

APRENDIZAJE ORIENTADO A PROYECTO EN LAS INGENIERÍAS UCN

Flores Medel María Hilda, Universidad Católica del Norte, maflores@ucn.cl

RESUMEN

Este trabajo pretende mostrar los aspectos fundamentales para implementar los cursos bajo metodología “Aprendizaje orientado a proyecto” en los Planes de Estudio innovados, de las doce Ingenierías de la Universidad Católica del Norte, permitiendo de esta forma establecer un marco genérico para el diseño, implementación y evaluación de dichos cursos. Las Ingenierías de la Universidad Católica de Norte iniciaron un proceso de rediseño curricular el año 2013, en el marco del convenio de desempeño “Reinventando las Ingenierías” y sobre la base del modelo CDIO. Los cursos de modalidad proyecto se hacen cargo del desarrollo de habilidades personales, interpersonales y de construcción de productos, procesos y sistemas; a través del establecimiento de rutas de aprendizaje y de experiencias de aprendizaje integrado que incorporan problemas de la ingeniería profesional.

PALABRAS CLAVES: Modelo CDIO, Aprendizaje orientado a proyecto, Habilidades interpersonales, Habilidades personales, Habilidades para la construcción de productos, Capstone Project.

INTRODUCCIÓN

En el año 2013 las doce carreras de ingeniería de la Universidad Católica de Norte iniciaron un proceso de rediseño curricular en el marco del convenio de desempeño “Reinventando las Ingenierías” cuyo objetivo es “Formar ingenieros que respondan de manera efectiva a las exigencias del siglo XXI; mediante una reforma profunda del currículo, metodologías activas de aprendizaje, adoptar el sistema de créditos transferibles con un máximo de 300 SCT para las ingenierías de base científica y 240 SCT para ingenierías de base tecnológica. Todo ello con el afán de generar una oferta educativa más eficaz en términos de la calidad, relevancia y pertinencia de los aprendizajes desarrollados por los estudiantes y, al mismo tiempo más eficiente con respecto al tiempo requerido para obtener el título de ingeniero de la UCN

De esta forma, el rediseño curricular se basó en el modelo CDIO, una iniciativa mundial propuesta conjuntamente por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y el Royal Institute of Technology (KTH). Este modelo plantea lo que debe saber un ingeniero y como se debe estructurar un programa para lograrlo (Crawley, Östlund y Brodeur, 2007). Para lograr este objetivo se construye un Syllabus, el que contiene las distintas habilidades que debe lograr el egresado a modo de resultados de aprendizaje organizados en distintas categorías: habilidades personales y profesionales, habilidades interpersonales y habilidades para la práctica de la ingeniería. En este sentido la incorporación de las rutas de aprendizaje de habilidades personales e Interpersonales al currículo de las ingenierías, pretende de manera directa e indirecta la introducción, enseñanza y aplicación de las distintas competencias por medio de actividades integradas a la arquitectura curricular, ver Fig 1.

El plan de estudio de las Ingenierías UCN, contenido en los libros de carrera, inicia con la definición del meta-curriculum, que corresponde a una estructura genérica de arquitectura curricular, tanto para la ingeniería de base científica como para la ingeniería de base tecnológica, sustentada en el modelo CDIO, definiendo elementos como: estructura general del diagrama curricular, grados académicos y títulos profesionales, armonización con el postgrado,

áreas de formación, créditos en las asignaturas, prácticas pre-profesionales, certificaciones intermedias, inglés en ingeniería y desarrollo de competencias genéricas. En este contexto, se han definido cuatro áreas de conocimiento fundamentales: Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada y Formación General, ver Fig 1.

