



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE DISEÑO PARA LOS CURSOS DE TALLER
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
INDUSTRIAL

HERNÁN PATRICIO FLORES NAVARRO

PROFESOR GUÍA:
CARLOS VIGNOLO FRIZ

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
JUAN PABLO ZANLUNGO MATSUHIRO
RICHARD WEBER HAAS

SANTIAGO DE CHILE
ENERO 2010

RESUMEN DE LA MEMORIA
PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL
POR: HERNÁN FLORES NAVARRO
PROF. GUIA: SR. CARLOS VIGNOLO FRIZ

Resumen Ejecutivo

En el presente informe se exponen los resultados obtenidos tras el desarrollo del trabajo de titulación, cuyo principal objetivo fue generar una propuesta de diseño para los cursos de Taller de Ingeniería Industrial del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile (DII).

A partir del semestre de otoño 2009, el DII ha incorporado una serie de reformas a la estructura curricular de la carrera de ingeniería industrial para los alumnos que se incorporan al Departamento a partir de dicho semestre.

En esta nueva estructura curricular se destaca la incorporación de tres nuevos Talleres de Ingeniería Industrial, con el objetivo principal de desarrollar en los alumnos alguna de las habilidades básicas demandadas por el mercado laboral actual, como por ejemplo: la capacidad de trabajar de manera eficaz y eficiente en equipo, el desarrollar la capacidad de gestión del autoaprendizaje y desarrollar una comunicación efectiva tanto en inglés como en español, entre otras. Desde esta perspectiva, los Talleres de Ingeniería Industrial representan un complemento práctico a la formación académica recibida por los alumnos.

La metodología empleada durante la generación de la propuesta de diseño para los talleres ha sido un aplicación de la teoría de generación de conocimiento organizacional propuesta por Ikujiro Nonaka y Hirotaka Takeuchi.

El resultado principal obtenido ha sido la generación, luego de un proceso iterativo e interactivo entre los miembros de la COMDOC, del programa docente para cada uno de los Talleres de Ingeniería. En dichos programas se detalla los objetivos pedagógicos, los resultados de aprendizaje, la metodología de enseñanza y aprendizaje, las principales actividades y las rúbricas de evaluación.

En el presente informe además se da a conocer una evaluación de los exalumnos del DII sobre su formación profesional, además de la evaluación de la primera implementación del Taller de Ingeniería Industrial I tanto desde la perspectiva de los alumnos como del cuerpo docente, incorporando estos resultados a una segunda versión del diseño del Taller de Ingeniería Industrial I el cual se puso en marcha durante el semestre de primavera 2009.

Las principales conclusiones obtenidas corresponden a que estos talleres se deben desarrollar sobre una plataforma constructivista de aprendizaje, en la cual el alumno mismo sea un agente central durante proceso formativo. Se concluye además que una estrategia metodológica adecuada para lograr un desarrollo significativo de habilidades es mediante un aprendizaje en base al desarrollo proyectos, en la cual la evaluación juega un rol formativo dentro del proceso de aprendizaje.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi hija Leticia, a mi esposa Pamela y a mi madre Margarita.

Agradecimientos

Gracias a mi familia por su enorme amor, comprensión y apoyo durante todos estos años. Espero de todo corazón que nuestras vidas nunca se separen del camino en común que nos hemos trazado.

En esta oportunidad deseo agradecer al Profesor Carlos Vignolo, quien ha sido guía no sólo de este trabajo de titulación, sino también durante gran parte de mi proceso formativo como ingeniero industrial y persona. Deseo agradecer además al Profesor Juan Pablo Zanlungo y al Profesor Richard Weber quienes me han ayudado de manera incondicional durante todo este proceso de titulación.

Deseo agradecer a mis amigos, quienes me han enseñado la importancia de la confianza, el valor del cariño y el respeto. Espero en el futuro seguir contando con su amistad.

Y finalmente muchas gracias a todas aquellas personas que han compartido sus vidas conmigo y no he nombrado en estas líneas, pues sin ustedes nada de esto sería posible.

Hernán Flores N.

Índice de Contenidos

Capítulo I: Introducción, Objetivos y Metodología	5
1.1 Introducción	5
1.2 Objetivos	6
1.3 Metodología	7
Capítulo II: Marco Conceptual	9
2.1 Elementos constitutivos de una Teoría General de Educación	9
2.2 Algunas estrategias metodológicas en el desarrollo de un aprendizaje significativo	17
2.3 Ciclo de aprendizaje de Kolb y su vinculación con el desarrollo de proyectos.....	19
2.4 Corolario del Marco Conceptual.....	21
Capítulo III: Marco Contextual	22
3.1 En qué consiste la educación de ingeniería.....	22
3.2 El nuevo currículo de Ingeniería Civil en la Universidad de Chile	34
3.3 Cursos del DII que han sido guía para el diseño propuesto	41
3.4 La nueva formación de los Ingenieros Industriales de la Universidad de Chile.....	45
3.5 Proceso de consulta realizado a los académicos del DII.....	48
3.6 Evaluación de los exalumnos sobre su formación como ingeniero industrial.....	51
Capítulo IV: Propuesta de Diseño para los Talleres de Ingeniería Industrial	57
4.1 Fundamentos que sustentan la propuesta de diseño	57
4.2. Diseño e implementación del programa para los Talleres de Ingeniería Industrial ..	62
4.2.1 Taller de Ingeniería Industrial I.....	62
4.2.2 Taller de Ingeniería Industrial II.....	71
4.2.3 Taller de Ingeniería Industrial III.....	74
Capítulo V: Evaluación del Taller de Ingeniería Industrial I y Propuestas de Rediseño.....	79
5.1 Evaluación por parte de los alumnos hacia el curso	79
5.2 Evaluación de cierre de semestre por parte del equipo docente	82
5.3 Rediseño propuesto para la segunda versión del TII-I	84
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones Finales	88
6.1 Conclusiones de la metodología de diseño empleada.....	88
6.2 Conclusiones de los aspectos metodológicos de los talleres	89
6.4. Principales habilidades a desarrollar en los Talleres de Ingeniería Industrial	91
6.3 Recomendaciones por parte del autor	92
7 Bibliografía.....	94
8 Anexos.....	97

Capítulo I: Introducción, Objetivos y Metodología

1.1 Introducción

En la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, entre los años 2002 y 2007, se llevó a cabo un importante proceso de renovación curricular para la carrera de ingeniería civil. Este proceso de reforma se enmarcó dentro del proyecto MECESUP UCH0403: “Renovación Curricular de la Ingeniería Civil en la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica de Chile”, cuyo objetivo principal fue el de estudiar, seleccionar y desarrollar métodos de enseñanza y aprendizaje que permitan asegurar que los egresados de ingeniería posean las competencias y habilidades necesarias y requeridas para operar de manera eficaz y eficiente en sus futuras vidas laborales.

Los resultados obtenidos del proyecto MECESUP UCH0403 apuntan a la implementación de diversas innovaciones tanto en la estructura curricular como en las estrategias metodológicas de enseñanza y aprendizaje de la carrera y especialmente en los cursos de Plan Común. Esta nueva malla curricular entró en vigencia a partir del semestre de otoño 2007, siendo los alumnos mechones de aquella generación los primeros en incorporarse al nuevo régimen de estudio.

Para el semestre de otoño del 2009 y luego de los cuatro semestres de Plan Común, estos alumnos han ingresado a las respectivas especialidades impartidas por la FCFM. En este contexto el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile (DII) ha estado desarrollando, a partir del año 2007 un nuevo plan de estudio coherente con los objetivos de la renovación curricular de la FCFM.

En este nuevo plan de estudio para ingeniería industrial resalta la incorporación de tres nuevos Talleres de Ingeniería Industrial, los cuales representan una instancia propicia para que los alumnos desarrollen principalmente habilidades e integren los conocimientos técnicos de manera práctica.

Este informe ha sido estructurado en torno a seis capítulos, en los cuales se busca describir tanto el proceso de diseño de los talleres así como también generar una propuesta para el programa de cada uno de ellos. En el primer capítulo se muestra una introducción al tema desarrollado, además de los objetivos del trabajo presentado y la metodología utilizada. En el segundo capítulo se da a conocer el marco conceptual que sustenta la propuesta de diseño aquí expuesta. En el tercer capítulo se muestra el marco contextual en el cual se insertan los Talleres de Ingeniería Industrial, el cual además entrega una serie de antecedentes considerados al momento de plantear la propuesta de diseño dada a conocer en detalle en el cuarto capítulo.

En el quinto capítulo se realiza una evaluación de la primera implementación del Taller de Ingeniería Industrial I por parte de los alumnos y del equipo docente. Finalmente en el sexto capítulo se entregan las conclusiones y recomendaciones principales obtenidas del trabajo de titulación.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Principal

El Objetivo Principal que persigue el presente trabajo de titulación es generar una propuesta de diseño para los cursos del nuevo plan de estudios denominados Taller de Ingeniería Industrial I, II y III para el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile.

1.2.2 Objetivos Específicos

Los Objetivos Específicos del presente trabajo de titulación fueron:

1. Especificar los resultados de aprendizaje para cada uno de los Talleres de Ingeniería Industrial en coherencia con el perfil del alumno egresado del DII.
2. Investigar y poner a disposición de la comunidad del DII algunas experiencias recientes a nivel internacional de Universidades, especialmente Escuelas de Ingeniería, que sean un aporte al proceso de renovación curricular que se ha estado llevando a cabo en el DII.
3. Proponer un marco conceptual para el diseño de los talleres.
4. Generar una propuesta de programa para los tres Talleres de Ingeniería Industrial, la cual contemple: requisitos, objetivos pedagógicos, resultados de aprendizaje, principales actividades y rúbricas de apoyo a la evaluación.
5. Evaluar la primera implementación del Taller de Ingeniería Industrial 1, la cual se realizó durante el semestre de otoño 2009. Y desde ahí proponer algunas mejoras de cara a las próximas versiones.

1.3 Metodología

La metodología utilizada durante el desarrollo del presente trabajo de titulación, ha sido una aplicación práctica de la teoría de creación de conocimiento organizacional propuesta por Ikujiro Nonaka y Hirotaka Takeuchi¹.

La metodología aquí expuesta tiene por objetivo generar nuevo conocimiento, expresado en el diseño de los Talleres de Ingeniería Industrial, a partir de los antecedentes recopilados por el alumno y la interacción entre el conocimiento tácito y explícito desarrollado por los académicos del DII, en especial por aquellos que son miembros de la Comisión Docente (COMDOC).

A continuación, se incluye una reseña de las principales actividades realizadas en el marco del desarrollo de este informe:

- a) **Investigación bibliográfica y Web.** Tanto la investigación bibliográfica como Web fueron uno de los elementos centrales en el desarrollo de este trabajo. Este proceso de investigación tuvo por objetivo recolectar antecedentes que bridaron sustento teórico a la propuesta de diseño aquí expresada. Las acciones consideradas durante la investigación bibliográfica de este trabajo fueron:
 - i. Identificación de bibliografía relevante.
 - ii. Búsqueda de experiencias internacionales en las áreas de educación de ingeniería.
 - iii. Lectura y síntesis de los elementos relevantes.
 - iv. Registro de citas textuales.
- b) **Conversaciones de diseño periódicas con los miembros de la COMDOC.** Dichas reuniones representaron espacios de conversación cuyo objetivo fue el de generar nuevo conocimiento a partir de los antecedentes formales producto de la investigación bibliográfica y la experiencia de los miembros de la Comisión. Producto de dichas reuniones se obtuvieron las diversas versiones del programa de los Talleres de Ingeniería Industrial.
- c) **Conversaciones de diseño iterativas con el profesor guía y co-guía.** Se realizaron entrevistas tanto con el profesor guía y co-guía con el objetivo de proponer una lista de autores, actualizar, rediseñar y validar los antecedentes recopilados durante las reuniones de la COMDOC y la investigación bibliográfica.
- d) **Sesiones de consultas al Área de Desarrollo Docente (ADD) de la FCFM.** Se realizaron sesiones de consulta a los miembros del ADD con el objetivo de incorporar las modificaciones a los programas propuestas por los miembros de la COMDOC coherente con estándares curriculares requeridos por la Facultad.

¹ La teoría de creación de conocimiento organizacional ha sido desarrollada en detalle en la sección de Anexos A.

- e) **Conversaciones de diseño iterativas con el Director Docente del DII.** Con el objetivo de analizar, validar y dar a conocer las nuevas propuestas incorporadas al programa de los Talleres de Ingeniería Industrial, se sostuvieron reuniones periódicas con el Director Docente del DII. De dichas reuniones se elaboraron los programas, hasta el momento vigente, para cada uno de los talleres.
- f) **Proceso de entrevista a los miembros de la COMDOC.** Con el objetivo de establecer los objetivos pedagógicos y actividades principales para cada uno de los Talleres de Ingeniería Industrial, se entrevistaron a los miembros de la COMDOC de manera iterativa.
- g) **Proceso de encuesta a los ex alumnos del DII.** Con objetivo de conocer la percepción sobre la formación profesional recibida por los ex alumnos del DII, se realizó un proceso de encuesta, cuyos resultados fueron incorporados en el diseño de los Talleres de Ingeniería Industrial.
- h) **Proceso de encuesta a los alumnos del Taller de Ingeniería Industrial I.** Con el objetivo de conocer la percepción de los alumnos sobre la primera implementación de los talleres. Los resultados obtenidos tras este proceso de consulta fueron utilizados para introducir cambios de cara a la segunda implementación del TII-1.
- i) **Proceso de encuesta al cuerpo docente del Taller de Ingeniería Industrial I.** Con el objetivo de conocer la percepción del cuerpo docente sobre la primera implementación del Taller de Ingeniería Industrial I, se realizó un proceso de consulta.

Cabe señalar que los resultados obtenidos tras todos los procesos de consulta han sido utilizados como antecedentes válidos tanto para el diseño de los talleres, como para el rediseño de los mismos.

Capítulo II: Marco Conceptual

En este capítulo se da a conocer el Marco Conceptual del trabajo de titulación, el cual busca entregar sustento teórico así como también definir aquellos conceptos claves al momento de presentar la propuesta de diseño entregada.

La estructura del capítulo comienza por definir aquello que se entiende por teoría general de educación y los elementos constitutivos de ésta. A continuación se muestran algunas de las teorías de enseñanza y aprendizaje utilizadas durante el desarrollo de la propuesta. Finalmente se exponen las metodologías de enseñanza y aprendizaje propuestas como eje central de aprendizaje por parte de los alumnos del Taller de Ingeniería Industrial.

2.1 Elementos constitutivos de una Teoría General de Educación

Toda teoría general de educación tiene por objetivo principal generar un mecanismo que sea capaz de explicar de manera lógica y convincente la formación de un individuo a través de un proceso educacional. Toda teoría general de educación está compuesta de una serie de hipótesis, las cuales hacen referencia a distintos ámbitos relacionados con el quehacer educativo; como por ejemplo toda teoría general de educación asume que la sociedad realiza un compromiso con el valor que representa educación para sus miembros. Otros supuestos hacen referencia a la naturaleza de los alumnos o, más en general, la naturaleza del hombre, la naturaleza del conocimiento y las habilidades, así como también la efectividad de diferentes metodología docentes y contextos de aprendizaje (Moore, 1983)²..

Los aspectos fundamentales a considerar al momento de plantear una teoría general de educación, según Moore, son las metas y propósitos educativos, así como también los supuestos acerca de la naturaleza humana y aquello que se entenderá por “aprendizaje”.

2.1.1 Distinción de educación

Un supuesto importante dentro de la teoría general de educación, está vinculado con la finalidad en el acto de educar. Formalmente se puede argumentar que la finalidad de todo proceso educativo es formar al tipo de persona requerida por la sociedad. Una teoría general de educación presta auxilio en el diseño de este proceso formativo, con el objetivo de lograr los resultados pedagógicos deseados.

Existen diferentes interpretaciones sobre el término “educación”. Desde un punto de vista centrado en las destrezas, se puede distinguir a la educación como: “la suma de las experiencias vividas por un individuo” (Novak, 1982, p.32). En este caso, hablar de la educación es referirse a un compendio de competencias adquiridas por un individuo tras haber vivido un proceso

² Moore, T.W. (1983). Introducción a la Filosofía de la Educación. México, Editorial Trillas.

formativo. Otra interpretación de educación es aquella que hace mención a los valores que ella conlleva, desde este punto de vista, la educación posee características normativas, es decir un individuo educado es un individuo mejorado tanto en el plano de sus valores como intelectual (Novak, 1982, p.34). Sin embargo ambas nociones de hombre educado son relativas al contexto cultural en el cual se inserte el individuo; esto conlleva a la imposibilidad de generar una teoría educacional de carácter global y absoluta.

2.1.2 Distinción entre metas y propósitos educativos

Una teoría general de educación debe proporcionar una serie de recomendaciones para alcanzar un propósito deseable, lo cual no es lo mismo que meta. La meta se encuentra relacionada con la pregunta: ¿Qué se intenta hacer?, especificando así a la acción, por otro lado el propósito se encuentra más bien vinculado a la pregunta: ¿Para qué se intentas hacer?, especificando lo que se pretende alcanzar o lograr, (Moore, 1983, p.23). Como se ha mencionado anteriormente, la meta de los procesos educacionales es producir un hombre que cual alcance ciertos criterios de desarrollo intelectual, moral y ético y el propósito de la educación responde a la pregunta: ¿Para qué se intenta educar a una persona?

Moore propone que el propósito de la educación es incrementar el número de ciudadanos instruidos en diferentes áreas de interés para la sociedad (Moore, 1983, p.46), es por ello que la sociedad misma es quien determina el tipo de ciudadanos que se deben formar tras ser educados, en otras palabras el propósito de la educación es obtener bienes externos a ella (trabajadores, militares, doctores, obreros, etc.). Por otro lado, las metas que persigue la educación son más bien internas a la misma. Para Moore la educación es un bien en sí misma, la educación es buena *per se* para el individuo y conlleva su propia recompensa. Según el consenso social, un hombre educado, puede aportar a la sociedad, es decir es un buen ciudadano.

2.1.3 Supuestos acerca de la naturaleza humana

Se ha planteado que la finalidad última de educar es poder formar “un hombre educado”. ¿Pero qué realmente se refiere con ser un “hombre educado”? Para tratar de responder esta pregunta se desarrollará primeramente la distinción de “educado” y luego de “hombre”.

Moore propone que un hombre educado es aquel que ha sido instruido en alguna área de interés para la sociedad y éste posee las competencias necesarias para desarrollarse en dicha área. Desde este punto de vista hay hombres que han sido educados para la defensa nacional, para sanar a otros, para construir puentes y caminos, educar a otros, etc.

Para tratar de entender lo que significa y conlleva pertenecer a la género humano, Moore considera hombre como una máquina de carácter dual, cuya naturaleza se encuentra constituida tanto de una componente mecanicista (la estructura humana puede ser comparada a la de una máquina) como de otra organicista (el ser humano puede ser entendido como un sistema vivo compuesto por subsistemas funcionales u órganos).

Desde una mirada mecanicista, el ser humano puede ser entendido como una serie de subsistemas que interactúan entre sí permanentemente, de manera similar a como funciona cualquier máquina. La finalidad que persigue este mecanismo de interacción es que el individuo pueda operar en su entorno. Claramente reducir el fenómeno humano, hasta hacerlo comparable con una

máquina imposibilita dar respuestas a un gran número de fenómenos propios del ser humano, como lo son las emociones y sentimientos por ejemplo (Moore, 1983).

Desde una perspectiva organicista, los seres humanos (al igual que todos organismos vivos) poseen la característica exclusiva de estar organizados en torno a relaciones de carácter interdependiente entre sus componentes u órganos (Ritter, 1919, p.136). Dichas relaciones existentes entre los componentes de los organismos vivos son tales que el sistema en su totalidad es mucho más próspero que la suma por separado de cada uno de sus componente. Desde este punto de vista el ser humano mucho más que se considerado como una máquina, es un sistema vivo de relaciones holísticas.

Bajo un supuesto mecanicista del hombre para conocer la eficiencia y efectividad del trabajo se debe observar la ejecución del mismo. Según Moore, bajo una perspectiva mecanicista de la educación un alumno sería visto como un aparato cuyo trabajo sería regulado desde el exterior, por lo tanto el alumno no “crecería” y no se “desarrollaría” de acuerdo con sus propias dinámicas internas, sino más bien que “lo enseñado” moldeará su conducta hasta alcanzar un fin deseable. Por otro lado, una teoría general de la educación basada en una visión organicista del hombre tenderá a hacer énfasis en los aspectos internos del desarrollo y crecimiento humano. El supuesto organicista señala que el alumno es esencialmente una criatura “en crecimiento”, lo cual significa que la educación no sería una modificación o modelamiento proveniente del exterior, sino un intento por estimular el desarrollo individual desde el interior del alumno, involucrando un crecimiento individual desde dentro, más orgánico y que no responde a presiones ambientales por alcanzar un adaptación deseada (Moore, 1983, p.56).

