efectivas.

REFERENCIAS

- Brodeur, D., and Crawley, E. (2005). "Program evaluation aligned with the CDIO Standards", *Proceedings of ASEE-05*, Portland, Oregon.
- Cárdenas, C., Cepeda, M., Martínez, C. and Muñoz, M. (2012). "Modelo de evaluación de actividades curriculares de un plan de estudios basado en resultados de aprendizaje y competencias", *Proceedings of XXV Congress of the Chilean Engineering Education Society (SOCHEDI)*, Antofagasta.
- Cárdenas, C., Martínez, C. and Muñoz, M. (2013). "Bringing Active Learning into Engineering Curricula: Creating a Teaching Community", *Proceedings of the 9th International CDIO Conference*, MIT and Harvard University, Cambridge, MA.
- CDIO (2010). The CDIO Standards v2.0 (with customized rubrics). <http://www.cdio.org/knowledge-library/documents/cdio-standards-v-20-customized-rubrics>.
- Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S. and Brodeur, D. (2007). "Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach". Springer Sciences + Business Media LLC, New York.
- Crawley, E., Malmqvist, J., Lucas, W. and Brodeur, D. (2011). "The CDIO Syllabus v2.0. An Updated Statement of Goals for Engineering Education". *Proceedings of the 7th International CDIO Conference*, Technical University of Denmark, Copenhagen.
- Loyer S., Muñoz, M., Cardenas, C., Martínez, C., Cepeda, M. and Faúndez, V. (2011). "A CDIO approach to curriculum design of five engineering programs at UCSC", *Proceedings of the 7th International CDIO Conference*, Technical University of Denmark, Copenhagen.
- Martínez, C., Muñoz M., Cárdenas, C. and Cepeda, M. (2013). "Adopción de la Iniciativa CDIO en los Planes de Estudio de las Carreras de la Facultad de Ingeniería de la UCSC", *Proceedings of the 11th LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013)*, August 14 - 16, 2013 Cancun, Mexico.
- Muñoz M., Martínez, C., Cárdenas, C. and Cepeda, M. (2013). "Active Learning in first-year engineering courses at Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile", *Australasian Journal of Engineering Education (AJEE)*, Vol 19, No1.
- Universidad Católica de la Santísima Concepción. (2009). "Modelo formativo basado en resultados de aprendizaje y competencias de la universidad", Decreto de rectoría 88.