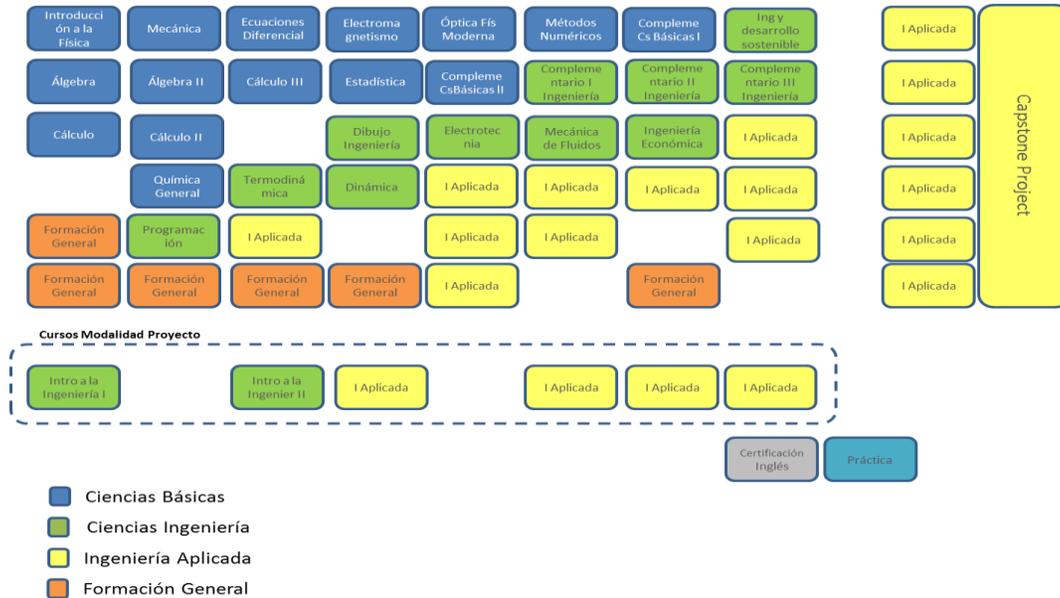


Figura N° 1. Arquitectura Curricular Ingenierías de Base Científica.

El meta-curriculum considera tres instancias de aprendizaje de las habilidades personales e interpersonales y de construcción de productos, procesos y sistemas. Inicialmente, se enseñarán en los primeros cursos de proyectos, a partir del tercer semestre se utilizarán y finalmente se demostrarán en el Capstone Project (Proyecto de título), por esta razón el éxito del rediseño depende fundamentalmente de la implementación de los cursos “Modalidad Proyecto”

DESARROLLO

Se desarrolló un Manual de Rutas de Resultados de Aprendizaje, que incorpora las rutas de aprendizaje de habilidades personales e interpersonales al currículum de las ingenierías, pretende de manera directa e indirecta la introducción, enseñanza y aplicación de las distintas competencias por medio de actividades integradas a la arquitectura curricular, ver Fig. 2

Cada ruta de aprendizaje debe ser capaz de reflejarse en la estructura curricular con la adopción de una mixtura entre opciones clásicas de enseñar, módulos de reforzamiento y desarrollo de habilidades en acción (uso) insertas en un contexto disciplinario.

Cada alternativa se traduce en una formalización distinta a través del currículum, cuando se trata de cursos centrados en enseñar, se definen en el programa los resultados de aprendizaje explícitos de la habilidad relacionándolos con los contenidos, metodologías y evaluación como propone Biggs (2003).

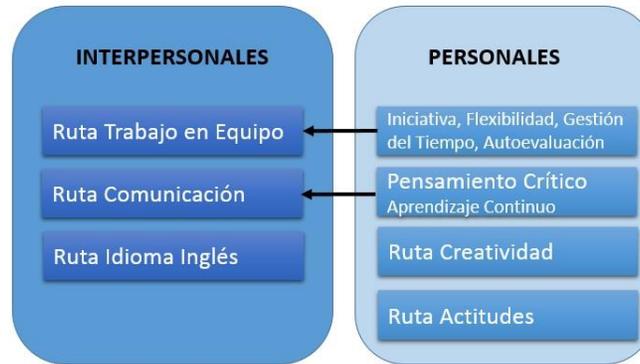


Figura N°2: Esquematación de las rutas de habilidades interpersonales y sub-habilidades personales vinculadas, contenidas en el manual de las rutas de aprendizaje. Rojas, C et al (2015)

Cuando se trata de uso, no se define un resultado de aprendizaje explícito dentro del programa sino que sólo la metodología o tipo de evaluación que agrupa un conjunto de actividades a ejecutar que fortalecerán el desarrollo de la habilidad, por ejemplo, informes técnicos para reforzar las habilidades de comunicación escrita. Finalmente, se definen los módulos de reforzamiento, que no tienen créditos, que pueden ser en base TI (Tecnologías de la Información) o presenciales refuerzan la enseñanza de la habilidad; estableciéndose un ciclo de desarrollo para la ruta de aprendizaje según ilustra la Fig. 3.