2.1.4 El concepto de aprendizaje dentro de una teoría general de educación

Novak plantea que la enseñanza y aprendizaje están muy relacionados, no es posible hacer referencia a una sin pensar en la otra y la diferencia radica al parecer en el punto de vista con que ambas se abordan. Mientras se hace referencia al aprendizaje, el foco de atención se posiciona sobre el individuo que aprende y cuando se hace mención a la enseñanza se piensa en el que enseña (docente). Sin embargo a pesar que ambos conceptos están relacionados es importante analizar a cada uno de manera independiente.

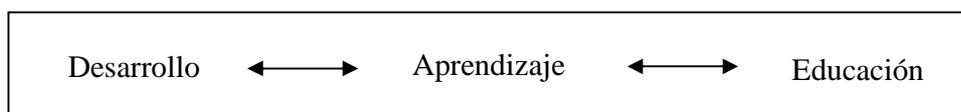
Tal como existen diferentes teorías de educación, existen diferentes interpretaciones acerca de la manera en que los individuos aprenden, sin embargo todas ellas ponen de manifiesto que el aprendizaje corresponde a un cambio a nivel conductual de un organismo producto de sus experiencias pasadas (Novak, 1982, p.146), por ejemplo Beltrán afirma que: “el aprendizaje -en general- viene a ser el resultado de un cambio más o menos permanente en la conducta, el cual se produce como resultado de una práctica de carácter recurrente en el tiempo” (Novak, 1982, p.113).

Desde el punto de vista de la teoría general de educación, el quehacer educativo pasa primeramente por considerar que tanto los procesos de desarrollo humano y de aprendizaje mantienen una estrecha vinculación entre sí. Por lo tanto el estudio de cada una de éstos por separada no tiene sentido aparente, sino que más bien se impone una visión en conjunto de ambos. No se puede entender el desarrollo humano aislado del aprendizaje o éste aislado del

desarrollo humano (Barca et al, 1997, p.131)³.

Dado que el sujeto aprende y se desarrolla mediante la interacción permanente con su entorno, y si además éste ya se encuentra cultural y socialmente organizado, entonces se puede entender a la educación como el conjunto de actividades mediante las cuales un individuo adquiere la experiencia social acumulada y culturalmente organizada (Barca et al., 1997; p.131). De esta manera el desarrollo humano, aprendizaje y educación conforman un todo unitario (Ver Fig. 5.1).

Fig. 2.1. Interacción de las tres distinciones básicas del núcleo conceptual en la psicología de la educación.



Fuente: Barca et al, 1997, p.132

A modo de resumen, el hecho educativo consiste en promover el desarrollo personal entre cada uno de los miembros de una comunidad, la cual a su vez se encuentra inserta en una sociedad establecida y con ciertas reglas características. El mecanismo por el cual se educa a los miembros de dicha comunidad consiste en hacerlos partícipe en diferentes tipos de actividades educativas, generando así un contexto educativo, con el objetivo de facilitarles el acceso a la experiencias culturales que los grupos sociales mantienen de modo organizado y estructurado (Coll, 1990, p.74).

Tres consecuencias se derivan de lo anteriormente expuesto:

- Se deben considerar a las instituciones educativas como medios que facilitarán el acceso a los aspectos validados por la sociedad como relevantes al momento de educar.
- El crecimiento educativo que facilita las instituciones educativas es posible por qué ocurre de un modo planificado, secuencial y sistémico.
- Por último, es posible adquirir y asimilar los saberes culturales activamente, comprender y construir conceptos, hechos, procedimientos, actitudes, normas y valores que son los componentes básicos en torno a los cuales se organiza la cultura.

Como se ha señalado en los puntos anteriores, el crecimiento tanto individual como social ha sido el objetivo básico de las instituciones educacionales. Desde la perspectiva de esta investigación, se dirá que el tipo de aprendizaje que se lleva a cabo en dichas instituciones, el aprendizaje escolar, es el instrumento que utiliza la sociedad para lograr dicho objetivo. El aprendizaje escolar implica siempre adquisición de conocimiento y construcción de significados en un contexto interpersonal.

³ Barca, A., Marcos, J.M., Núñez, J., Porto, A.M. & Santorum, M. (1997). Procesos de aprendizaje en ambientes educativos”. Madrid. Editorial Centro de Estudios Ramón Arces.

2.1.5 Teorías de enseñanza – aprendizaje consideradas en la propuesta de diseño de los cursos de Taller de Ingeniería Industrial

Actualmente existe un considerable número de teorías que buscan generar o explicar un mecanismo por el cual los organismos, y especialmente los seres humanos, adquieren nuevos aprendizajes a medida que interactúan con su entorno, especialmente con otros seres humanos.

A continuación se presentan algunas teorías de enseñanza-aprendizaje que han sido sustento teórico para la propuesta de diseño de los cursos de ingeniería industrial dada a conocer en el Capítulo IV.

a) Teoría estructural de Jean Piaget (1896-1980)

Muchos investigadores incursionaron en el ámbito de la educación durante el siglo XX, dentro de todos ellos Jean Piaget, ha sido y es uno de los más influyentes hasta nuestros días. Producto de su prolongado proceso de investigación empírica, Piaget propone que el aprendizaje se produce por la reorganización de la estructura cognitiva del estudiante como consecuencia de procesos adaptativos al medio a partir de la incorporación y adaptación de nuevas experiencias (Piaget, 1954, p.17).

El constructivismo de Piaget

Piaget plantea que el conocimiento en esencia se construye, se construye en función de las experiencias anteriores del observador (sujeto). Este paradigma pedagógico centra al sujeto como principal constructor de la “realidad” que lo rodea, es decir, desde esta perspectiva la realidad no es asimilada desde el exterior, sino que se construye a medida que el observador interactúa con lo observado (Bronckart et al, 2000, p.29).

En el caso del desarrollo infantil, agentes externos pueden tratar de transmitir un conocimiento al sujeto y éste sólo puede incorporarlo en la medida en que se disponga tanto de los conocimientos previos para ello (proceso de asimilación) como de una estructura biológica que permita responder a los cambios conductuales que dicho aprendizaje conlleva. El sujeto siempre asimila un nuevo conocimiento a sus conocimientos anteriores y al mismo tiempo modifica su estado en lo que se denomina acomodación (Bronckart et al., 2000, p.81). Es así como Piaget propone que el conocimiento constituye una actividad adaptativa, que tiene como fin único y principal la supervivencia de los organismos. Esto permite entender la función que tiene el conocimiento para los seres humanos y cómo ha contribuido en el éxito adaptativo de la especie (Piaget, 1967).

El estructuralismo de Jean Piaget

La hipótesis de Piaget, plantea que el modo en que evoluciona el pensamiento infantil sirve para comprender el pensamiento racional en su estado más acabado, que es el pensamiento lógico científico, es decir, Piaget comprende el pensamiento racional como una evolución del pensamiento infantil (Jorge & Arencibia, 2003). Por ello que el conocimiento no es algo estático y universal, sino depende de quién lo adquiere.

Cuando el niño nace dispone de algunas capacidades innatas que le permiten actuar sobre el mundo, por ejemplo succionar y alimentarse. Pero esas capacidades están muy lejos de las que alcanzará cuando esté en etapa adulta. ¿Cómo es posible entonces que el sujeto forme sus conocimientos a partir de una base tan limitada?

Piaget divide la secuencia del desarrollo intelectual de los seres humanos en estadios y periodos, cuya duración se establece en virtud del el criterio cronológico de edad. Estas edades, según se desprende del trabajo de Piaget, existen diferentes niveles de pensamiento otorgados a cada una de ellas, han de ser otorgados a cada una de ellas, han de ser considerados únicamente como líneas guías, aproximaciones calculadas en término medios con relación al desarrollo del niño. Por lo cual es posible encontrar desviaciones considerables en torno a la norma: hay niños que no alcanzan el final de la secuencia del desarrollo y hay niños que alcanzan el estado dado antes o después que los otros. En cualquiera de los estadios de la secuencia se pueden presentar modos de pensar modos de pensar característicos de estadios previos y, en ocasiones, el niño puede retroceder a modos de pensar más comunes de estadios inferiores (Richmnod; 1974, p.20).

2.1.6 Teoría socio-histórica de Lev Vigotsky (1896-1934)

“Toda función psicológica superior fue externa porque fue social antes que llegara a ser una función psicológica individual; fue primeramente una relación social entre dos personas”

(Davydov, 1995, p.16)

En el centro de la teoría socio-histórica propuesta por Vigotsky se encuentra la tesis que el desarrollo psicológico del niño se produce en situaciones de interacción de carácter social con otras personas, de las cuales el niño internaliza las formas de razonamiento, solución de problemas, valoraciones y formas de conducta que tienen una valorización en el colectivo social y que como tales pertenecen a la cultura.

Procesos Psicológicos Superiores (PPS)

Los PPS son originados por la interacción, de carácter social, entre los seres humanos. De esto se desprende que funciones mentales complejas como la percepción, la atención voluntaria, la memoria, el pensamiento, el manejo del lenguaje y las representaciones de las diversas formas de conducta varían según el contexto social e histórico en el cual vive la persona. Así según Vigotsky el contenido y la forma de las funciones mentales tienen una funcionalidad característica a la etapa del desarrollo del individuo.

En su interacción con otras personas, el niño internaliza las formas colectivas de conducta y el significado de los signos creados por la cultura en la cual vive. Vigotsky propone que la conducta humana se encuentra determinada por dos factores principales: el primero corresponde a las herramientas materiales, las cuales proporcionan al hombre los medios para actuar sobre el ambiente que lo rodea para modificarlo según sus necesidades, en el mismo sentido las herramientas psicológicas o signos permiten modificar la concepción de mundo debido al significado que éstos poseen.

Uno de los sistemas más importantes de signos y significados es el lenguaje, para Vigotsky la internalización y desarrollo del lenguaje resulta de una experiencia social, las primeras voces del niño van asimilando paulatinamente la comunicación externa que le permite participar de la comunidad cultural de la cual forma parte. La formación de la conciencia individual sigue un camino que parte en la participación de las actividades del colectivo social y luego con la internalización de los elementos de la cultura, en particular de los signos que representan significados de objetos, situaciones y conductas (Briones, 2004)

La ley de la Doble Formación

Vigotsky plantea que el desarrollo de la conciencia y además las funciones mentales por parte de un niño provienen de un proceso de internalización de los signos externos, los cuales pasan a formar parte de las herramientas psicológicas del niño. Vigotsky concluye que las funciones mentales específicas no se dan en la persona al nacimiento, sino que aparecen externamente en el entorno, como modelos sociales y culturales establecidos en la cultura.

“En el desarrollo cultural del niño toda función aparece dos veces: primero entre personas (de manera intersicológica) y después, en el interior del propio niño (de manera intrapsicológica). Esto puede aplicarse igualmente a la atención voluntaria, a la memoria lógica y a la formación de conceptos. Todas las funciones se originan como relaciones entre seres humanos”

(Vigotsky, 1979, p. 94).

La Zona de Desarrollo Próximo

La esencia del enfoque de la zona de desarrollo próximo (ZDP) propone que la interacción social del niño tanto con el adulto como con otros niños es la base de las funciones psicológicas individuales. Sin bien Piaget argumenta que la madurez biológica del niño es una condición indispensable para lograr que se produzca el aprendizaje. Vigotsky, por el contrario, afirma que el desarrollo cognoscitivo es provocado (“arrastrado”) por el aprendizaje. Por lo mismo, la pedagogía, el profesor, debe crear procesos educativos que puedan incitar el desarrollo mental del niño. La forma de hacerlo consiste en llevarlo a una zona de desarrollo próximo que Vigotsky define como la distancia entre el nivel real de desarrollo (alcanzado por el niño), determinado por la capacidad de resolver de manera independiente un problema, y el nivel de desarrollo potencial determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración de otro compañero más capaz (Vigotsky, 1979, p. 133).

Para Vigotsky, el proceso de interacción social del niño debe ser basal en su proceso educacional, y la labor fundamental del profesor consiste en gestionar dicha interacción de manera de poder lograr llevar al niño a la próxima ZDP. Cabe señalar que para la teoría vigotskiana lograr alcanzar la ZDP no se requieren de la práctica de ejercicios mecánicos, aislados y atomizados, sino que por el contrario el aprendizaje se logra a través de la exposición reiterada del niño a contextos sociales complejos en los cuales el niño genere la necesidad o sentido a desarrollar nuevos comportamientos, es ahí donde el aprendizaje mediante juegos cobra una importancia relevante dentro de la formación del niño.

2.1.7 Teoría constructivista del aprendizaje

“...desde la concepción constructivista se asume que en la escuela los alumnos aprende y se desarrollan en la medida en que pueden construir significados adecuados en torno a los contenidos que configuran el currículo escolar.”

(Coll et al., 1997)

El paradigma constructivista del aprendizaje se sustenta en los estudios y teorías propuestas por Jean Piaget y Levy Vigotsky (ver sección 2.1.6), quienes propusieron que todo proceso de asimilación de conocimiento es un fenómeno de carácter social y se encuentra condicionado por la interacción entre el sujeto y el medio que lo rodea. De esta manera abordar el constructivismo supone vincularlo a la epistemología, como una teoría del estudio del conocimiento. Por lo anterior el constructivismo surge como paradigma del saber y la adquisición del conocimiento, el cual se ha dedicado a estudiar la relación entre el conocimiento y la realidad, sustentando que la realidad se define por la construcción de significados individuales provenientes de la co-construcción del individuo con su entorno donde la capacidad para imitar o reconocer literalmente la realidad es inexistente, contando únicamente con la construcción de modelos de proximidad a consecuencia de procesos de comunicación oral y/o gráfica que los individuos establecen entre sí (Subiría; 2004, p.16).

El constructivismo, como escuela de pensamiento, se ha dedicado a estudiar la relación entre el conocimiento y la realidad, sustentando que la realidad se define por la construcción lingüística de significados provenientes de la co-construcción del individuo con su entorno, dónde la capacidad para comprender como realmente es la realidad es imposible. Es así como el objeto de conocimiento se relativiza e impregna de significado inherente a su observador, quien lo apropia y lo convierte en su acto cognoscitivo (Trypon y Vonéche, 2000).

Como Vigostky y Piaget han mostrado, el alumno mediante la interacción social, adquiere los aspectos y formas dependientes del marco cultural en que se desenvuelve, es por ello que el desarrollo personal producto del aprendizaje es inseparable de la asimilación social y cultural del entorno del alumno (Coll et al., 1997, p.16). Es así como el sistema llamado escuela hace posible que los alumnos tomen contacto con aspectos de la relevantes de la cultura que son fundamentales para su desarrollo personal, no sólo en el ámbito cognitivo del aprendizaje, sino como se ha mencionado en las secciones anteriores, el contacto social permite desarrollar en los alumnos habilidades tanto personales y motrices como habilidades interpersonales o de inserción sociales.

Cabe mencionar que bajo una mirada constructivista, el alumno aprende cuando llega a poseer la capacidad de generar una interpretación sobre el fenómeno en estudio. Sin embargo aquella interpretación no puede ser abordada desde una perspectiva vacía, desde la nada y sin fin, sino que debe ser generada desde los intereses, experiencia y conocimientos previos que permitan al alumno construir el significado del objeto estudiado.

2.2 Algunas estrategias metodológicas en el desarrollo de un aprendizaje significativo

Para que un aprendizaje sea de carácter significativo es necesario que sea consecuente con las estructuras cognitivas del alumno, para lograr aquello es necesario que el alumno sea capaz de desarrollar habilidades que le permitan un manejo eficaz de los nuevos conocimientos adquiridos, eso es lo que los pedagogos llaman “Aprender a Aprender”.

Las metodologías de enseñanza-aprendizaje a continuación descritas, son las metodologías propuestas por el alumno para sustentar el diseño de los Talleres de Ingeniería Industrial. El proceso de selección de dichas metodologías ha sido en función de los contextos de aprendizaje desarrollado por los alumnos en espacios de aprendizaje tipo taller.

2.2.1 Método de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real más allá del aula de clase (Dickinson et al, 1998).

El ABP posee sus raíces en las premisas fundamentales declaradas en el constructivismo (ver sección 4.4.5), es por ello que el ABP posiciona al alumno como el principal agente en la generación de su conocimiento, a través de la construcción de nuevas ideas o conceptos. Esto se realiza, mayoritariamente, a través del trabajo en grupo tutorizados y del trabajo personal autodirigido, con la finalidad de combinar la adquisición de conocimientos con el desarrollo de habilidades generales y actitudes útiles para desenvolverse cotidianamente.

Este método persigue que los alumnos tengan un rol más activo en su aprendizaje. En el ABP se presenta la problemática a desarrollar, se identifican las necesidades de aprendizaje, se busca los antecedentes necesarios y finalmente se proponen modelos de solución que respondan a dichas necesidades. En este método tienen importancia tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes⁴.

⁴ Fuente: Material Taller de Estrategias Metodológicas, elaborado por el Área de Desarrollo Docente (ADD) de la FCFM, 2009.

Ventajas del ABP⁵

A continuación se dan a conocer alguno de las ventajas existentes bajo un aprendizaje en base a proyectos.

- a) **Alumnos con mayor motivación:** Se involucran más en el aprendizaje debido a que sienten que tienen la posibilidad de interactuar con la realidad.
- b) **Autogestión del aprendizaje:** Da respuesta a preguntas como ¿Para qué se requiere aprender cierta información?, ¿Cómo se relaciona lo que se hace y aprende en la escuela (o universidad) con lo que pasa en la realidad? Los alumnos asumen la responsabilidad de su aprendizaje, seleccionados recursos de investigación que requieren: libros, revistas, bancos de información, etc.
- c) **Desarrollo del pensamiento sistémico:** Dado que el proyecto que desarrollan los alumnos se compone de múltiples fases, esto permite generar en los alumnos la capacidad de pensamiento y modelamiento sistémico.
- d) **Desarrollo de habilidades para el aprendizaje:** El desarrollo de proyectos promueve en los alumnos una visión crítica frente al trabajo realizado, demandando una actitud proactiva frente al aprendizaje. Los alumnos también evalúan su aprendizaje ya que generan sus propias estrategias para la definición del problema, recopilación de antecedentes, análisis de datos, etc.
- e) **Integración de un método de trabajo:** El ABP lleva a los alumnos al aprendizaje de los contenidos de información de manera similar a la que utilizarán durante su vida profesional, fomentando que aquello que se comprometa sea realmente entendido y no sólo memorizado.
- f) **Las habilidades que se desarrollan son perdurables en el tiempo:** Los alumnos mejorarán su capacidad para estudiar e investigar de manera autodidacta. Los alumnos aprenden resolviendo o analizando problemas del mundo real y aprenden a aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de su vida en problemas reales.
- g) **Habilidades interpersonales y de trabajo en equipo:** El ABP promueve la interacción incrementando algunas habilidades como; trabajo de dinámica de grupos, evaluación de compañeros y cómo presentar y defender sus trabajos.

⁵ Fuente: Material Taller de Estrategias Metodológicas, elaborado por el Área de Desarrollo Docente (ADD) de la FCFM, 2009.

2.2.2 Método de Simulación

La simulación consiste en situar al alumno en un contexto que imite a algún aspecto de la realidad y en establecer en ese ambiente situaciones similares a las que él deberá enfrentar en su vida profesional. El uso de simulación en los procesos educativos constituye un método de enseñanza y de aprendizaje efectivo para lograr en los alumnos el desarrollo de un conjunto de habilidades que posibiliten alcanzar modos de actuación superiores.

Durante la enseñanza-aprendizaje, los diversos tipos de simulación disponibles pueden utilizarse no sólo para el mejoramiento de técnicas y de resolución de problemas, sino también para mejorar las facultades psicomotoras y de relaciones humanas, donde en ocasiones pueden ser más eficaces que muchos métodos tradicionales de enseñanza. La simulación posibilita que los alumnos se concentren en un determinado objeto de enseñanza; permite la reproducción de un determinado procedimiento o técnica y posibilita que todos apliquen un criterio normalizado.

Ventajas del método de simulación en los proceso de enseñanza y aprendizaje

El empleo de la simulación conlleva las siguientes ventajas para el alumno:

- El alumno aprende y es obligado a demostrar lo aprendido y cómo reaccionar, del modo que lo haría en la realidad.
- Obtener durante el ejercicio de aprendizaje datos realistas que permiten aumentar la significancia de lo aprendido.
- Enfrentar los resultados de investigaciones, intervenciones y maniobras, de forma muy parecida a como tendrá que realizarlo durante su ejercicio profesional.
- Autoevaluarse en ambientes similares a los que el alumno se encontrará en su vida profesional

2.3 Ciclo de aprendizaje de Kolb y su vinculación con el desarrollo de proyectos.

El ciclo de aprendizaje de Kolb corresponde a un conjunto de actividades que facilitan el desarrollo conceptual del alumno durante el desarrollo de proyectos, con el objetivo fundamental de lograr un aprendizaje significativo a través de experiencias concretas, por ejemplo investigaciones de ciertos fenómenos o el desarrollo de nuevos productos o servicios (Alonso et al., 1997, p.104).

El ciclo de aprendizaje propuesto por Kolb se encuentra fundado sobre los estudios y avances realizados por Piaget y Vigotsky en el área del desarrollo cognitivo del alumnos. El ciclo de aprendizaje de Kolb se sustenta sobre los siguientes puntos fundamentales (Kolb, 1984):

- Los alumnos construyen su aprendizaje a partir de sus experiencias y/o vivencias

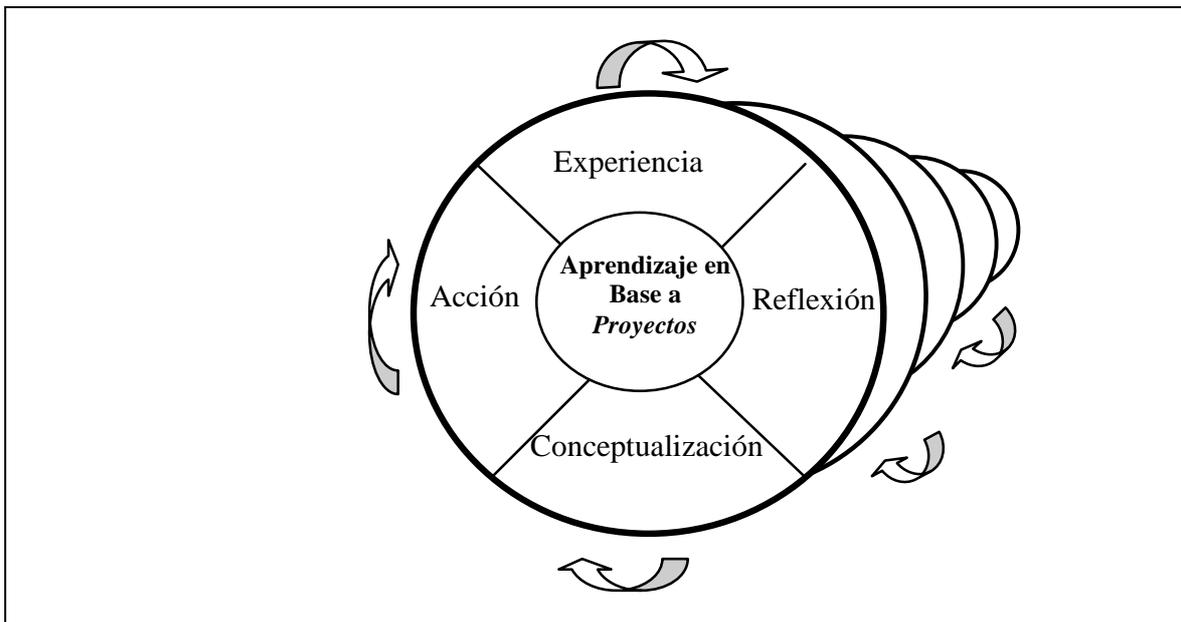
puntuales pasadas.

- Las estructuras cognitivas de los alumnos se transforman y modifican en concordancia con sus estados de desarrollo cognitivo previos y las experiencias vividas, generando así un modelo continuo formativo.
- Los alumnos aprenden a partir de la interacción con su entorno, especialmente, otros alumnos y sus maestros.

Dado los puntos anteriormente mencionados, el ciclo de aprendizaje propuesto por Kolb, posee un comportamiento más bien circular, pero no repetitivo, ya que a medida que el individuo interactúa con su entorno de manera continua se genera nuevo conocimiento, en una forma de espiral.

El ciclo de aprendizaje de Kolb se encuentra definido por cuatro instantes diferenciados: la acción, la experiencia, la reflexión y la conceptualización (ver Fig. 2.1.). La primera etapa, la acción, se encuentra en el espacio de lo real y tangible, es una interacción concreta entre el alumno y el objeto de estudio. El resto de los estados se ubican en el plano intangible, son más bien ejercicios mentales que ocurren en la psiquis del sujeto (Kolb, 1984).

Fig. 2.1. Ciclo de aprendizaje de Kolb⁶.



Fuente: Uribe, R., Pascual, R., 2007, p.4.

⁶ El ciclo de aprendizaje de Kolb ha sido utilizado como un modelo guía para desarrollar los nuevos aprendizajes por parte de los alumnos del Taller de Ingeniería Industrial.

Las cuatro fases del modelo de aprendizaje de Kolb son:

- a. La acción es la interacción física o emocional del sujeto con objetos concretos, personas, fenómenos diversos, sistemas u organizaciones. Esta fase, según Kolb, representa la única interacción entre el alumno y la realidad fáctica (Kolb, 1984).
- b. La experiencia, según Kolb, es el resultado de la interacción física entre el alumno y su entorno. La experiencia expresa las vivencias concretas del alumno a través de ideas, sensaciones, percepciones, juicios, etc.
- c. La reflexión es el acto en el cual el alumno genera interpretaciones, a partir de la experiencia. El alumno en esta fase es capaz de analizar, sintetizar, deducir, dudar, demostrar, diseñar, etc. el fenómeno en estudio.
- d. La conceptualización es la reconstrucción conceptual del fenómeno tras el proceso de interpretación del mismo. Para Kolb el resultado ideal de la acción de aprender es lograr que el alumno sea capaz concluir o generalizar a partir de sus reflexiones acerca de aquello sobre lo que desea aprender

Finalmente, cabe destacar que el fenómeno del aprendizaje según Kolb ocurre principalmente en el pensamiento abstracto, y prácticamente de manera inconsciente, ya que para el estudiante no es directo descubrir cuál de las cuatro fases se encuentra durante su proceso de aprendizaje.

2.4 Corolario del Marco Contextual

Dado los antecedentes expuestos en este capítulo, el autor concluye que los aspectos teóricos fundamentales para el desarrollo de la propuesta de diseño para los cursos de Taller de Ingeniería Industrial son:

- Se propone que los alumnos durante su proceso formativo, especialmente durante los Talleres de Ingeniería Industrial, deben de construir su conocimiento a partir de sus experiencias puntuales y significativas, es por ello que estos talleres deben representar una instancia propicia para que los alumnos tomen contacto permanente con su entorno.
- El proceso de aprendizaje debe ser desarrollado en ambientes sociales, ya que éstos resultan ser propicios para el desarrollo de nuevas estructuras cognitivas de los alumnos. Es por ello que en los Talleres de Ingeniería Industrial los alumnos deben desarrollar sus actividades de manera conjunta y en equipo.
- Finalmente se concluye que el nuevo aprendizaje adquirido por los alumnos será significativo siempre y cuando responda de manera coherente a las estructuras cognitivas previas existentes en el alumno. Es por ello que en las actividades de aprendizaje propuestas para los Talleres de Ingeniería Industrial deben integrar, de manera práctica, los aprendizajes previos incorporados por los alumnos.

Capítulo III: Marco Contextual

El presente capítulo tiene por objetivo dar conocer el contexto el cual se insertan los Talleres de Ingeniería Industrial así como también el de exponer los antecedentes considerados al momento de diseñar la propuesta de programa.

Se comienza por mostrar algunas tendencias y experiencias internacionales importantes en la educación de ingeniería en el mundo, para posteriormente dar a conocer el proceso de renovación curricular que se ha llevado a cabo en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, para posteriormente con el proceso de renovación de la malla curricular del DII y el rol que juegan los Talleres de Ingeniería Industrial en esta nueva estructura curricular.

Finalmente, a modo de antecedentes, se da a conocer los resultados obtenidos tras la aplicación de una encuesta a los exalumnos del DII con el objetivo de conocer la percepción de los exalumnos sobre la formación recibida durante su paso por pregrado. A continuación se da a conocer

3.1 En qué consiste la educación de ingeniería⁷

La educación en ingeniería es responsable de formar, en los alumnos, las habilidades necesarias por parte de los estudiantes de ingeniería para emprender con éxito la carrera de ingeniería y contribuir desde ahí al desarrollo de la sociedad como un ciudadano instruido (Sheppard et al, 2005).

Desde un punto de vista centrado en los alumnos, la entrada a la escuela de ingeniería es el inicio de un aprendizaje en tres dominios diferentes (Felder et al., 2000⁸)

- a) Un conjunto de competencias cognitivas en las áreas de las ciencias exactas (matemáticas y ciencias naturales) como en el uso de ciertas herramientas de ingeniería.
- b) Un desarrollo práctico de habilidades en el campo de la gestión de sus conocimientos, tales como computación, experimentación, análisis, diseño, evaluación, comunicación, liderazgo y trabajo en equipo.
- c) Sus valores, los cuales dictan las metas hacia las cuales sus conocimientos, ideales, habilidades y proyectos se encuentran dirigidos.

La literatura moderna, propone estudiar a los sistemas pedagógicos de educación de ingeniería

⁷ Sheppard, S., Sullivas, W., Colby, A., Macatangay, K. (2005) "Preparation for the Professions Program: Engineering Education in the United States", in Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century.

⁸ Felder, R., Rugarcia, A., Woods D., Stice, J., (2000) "The Future of Engineering Education . A vision for a new Century". Chemical Engineering Education, Vol 34, N° 1. p.16-25.

analizando las relaciones existentes entre el currículum, las metodologías pedagógicas y el programa de estudio.

a) Currículum

El currículum es el componente más importante dentro del sistema pedagógico de educación de ingeniería, ya que éste refleja las habilidades, conocimientos, prácticas y valores requeridos por los profesionales actuales de la ingeniería. Un aspecto relevante que debe abordar el currículum es el desarrollar en los alumnos la capacidad de aplicar herramientas ingenieriles de manera estratégica con el fin de dar solución a nuevos desafíos y necesidades (Crawley, F.et al, 2007).

b) Metodologías pedagógicas

La metodología pedagógica corresponde al mecanismo por el cual el alumno de ingeniería logrará los resultados de aprendizajes esperados tras su egreso de la carrera. Es por ello que las metodologías pedagógicas deben ser escogidas en función de los objetivos pedagógicos declarados por el programa de estudio y considerando además la manera en que el alumno incorpora el nuevo conocimiento durante el proceso formativo (Crawley, F.et al, 2007).

c) Programa

El programa representa la manera por la cual se le presenta al estudiante el currículum y la metodología pedagógica requerida para desarrollar dicho currículum. Los programas son mucho más que un compendio de cursos, corresponde a un modelamiento lógico de las diversas competencias que debe desarrollar el alumno a lo largo de su carrera (Crawley, F.et al, 2007).

3.1.1 Algunas tendencias internacionales en la Educación de Ingeniería

La tensión existente entre la teoría y la práctica ha estado permanentemente presente en los planes y programa de educación de ingeniería. Desde sus inicios formales en el siglo XIX han existido dos tendencias en educación de ingeniería; una es teórica y la otra es práctica. Crawler asocia a los contenidos tratados históricamente en los programas de educación de ingeniería a un péndulo, el cual se desplaza en un espectro conformado entre las tendencias educacionales basadas en el desarrollo de competencias centradas en las áreas técnicas de la ingeniería y una educación centrada únicamente en el desarrollo de competencias de carácter analítico en la resolución de problemas. Los ingenieros formados durante el siglo XIX, especialmente los ingenieros Civiles en los Estados Unidos, desarrollaron un campo laboral fuertemente ligado a la milicia, cuyo foco fue la construcción de armamento, fortificaciones e infraestructura militar lo cual inducía que las Escuelas de Ingeniería Americanas tuviesen un perfil de egresado sesgado hacia los tecnicismos del quehacer ingenieril (Crawler et al., 2007, p.219). Por otro lado en Europa, especialmente en Francia la educación de ingeniería se encontraba principalmente influenciada por la visión Renacentista de las ciencias, por lo cual se le asignaba una mayor relevancia a los aspectos matemáticos y científicos del saber ingenieril.

Los matices prácticos (en el caso de los Estados Unidos) así como los teóricos (en el caso del viejo continente) dieron origen no sólo a planes y programas educacionales diferenciados, sino que una estructura política, organizacional y física muy diferente entre sí. Esta diferenciación se

mantuvo de manera evidente hasta la Segunda Guerra Mundial.

Durante gran parte de la segunda mitad del siglo XX y producto de la Segunda Guerra Mundial, los esfuerzos realizados por las instituciones encargadas de la formación de los ingenieros tanto en los Estados Unidos como Europa estuvieron focalizados en responder las preguntas básicas acerca de la finalidad de la educación de ingeniería. El resultado de dichos cuestionamientos fue la revelación de una necesidad de habilidades carácter práctico en las áreas de ingeniería moderna.

Los ingenieros post Segunda Guerra mundial no podían solamente ser capaces de construir puentes o demostrar un teorema matemático. A esas alturas la industria de la investigación y desarrollo científico comienza a desplazarse paulatinamente hacia las empresas privadas, y el surgimiento de nuevas tecnologías de apoyo a las labores analíticas ponen de manifiesto una necesidad de reforma en el área de educación de ingeniería con un énfasis puesto en el conocimiento científico y uso de recursos tecnológicos (Crawler et al., 2007, p.223).

Hoy en día, existen muchas iniciativas a nivel mundial referente a la enseñanza de ingeniería, las cuales diseñan e implementan sus planes de estudio en función de los requerimientos que la sociedad, a juicio suyo, demanda de los ingenieros. Algunas se centran en el desarrollo de una malla curricular de ingeniería en torno a una visión más tradicionalista en cuanto a su metodología pedagógica, otras desarrollan sus planes educacionales en torno al uso de nuevas tecnologías. Otras iniciativas combinan negocios, management y estudio organizacional con ingeniería, o alternativamente enfatizan tanto la creatividad como el diseño.

Con la llegada del nuevo siglo, el siglo de la interconectividad y del “aplanamiento” del mundo (Friedman, 2005) ha inducido que aquello que se veía en las salas de clases en los cursos de ingeniería en 1970 o 1940 ya no debe ser tan evidente en las Escuelas contemporáneas. Profesores de pie en frente de la clase, copiando sus notas y leyendo en voz alto lo que escribe en la pizarra, los alumnos sentados de manera pasiva, copiando lo que en el pizarrón aparece o simplemente durmiendo (Felmer et al., 2000, p.3). Existen algunas diferencias en cuanto a la enseñanza de treinta años atrás, la incorporación los computadores a la labor docente han hecho de la educación de ingeniería algo diferente ya que el mundo de hoy es diferente al mundo de treinta años atrás.

“Sin duda hoy es posible que colaboren más personas que nunca y que compitan en tiempo real con otra gente, en más variedad de proyectos, desde más rincones del planeta y en igualdad de condiciones que en ningún otro momento de la historia del mundo...”

(Thomas Friedman, 2005, p.18⁹)

En este contexto, la Academia Nacional de Ingeniería (NAE), durante el 2005, publicó dos reportes, en los cuales se identifican los requisitos en las áreas de conocimiento y habilidades que los ingenieros operantes en un entorno incrementalmente interconectado debieran de poseer. Según el reporte “Engineer of 2020: Vision of Engineering in the New Century”¹⁰ las

⁹ Friedman, T., (2005) “La Tierra es Plana: Breve Historia del Mundo Globalizado del Siglo XXI”, Ediciones Martinez Roca, Madrid.

¹⁰ National Academy of Engineering, “The Engineer of 2020: Vision of Engineering in the New Century”, National

características principales del ambiente en cual no solamente los ingenieros sino todos los profesionales del siglo XXI deberán operar son las siguientes:

- a) Un incremento continuo y acelerado del ritmo de innovación tecnológica en todas las áreas del quehacer humano.
- b) El mundo en el cual la tecnología será desplegada será un mundo globalmente interconectado.
- c) La población de individuos que están envueltos con o afectados por la tecnología (por ejemplo ingenieros, diseñadores, científicos, arquitectos, etc.) será cada vez más variada e interdisciplinaria.
- d) Las fuerzas sociales, culturales, políticas y económicas continuarán fomentando el éxito de la innovación tecnológica.
- e) La presencia de tecnologías en la vida diaria será cada vez más transparente, natural y significativa.

En adición a las habilidades analíticas y racionales características de la carrera de ingeniería, los ingenieros del siglo XXI deberán además poseer una serie de habilidades tales como la creatividad, habilidades comunicacionales, altos estándares éticos, un fuerte sentido de profesionalismo, liderazgo así como también habilidades en las áreas de aprendizaje continuo y capacidad rápida de respuesta ante un mercado impredecible, y una sociedad cada vez más compleja, dinámica y flexible (Cobb et al., 2008). El aprendizaje activo basado en el desarrollo de proyectos, es un enfoque pedagógico útil de poder desarrollar y fortalecer las habilidades anteriormente mencionadas.

“Las tendencias internacionales en educación muestran un cambio desde el enfoque tradicional centrado en el profesor a un enfoque centrado en el estudiante. Esto es, no enfocar solamente la enseñanza, sino enfocar también lo que se espera de los estudiantes sean capaces de aprender y cómo son capaces de demostrar lo aprendido”

(Kennedy; 2007, p.10)

Los ingenieros modernos se encuentran profundamente relacionados con todas las fases del ciclo de vida de toda clase de productos, procesos o sistemas los cuales varían en complejidad, tiempo de desarrollo, alcance, etc. sin embargo estos productos, procesos o sistemas siempre responden a las necesidades de una comunidad en particular. Es por ello que los ingenieros modernos deben poseer la habilidad de observar y escuchar a los clientes, con el fin de determinar cuáles son las necesidades reales de dicho segmento.

Múltiples innovaciones han surgido actualmente en el mundo de la enseñanza de ingeniería en los últimos años, como ABET en los Estados Unidos y el proceso de Bologna en Europa, todos ellos enfatizados en el desarrollo de habilidades y competencias que los egresados deben poseer además del conocimiento otorgado por los cursos clásicos de ingeniería.

a) **El proceso de Bolonia**

Los representantes de los Ministerios de Educación de todos los estados miembros de la Comunidad Europea acordaron en junio de 1999 en Bolonia, Italia, instituir el “Acuerdo de Bolonia” que conlleva a la creación de un Área de la Educación Superior Europeo común (European Higher Education Area).

El propósito principal de este proceso es perfeccionar la eficiencia y la eficacia de la educación superior europea. El acuerdo está diseñado de tal forma que la independencia y la autonomía de las universidades e instituciones profesionales aseguren que la educación y la autonomía de éstas se adapten a las necesidades cambiantes de la sociedad y a los avances en el conocimiento científico (Kennedy, 2007, p.14).

Algunos de los aspectos más importantes que surgen de la Declaración de Bolonia y de las reuniones posteriores se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Asegurar a través del Área de Educación Superior Europea (EHEA) la competitividad internacional acrecentada del sistema del sistema del sistema de educación europeo.
- Mejorar y hacer más transparente la modalidad tradicional para describir los títulos y sus estructuras respectivas. Se está adoptando un sistema de títulos y grados que sea más comprensible y comparable.
- Otorgar automáticamente y sin costo a cada estudiante que se está graduando un Apéndice a su Diploma (Diploma Supplement) expresado en un lenguaje ampliamente conocido. Este apéndice describe el título obtenido en un formato estándar, fácil de comprender y comparar. También describe el contenido correspondiente a ese título y la estructura correspondiente al sistema de educación superior en el cual fue emitido. El propósito es aumentar la transparencia y facilitar su reconocimiento.
- Conformar el sistema de títulos y grados en dos ciclos principales: el primer ciclo con un mínimo de tres años, y el segundo ciclo conducente a un grado académico de magíster o doctorado. Con posterioridad se modificó en el Proceso de Bolonia el sistema creando un tercer ciclo independiente para el doctorado, y para promover vínculos más estrechos entre el Área de Educación Superior Europea (EHEA) y el Área de Investigación Europeo (ERA).
- Introducir un sistema de créditos transferibles que ayude a impulsar y promover la movilidad dentro del Área de Educación Superior Europeo para superar el reconocimiento legal y los obstáculos administrativos.
- Transferir créditos académicos contribuye a promover la cooperación europea y a asegurar su calidad.
- Confirmar la disposición de las instituciones de educación superior y sus estudiantes como consocios en el proceso de Bolonia

- Promover la calidad en la educación superior europea a través de una cooperación interinstitucional, curricular y esquemas de movilidad para estudiantes, profesores e investigadores¹¹.

b) La iniciativa CDIO

Diferentes universidades europeas y americanas¹² conformaron una alianza internacional en octubre del 2000 con el fin de mejorar la educación de ingeniería. El objetivo general de esta alianza fue el de diseñar programas académicos, los cuales formen a los ingenieros en las siguientes áreas:

- a) Fuertes conocimientos en los fundamentos técnicos de la carrera.
- b) Líderes en la creación y operación de nuevos productos y sistemas.
- c) Entiendan la importancia y el valor del fruto de su trabajo investigativo.