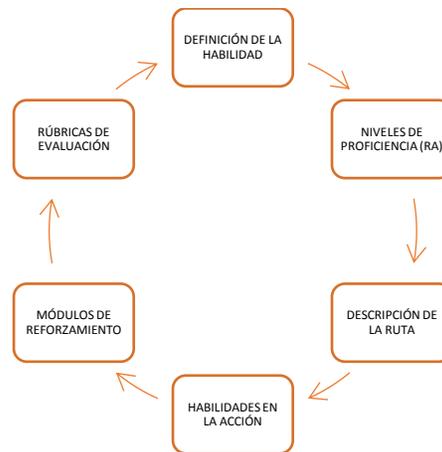


Figura N°3: Ciclo de desarrollo de una ruta de aprendizaje.

En los cursos modalidad proyecto se compromete la enseñanza de las habilidades de trabajo en equipo y creatividad, ver tablas 1 y 2 respectivamente

De forma paralela se realizaron capacitaciones que permiten fortalecer la competencia de los académicos a modo de ofrecer experiencias de aprendizaje integrado, usar métodos de aprendizaje activo y evaluar el aprendizaje de los estudiantes, según el estándar 7 del CDIO. Por ejemplo vinculado al aprendizaje orientado a proyectos se realizaron los talleres de:

- Aprendizaje Basado en Problemas orientado a Proyectos de Título. Dr. Gérard Lachiver. Universidad de Sherbrooke
- Evaluación de proyectos de fin de carrera. Dr. César Ortega-Sánchez. Universidad de Curtin Australia

- Diseño de Experiencias Formativas mediante AOP. Dr. Carlos Vega. Universidad Autónoma de occidente

Tabla 1: Descripción de la Ruta de Trabajo en Equipo

Ruta de habilidad	Cursos	Sub habilidades	Actividades (Cursos disciplinares)	Módulos
Trabajo en equipo	Introducción a la Ingeniería	Flexibilidad Gestión de recursos y tiempo	En cada actividad de equipo (AOP) <ul style="list-style-type: none"> • Definir roles • Definir un plan de recursos y tiempos • Autoevaluación y evaluación de pares con rúbrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Coaching (escucha activa, feedback, entre otros que busquen reforzar compromiso y solución de conflictos) • Seminarios externos
	Proyecto de ingeniería de la especialidad	Iniciativa Autoevaluación		

Tabla 2: Descripción de la Ruta de Creatividad

Ruta de habilidad	Cursos	Sub habilidades	Actividades (Cursos disciplinares)	Módulos
Creatividad	Introducción a la Ingeniería	Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> • Mapas Mentales • Lluvia de ideas • Desarrollo de prototipos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cápsulas basadas en TI de herramientas para comunicar ideas de forma gráfica, pensamiento divergente, TED de creatividad • Seminarios externos
		Pensamiento crítico		
	Emprendimiento	Comunicación		
		Pensamiento crítico		

Finalmente se establecieron los aspectos fundamentales para diseñar e implementar los cursos modalidad proyecto, actualmente se está dictando el primer curso de Proyecto introducción a la Ingeniería y se han realizado varios pilotos de Capstone Project

RESULTADOS

ASPECTOS GENERALES DE LOS CURSOS MODALIDAD PROYECTO

Se precisaron los aspectos fundamentales, descritos a continuación, con los que deben cumplir los cursos de aprendizaje orientado a proyectos de las ingenierías UCN, y se diseñó un marco de referencia (formulario) sobre el cual deben construirse los proyectos educativos

Definición de proyecto educativo: Es una metodología de enseñanza aprendizaje, en la cual el estudiante asume un rol protagónico desarrollando habilidades para la resolución de problemas, habilidades personales e interpersonales y habilidades para la construcción de productos, procesos y sistemas (CDIO). Este enfoque representa una forma de trabajo autónoma en la que los estudiantes construyen su propio conocimiento y generan productos o servicios reales. No es el proyecto en sí lo que resulta primordial en el proceso de aprendizaje, sino las posibilidades que supone su realización para desarrollar habilidades para la práctica de la ingeniería.

Secuencia Metodológica: En la figura 4 se observa la secuencia metodológica de un proyecto educativo de las ingenierías UCN, se puede incluir además una etapa adicional que tenga relación a la posibilidad de formular y/o implementar mejoras

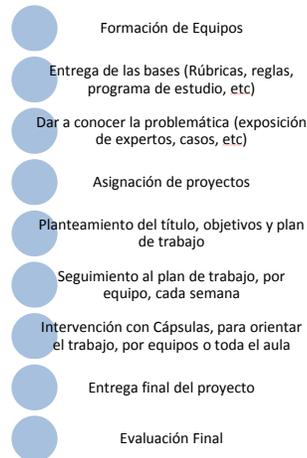


Figura N°4: Secuencia Metodológica de un curso Modalidad Proyecto de las Ingenierías UCN