Es así como la visión de aquella alianza fue el proveer a los alumnos de ingeniería una educación centrada en los fundamentos de la ingeniería establecida en el contexto de Concebir- Diseñar- Implementar- Operar (CDIO) sistemas reales de ingeniería (Berggren et al, 2003)¹³.

El desarrollo estrategia de la iniciativa CDIO se encuentra reflejado en los siguientes temas:

- a) Una reforma curricular en la cual los alumnos posean la oportunidad de desarrollar nuevos conocimientos, habilidades y aptitudes para la concepción y diseño de sistemas complejos de ingeniería.
- b) Mejorar el nivel de la enseñanza y aprendizaje necesarios para un entendimiento profundo de las áreas técnicas y habilidades de la carrera.
- c) Aprendizaje en base a sesiones experimentales, en laboratorios y talleres.
- d) Métodos de evaluación efectiva para determinar calidad y mejoramiento del proceso de aprendizaje por parte del alumno.

En la etapa de Concepción se incluye especialmente los procesos de definición de las necesidades a satisfacer por parte de los alumnos, así como también la tecnología a utilizar, la estrategia de

¹¹ Fuente: KENNEDY, D. (2007) “Redactar utilizando resultados de aprendizaje”, p.11.

¹² Se destacan las siguiente Universidades: Chalmers University of Technology, Goteborg University, the Royal Institute of Technology, Stockholm, Linkoping University, Knut and Alice Wallenbergasí como también el Massachusetts Institute of Technology.

¹³ BERGGREN, K., BRODEUR, D., CRAWLEY, E., INGEMARSSON, I., LITANT, W., MALMQVIST, J. & OSTLUND, S. , (2003) “CDIO: An international initiative for reforming engineering education”. World Transactions on Engineering and Tecnology Education”. Vol. 2, No.1, 2003.

desarrollo y regulaciones, desarrollando así, por parte de los alumnos, la arquitectura del proyecto. La segunda etapa, el Diseño, se focaliza en la descripción de aquello que será implementado (se utilizan dibujos, planos, algoritmos, etc.). Implementación se refiere a la transformación del diseño en un producto tangible, incluyendo manufactura, codificación, test y validación. La etapa final de Operación, utiliza al producto ya diseñado e implementado para entregar el valor deseado, incluyendo mantenimiento, evaluación y rediseño del producto.

Currículum

Nuevos modelos curriculares fueron desarrollados por las universidades pertenecientes a la primera alianza que dio forma a esta iniciativa. Los temas propuestos en el modelo curricular de la CDIO son los siguientes:

- a) Experiencias motivadoras en las áreas de diseño y construcción que refuerce el aprendizaje en los aspectos técnicos de la ingeniería.
- b) Clara conexión entre la utilidad de los conceptos aprendidos por el alumno y el perfil del alumno.
- c) Si bien se enfatiza la generación de experiencia por parte de los alumnos, en las áreas de concepción y diseño de productos y sistemas, no se deja de lado la rigurosidad y la amplitud de los temas tratados.
- d) Finalmente, el modelo curricular prepara a los estudiantes para llegar a ser ingenieros líderes, así como también investigadores, con un claro entendimiento de la importancia de su área.

Los estándares de la propuesta CDIO¹⁴

En enero del 2004, la iniciativa CDIO adoptó 12 estándares que describen el programa de ingeniería de las universidades asociadas. Estos principios guías han sido elaborados conjuntamente entre expertos curriculares, alumnos y representantes del mundo industrial.

El resultado de este proceso, ha sido el desarrollo de 12 estándares los cuales son capaces de explicar en su conjunto los principios de la iniciativa CDIO.

• Estándar 1: Contexto de la iniciativa CDIO

El contexto de la iniciativa CDIO adopta del principio que establece a la concepción, diseño, implementación y operación en el desarrollo de productos y sistemas complejos de ingeniería como un contexto propicio y adecuado para la educación de ingeniería.

¹⁴ Fuente: http://www.cdio.org/tools/cdio_standards.html

- **Estándar 2: Resultados de Aprendizaje**

Los programas guiados por la iniciativa CDIO, deben exponer sus resultados de aprendizaje, de manera específica, clara y detallada, en función de las habilidades tanto personales como intrapersonales a desarrollar, así como también las habilidades cognitivas requeridas para la construcción de productos y sistemas. Los resultados de aprendizaje deben ser consistentes con los objetivos del programa curricular.

- **Estándar 3: Currículum Integrado**

Un currículum diseñado bajo el alero de esta iniciativa debe incluir, además de las actividades propias de aprendizaje de la carrera, experiencias de aprendizaje con temas interdisciplinarios y de mutuo apoyo hacia aquellos temas propios de la carrera. Todo esto con el fin de conducir a la integración y desarrollo de las habilidades a nivel personal, interpersonal y de construcción de productos y sistemas.

- **Estándar 4: Introducción a la Ingeniería**

La iniciativa CDIO propone la implementación de un curso introductorio, el cual proporcione un marco ingenieril práctico de cara a la construcción de productos y sistemas, además permita introducir las habilidades personales e intrapersonales esenciales.

- **Estándar 5: Experiencias prácticas de diseño y construcción**

Los programas guiados por esta iniciativa, deben incluir dos o más cursos en los cuales los alumnos vivan la experiencia de diseño y construcción de productos o servicios. El primer curso debe ser de un nivel introductorio y el segundo de un nivel avanzado.

- **Estándar 6: Espacios de trabajo**

Para una implementación adecuada de los planes y programas diseñados bajo esta iniciativa, es importante contar con espacios de trabajo y laboratorios que posibiliten un aprendizaje activo en los campos de diseño de producto, conocimientos básicos de la disciplina y aprendizaje social.

- **Estándar 7: Experiencias de integración de aprendizaje**

Desde un punto de vista pedagógico, para desarrollar un aprendizaje significativo en los alumnos, es muy importante que éstos apliquen e integren los conocimientos disciplinarios fundamentales de la carrera en proyectos concretos y reales. El principal beneficio de la integración de los conocimientos, junto con el reforzamiento de los mismos, es la generación de conciencia sobre la importancia de los mismos para la vida profesional.

- **Estándar 8: Aprendizaje activo**

El aprendizaje basado en experiencias activas, desarrolla en los alumnos la habilidad de utilizar sus conocimientos en la solución de problemas. Para ello es fundamental contar con actividades que propicien el contacto social de los alumnos, así como también los debates e inclusive los errores.

- **Estándar 9: Potenciación de las habilidades**

Los programas diseñados bajo la iniciativa CDIO ponen especial énfasis en el desarrollo de las habilidades personales, intrapersonales y cognitivas requeridas para una inserción laboral exitosa por parte de los alumnos.

- **Estándar 10: Mejoramiento de las habilidades pedagógicas**

Los programas guiados por la iniciativa CDIO propician un soporte para el mejoramiento de las competencias pedagógicas de cara a la implementación de experiencias de aprendizaje activo. Es importante contar con un área de desarrollo docente que vele por el mejoramiento de la calidad del aprendizaje.

- **Estándar 11: Mejoramiento de las habilidades evaluativas**

Una de las habilidades fundamentales dentro de la iniciativa CDIO es la habilidad de evaluar tanto el cumplimiento del programa como del aprendizaje asimilado por los alumnos. En este sentido es importante dar a los procesos evaluativos una dimensión formativa dentro del proceso de aprendizaje de los alumnos, así como también emplearlos en el proceso de mejoramiento del programa.

- **Estándar 12: Evaluación del programa**

La evaluación de Programa es un juicio de valor global de un programa basado en la evidencia de un programa de progreso hacia el logro de sus objetivos. CDIO Un programa debe ser evaluado en relación con estos doce estándares definidos.

3.1.2 Experiencia internacional en el campo de la enseñanza y aprendizaje de la ICI

Datos empíricos demuestran que los estudiantes de ingeniería tienden a aprender de manera más significativa experimentado primeramente para luego aplicando esa experiencia al conocimiento teórica. A diferencia de los estudiantes de ingeniería de antaño, muchos estudiantes actuales de ingeniería no llegan a la Escuela de Ingeniería luego de algún tipo de carácter práctico con coches, radios o cualquier otro tipo de maquinaria recurrente en el quehacer ingenieril, es por ello que muchas Escuelas de Ingeniería han optado por incorporar desarrollar esa experiencia práctica en sus programas pedagógicos (Felder et al., 2000, p.14).

Modelo educativo del Instituto Tecnológico de Monterrey

El modelo educativo Tecnológico de Monterrey los alumnos asumen un papel activo y comprometido con su propia formación y el profesor asume un papel de guía en dicho proceso. Bajo este modelo de aprendizaje activo, los alumnos además de adquirir conocimientos desarrollan la capacidad de investigar y aprender por cuenta propia, a trabajar de manera colaborativa y a fortalecer una conducta ética.

El modelo educativo del Tecnológico de Monterrey se sustenta en las siguientes premisas:

- a) **Los alumnos autogestionan su propio aprendizaje.** Comprender tanto los procesos a través de los cuales los alumnos aprenden así como las habilidades y actitudes que requieren para el aprendizaje a lo largo de la vida es fundamental para el desarrollo profesional. A través de actividades como la obtención y organización de las fuentes de información, gestionar el tiempo y las actividades a realizar para cumplir con una tarea y evaluar la efectividad del desempeño proponiendo mejoras son algunas de las actividades que los alumnos del ITM deben realizar recurrentemente a modo de gestionar su autoaprendizaje.
- b) **Los alumnos aprenden en colaboración.** La colaboración es un elemento esencial en la formación de los alumnos, el aprendizaje colaborativo propicia el desarrollo de habilidades y actitudes tales como el respeto hacia la diversidad, tolerante frente a las diversas opiniones además de fortalecer la capacidad de comunicación efectiva.
- c) **Mejorar su aprendizaje a través de la retroalimentación.** Es parte del proceso de aprendizaje el mejorar el desempeño a través de la reflexión sobre los resultados de su trabajo, guiados por la constante retroalimentación de los profesores. La retroalimentación permite que los profesores lleven a cabo una investigación permanente dentro del aula y conviertan el propio proceso de enseñanza y de aprendizaje a una experiencia de innovación continua.
- d) **Desarrollo de un comportamiento ético.** Desarrollar una cultura de trabajo éticamente correcta permite a los alumnos desarrollar una serie de actitudes frente al trabajo en equipo, como por ejemplo, honestidad y respeto como ejes centrales de las relaciones intrapersonales, así como también desarrollar una actitud de tolerancia frente a la diversidad de opiniones y conciencia frente a la realidad social en que habita.

Metodologías Docentes en el ITM

El proceso de enseñanza y aprendizaje del ITM se caracteriza por utilizar técnicas didácticas con las cuales se busca que los contenidos se aborden a partir de un escenario crítico muy relacionado con la vida laboral. Algunas de las técnicas utilizadas en el proceso de enseñanza en el ITM son:

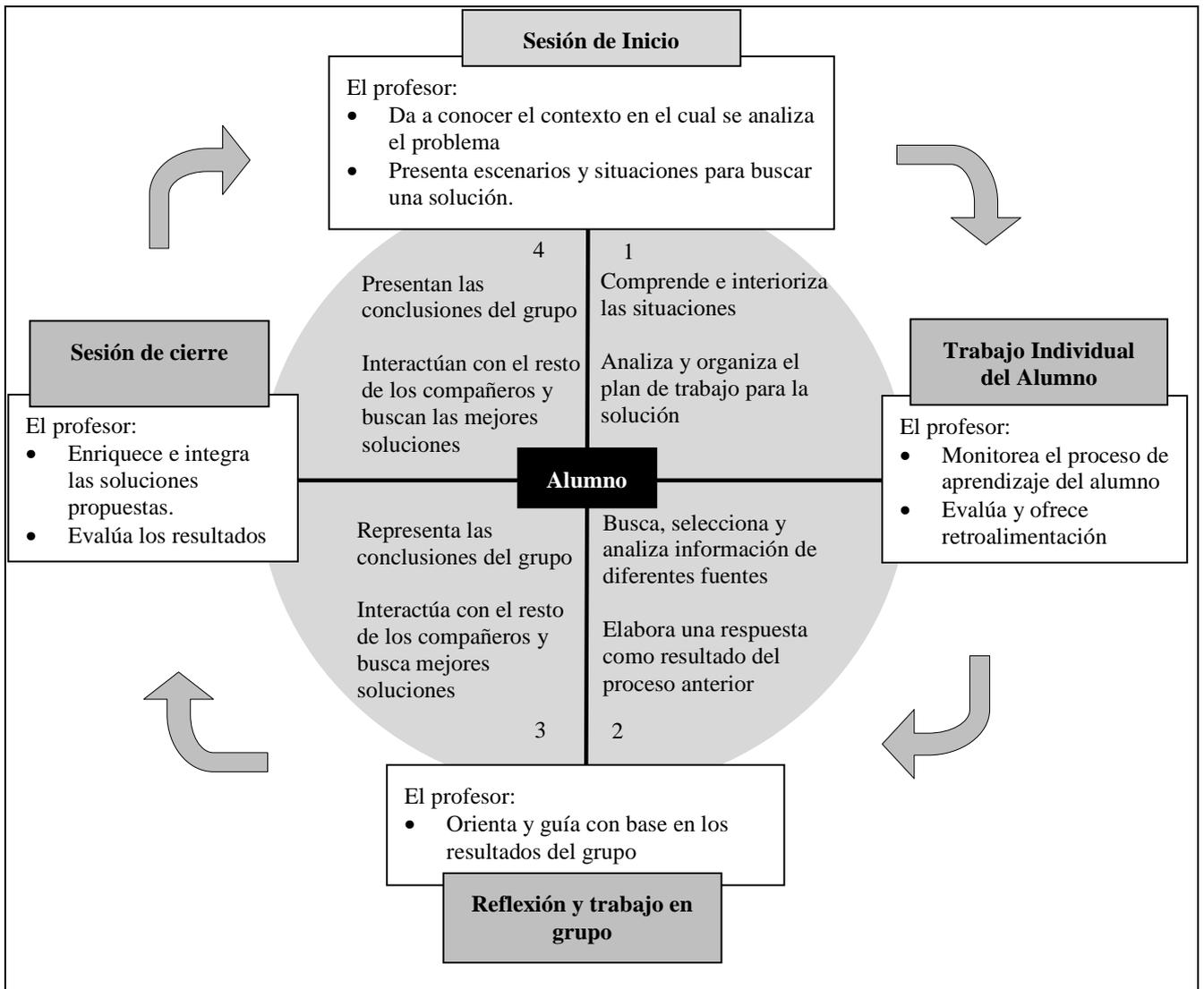
- a) **Aprendizaje colaborativo.** Las técnicas de aprendizaje colaborativo contemplan desde discusiones en pequeños equipos de trabajo guiadas por el profesor, hasta aquellas jornadas de debates y la argumentación, orientadas todas al desarrollo de la toma de decisiones. Las técnicas de aprendizaje colaborativo fomentan en los alumnos el desarrollo de habilidades y actitudes sociales tales como el respeto mutuo, tolerancia, escucha activa y la capacidad de solicitud y aceptación de ayuda
- b) **Método de casos.** El propósito formativo de aprender con casos consiste en desarrollar en los alumnos habilidades para enfrentar y resolver problemas que recurren en escenarios

reales del campo profesional, a partir del análisis riguroso del contexto en el cual desarrollan dichas situaciones. Los objetivos pedagógicos que persigue con este tipo de metodología es el desarrollar la capacidad de análisis crítico de distintas soluciones frente a una situación en particular.

- c) **Aprendizaje orientado a proyectos.** Un proyecto es un trabajo que se lleva a cabo para crear un servicio o producto mediante la realización de una serie de tareas debidamente secuenciadas. Con esta técnica los alumnos exploran un problema que requiere una solución práctica y trabajar para encontrarla aplicando conocimientos relevantes ya vistos en su formación. El aprendizaje en base a proyectos tiene por objetivo pedagógico desarrollar la capacidad de planear, organizar y administrar el tiempo y los recursos para el logro del proyecto.
- d) **Aprendizaje basado en problemas.** El aprendizaje basado en problemas busca que los alumnos resuelvan, individualmente y en pequeños grupos, una situación problemática relacionada con su entorno. El problema es el medio por el cual se logra que los alumnos investiguen y estudien los conocimientos que se requieren para la solución del problema

El ciclo de enseñanza y aprendizaje característico de las técnicas didácticas expuestas anteriormente se puede ver reflejado en la Fig. 3.1.

Figura 3.1. Ciclo de Enseñanza-Aprendizaje ITM.



Fuente: Disponible en sitio Web del Instituto Tecnológico de Monterrey (<http://www.itesm.edu>)

3.2 El nuevo currículo de Ingeniería Civil en la Universidad de Chile

El año 2002 comenzó un proceso de renovación curricular en la Facultad de Ciencias Físicas Matemáticas de la Universidad Chile. El principal resultado obtenido de este proceso ha sido la implementación de una nueva malla curricular para Plan Común.

3.2.1 El proyecto MECESUP-UCH 403

La renovación curricular de la carrera de ingeniería civil en la Universidad de Chile ha sido inserta dentro del Proyecto MECESUP-UCH 403, el cual fue realizado en conjunto con la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Las instituciones asociadas en este proyecto, líderes en la formación de ingenieros civiles en el país, han acordado iniciar un proceso conjunto de análisis profundo de sus currículos y de sus metodologías docentes, tomando en cuenta los grandes cambios que está experimentando la enseñanza de la ingeniería tanto en Estados Unidos, en los esfuerzos de la NSF para renovar la enseñanza de la ingeniería, y en la iniciativa CDIO– como en Europa como consecuencia del proceso de Bolonia (ver sección 10.1).

Objetivos generales y específicos del proyecto

El propósito del proyecto es apoyar los procesos de renovación curricular iniciados en las Escuelas de Ingeniería de ambas instituciones señaladas, creando una instancia común para ambas casas de estudios, que asegure el logro del siguiente objetivo generales común:

Generar las condiciones para que las Escuelas asociadas en el proyecto puedan, por una parte, llevar a cabo procesos de renovación curricular, que aseguren que sus egresados posean las competencias necesarias para desenvolverse con excelencia en el ámbito profesional.

Los objetivos específicos del proyecto son los siguientes:

- i. Determinar las habilidades y competencias requeridas por los egresados de ingeniería.
- ii. Proposición de modelos para la definición de nuevos planes de estudio y de contenidos por asignatura que aseguren la adquisición de habilidades requeridas en el mundo de la ingeniería, incluyendo la evaluación de mecanismos de titulación y sus requerimientos.
- iii. Mejoramiento de la docencia de la ingeniería, centrado el proceso educativo en el alumno.
- iv. Caracterización de una estructura de títulos y grados y de duración de las carreras de ingeniería que permita el logro de las competencias de egreso requeridas.

- v. Generación de instancias de participación de otras Escuelas de Ingeniería del país y divulgación de los resultados obtenidos en el proyecto hacia el resto del sistema universitario de educación en ingeniería del país.

Principales resultados esperados con el proyecto MECESUP-UCH 403

El resultado principal que se esperaba alcanzar con el proyecto fue el de diseñar e implementar una reforma a nivel curricular de Docencia de Pregrado en la Universidad de Chile, que permitiese asegurar que los egresados de Ingeniería de la Facultad logren una formación que les permita desempeñarse de la mejor manera posible en su vida profesional.

Tabla 3.1. Principales necesidades detectadas tras el proceso de renovación curricular.

Problemas o necesidades de renovación curricular	Resultados que se esperan alcanzar en el proyecto
Necesidad de actualizar los currículos de las carreras de ingeniería para adecuarlos a las exigencias del mundo actual.	Elaboración de perfiles profesionales y competencias de egreso que consideren las necesidades del medio y la empleabilidad.
Necesidad de mejorar los niveles de adquisición y retención de conocimientos, habilidades y competencias por parte de los alumnos.	Introducción de metodologías que favorezcan un aprendizaje efectivo y duradero, con un enfoque centrado en el alumno y con demostración de competencias.
Necesidad de evaluar adecuadamente el proceso de aprendizaje por parte de los alumnos	Estudio de métodos de evaluación que fomenten el aprendizaje y que midan la adquisición de las competencias.
Necesidad de analizar la estructura de títulos y grados y la duración de los estudios a la luz de los estándares internacionales y de las competencias que se deben adquirir.	Análisis de las estructuras de título y grados posibles, y elementos de juicio para definir la duración de cada etapa de los estudios
Déficit de habilidades comunicaciones , de trabajo en equipo y liderazgo	Introducción de cursos y actividades que favorezcan la adquisición y el desarrollo de habilidades de este tipo, con ejercitación de ellas a lo largo de todo el currículo.
Necesidad de evaluar los resultados obtenidos de los cambios efectuados en los planes de estudios y en los métodos docentes.	Introducción de mecanismos permanentes de evaluación, incluyendo el seguimiento post-egreso.

Fuente: Informe N°1 de la Comisión de Competencias, Perfiles y Currículum (2003), p.4.

3.2.2 Resultados obtenidos del proceso de renovación curricular

Luego de un proceso de cinco años que se inició el 2002, en el cual participaron académicos, alumnos y representantes del medio externo se diseñó un nuevo plan de estudios para los estudiantes del Plan Común.

1. El nuevo currículo de Ingeniería Plan Común de la FCFM.

El nuevo programa de estudio para la carrera de ingeniería de la Universidad de Chile comenzó a implementarse en marzo del 2007 a los alumnos de Primer Año. Esto conlleva que durante los próximos seis años existirá una convivencia entre los alumnos de la malla antigua de ingeniería con aquellos de la nueva estructura.

El objetivo principal de esta nueva estructura curricular es “**preservar y robustecer los aspectos positivos** que han caracterizado y caracterizado y destacado tradicionalmente a los profesionales de la Facultad, y además desarrollar **habilidades adicionales** que fortalezcan su condición de **profesional global, innovador y de excelencia.**”¹⁵.

Entre las principales características de este nuevo plan de estudios se destaca la flexibilidad de la malla, se incorpora una visión más práctica de algunas asignaturas, disminuyendo el número de clases lectivas y aumentando el número de trabajos grupales, se invierte además en la construcción de espacios físicos de aprendizaje coherente con el espíritu de la reforma.

A continuación se dan a conocer los resultados obtenidos luego del proceso de renovación curricular de la carrera de ingeniería civil de la Universidad de Chile.

- a) **Un nuevo plan de estudios.** El Plan Común pasó de 5 semestres a 4 semestres, incorporando una mayor oferta de ramos y entregando una mayor flexibilidad al momento de poder escogerlos. Se integra además tres cursos de talleres, los cuales complementan la formación teórica por parte de los alumnos.

- b) **Se promueve la iniciativa CDIO.** El enfoque de la iniciativa CDIO, como se ha hecho presente en el Capítulo III, ha sido adoptado por la FCFM como una guía dentro del proceso de renovación curricular. Este marco educacional plantea que los programas educacionales deben diseñarse e implementarse de manera tal que el alumno una vez finalizado su proceso formativo como ingeniero sea capaz de concebir, diseñar, implementar y operar sistemas de ingeniería.

¹⁵ Fuente: Perfil del Alumno Egresado (<http://escuela.ing.uchile.cl/docencia/perfil-de-egreso-1>)

- c) **Una malla curricular en base al desarrollo de competencias por parte de los alumnos.** Con objetivo de determinar aquellas competencias a desarrollar por parte de los alumnos de la carrera, los planes y programas de estudios de todos los cursos fueron redactados en base a resultados de aprendizaje.
- d) **Incorporación de los Test de Diagnóstico.** El primer día de clase de los alumnos deben rendir los Test de Diagnósticos de cada uno de sus ramos (Cálculo, Álgebra y Física) con el objetivo de entregar al profesor información de ayuda a la planificación de sus clases.
- e) **Creación de una unidad de apoyo a la docencia en la FCFM.** El 2007 se creó la Unidad de Desarrollo Docente (ADD) con el objetivo de prestar apoyo a la docencia de la Facultad. Entre las actividades desarrolladas por el ADD se encuentran:
- Desarrollo e implementación de Talleres prácticos para el mejoramiento de la gestión docente, tanto para profesores como para auxiliares y ayudantes.
 - Talleres especiales para profesores que se inician en la docencia.
 - Asesoría personalizada a profesores que la soliciten.
 - Apoyar y difundir investigaciones y estudios en el área de la enseñanza y aprendizaje en la educación superior.
 - Proporcionar apoyo experto para la revisión y rediseño de los currículos y de los programas de cursos.
- f) **Cambio en el rol del docente.** En este nuevo plan de estudio el docente no solamente dicta sus clases, sino que además acompaña y guía al alumno en su proceso de aprendizaje. Para ello se ha incorporado una sesión semanal de trabajo dirigido a la semana, en la cual los profesores resuelven dudas con respecto a los contenidos tratados.
- g) **Cambio en la estructura de ramos de Primer Año.** Primer Año pasó desde un régimen anual a un régimen de carácter semestral (como el resto de los años de la carrera). Se incorporan los cursos de Química y los talleres de Introducción a la Ingeniería al plan de estudios.
- h) **Talleres de Introducción a la Ingeniería.** Con el objetivo de acercar la ingeniería desde los inicios de la carrera, se implementaron dos cursos de talleres de ingeniería en el primer y segundo semestre respectivamente.
- i) **Se incorpora un nuevo soporte Web de apoyo al aprendizaje significativo.** Se actualizan y complementan plataformas Web de apoyo a la docencia, las cuales contienen nuevas guías y videos de resolución de problemas donde los alumnos pueden revisar cómo se desarrollan los ejercicios, un conjunto de información de carácter útil para los alumnos, entre otras.

2. Actualización del perfil del alumno egresado de ingeniería civil

Uno de los principales resultados obtenidos tras el proyecto MECESUP-UCH 403, fue la actualización del perfil del alumno egresado de ingeniería civil de la Facultad. Se entiende por perfil del alumno a todas aquellas competencias que el alumno debe desarrollar durante su proceso formativo.

En relación a la actual formación de los ingenieros, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas busca asegurar los siguientes logros de aprendizaje¹⁶:

- a) Alcanzar un fuerte dominio de las matemáticas y de las ciencias básicas, incluyendo la capacidad para diseñar experimentos, obtener, utilizar e interpretar datos y ser capaces de aplicar estos conocimientos donde ellos se requieran.
- b) Adquirir una fuerte formación en ciencias de la ingeniería y tener dominio de la tecnología actual y adaptarse a los cambios que ella experimente
- c) Desarrollar la capacidad de diseño en ingeniería y tener la capacidad de plantear y resolver problemas abiertos o que requieran un enfoque multidisciplinario y trabajo en equipo.
- d) Desarrollar tanto la capacidad de invención, innovación y emprendimiento, como el pensamiento crítico.
- e) Adquirir y ejercitar la capacidad de auto-aprendizaje, y tomar conciencia de la importancia de mantener este hábito una vez egresados. Podrán proseguir estudios de postgrado si lo desean con el fin de maximizar su aporte en la creación y adaptación de tecnologías en los sectores productivos.
- f) Comunicarse en forma efectiva, en forma oral, escrita y gráfica, tanto en castellano como en inglés y esta capacidad debe ejercitarse a lo largo de todo el plan de estudios.
- g) Adquirir competencia en análisis económico y administración, independientemente de la especialidad que sigan.
- h) Comprender su rol en la sociedad y reconocer la importancia de un comportamiento ético tanto en los estudios como en la posterior vida profesional, y actuar en consecuencia.

¹⁶ Fuente: Perfil del Alumno Egresado (<http://escuela.ing.uchile.cl/docencia/perfil-de-egreso-1>)

3.2.3 Nuevos cursos incorporados a la malla de Plan Común de ingeniería civil

1. Talleres de Introducción a la Ingeniería I y II (EI110 - EI120)

Estos dos talleres de carácter introductorio a la ingeniería son de carácter obligatorio, son impartidos durante el primer y segundo semestre de la carrera respectivamente. Tienen por objetivo general ofrecer una oportunidad para que los estudiantes entren en contacto tempranamente con las problemáticas y métodos de ingeniería, a través de la concepción, diseño, implementación y operación de los proyectos de ingeniería.

El objetivo central que persigue la implementación de estos talleres es introducir al alumno de manera temprana al mundo ingenieril a través de proyectos de diseño, en los cuales el alumno debe trabajar sobre la concepción, diseño, implementación y evaluación de los mismos.

Los resultados de aprendizaje declarados para los Talleres de Introducción a la Ingeniería son:

1. Comprender los fundamentos del proceso de diseño y como estos se aplican en diferentes áreas de la ingeniería.
2. Utilizar la estrategia de trabajo en equipo de carácter colaborativo en la resolución de los problemas que se presenten.
3. Aplicar técnicas de redacción de informes y efectuar presentaciones orales de acuerdo a estándares de calidad establecidos.
4. Aplicar conceptos matemáticos y científicos básicos, así como también evaluar los aspectos éticos, ambientales y sociales en la resolución de problemas de ingeniería.
5. Utilizar herramientas computacionales en la elaboración de planos y modelos de diseño en las distintas fases del proyecto.

2. Taller de Proyectos de Ingeniería (EI2001)

El curso de Taller de Proyectos de Ingeniería es de carácter obligatorio dentro de la malla curricular de tercer semestre de Plan Común. El objetivo general del curso es permitir que el alumno sea protagonista de los procesos de concebir, diseñar, implementar y operar proyectos de ingeniería, que den una respuesta innovadora a una necesidad real en un área específica de aplicación.

Para poder cumplir con el objetivo anteriormente mencionado, el Taller de Proyecto de Ingeniería presenta los siguientes objetivos específicos:

- i. Ofrecer a los estudiantes la oportunidad de aplicar sus conocimientos de ciencia y de

tecnología, e incentivar la adquisición de nuevos conocimientos en estas áreas.

- ii. Desarrollar las habilidades para la construcción de modelos que ayuden a razonar alternativas de diseño. Esto incluye por ejemplo estimaciones, diseños preliminares, planillas de cálculo, modelos matemáticos, simulaciones y maquetas.
- iii. Desarrollar habilidades de implementación de modelos y prototipos de alta calidad.
- iv. Aprender a trabajar en equipos numerosos en un proyecto que requiere el trabajo en equipo para ser exitoso.
- v. Continuar mejorando las habilidades comunicacionales a través de una variedad de medios.
- vi. Conocer y desarrollar el entusiasmo por las actividades de ingeniería involucradas en el desarrollo de proyectos.

La metodología docente corresponde a una única unidad temática (de 15 semanas de duración) en la cual los alumnos deben desarrollar las distintas etapas involucradas en el proyecto de ingeniería, partiendo por la detección de las necesidades de una comunidad específica, luego un proceso de “*brainstorming*” determinar la solución adecuada. Posteriormente se efectúa el diseño preliminar y el desarrollo de simulaciones y maquetas. El proyecto finaliza con el diseño definitivo y su implementación.

3. Incorporación de “*minors*” a la formación complementaria de los alumnos

Los "minors" representan un conjunto coherente de cursos impartidos por los diferentes Departamentos de la facultad. Estos paquetes de cursos permiten a los estudiantes obtener competencias específicas y complementarias en un área de ingeniería distinta a la de su especialización principal.

Las principales normas que rigen a estos sistemas de “*minors*” son:

- Los “*minors*” son certificados en un documento aparte a los certificados de licenciatura y especialidad. Para obtener el certificado del “*minor*” es condición haber obtenido el grado de licenciado o el título de ingeniero civil o geólogo.
- Un “*minor*” debe consistir en un paquete autocontenido de cursos electivos coherentemente integrados.
- Los cursos de un “*minor*” deben sumar 40 UD’s, en casos excepcionales 45 UD’s.
- El primer curso de un “*minor*” debe tener como requisito sólo cursos de Plan Común.
- Un “*minor*” lo puede cursar cualquier alumno de la facultad que cumpla con el requisito de Plan Común.
- El diseño de un “*minor*” puede considerar cursos nuevos o ya existentes.

- Los cursos obligatorios de licenciatura, especialidad y/o de formación integral aprobados por el alumno no son convalidables por cursos de un “*minor*”. Es decir, si un alumno cursa un “*minor*” en que uno de sus cursos cae dentro de alguna de las tres categorías mencionadas, éste deberá cursar esas UD´s de una lista de cursos electivos definidos por el minor.
- Si un curso de “*minor*” tiene requisitos, estos deben ser los mismos tanto para alumnos propiamente del “*minor*” como para alumnos de alguna especialidad que tenga este curso como obligatorio.

3.3 Cursos del DII que han sido guía para el diseño propuesto

A continuación se dan a conocer aquellos cursos que han sido guía al momento de generar la propuesta de diseño para los Talleres de Ingeniería Industrial.

3.3.1 Curso de Introducción a la Ingeniería Industrial (IN31A)

El IN31A es el curso antecesor del IN3001, durante los últimos 12 años el curso de “Introducción a la Ingeniería Industrial” fue el encargado de dar la bienvenida a los nuevos alumnos del DII. Al curso podían ingresar todos los alumnos que se encuentren finalizando su proceso de Plan Común (quinto semestre de la carrera), siendo éste la primera experiencia como futuros ingenieros civiles industriales. El académico Carlos Vignolo, distingue al IN31A como un curso bastante ortogonal dentro del resto de los cursos que pertenecen a la malla de ingeniería industrial, dado que era el único curso en el cual el foco de estudio era el estudiante mismo y su proceso de aprendizaje, constituyendo así un giro en la concepción del aprender, exigiendo así por parte del alumno, el desarrollo de nuevas estrategias para abordar con éxito el curso.

Orientación pedagógica del IN31A¹⁷

El curso se orientó a introducir al alumno de manera fenomenológica y general a las principales disciplinas que conforman la carrera de Ingeniería Civil Industrial. Esta introducción se apoya en una fuerte orientación a producir aprendizaje en las dimensiones actitudinales, de conciencia y de destrezas, todo ello sostenido en un espacio cognitivo cuyos principales tópicos tienen relación con la epistemología y sus aplicaciones en el campo de la Ingeniería Civil Industrial.

¹⁷ Fuente: Programa IN31A. Otoño-2007. p.2.

Los resultados de aprendizaje declarados para el curso de Introducción a la Ingeniería Industrial fueron:

1. Expandir la conciencia de sí y del entorno global y local en función de apropiarse del aprendizaje que la carrera de Ingeniería Civil Industrial significa.
2. Entender la Ingeniería Industrial, como disciplina académica y como profesión en Chile y el Mundo.
3. Aplicar conocimientos, habilidades, actitudes y valores en un proyecto que se haga cargo de intereses personales y del entorno.
4. Entrenar las destrezas de comunicación, gestión, trabajo en equipo, emprendimiento e innovación. Incrementar la capacidad de lectura y escritura.

El Modelo de Innovación Continua (CIM) desarrollado por el IN31A

El curso “Introducción a la Ingeniería Industrial”, ha sido diseñado desde una plataforma epistemológica constructivista y una interacción social continua como la base principal de la transformación humana. En un curso diseñado en base al modelo CIM, desde el principio el alumno no sólo participa activamente en la construcción de su aprendizaje, sino que también es agente principal en el diseño y evaluación del curso. La premisa de esta propuesta apunta a que cuando los alumnos participan de manera activa en el mejoramiento continuo del curso, ellos aprenden de mejor manera, dado a que esta plataforma educativa es propicia para que el alumno adquiera una postura emprendedora frente a los desafíos del aprendizaje.

“La tesis es que, cuando “la energía de los estudiantes” es dirigida hacia esos dos objetivos al mismo tiempo, un efecto sinérgico se produce. Cuando los estudiantes se dan cuenta de participar activamente en la creación de un mejor curso para ellos, ellos aprenden más, generando una postura emprendedora y así se activa un círculo virtuoso...Una de las habilidades que mejor se activa en este círculo virtuoso de aprendizaje y mejoramiento del curso es la habilidad de evaluar. Cuando los estudiantes incrementan tanto su voluntad como su capacidad de evaluar conscientemente, el impacto en la innovación y mejoramiento continuo del curso es realmente poderoso”

(Vignolo et al, 2008, p.4)¹⁸

Esta energía producto del aprendizaje activo, permiten alcanzar a los alumnos importantes objetivos pedagógicos como lo son el desarrollo de habilidades tanto personales como interpersonales, produciendo así una expansión de conciencia tanto de sí como de mundo, lo cual permite materializar una metodología docente en base a:

- Dinámicas grupales.

¹⁸ Nota: Traducción realizada por el autor.

- Talleres de aprendizaje en el contexto de desarrollo de habilidades directivas.
- Desarrollo de proyectos de ingeniería en equipos de trabajo.
- Ejercicios de focalización y evaluación.

Los principios distintivos del enfoque constructivista que posee la metodología CIM, se ven reflejados en los siguientes puntos:

1. El aprendizaje, es entendido, literalmente como un proceso transformacional del estudiante. Apoyado por los nuevos enfoques de la biología del conocimiento (Maturana & Varela et al, 1973; Maturana y Varela et al, 1998), el entendimiento del fenómeno del aprendizaje ha sido interpretado como una transformación de carácter biológico del aprendiz, en las interacciones y coexistencia con la comunidad humana con la cual vive, crece y se desarrolla.
2. El conocimiento, es literalmente, un proceso de “construcción” de la realidad, en dónde el aprendiz participa de manera activa en dicha construcción, condicionando esa realidad en función de sus paradigmas, intereses y preocupaciones. Es por ello que el estudiante es actor principal al momento de diseñar y evaluar la clase.

3.2.2 Curso de Taller de Diseño y Evaluación de Negocios (IN69B)

El objetivo pedagógico fundamental del curso es: “lograr que en los alumnos se produzca la integración de los diversos contenidos y conocimientos adquiridos en la carrera a través de la generación de los conocimientos y la adquisición de nuevos cuando sean necesarios” (Held y Lara, 2007)¹⁹.

Prácticas de Gestión del IN69B

Dado el gran número de alumnos que semestre a semestre cursan el actual curso de Taller de Diseño y Evaluación de Negocios, se ha dividido el curso en diferentes secciones, con un máximo de 24 alumnos cada una, de modo de permitir un mejor apoyo al desarrollo de los proyectos. Cada una de las secciones se encuentra a cargo de un equipo de tres profesores “*senior*”, con experiencias profesionales y académicas complementarias en el campo de la gestión.

A lo largo del semestre, los equipos de tres alumnos, desarrollan un plan de negocio. Ello parte por la identificación de la oportunidad para generar valor (negocio), la cual debe cumplir con los

¹⁹ Hekd, G., Lara, J. (2007) “Taller de Evaluación y Generación de Negocios: un caso de gestión para el desarrollo de buenas prácticas”. Documento presentado en el XXI Congreso Chileno de Educación en Ingeniería. Santiago, Octubre de 2007.

siguientes requisitos:

- **Tamaño:** El proyecto debe justificar el esfuerzo de tres alumnos durante un semestre.
- **Alcance:** El proyecto debe requerir, para su desarrollo, la aplicación de un amplio espectro de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.
- **Interacción:** El alumno debe, para el desarrollo del proyecto, tomar contacto con el mundo externo a la Universidad, particularmente en el proceso de toma de antecedentes.

El progreso de los proyectos es controlado a través de presentaciones orales e informes, ambos al menos en tres ocasiones durante el semestre. Cabe mencionar que un punto importante en el proceso de aprendizaje de los alumnos, corresponde a la retroalimentación del cuerpo docente hacia los alumnos, dichos comentarios son realizados tanto sobre la forma de los proyectos y el fondo.

La asistencia corresponde a un aspecto importante dentro del proceso formativo, el mínimo de asistencia exigida para aprobar al alumno corresponde a un 75%, la cual es controlada de manera rigurosa y puntual.

Otro punto importante dentro del proceso formativo es el rol activo que cobran los alumnos dentro de la clase. Se estimula a que el alumno tenga un alto grado de involucramiento con el curso (Held y Lara, 2007), a través de una mirada crítica, el alumnos participan en la discusión de cada uno de los proyectos del resto del curso.

La evaluación considera tres aspectos centrales: examen oral (a modo de presentación final), una calificación apreciativa por parte de los profesores (que contempla la puntualidad y rigurosidad del alumno, así como también su participación en las discusiones de los proyectos). Finalmente el curso posee un informe final, el cual representa la mayor ponderación dentro de la nota final del curso.