Desarrollo del Proceso: Desde el punto de vista del estudiante, las etapas de un proyecto son: entender el proyecto y recopilar información, planificar el proyecto, desarrollar el proyecto y evaluar el proyecto. Estas etapas son orientadas por el docente en talleres presenciales, tutorías y/o trabajo autónomo (donde están bajo la supervisión de un ayudante)

Evaluación de los cursos modalidad Proyecto: En el diseño del curso debe existir alineamiento constructivo. Según Biggs (2003) esto significa que las actividades de enseñanza aprendizaje y la tarea de apreciación se coordinan con el resultado de aprendizaje. Biggs resalta que en un buen sistema de enseñanza, el método de enseñanza, las actividades de aprendizaje y la evaluación se encuentran todos coordinados.

Se debe evaluar el desarrollo de habilidades y conocimientos declarados en el programa de estudio. Debe ser una evaluación de procesos (desempeño)

- Se debe proporcionar retroalimentación durante el proceso
- Se recomienda el uso de rúbricas de evaluación y portafolio
- Se recomienda la evaluación formativa (posibilidad de volver a demostrar)

Transversalidad Curricular: La figura 5 ilustra las características de complejidad de los proyectos y autonomía de los estudiantes recomendados según semestre; para los primeros semestres (1 y 2 de las Ingenierías) se recomiendan proyectos de baja autonomía y bajo nivel de complejidad, mientras que para los últimos semestres se recomiendan proyectos de alta autonomía y complejidad. Debe existir una progresión del CDIO, es decir:

- Desarrollar una habilidad por cada proyecto o asignatura modalidad proyecto. Es decir concebir, al siguiente diseñar, luego implementar hasta operar un producto, proceso o sistema
- Desarrollar una secuencia completa CDIO por cuadrante, pero esto no es recomendable para proyectos del cuadrante de alta complejidad y alta autonomía

- El estándar 5 del CDIO plantea que deben existir en el plan de estudio, al menos dos experiencias de Diseño e Implementación (una básica y otra avanzada). Detalles de esta clasificación en la referencia (2, pag.102-116)
- Por otra parte se recomienda trabajar máximo con 4 unidades temáticas y 5 resultados de aprendizaje, para poder verificar el logro de los aprendizajes y desarrollo de habilidades

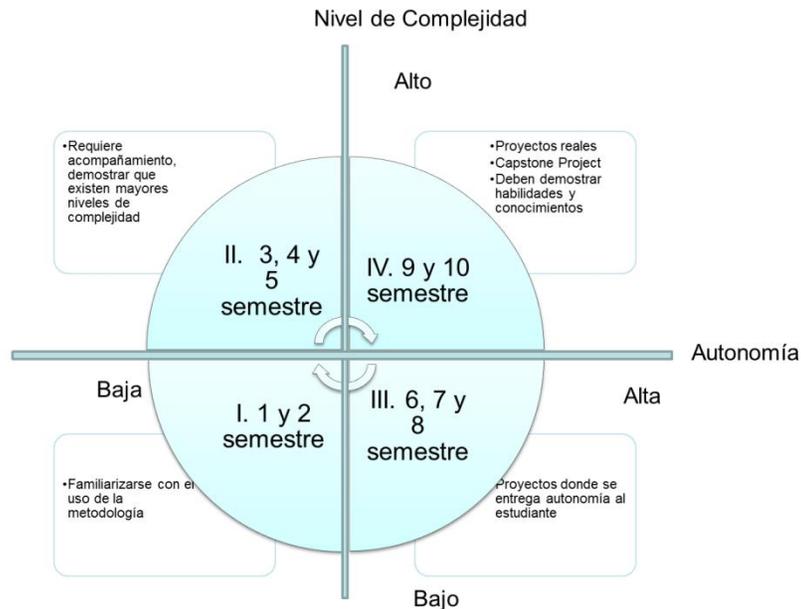


Figura N°5: Transversalidad Curricular. Vega, C. (2016)

Organización de los proyectos educativos: Los proyectos deben organizarse en función a los resultados de aprendizaje, que deben establecer un proceso socioformativo, según la tabla 5:

Tabla N°5: Proceso socioformativo de un Resultado de aprendizaje

Proceso Mental	Objeto de aprendizaje	Propósito	Condición de referencia
Verbo	Conocimiento	Para qué	Contexto
Actuar, Acción	Conocer	Hacer Producto	Convivir