El curso de Taller de Diseño y Evaluación de Negocios, representa una instancia bastante demandante para los alumnos, ya que deben periódicamente levantar información del medio externo, participar en reuniones, preparar informes y presentaciones, etc. por lo cual la carga académica asignada para el curso ha sido de 15 UD, es por ello que el alumno debe dedicar un total de 15 horas semanales al ramo las cuales deben de ser distribuidas en todas actividades anteriormente declaradas.

Factores diferenciadores del Taller de Diseño y Evaluación de Negocios

Este curso, difiere de la gran mayoría del resto de la carrera de Ingeniería Civil Industrial, el aspecto fundamental en cual radica dicha diferencia, es que los alumnos se transforman en el principal diseñador y gestor de su propio proceso de aprendizaje.

Alumnos activos en su aprendizaje. El proceso de aprendizaje se lleva a cabo mediante “el hacer”, y no mediante un ejercicio única y exclusivamente reflexivo e intelectual. Esto además es reforzado por el hecho que los alumnos deben integrar el conocimiento adquirido durante toda su

carrera. Los profesores, en el contexto anteriormente declarado, representan una guía para los equipos de trabajo desarrollen las capacidades requeridas llevar a cabo sus proyectos (Held y Lara, 2007).

Contacto con el mundo externo. Uno de los requerimientos para que los alumnos desarrollen su proyecto es que éstos tomen contacto con agentes relevantes en el mercado, tanto clientes como proveedores. Esto lo realizan a través de encuestas, entrevistas en profundidad u otras.

Protagonismo en clases. Los alumnos son estimulados a que participen con comentarios, observaciones, críticas y propuestas hacia el trabajo de sus compañeros (similar a la labor de los profesores). Esto produce que los alumnos no sólo se preocupen en su trabajo personal, sino que también en el trabajo de sus compañeros.

3.4 La nueva formación de los Ingenieros Industriales de la Universidad de Chile

En conjunto con el proceso de renovación curricular de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad de Chile, el Departamento de Ingeniería Industrial (DII) ha iniciado a partir del año 2007 un proceso de renovación de su plan de estudio para los alumnos que ingresan al Departamento a partir del semestre de otoño del 2009.

Este nuevo plan de estudio, busca seguir formando a los profesionales líderes en las áreas de la gestión de empresas privadas y sector público. Para ello fue necesario revisar y actualizar cada uno de los programas de los cursos de carácter obligatorio para los alumnos del Departamento.

Entre las principales características del nuevo plan de estudio de la carrera de ingeniería industrial se encuentran:

- 1. Una duración de la especialidad de ocho semestres:** Se paso de una estructura de siete semestres a una estructura de ocho semestres, con lo cual los alumnos desarrollan una vinculación más duradera con la especialidad.
- 2. Una actualización de todos los contenidos del programa obligatorio para los alumnos:** La Comisión Docente (COMDOC), desde el 2007, ha estado diseñando el nuevo plan de estudio para pregrado, analizando la vigencia de los contenidos existentes en el antiguo plan de estudio, y como éstos se deben tratar en el actual. Además se ha ido innovando en las metodologías de enseñanza y aprendizaje de los cursos obligatorios de la carrera.
- 3. Un contacto más temprano con recursos tecnológicos:** Se incorpora a partir del quinto semestre el ramo de Tecnología de Información y Comunicación para la Gestión, con el objetivo de acercar el mundo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) a los alumnos.
- 4. La formación complementaria (“*minors*”):** Se incorporan a partir del año 2009 una serie de 23 “*minors*” en las diferentes áreas y especialidades de la ingeniería, con el objetivo de desarrollar en los alumnos competencias complementarias a la especialidad.

- 5. La incorporación de tres cursos de Taller de Ingeniería Industrial:** Se incorporan una serie de tres cursos tipo taller a la estructura curricular obligatoria de los alumnos, los llamados Talleres de Ingeniería Industrial, con el objetivo de potenciar el desarrollo de habilidades por parte de los alumnos del DII.

En el Capítulo IV se detalla la propuesta de diseño para dichos cursos de Taller de Ingeniería Industrial.

- 6. Un mayor contacto con la experiencia práctica de la ingeniería:** Uno de los principales objetivos que persigue la nueva estructura curricular del DII, es potenciar el aprendizaje de los alumnos por medio de la experiencia práctica de la ingeniería. Para ello se actualizaron el contenido de los cursos fundamentales de la carrera, incorporando una visión práctica complementaria a la ya teórica que poseían.

Los puntos anteriormente citados han dado origen a una nueva estructura curricular para pregrado, la cual se encuentra estructurada de la siguiente manera²⁰:

1. Un conjunto de cursos teóricos, cuya principal función es entregar un set de herramientas básicas y fundamentales para el análisis de carácter ingenieril. Entre dichos cursos se encuentran:
 - Modelamiento y optimización.
 - Probabilidades y Estadística.
 - Microeconomía
 - Investigación de operaciones
 - Macroeconomía.

Los cursos mencionados anteriormente se ubican en el quinto, sexto y séptimo semestre de la carrera.

2. Un conjunto de cursos que muestran las áreas funcionales de la ingeniería industrial, cuyo principal objetivo es familiarizar al estudiante con el quehacer de la especialidad, además de entregar herramientas sofisticadas para el análisis de sistemas complejos de la ingeniería industrial. Entre estos cursos se encuentran:
 - Aplicaciones de las Probabilidades y Estadísticas en Gestión.
 - Marketing I e ingeniería en Marketing.
 - Finanzas I e Ingeniería en Finanzas.
 - Operaciones I e Ingeniería de Operaciones.
 - Organización Industrial.

²⁰ Fuente: Programa de la especialidad de Ingeniería Industrial, disponible en el sitio oficial de pregrado de la FCFM (<http://escuela.ing.uchile.cl/docencia/mallas/industrial>)

Los cursos mencionados anteriormente se ubican entre el séptimo y décimo semestre de la carrera.

3. Un conjunto de cursos de carácter práctico, en los cuales los alumnos deban aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera; estos cursos son:
 - Práctica Profesional I, II y III.
 - Taller de Ingeniería Industrial I y II.

Estos cursos, se posicionan durante los ocho semestres de duración de la carrera.

4. Finalmente, hacia el fin de la carrera, los alumnos se encuentran con cursos de integración de conocimientos, en los cuales se debe analizar diferentes escenarios empleando el conocimiento adquirido durante la carrera. Entre estos cursos se encuentran:
 - Taller de Ingeniería Industrial III.
 - Diseño de Procesos de Negocios.
 - Dirección Estratégica.
 - Introducción al Trabajo de Título.
 - Trabajo de Título.

En líneas generales la estructura curricular anteriormente descrita apunta a desarrollar en una primera fase un conjunto de herramientas básicas y fundamentales del quehacer ingenieril como los son la estadística y el modelamiento matemático. Posteriormente se va dando paso a un conjunto de herramientas más funcionales y características de la ingeniería industrial, como lo son las finanzas, el marketing y las operaciones. Finalmente se busca desarrollar en los alumnos la habilidad de integrar estas herramientas en el análisis sistémico de requerimientos típicos para los ingenieros industriales.

3.5 Proceso de consulta realizado a los académicos del DII

Uno de los antecedentes importantes a considerar en el momento de plantear la propuesta de diseño para los cursos de Taller de Ingeniería Industrial es lo que los académicos, especialmente los miembros de la COMDOC, esperan de estos cursos. Especialmente cuales son las principales competencias a desarrollar por los alumnos durante su paso por cada uno de los talleres.

Para poder conocer la percepción de los miembros de la COMDOC, se originó una matriz de atributos, en las cuales en las filas se ubica las competencias a desarrollar por los alumnos y en las columnas se ubican cada uno de los tres Talleres de Ingeniería Industrial.

3.5.1 Objetivo del proceso de entrevistas a los miembros de la COMDOC

El proceso de consulta tuvo por objetivo conocer la percepción de los miembros de la COMDOC sobre aquellas competencias y habilidades a desarrollar por los alumnos durante cada uno de los Talleres de Ingeniería Industrial.

3.5.2 Antecedentes del proceso de entrevistas

1. **Medio de aplicación:** El proceso de consulta fue realizado a través de conversaciones o entrevistas sucesivas entre el autor y los diversos miembros de la COMDOC. Producto de estas conversaciones se fue poblando la matriz de atributos (Tabla 3.2).
2. **Entrevistados:** Los entrevistados son académicos del DII, especialmente miembros de la COMDOC²¹.
3. **Periodo de implementación:** El proceso de consulta se realizó entre los días martes 10 de marzo y lunes 30 de marzo del 2009.

3.5.3 Resultados obtenidos

Durante el proceso de consulta, el encuestado debió marcar aquellas competencias y habilidades, que a su juicio, el alumno debe desarrollar durante su paso por cada uno de los Talleres de Ingeniería Industrial.

Al finalizar este proceso de consulta se obtuvo una matriz con frecuencias de respuestas para cada una de las habilidades y competencias señaladas por taller.

Cabe mencionar que la matriz fue construida en función del perfil del alumno egresado del DII. Además las habilidades y competencias fueron agrupadas en las siguientes áreas:

- Conocimientos técnicos y básicos de un ICI: Corresponde al conjunto de competencias técnicas que deben poseer los alumnos una vez egresados de la carrera de ingeniería industrial.
- Habilidades personales y profesionales: Corresponde al conjunto de habilidades que permitan al profesional desenvolverse de manera autónoma en su vida profesional.
- Habilidades interpersonales y de trabajo en equipo: Estas habilidades permiten que el profesional se desempeñe de manera eficiente en equipos colaborativos de trabajo.
- Habilidades para la concepción, diseño, implementación de sistemas de ingeniería: En coherencia con la iniciativa CDIO, que ha utilizado la FCFM como guía durante su

²¹ Para mayor detalle ver sección de Anexos B.

proceso de renovación curricular, estas habilidades corresponden a aquellas requeridas por los profesionales para la concepción, diseño, implementación de sistemas de ingeniería.

Los resultados obtenidos del proceso de consulta son dados a conocer en la Tabla 3.2. En esta tabla se dan a conocer las frecuencias de respuestas para cada una de las habilidades señaladas.

Tabla 3.2. Resultados obtenidos tras la implementación de la matriz de atributos.

- **Número de entrevistas realizadas:** 6 académicos del DII, todos miembros de la COMDOC.
- **Frecuencia de respuesta:** Corresponde al número de veces en que cada competencia o habilidad fue seleccionada por el entrevistado. En el caso que la competencia o habilidad no aplica para ser desarrollado por ninguno de los Talleres de Ingeniería Industrial, su frecuencia de respuesta es 0.

Ámbito	Atributo	Frecuencia de Respuesta			Total
		TII - 1	TII - 2	TII - 3	
Conocimiento técnico básico de un ICI	Integrar las áreas funcionales de la ingeniería industrial		1	5	6
	Identificar, observar y formular problemas de la ingeniería industrial	2	3		5
	Concebir invenciones e innovaciones a problemas de clientes y comunidades específicas.		5	1	6
	Diseñar evaluaciones, obtener , interpretar y utilizar datos		3		3
	Implementar prototipos o modelos de prueba		3	3	6
	Evaluación de soluciones en diferentes escenarios o contextos		2		
	Aplicación de la capacidad de modelamiento matemático y estadístico a problemas de gestión y economía		1	3	4
	Uso de TIC's así como la Web para el diseño e implementación de soluciones				
Habilidades personales y profesionales	Conciencia de sí y capacidad de autoaprendizaje	6			6
	Pensamiento crítico	4		2	6
	Conocimiento de temas contemporáneos y respeto hacia la diversidad cultural				
	Mirada sistémica				
Habilidades interpersonales y de trabajo en equipo	Trabajo en equipo y enfoque interdisciplinario		2	2	4
	Ética en la vida profesional y mirada integral hacia la sociedad y el medio ambiente.				
	Capacidad de comunicación formal oral y escrita en español	5			5
	Capacidad de comunicación formal oral y escrita en inglés		2	4	6
Habilidades para la concepción, diseño, implementación de sistemas de ingeniería	Conducción y desarrollo de investigaciones de perfil académico				
	Concebir, diseñar e implementar un plan de negocios				
	Concebir y gestionar proyectos de emprendimiento propios, de organizaciones o empresas.				

3.5.4 Resultados obtenidos del proceso de entrevistas a los miembros de la COMDOC

Una vez realizada la ronda de entrevistas entre los miembros de la COMDOC, se obtuvo que las principales competencias y habilidades a desarrollar por los alumnos durante su estadía en los

Talleres de Ingeniería Industrial son:

Tabla 3.3. Competencia o habilidades con mayor frecuencia de respuesta por parte de los entrevistados.

3.6 Evaluación de los exalumnos sobre su formación como ingeniero industrial

Finalmente, se desea entregar el último antecedente considerado por el autor al momento de realizar la propuesta de diseño para los Talleres de Ingeniería Industrial, el cual corresponde a un

Cursos	Competencias o habilidades con mayor frecuencia de respuesta
Taller de Ingeniería Industrial I.	El alumno demuestra al término del curso que valora el autoaprendizaje como parte central de su desarrollo personal.
Taller de Ingeniería Industrial II.	El alumno aplica sus habilidades cognitivas, procedimentales, personales e intrapersonales en el diseño de un producto o servicio.
Taller de Ingeniería Industrial III.	El alumno demuestra al término del curso su capacidad de integración y aplicación de los conocimientos propios de la carrera de ingeniería industrial.

proceso de consulta a los miembros de la Corporación ICI y exalumnos del DII realizado entre los días 02 y 07 de julio del año 2009.

3.6.1 Objetivo principal del proceso de consulta

Conocer la percepción de los exalumnos del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, sobre la calidad de su formación profesional durante su paso por pregrado.

3.6.2 Antecedentes del proceso de consulta

- 1. Medio de difusión:** El proceso de consulta fue realizado vía Web, a través de una encuesta digital, la cual fue enviada a los correos electrónicos de los encuestados.
- 2. Encuestados:** Los encuestados corresponden a exalumnos del DII, cuyas edades fluctúan entre los 25 y 60 años de edad, sin distinguir entre sexo, labores actuales u otros estudios logrados posteriormente. El total de encuestados es de 730 exalumnos.

- 3. Periodo de implementación:** La encuesta se realizó durante los días jueves 02 y martes 07 de julio del año 2009. No se incorporaron respuestas emitidas fuera del plazo anteriormente estipulado.
- 4. Número de respuestas:** De un total de 730 encuestas emitidas, a la hora y fecha de cierre se habían recibido un total de 238, lo cual equivale a un 33% del universo encuestado.

A continuación se dan a conocer los resultados obtenidos tras el proceso de consulta.

Evaluación de los exalumnos del DII
Periodo de implementación: Entre el jueves 02 y el martes 07 de julio del 2009.
Formato de entrega: Vía Web.
Total del universo encuestado: 730 exalumnos
Número de respuesta: 238 exalumnos

Resultados obtenidos tras el sondeo							
1. Sexo							
	Sexo	Nº de personas	%				
	Masculino	144	61%				
	Femenino	94	39%				
	Total	238	100%				
2. Año de egreso de la Universidad							
	Año de egreso	Nº de personas	%				
	Anterior a 1975	3	1%				
	1975 - 1980	23	10%				
	1981- 1985	25	11%				
	1986 - 1990	49	21%				
	1991 - 1995	58	24%				
	1996 - 2000	43	18%				
	2000- Actualidad	37	16%				
	Total	238	100%				
3. A su juicio, ¿Qué tan vinculado se encuentra su trabajo actual con las siguientes áreas disciplinarias de la ingeniería industrial?							
Áreas disciplinarias	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Relevancia (*)	Desv. Est.

Finanzas	12%	13%	21%	28%	25%	3,9	1,2
Gestión de Operaciones	11%	18%	20%	33%	18%	3,3	1,4
Gestión Comercial	10%	16%	27%	20%	27%	3,2	1,0
Tecnología de Información y Comunicación	6%	8%	28%	30%	28%	3,6	0,9
Gestión de Recursos Humanos	19%	16%	27%	22%	16%	2,8	1,4
Contabilidad	18%	18%	20%	29%	15%	2,8	1,3
Dirección General	7%	8%	21%	27%	37%	3,7	1,1
Estudios e Investigación Aplicada	24%	22%	21%	19%	13%	2,5	1,0

(*) Escala del índice de Relevancia. Escala de 1 a 5, siendo 1 la mínima relevancia y 5 la máxima.

4. A su juicio, ¿Qué tan relevantes han sido los siguientes valores durante su vida profesional?

Valores	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Relevancia (*)	Desv. Est.
Comportamiento ético en la vida profesional	0%	0%	4%	27%	69%	4,7	0,6
Demostrar responsabilidad social	4%	0%	4%	19%	73%	4,6	1,2
Demostrar honestidad	4%	0%	0%	35%	62%	4,5	0,8
Demostrar respeto a la diversidad	0%	15%	27%	23%	35%	3,8	1,2
Demostrar responsabilidad cultural	0%	19%	38%	15%	27%	3,5	1,3

(*) Escala del índice de Relevancia. Escala de 1 a 5, siendo 1 la mínima relevancia y 5 la máxima.

5. A su juicio, ¿Qué tan relevante han sido sus conocimientos, en las siguientes áreas disciplinarias de la ingeniería industrial, durante su vida profesional?

Áreas disciplinarias	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Relevancia (*)	Desv. Est.
Finanzas	4%	8%	32%	39%	15%	3,5	1,1
Gestión de Operaciones	7%	10%	30%	31%	23%	3,5	0,9
Gestión Comercial	4%	14%	27%	34%	21%	3,5	0,8
Economía aplicada	7%	24%	30%	32%	7%	3,1	1,2
Tecnologías de Información y Comunicación	3%	14%	17%	32%	34%	3,8	0,9
Gestión de recursos humanos	11%	17%	32%	23%	17%	3,2	1,3
Contabilidad	27%	20%	17%	27%	10%	2,7	1,2
Dirección General	4%	13%	15%	28%	39%	3,9	1,0
Estudios e investigación Aplicada	23%	24%	24%	17%	13%	2,7	1,3

(*) Escala del índice de Relevancia. Escala de 1 a 5, siendo 1 la mínima relevancia y 5 la máxima.

6. A su juicio, ¿Qué tan relevantes han sido las siguientes habilidades durante su vida profesional?

Habilidades	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto	Relevancia	Desv. Est.
Capacidad innovadora	0%	7%	15%	32%	46%	4,7	0,6
Capacidad emprendedora	0%	13%	26%	28%	32%	3,8	1,3
Capacidad de investigación autónoma	3%	1%	22%	40%	34%	4,0	0,8
Capacidad de comunicación	0%	0%	10%	35%	54%	4,4	0,7
Capacidad de comunicación en inglés	0%	7%	24%	28%	19%	3,8	0,9
Capacidad de "aprender a aprender"	1%	0%	10%	37%	51%	4,4	1,2
Capacidad de trabajar en equipos multidisciplinarios	0%	0%	6%	24%	71%	4,7	0,9
Capacidad de integrar conocimientos de las diversas disciplinas de la ing. industrial	0%	3%	7%	32%	57%	4,4	1,0
Capacidad de diseñar e implementar soluciones	0%	0%	6%	22%	72%	4,7	0,9
Capacidad de modelamiento, matemático y estadístico, a problema de gestión y economía	10%	18%	28%	22%	22%	3,2	1,4
Capacidad de obtener, utilizar e interpretar datos	3%	0%	4%	40%	53%	4,4	0,6

7. Finalmente. A su juicio, ¿cuál ha sido la principal debilidad en su formación como ICI? ¿Cuál ha sido el impacto de esa debilidad en su vida profesional? (*)

- “Mayor práctica, no sólo teoría. Las habilidades comunicaciones y la mayoría de la pregunta 6. debí aprenderlas sola, en la U en ese momento al menos, no las enseñaban. Es importante no perder de vista que las empresas e instituciones las hacen las personas. También faltó acercamiento con las empresas. Conocer ambos sistemas, público y privado, y sólo conocimientos de ingeniera, sino de otras carreras para ver la vida más integralmente”.
- “Comunicación en Inglés; debilidad: pérdida de oportunidades laborales y proyectos desafiantes. - No contar con base legal; el ICI de una u otra forma trabajará con Leyes, Normas, abogados, etc. Y por lo tanto, no tener un contexto y preparación genera brechas. - Habilidades comunicacionales; Es imprescindible saber y poder comunicarse, para transmitir todo (conocimientos, ideas, etc.), que si no es posible, se pueden perder, no poder realizar proyectos, pérdida de oportunidades, etc.”

- “Los Ingenieros de la U de Chile no sabemos vendernos en la organización. Tenemos muchos conocimientos y formación dura pero nos falta completamente las blandas. Habilidades, comunicación, etc. Además los ramos son muy teóricos, creo que debiera incluirse más trabajos prácticos”
- “Yo considero una debilidad profesional la falta de dominio del idioma inglés aún cuando no es necesariamente un problema de formación de los ICI”
- “La formación dada a un ICI hace unos años atrás estaba orientada sólo a un profesional que trabaja en forma dependiente. Con los años ha ido cambiando esta visión y creo que ha sido muy positivo el cambio hacia los emprendedores.”
- El no desarrollar las habilidades "blandas", tales como. liderazgo, trabajo en equipo, comunicación, delegación, etc.

(*) Selección de sólo de algunos de los comentarios recibidos

Fuente: Investigación y desarrollo propio

3.6.3 Conclusiones obtenidos del proceso de consulta a los exalumnos del DII

De los datos y juicios anteriormente expuestos, se puede obtener las siguientes conclusiones:

1. En una escala de vinculación de 1 a 5 (en donde 1 corresponde a la mínima vinculación y 5 corresponde a la máxima vinculación), los encuestados señalaron que el área funcional con mayor vinculación con su actividad laboral es el área de finanzas, con una vinculación de 3,9, y el área de dirección general con una vinculación de 3,7.
2. En una escala de relevancia de 1 a 5 (en donde 1 corresponde a la mínima relevancia y 5 corresponde a la máxima relevancia), las habilidades requeridas por los ICI promedian una importancia de 4,2. Por otro lado los conocimientos adquiridos durante la formación de los exalumnos promedian una importancia de 3,3 en la misma escala. En este mismo contexto los valores señalados en el proceso de consulta promedian una importancia de 4,2 (en la misma escala).
3. Entre las habilidades declaradas por los exalumnos como principales se destacan:
 - La capacidad innovadora
 - La capacidad de trabajo en equipos interdisciplinarios
 - La capacidad de diseñar e implementar soluciones

Todas con una importancia de 4,7 en una escala de 1 a 5.

4. Entre los conocimientos adquiridos por los ICI durante su formación profesional, se

destacan como los más relevantes:

- Dirección general con una relevancia de 3,9 (en una escala de 1 a 5).
 - Tecnologías de Información y Comunicación con una relevancia de 3,7 (en una escala de 1 a 5).
5. Una de las deficiencias más importante en la formación profesional, a juicio de los encuestados, es la falta de cursos prácticos de aprendizaje para los alumnos de pregrado. Además y junto a ello la carencia de espacios de interacción con la lengua inglesa.
 6. Una de las deficiencias que se observa en la formación de es la carencia de la formación un número importante de herramientas técnicas para aquellos alumnos que desean desarrollar una vida profesional como emprendedores.
 7. Finalmente, sobresale el juicio de carencia en la formación de habilidades “blandas” en los alumnos, siendo una carrera bastante sólida en la formación de habilidades “duras” de la ingeniería.

Capítulo IV: Propuesta de Diseño para los Talleres de Ingeniería Industrial

El presente capítulo tiene por objetivo fundamental, dar a conocer en detalle la propuesta de diseño para los cursos de Taller de Ingeniería Industrial I, II y III. Cabe mencionar que la propuesta de diseño aquí expuesta debe ser coherente y responder a los antecedentes dados a conocer en capítulo anterior.

Para poder cumplir con el objetivo anteriormente declarado, el presente capítulo se ha estructurado de manera tal de dar a conocer el programa desde los aspectos más generales hasta los más específicos. Primeramente se comienza dando a conocer los principales principios que sustentan la propuesta, tanto en el plano pedagógico, como curricular y metodológico. A continuación se dan a conocer los resultados de aprendizaje para cada uno de los talleres y finalmente se dan a conocer las principales actividades a desarrollar.

4.1 Fundamentos que sustentan la propuesta de diseño

La propuesta de diseño se desarrolló en torno a dos fundamentos principales, los cuales abarcan los aspectos pedagógicos y metodológicos de la propuesta de diseño aquí detallada.

4.1.1 Fundamentos Pedagógicos: El Modelo de Innovación Continua (CIM) aplicado a los Talleres de Ingeniería Industrial

Los fundamentos pedagógicos propuestos para los cursos de Taller de Ingeniería Industrial se sustentan sobre una plataforma epistemológica constructivista del aprendizaje. La evidencia empírica muestra que dado los vertiginosos cambios que se han ido desarrollando en las últimas décadas en el mundo, cuyos ritmos se han acelerados producto de la revolución de la Internet, sumado a los procesos de globalización (Friedman, 2005, p.28), han generado un escenario en el cual cada vez es más importante y fundamental que los alumnos posean la capacidad de “autogestión de sí mismos”, y en particular su aprendizaje (Vignolo et al, 2006).

Cabe destacar que dentro del perfil del alumno egresado de la carrera de ingeniería civil de la Universidad de Chile, una de las competencias centrales (y transversales a toda especialidad) es la capacidad de diseñar y gestionar el plan de aprendizaje personal frente a los nuevos desafíos que se le presentan.

Es ahí donde el constructivismo entra en juego, ya que este paradigma epistemológico sostiene que el individuo, considerando los aspectos cognitivos, sociales y afectivos, es capaz de irse diseñando y rediseñando día a día a medida que interactúa con su entorno.

Desde una mirada centrada en el constructivismo, el fenómeno de la enseñanza-aprendizaje se

fundamenta sobre las siguientes premisas

- i. La educación es entendida como un proceso de “diseño” y “rediseño” de personas. Desde este punto de vista es posible interpretar el aprendizaje como proceso de transformación biológica del alumno, en particular, de su red neuronal. Dichas transformaciones se desarrollan en la interacción permanente con los otros miembros de la comunidad en la cual el alumno vive y se desarrolla.
- ii. El conocimiento es entendido como un proceso de “construcción” de la realidad, en el cual el alumno participa de manera activa en el diseño, desde sus paradigmas, emociones, intereses.
- iii. El aprendizaje involucra cambios en múltiples dimensiones del alumno, la dimensión cognitiva (la adquisición de conocimiento), las dimensiones de los valores, actitudes, y principalmente, el aumento de en los niveles de conciencia y de contacto, tanto consigo mismo, como con el resto de los miembros de la comunidad de aprendizaje en la cual se desenvuelve.

Se pretende generar un contexto de aprendizaje colaborativo, en cual los alumnos puedan aplicar tanto los conocimientos técnicos adquiridos durante la carrera y desarrollar las habilidades fundamentales para aplicarlos en proyectos reales. Se consideran las siguientes premisas sobre el aprendizaje en base al desarrollo de proyectos (Kolb, 1984, p):

- a. El aprendizaje es considerado como un proceso, en el cual, los conceptos son derivados de la experiencia y modificados por ella misma.
- b. El aprendizaje es un proceso continuo fundado en la acumulación de experiencia, es por ello que es fundamental generar contextos en los cuales los alumnos puedan interactuar con el mundo real, con el fin de ganarla.
- c. El proceso de aprendizaje requiere de la resolución de conflictos, por parte del aprendiz, entre el desarrollo de habilidades en las áreas de conceptualización abstracta y la de experimentación activa.
- d. El aprendizaje es un proceso continuo de adaptación al mundo, es por ello que el aprendizaje es mucho más amplio que aquello que ocurre dentro de la sala de clases.
- e. El aprendizaje contempla la interacción entre el aprendiz y el mundo externo que lo rodea.
- f. El aprendizaje, fruto de la interacción alumno-entorno, es un proceso continuo de creación de conocimiento.

4.1.2 Estrategias metodológicas de enseñanza-aprendizaje

En coherencia con lo expuesto el Marco Conceptual y Contextual se propone al aprendizaje basado en proyectos (ABP) como la estrategia metodológica central para cada uno de los Talleres de Ingeniería Industrial.

ABP como metodología pedagógica fundamental

El contar con un programa de estudio basado principalmente en el desarrollo de proyectos permite a los alumnos desarrollar las siguientes habilidades:

- a) **Desarrollar habilidades fundamentales para la inserción laboral.** Los estudiantes son situados en un contexto propicio para que desarrollen habilidades fundamentales requeridas en un futuro laboral, como lo son la colaboración, planificación de proyectos, toma de decisiones, liderazgo, capacidad de investigación y gestión del aprendizaje entre otras.
- b) **Aumentar la motivación.** El posicionar al alumno como el principal agente constructor de su conocimiento produce con frecuencia un incremento en la motivación por aprender, a través de una mayor participación en clase y mejor disposición para realizar las actividades concernientes a su proyecto (Vignolo C. et al, 2006).
- c) **Desarrollar la habilidad de conceptualización.** Los alumnos al verse enfrentados a solucionar problemáticas del mundo real, son situados en un contexto propicio para realizar la conexión entre los aspectos teóricos tratados durante la carrera, así también de otras disciplinas, y los fenómenos observados en su entorno.
- d) **Desarrollar habilidades sociales y de comunicación.** Para aprender y operar de manera eficiente en equipos colaborativos de trabajo, es fundamental que los alumnos apliquen y fortalezcan sus habilidades tanto interpersonales y comunicacionales.
- e) **Incrementar las habilidades en la concepción de soluciones.** Una de competencias centrales de un ingeniero es su capacidad de diseñar, y ésta como toda habilidad, debe ser desarrollada mediante la práctica rigurosa y constante de la misma. Es por ello que estos cursos de Taller de Ingeniería Industrial buscan una instancia en la cual los alumnos deban trabajar de manera seria en la generación de soluciones a necesidades concretas.

Ahora bien, el contar con una metodología de aprendizaje basada en el desarrollo de proyectos posee ciertos aspectos importantes a considerar al momento de diseñar el plan de estudio. Como por ejemplo:

- a) **Evaluaciones centradas en los procesos de aprendizaje de los alumnos.** El éxito o fracaso de los proyectos puede llegar a depender de factores externos a la planificación

del mismo (por ejemplo una reunión cancelada a último. Es por ello que no se puede centrar los procesos evaluativos en el éxito o fracaso del proyecto en sí. Es fundamental que el cuerpo docente monitoree de manera constante los tantos los avances obtenidos por el trabajo como los aprendizajes producidos por el equipo de trabajo.

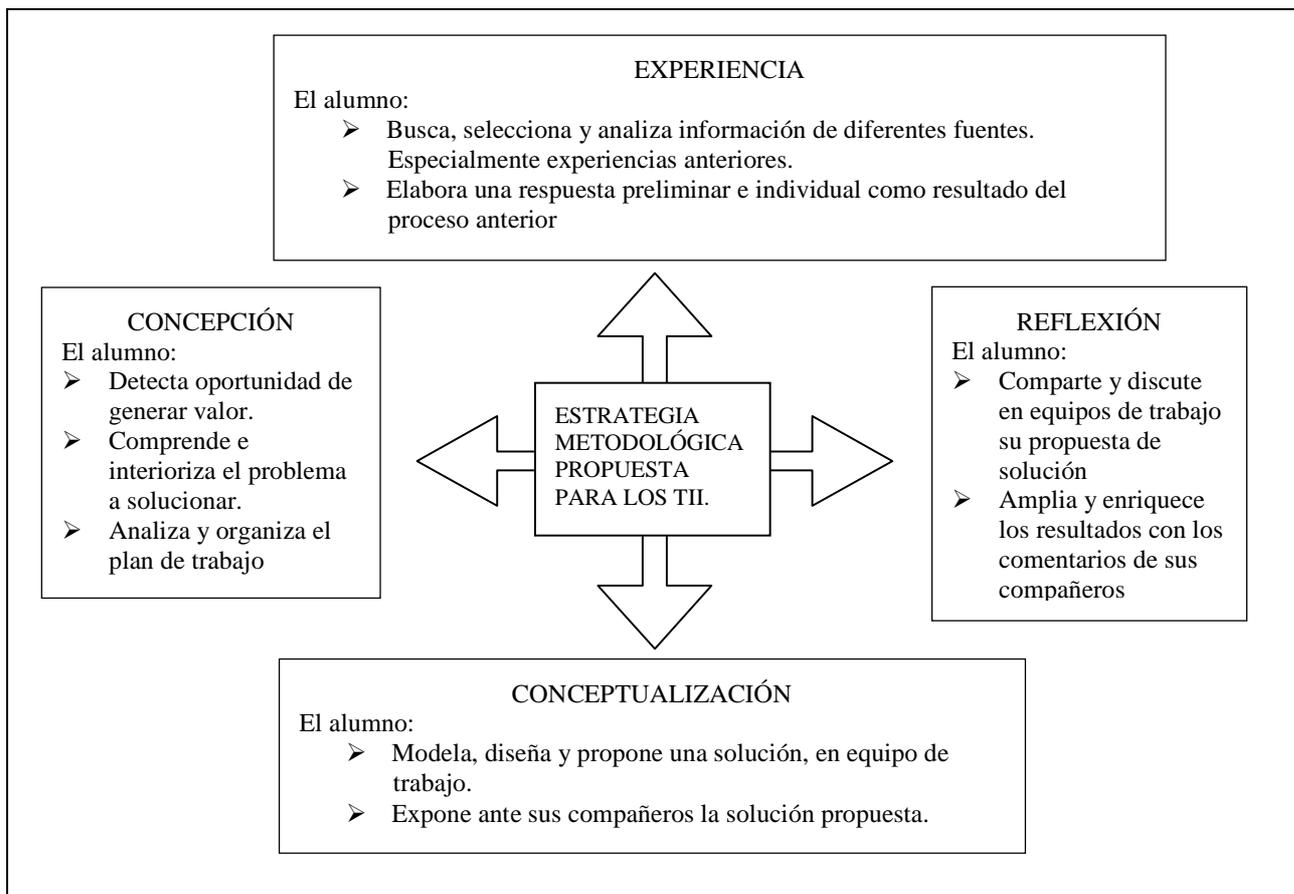
- b) **Nivel de complejidad de los proyectos.** Dado que se desea obtener un aprendizaje significativo en los alumnos, el nivel de complejidad de los proyectos ha de ser proporcional a las competencias tanto a nivel teórico como técnico de la carrera. El cuerpo docente debe velar por que el nivel de complejidad de los proyectos en desarrollo por parte de los alumnos responda a sus estructuras cognitivas previas, es así los proyectos desarrollados durante el primer taller han de poseer un nivel de complejidad inferior a los del segundo taller y éstos a los del tercer taller.
- c) **Monitoreo continuo.** A juicio del autor este punto es el de mayor importancia dentro de la propuesta pedagógica. Si lo que se desea es lograr un incremento considerable en las competencias requeridas por los ICI es fundamental que el alumno sienta que dichos incrementos están siendo evaluados.

Ciclo de aprendizaje de Kolb aplicado en los Talleres de Ingeniería Industrial

Se propone utilizar el modelo de aprendizaje de Kolb (ver sección 2.3) en la planificación de las actividades a realizar. Según este modelo los alumnos aprenden de manera significativa si logran pasar por cada una de las siguientes etapas (Ver Fig. 14.1.):

1. **Concepción.** Durante el proceso de concepción del proyecto los alumnos tienen un contacto directo con la situación a enfrentar, es por ello que se propone que todos los proyectos que se desarrollen en los Talleres sean proyectos de interés y vinculados con el alumno.
2. **Experiencia.** El siguiente paso a realizar por los alumnos es realizar una investigación en la cual puedan levantar experiencias pasadas importantes en el diseño de su proyecto
3. **Conceptualización.** Esta fase es intensiva en diseño, los alumnos deben modelar su proyecto, tratando de entender el fenómeno desde un punto de vista sistémico.
4. **Reflexión.** Finalmente los alumnos reflexionan sobre la actividad, en particular sobre los principales aprendizajes que ésta conlleva.

Fig. 4.1. Modelo de aprendizaje de Kolb aplicado a los TII



Fuente: Investigación y Desarrollo propio.

4.2 Diseño e implementación del programa para los Talleres de Ingeniería Industrial²²

Dado los antecedentes dados a conocer durante el marco teórico, entre los cuales se encuentra:

1. **Tendencias internacionales.** La existencia de iniciativas internacionales, como la CDIO, que busca generar un marco metodológico para la enseñanza de la ingeniería guiada por la concepción, diseño, implementación y operación de sistemas complejos de ingeniería.
2. **Proceso de reforma de la malla curricular de Plan Común.** A partir del año 2007, la FCFM ha estado llevando a delante un proceso de renovación curricular el cual tiene por objetivo preparar profesionales íntegros y que respondan a las actuales necesidades del mercado.
3. **Proceso de reforma de la malla de ingeniería industrial.** En concordancia con el proceso de renovación curricular de la FCFM, el DII se encuentra realizando actualizaciones a los cursos de pregrado.
4. **Entrevistas a los académicos integrantes de la COMDOC.** Se realizaron una serie de entrevistas entre los miembros de la COMDOC, con el fin de determinar los objetivos pedagógicos para cada uno de los talleres.
5. **Experiencias anteriores de curso tipo taller.** El DII una experiencia de diez años en la implementación de un curso de aprendizaje activo, como lo fue el IN31A. Además posee 6 años de experiencia en la implementación del curso IN69B, el cual es un referente al momento de diseñar el Taller de Ingeniería Industrial II y III.
6. **Proceso de consulta a los exalumnos del DII.** Se consideró que los juicios emitidos por los exalumnos del DII corresponden a juicios válidos al momento de diseñar la propuesta de los cursos de Taller de Ingeniería Industrial.

Se propone el siguiente diseño para cada uno de los Talleres de Ingeniería Industrial:

4.2.1 Taller de Ingeniería Industrial I

El Taller de Ingeniería Industrial I, corresponde al primer taller de esta serie de serie de tres cursos de aprendizaje activo. Se encuentra ubicado en el quinto semestre de la carrera de ingeniería civil industrial. A continuación se muestran los resultados de aprendizaje, metodologías docentes, principales actividades y evaluaciones centrales.

²² En la sección de Anexos se encuentra detalle los Programas académicos para cada uno de los Talleres de Ingeniería Industrial.

a) Competencia general a desarrollar

Se propone que la competencia general a desarrollar por los alumnos del Taller de Ingeniería Industrial I, sea:

“El alumno demuestra al término del curso que valora el autoaprendizaje como parte central de su desarrollo personal.”

b) Resultados de aprendizaje

Se propone que los resultados de aprendizajes declarados para el Taller de Ingeniería Industrial I sean:

El estudiante demuestra al término del curso que:

- El alumno valora el autoaprendizaje como parte central de su desarrollo personal.
- Reconoce sus habilidades cognitivas, procedimentales y personales e interpersonales lo que le permitirá desempeñarse de manera eficiente en su quehacer profesional.
- Evalúa proyectos de la ingeniería industrial

c) Metodología docente

La metodología docente propuesta para el Taller de Ingeniería Industrial es:

- **Aprendizaje en base a proyectos (ABP).** En coherencia con la reforma curricular llevada a cabo por la FCFM, se propone que la metodología docente central para los Talleres de Ingeniería Industrial sea el desarrollo de proyectos de ingeniería, en la cual los alumnos puedan poner en práctica y desarrollar las habilidades tanto personales como intrapersonales requeridas por el mundo laboral actual.
- **Aprendizaje colaborativo.** Según los planteamientos de Piaget y Vigotsky, los ambientes de aprendizaje colaborativos resultan ser propicios para que los alumnos desarrollen un aprendizaje de carácter significativo. Es por ello que se propone que las principales actividades a desarrollar por los alumnos sean en espacios colaborativos.

d) Programa de actividades

Dado que se han definido tres resultados de aprendizaje a lograr durante estos cursos de Taller de Ingeniería Industrial 1. Se propone segmentar el curso en tres módulos principales, en los cuales el alumno vaya desarrollando en cada módulo un resultado de aprendizaje en particular.

Módulo 1: “Motivándonos a ser un gran ICI”

Este módulo apunta a que el alumno desarrolle el primer resultado de aprendizaje declarado para el taller. Para ello se propone que durante las primeras tres semanas del curso, los alumnos investiguen y desarrollen alguna contingencia vinculada con la ingeniería industrial.

a) Fases del proyecto

1. **Conformación de equipos y selección de noticias.** Se propone que la primera actividad a desarrollar en este módulo sea la conformación de los equipos de trabajo, para ello se propone realizar un sorteo para conformar grupos aleatorios de tres alumnos, los cuales procederán a seleccionar alguna noticia o contingencia vinculada con la ingeniería industrial. Cabe señalar que es importante que la noticia escogida por el equipo de trabajo debe responder a los intereses de los miembros del mismo.
2. **Análisis de la noticia.** Una vez finalizado el proceso de selección de la noticia, el cual no debe ser mayor a 5 días, el equipo de trabajo debe realizar un proceso de investigación con el objetivo de responder las siguientes preguntas:
 - a. ¿Cuáles son los principales aspectos que se vinculan con la noticia seleccionada?
 - b. ¿Cuáles son los principales antecedentes que originaron el fenómeno en estudio?
 - c. ¿Cuáles son las principales consecuencias observadas?