Para los cursos de proyecto de las ingenierías UCN, se recomiendan dos esquemas para los proyectos (Fig. 6 y 7), donde por cada módulo se desarrolla un proyecto. El esquema 1 es para un proyecto que integra todos los conocimientos y desarrollo de habilidades. El esquema 2 representa la situación en que hay más de un proyecto que se hacen cargo de parte de los conocimientos y desarrollo de habilidades declarados en los resultados de aprendizaje

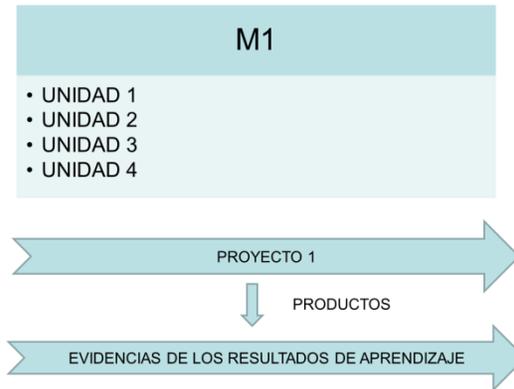


Figura 6: Ejemplo de módulo que integra los conocimientos y desarrollo de habilidades en un proyecto. Vega, C. (2016)



Figura 7: Ejemplo de módulos que desarrollan. Vega, C. (2016)

ASPECTOS GENERALES DEL CAPSTONE PROJECT

El Capstone Project es una instancia para que el estudiante demuestre el logro de habilidades (alineadas con el perfil de egreso). El objetivo es incentivar a los estudiantes a pensar críticamente, resolver problemas complejos y demostrar habilidades como la comunicación oral y escrita, investigación, trabajo en equipo, es decir, habilidades para la práctica de la Ingeniería. Las modalidades para realizar el Capstone Project son tres:

- Proyecto Empresa u Organización: Desarrollo de un proyecto realizado en una empresa u organización, privada y/o pública, que buscará dar solución a un problema complejo.
- Proyecto de Investigación: Desarrollo de una investigación científica, innovadora, en ciencias o tecnología, realizada en una empresa, centro de investigación o unidad académica
- Proyecto Gerenciamiento: Dar solución a una empresa o cliente del entorno, en un escenario de simulación empresarial de alta complejidad

La reglamentación del Capstone Project establece tres aspectos fundamentales para su desarrollo:

- Debe existir vinculación con una empresa u organismo (unidades gubernamentales, fundaciones, centros de investigación, comunidad)
- Debe ser realizado en equipos multidisciplinarios (3 a 5 integrantes)
- Debe respetar la duración de uno o dos semestres académicos, según lo establecido en el libro de carrera

El Ciclo del Capstone Project persigue orientar el logro de la habilidad y generar la evidencia que lo demuestra, considera los siguientes aspectos: definición de la habilidad, resultado de aprendizaje, actividades, evaluación, módulos de reforzamiento, los cuales deben estar contenidos de forma explícita en los programas de estudio del Capstone Project. Las actividades de aprendizaje deben proveer a los estudiantes oportunidades para alcanzar los objetivos, se deben definir criterios de evaluación estándares y transversales, diseñar actividades de evaluación que permitan juzgar si el desempeño de los estudiantes satisface los criterios, y a qué nivel.

Se establecieron los resultados de aprendizaje genéricos del Capstone Project para las Ingenierías UCN. Los cuales se pueden observar en la figura 8, además se establece el resultado de aprendizaje del perfil de egreso al cual aporta, los estándares CDIO vinculados y las acciones que se han realizado para poder lograr la mejora continua en relación a los estándares

PERFIL	RESULTADO DE APRENDIZAJE GENÉRICO	ESTÁNDAR CDIO	ACCIONES
3.1 Trabajo en Equipo	Liderar y trabajar en equipos multidisciplinares	5. Experiencias de Diseño e Implementación	Revisión y actualización Programas de estudio (SGC)
3.2 Comunicación	Comunicar comprensivamente información técnica en español, en forma oral, escrita y gráfica, a nivel avanzado	6. Espacios de Trabajo	Salas Capstone
4.3 Concebir	Proponer soluciones vinculadas al diseño, implementación u operación para problemas de la industria, considerando las restricciones ambientales, presupuestarias y de tiempo	7. Experiencia de Aprendizaje Integrado	Cursos Pilotos (UIVIN)
4.4 Diseñar		8. Aprendizaje Activo	Capacitación docente (evaluación, comunicación, trabajo en equipo, planificación didáctica)
4.5 Implementar		10. Fortalecimiento Competencia Docente	Evaluación de procesos: - Acuerdo de equipos - Rúbricas (HPICP) - Encuesta de satisfacción
4.6 Operar	11. Evaluación del Aprendizaje		
4.1 Incorporar el contexto global, de salud, de seguridad y ambiental	Evaluar los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales de la solución propuesta		

Figura 8: Resultados de Aprendizaje del Capstone Project y su relación con el Perfil de Egreso y Estándares CDIO

Desde el año 2013 al 2015 se han realizado en la UCN 40 proyectos pilotos de Capstone Project, permitiendo que en el año 2014 se titularan 27 estudiantes y en el año 2015 se titularan 58 estudiantes, que respectivamente representan el 10 y 22 por ciento del total de titulados de esos años. Actualmente existen 19 convenios con empresas para realizar proyectos Capstone

SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LAS ASIGNATURAS MODALIDAD PROYECTO

Los objetivos de esta etapa se especifican a continuación:

- Coordinar el trabajo de implementación con los diversos actores involucrados, esto a través de la planificación didáctica de la asignatura y reuniones de coordinación semanal de los docentes por sede y de los líderes de cada sede (Antofagasta y Coquimbo). Por ejemplo este semestre para Proyecto Introducción a la Ingeniería se dictan 19 paralelos en sede Antofagasta y 9 paralelos en Sede Coquimbo, todos desarrollando el mismo proyecto educativo

- Realizar seguimiento de la implementación aportando a la mejora continua del plan de estudio
- Evaluar el logro de los resultados de aprendizaje, metodologías, actividades y carga académica del estudiante, declaradas en el plan de estudio

El Seguimiento y Evaluación se realizará semestre a semestre, siguiendo la secuencia de implementación de los Planes de Estudio Innovados. El seguimiento se realizará a través de la aplicación de instrumentos, estandarizados, a estudiantes y profesores. Estos instrumentos permitirán establecer la percepción en relación al logro de los resultados de aprendizaje, existencia de alineamiento constructivo, carga académica y recursos para realizar la asignatura. La evaluación será realizada a través del análisis de estos instrumentos y los siguientes indicadores: porcentaje de aprobación de la asignatura y promedio de notas

CONCLUSIONES

Se ha realizado un riguroso trabajo de estandarización para asegurar el éxito de la implementación de los nuevos planes de estudio de las ingenierías UCN, a través de la implementación del manual de las rutas de aprendizaje, planificación didáctica, revisión de los cursos modalidad proyecto presentación formulario de proyectos, seguimiento de las asignaturas claves, evaluación de los estándares CDIO, capacitación de los docentes en nuevas metodologías y desarrollo de competencias docentes.

El seguimiento de los nuevos planes de estudio es fundamental para cautelar el cumplimiento de los objetivos del rediseño (mejorar porcentaje de retención y aumentar la titulación oportuna). Este seguimiento debe establecer la existencia del alineamiento constructivo para tener éxito en la implementación de los programas de estudio

El Capstone Project como modalidad de titulación ha permitido disminuir el tiempo de titulación de los estudiantes, consolidar la vinculación con el medio, a través de la generación de convenios con múltiples empresas y organismos públicos; permitiendo medir efectivamente (a través de la aplicación sistemática de rúbricas de evaluación y encuestas de satisfacción), no tan solo conocimiento sino también las habilidades declaradas en el perfil de egreso permitiendo al estudiante, sin estar egresado, enfrentarse a una situación real del contexto laboral en que se desempeñará

AGRADECIMIENTOS

A la Comisión de Implementación, UIDIN, Equipo de Coah de las Ingenierías y Facultad de Ingeniería y Ciencias Geológicas por su pasión y entrega para hacer realidad el “Reinventando las Ingenierías”

REFERENCIAS

Biggs, J. (2003). Teaching for quality learning at university. Buckingham: Open University Press/Society for Research into Higher Education. (Second edition)

Crawley, E. Malmqvist, J. Östlund, S. and Brodeur, D (2007). Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. Springer, 2007.

Flores, M. (2013). Metodologías Activas de apoyo a la Docencia. Segunda Edición.

Rojas, C et al (2015). Informe Manual de las Rutas de Aprendizaje. Convenio de Desempeño 1204.

Vega, C. (2016). Taller Diseño de experiencias formativas mediante AOP. 05 al 08 de enero de 2016. Unidad de Innovación Docente de las Ingenierías, UCN