Para tratar de argumentar las respuestas entregadas por los alumnos, estos deben de recorrer a fuentes de juicios válidas, como por ejemplo referencia bibliográfica y entrevistas con expertos en el tema.

3. **Conclusiones.** En función de los antecedentes levantados durante la fase anterior, el equipo de trabajo debe elaborar una conclusión sobre aquello que aprendieron trabajando juntos, poniendo especial énfasis en lo que para ellos significa ser ingeniero y en particular industrial.

b) Rúbricas propuestas para la evaluación.

Se propone establecer las siguientes rúbricas de evaluación para este módulo inicial:

Tabla 4.4. Rúbricas propuestas para la evaluación del módulo: “Motivándonos a ser un gran ICI”

ATRIBUTO	Excelente (7,0- 6,0)	Bueno (5,9 – 5,0)	Regular (4,9 – 4,0)	Deficiente (3,9 – 3,0)
Rigurosidad	El equipo entrega los avances de cada fase de manera oportuna y respeta el formato establecido para el informe. El alumno realiza todas las actividades propuestas por el	El equipo entrega al menos dos de los tres avances de cada fase. El alumno realiza por lo menos o la investigación bibliográfica o las	El equipo entrega solo dos de los tres avances de cada fase. El alumno no realiza la investigación bibliográfica, por lo	El equipo no entrega ningún avance del trabajo realizado en cada fase. El equipo no realiza

	cuerpo docente, como por ejemplo	entrevistas	tanto no valida juicios.	el proceso de investigación, por lo cual no puede validar juicios emitidos
Trabajo en equipo	El equipo, en su totalidad, se reúne los tres bloques de trabajo dirigido destinados para el avance del proyecto. El equipo distribuye la carga del trabajo a realizar fuera del horario destinado de manera equitativa y en función de los intereses de cada miembro.	Se reúnen al menos dos de los tres integrantes del equipo durante la sesión de trabajo destinada durante la clase. No existe una asignación de carga de trabajo de manera equitativa, ya que no se encuentran todos los miembros del equipo.	Sólo se presenta un integrante a la sesión de clases destinada al trabajo en equipo. No existe asignación de trabajo.	Ningún miembro del equipo se presenta a la sesión de clases destinada al trabajo en el proyecto. No existe asignación del trabajo a realizar
Capacidad de investigación colaborativa y autónoma	El equipo de trabajo realiza una selección de la bibliografía a investigar, en función de los juicios entregados por los entrevistados. Los tres miembros del equipo participan de manera colaborativa en los procesos de búsqueda, selección y análisis de los antecedentes recolectados durante el proceso.	El equipo de trabajo realiza una selección del material bibliográfico sin consultar a expertos en el tema en desarrollo. Los tres miembros participan de manera colaborativa en los procesos de búsqueda y selección	El equipo no realiza una selección adecuada del material de consulta. No se entrevista a ningún experto en el tema.	El equipo de trabajo no realiza ninguna clase de investigación en el tema en cuestión.

Modulo II: “Industriales en Acción”

Este segundo modulo tiene por objetivo desarrollar en los alumnos el segundo resultado de aprendizaje declarado para el taller. Para ello se propone que durante este módulo, los alumnos diseñen un proyecto o emprendimiento vinculado con la ingeniería industrial.

Como se ha planteado en la sección 4.1.3, el aprendizaje en base a proyecto es una plataforma pedagógica propicia para que los alumnos desarrollen, desde una perspectiva constructivista, las habilidades requeridas para la gestión de proyectos. Es por ello que para este módulo se propone que los alumnos desarrollen un proyecto vinculado con la ingeniería.

Cabe mencionar que en con los resultados de aprendizaje declarados para los Talleres de Ingeniería I, no se encuentra considerada la fase de implementación de los proyectos, sino hasta la fase de evaluación del diseño propuesto.

a) Fases del proyecto

El proyecto a realizar por los alumnos se enmarca dentro de siete semanas de trabajo, en las cuales deben de cumplir las siguientes fases:

- 1. Semana 1: Conformación de equipos de trabajo.** Al igual que en módulo anterior, los equipos de trabajo son conformados de manera aleatoria. Se propone que se conformen

grupos de 5 alumnos, en los cuales se implementen los siguientes roles:

- **Un jefe de proyecto.** Encargado de la coordinación de las actividades principales a desarrollar por el equipo.
- **Un representante.** Encargado de la representación del grupo ante el cuerpo docente del curso, con el objetivo de canalizar las conversaciones por un medio único.

2. Semana 2: Concepción del proyecto. Para lograr desarrollar un real interés en los alumnos, es necesario que los proyectos respondan a los intereses y preocupaciones por parte de los alumnos. Para lograr aquello se propone que los alumnos trabajen sobre las siguientes actividades:

- **Definición del espacio de acción.** El equipo de trabajo debe definir y especificar un espacio físico de acción o trabajo, por ejemplo la Facultad, sus barrios u otros lugares en los cuales ellos interactúen periódicamente.
- **Detección de oportunidades.** Una vez definido el espacio de acción, los alumnos deben proceder a detectar o establecer las oportunidades de generación de valor presentes en el espacio de acción. Para ello primeramente deben detectar aquellas necesidades presentes para luego proponer una serie de respuestas, de manera tal generar una propuesta de valor clara y específica para la necesidad detectada.

3. Semana 2-5: Diseño del proyecto. Una vez determinada la oportunidad, los alumnos deben proceder a diseñar el proyecto considerando los siguientes puntos:

- **Clientes.** Se propone trabajar en este curso con la siguiente distinción de cliente:

“Cliente es aquella comunidad, a la cual se le da la autoridad para declarar satisfacción por nuestras acciones, en un dominio y tiempo determinado”

Renner, P., 1998, p.130.

- **Objetivos del proyecto.** Declarados en concordancia con la oportunidad detectada.
- **Recursos.** Cuáles son los recursos necesarios para desarrollar la propuesta, tanto monetarios, naturales, físicos, humanos, etc.
- **“Benchmarking”.** Este proceso de investigación, tiene por objetivo que el equipo de trabajo comprenda y analice el desarrollo de proyectos similares a los que se encuentra trabajando. Este proceso es útil al momento de justificar los juicios emitidos por los miembros del equipo de cara al diseño lógico del proyecto.
- **Diseño lógico.** Cuáles son las principales relaciones existentes entre los principales recursos declarados en el punto anterior. El objetivo del diseño lógico

es lograr que los alumnos generen un mecanismo de acción que permita lograr los objetivos declarados.

4. Semana 6: Evaluación de la propuesta. Una vez desarrollado el diseño lógico del proyecto, el equipo de trabajo debe evaluarlo mediante las siguientes actividades:

- **Procesos de consultas a los clientes.** Dada la distinción de cliente propuesta para este taller, los equipos de trabajo deben conocer el nivel de satisfacción generado por su propuesta. Para ello los equipos pueden diseñar e implementar encuestas de satisfacción y entrevistas a la comunidad declarada como clientes.
- **Juicios de expertos.** Junto con la evaluación de clientes, es necesario que el equipo de trabajo realice un proceso de consulta a un experto en el área en cuestión, con el objetivo de conocer sus juicios sobre la propuesta desarrollada.

5. Semana 7: Rediseño y conclusiones. En función de los resultados obtenidos del proceso de evaluación, los equipos de trabajo deben incorporar a su diseño lógico propuesto las conclusiones obtenidas del proceso de evaluación, con el objetivo de responder de la mejor manera posible a las necesidades del cliente.

En cuanto a las conclusiones, cabe señalar que es de gran importancia que los alumnos enfoquen las conclusiones en función de lo aprendido durante el proyecto. Poniendo especial énfasis en aquellas habilidades puestas en práctica durante la duración del proyecto.

b) Actividades de evaluación.

Se propone realizar las siguientes actividades evaluativas para este segundo módulo de trabajo:

1. Informe de avances. Los equipos de trabajo deben entregar en la tercera semana del módulo un informe de avances, en el cual se detalle:

- Equipo de trabajo: Especificando principales actividades a realizar por cada uno de los miembros.
- Concepción del proyecto: Especificando espacio de acción y la oportunidad detectada por el equipo.

2. Informe final. En la séptima semana de trabajo, los equipos deben entregar un informe final, el cual describa las principales acciones realizadas por el equipo de trabajo. En dicho informe se deben incorporar los cinco puntos anteriormente descritos.

3. Presentación final. El módulo de trabajo finaliza con una presentación del equipo, ante sus compañeros de cursos, en la cual se den a conocer los principales aspectos del proyecto. Se propone la siguiente estructura de presentación:

- Nombre y objetivos del proyecto.
- Oportunidad detectada.
- Clientes.
- Diseño lógico.
- Evaluación y rediseño.
- Conclusiones finales.

c) Rúbricas propuestas para la evaluación.

Se propone establecer las siguientes rúbricas de evaluación para este módulo de desarrollo de proyectos.

Tabla 4.5. Rúbricas propuestas para la evaluación del módulo: “Industriales en Acción”

ACTIVIDAD	ATRIBUTO	Excelente (7,0- 6,0)	Bueno (5,9 – 5,0)	Regular (4,9 – 4,0)	Deficiente (3,9 – 3,0)
Informe final	Calidad	El equipo entrega un informe sin ninguna falta de ortografía, respondiendo además al formato propuesto por el equipo docente. El informe contiene portada, resumen ejecutivo, índice, desarrollo, conclusiones, referencias bibliográficas y anexos.	El equipo entrega un informe con un máximo de 5 errores ortográficos, además responde al formato propuesto por el equipo docente. El informe contiene todos los puntos declarados en el cuadro anterior.	El equipo entrega un informe con más de 5 errores ortográficos y respeta el formato propuesto por el cuerpo docente. El informe contiene al menos seis de los siete puntos anteriormente declarados.	El equipo entrega un informe con más de 5 errores ortográficos y no respeta el formato propuesto por el cuerpo docente. El informe contiene al menos seis de los siete puntos anteriormente declarados.
	Fondo	El proyecto está claramente definido y acotado, responde a las necesidades concretas de clientes identificados. El equipo realiza al menos un proceso de encuesta a clientes y una entrevista al menos a un entendido del tema. Los alumnos desarrollan la habilidad de diseñar orientados a las necesidades del cliente.	El proyecto no se encuentra claramente definido, sin embargo el equipo comprende la distinción de clientes y la aplica correctamente El equipo de trabajo desarrolla los procesos de encuesta a clientes y entrevista al menos a un entendido del tema	El proyecto no se encuentra claramente definido, especialmente en el ámbito de clientes. El equipo no desarrolla la capacidad de diseñar orientados a las necesidades del cliente	El proyecto no se encuentra definido, no se detectaron los clientes y el equipo no desarrolla los procesos de entrevistas. Se observa que el resultado entregado no responde al trabajo de cinco alumnos durante siete semanas,
	Capacidad	El equipo de trabajo	El equipo de trabajo	El equipo no	El equipo de

	de autoaprendizaje	realiza una selección de las fuentes de antecedentes a utilizar (bibliografía, entrevistas, etc.). Los cinco miembros del equipo participan de manera colaborativa en los procesos de búsqueda, selección y análisis de los antecedentes requeridos	realiza una selección sólo de material bibliográfico sin consultar a expertos en el tema en desarrollo. No se desarrolla la capacidad de validar juicios en función de conversaciones con expertos.	desarrolla la habilidad de fundamentar juicios, puesto que no selecciona los antecedentes a considerar en el diseño. No se entrevista a ningún experto en el tema.	trabajo no realiza ninguna clase de investigación, por lo tanto no desarrolla ni la habilidad de fundamentar juicios ni la capacidad de conversar con expertos en un tema.
	Capacidad de diseño orientado al cliente	El equipo demuestra la capacidad de diseño orientado al cliente mediante las siguientes actividades <ul style="list-style-type: none"> Realiza rondas de consultas a los clientes con el objetivo de determinar sus necesidades. Estudia y trata de comprender los principales paradigmas presentes en sus clientes. Realiza al menos dos rondas de presentación de su diseño a los clientes, con lo cual obtiene el juicio de calidad de los mismo. 	El equipo demuestra su capacidad de diseño orientado al cliente, a través de: <ul style="list-style-type: none"> Una ronda de consulta a los clientes con el objetivo de determinar sus necesidades. Realiza una ronda de presentación de su diseño a los clientes, con lo cual obtiene el juicio de calidad de los mismo 	El equipo demuestra su capacidad de diseño orientado al cliente, a través de: <ul style="list-style-type: none"> Una ronda de consulta a los clientes con el objetivo de determinar sus necesidades. 	El equipo no demuestra su capacidad de diseño orientado al cliente, ya que no realiza ninguna interacción con él.

ACTIVIDAD	ATRIBUTO	Excelente (7,0- 6,0)	Bueno (5,9 – 5,0)	Regular (4,9 – 4,0)	Deficiente (3,9 – 3,0)
Presentación final	Fondo	El equipo desarrolla la capacidad de síntesis, dando a conocer los aspectos esenciales del proyecto en una presentación de 15 minutos. El equipo desarrolla la capacidad de exponer y validar juicios a través de juicios de expertos y los resultados obtenidos del proceso de “benchmarking”.	El equipo no desarrolla la capacidad de síntesis, pues no alcanza a presentar su proyecto en 15 minutos destinados a la presentación. El equipo demuestra su capacidad de fundamentar juicios, a través del proceso de encuestas y los resultados obtenidos del “benchmarking”.	El equipo no demuestra su capacidad de fundamentar juicios, sin embargo realiza los procesos de recolección de antecedentes.	El equipo no desarrolla la capacidad de fundamentar juicios, además no realiza los procesos de validación de los mismos.
	Forma	El alumno demuestra	El alumno demuestra	El alumno no	El alumno cumple

		<p>su capacidad de comunicación a través de las siguientes métricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No pierde el contacto visual con su audiencia. • No presenta declives en el tono de voz. • Muestra un nivel de habla fluido y calmado. • No demuestra nerviosismo (no presenta “tics” nerviosos) 	<p>su capacidad de comunicación, sin embargo es posible observar alguna de las siguientes métricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sólo presenta un declive en el tono de voz durante su presentación. • Nunca pierde el contacto visual con la audiencia. • No pierde en más de dos oportunidades la fluidez durante la conversación. 	<p>demuestra su capacidad de comunicación, mediante las siguientes métricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pierde reiteradamente contacto visual con la audiencia. • Presenta reiterados “tics” nerviosos • Pierde en más de tres ocasiones la fluidez de la conversación. <p>Sin embargo el alumno demuestra durante la presentación esfuerzos por remediar lo antes descrito.</p>	<p>con los puntos señalados durante el cuadro anterior; sin embargo no realiza esfuerzos por superarlos.</p>
--	--	--	---	---	--

Modulo III: “Ingeniería Industrial para el siglo XXI”

Este tercer y último módulo tiene por objetivo que los alumnos desarrollen sus habilidades profesionales e intrapersonales a través del diseño de una empresa en un mercado competitivo. Para ello se requiere que los alumnos simulen una empresa en una fase formativa, en un mercado específico y generen una propuesta de valor de acorde a los requerimientos de sus clientes.

Se propone para este módulo, trabajar en un contexto globalizado. Para ello es necesario que los mercados definidos sean mercados internacionales o de grandes posibilidades de internacionalización.

a) Fases del proyecto

Para lograr el objetivo declarado para este módulo de trabajo, durante las cinco semanas de trabajo se proponen cumplir las siguientes fases:

1. Semana 1: Confección de los equipos de trabajo y organización. Se propone trabajar en equipos de 12 alumnos. Junto a ello se debe organizar el equipo en función de los siguientes roles:

- **Un Gerente General:** Encargado de la articulación de las cuatro áreas funcionales de la empresa (marketing, finanzas, recursos humanos y operaciones)
- **Un Gerente de cada área funcional:** Cada área funcional anteriormente descrita

debe contar con un Gerente cuyo objetivo es el de articular y apoyar el trabajo de los integrantes del equipo.

- 2. Semana 2-3: Selección de estrategia de negocio.** Durante estas dos semanas el equipo debe seleccionar su estrategia de negocio para la empresa (por ejemplo sustentar el negocio en base a una propuesta de precios bajos o selectiva).

Las diferentes áreas deben generar un reporte que identifique las principales decisiones a tomar en función de la estrategia seleccionada.

- 3. Semana 4: Recolección de antecedentes.** El objetivo de esta semana de trabajo es lograr obtener antecedentes que respalden o rechacen el conjunto de decisiones tomadas por cada área durante el trabajo de las semanas 2 y 3.

Se propone considerar las siguientes fuentes de información por parte de los alumnos:

- Académicos.
- Empresarios.
- Reportes y estudios de empresas en rubros similares.
- Revistas especialistas en el área.

- 4. Semana 5: Generación de reporte final.** Finalmente cada área funcional de la empresa debe generar un reporte, el cual enseñe la propuesta de modelo de negocio desarrollada por la empresa.

b) Actividades de evaluación.

Al igual que en el módulo II, se propone realizar las siguientes actividades evaluativas:

- 1. Informe de avances.** Los equipos de trabajo deben entregar en la tercera semana del módulo un informe de avances, en el cual se detalle la estrategia de negocios seleccionada por el equipo de trabajo.
- 2. Informe final.** En la séptima semana de trabajo, los equipos deben entregar un informe final, el cual describa las principales acciones realizadas por el equipo de trabajo. En dicho informe se deben incorporar los cinco puntos anteriormente descritos.
- 3. Presentación final.** El módulo de trabajo finaliza con una presentación del equipo, ante sus compañeros de curso, en la cual se den a conocer los principales aspectos de la propuesta de modelo de negocio desarrollada por la empresa.

En cuanto a las rúbricas de evaluación, se propone compartir las mismas que en módulo II, ya que ambos módulos tienen el mismo objetivo pedagógico.

Actividades anexas

En paralelo con el desarrollo de los proyectos por parte de los alumnos, se propone desarrollar una serie de actividades heredadas del curso IN31A. Entre las que se encuentran:

- 1. Taller de Aprender a Aprender:** Esta actividad se realiza en un horario fuera del programado para el curso, de preferencia un día sábado durante toda la jornada. Para la primera versión del TII-I, el Taller de Aprender a Aprender estuvo a cargo del Prof. Carlos Vignolo.
- 2. Charlas a cargo de destacados profesionales.** Las charlas tienen por objetivo acercar al estudiante al mundo laboral de los ICI. Estas actividades se realizan dentro del horario destinado al trabajo en los proyectos por parte de los alumnos.

Durante la charla, los alumnos deben adquirir una postura constructivista, aportando con sus preguntas o comentarios al expositor.

4.2.2 Taller de Ingeniería Industrial II

El Taller de Ingeniería Industrial II, corresponde al segundo taller de esta serie de serie de tres cursos de aprendizaje activo. Se encuentra ubicado en el octavo semestre de la carrera de ingeniería civil industrial.

La primera implementación para el TII- II se encuentra fijada para el semestre de otoño 2010, siendo la primera generación en tomar el TII-I la primera también en tomar el TII-II.

Dada la gran cantidad de alumnos que semestre a semestre tomarán este curso, 100 alumnos aproximadamente, se propone segmentar el curso en secciones de 20 alumnos, cada una a cargo de tres profesores, como actualmente ocurre en el curso IN69B.

A continuación se muestran los resultados de aprendizaje, metodologías docentes, principales actividades y evaluaciones centrales propuestas para este taller.

a) Competencia General

Dado los resultados obtenidos del proceso de entrevista a los miembros de la COMDOC (sección 3.4.1), se propone que la competencia general a desarrollar por los alumnos durante el TII-II sea:

“El alumno aplica sus habilidades cognitivas, procedimentales, personales e intrapersonales en la concepción y diseño de un producto o servicio”

b) Resultados de Aprendizaje

Producto de los resultados obtenidos del proceso de entrevista a los miembros de la COMDOC, se propone que los resultados de aprendizaje propuestos para el TII-II sean:

El alumno desarrolla habilidades personales e intrapersonales en las áreas de:

- Capacidad de gestionar un proyecto de ingeniería, en ambientes de colaborativos de trabajo.
- Comunicación eficiente tanto orales como escritas (en español e inglés)
- Mirada crítica constructiva frente al desempeño de los equipos de trabajo

c) Metodología docente

La metodología docente propuesta para el Taller de Ingeniería Industrial II ha sido heredada del Taller de Ingeniería Industrial I, por lo cual se propone:

- **Aprendizaje en base a proyectos (ABP).** En coherencia con la reforma curricular llevada a cabo por la FCFM y el TII-1, se propone que la metodología docente central para los Talleres de Ingeniería Industrial sea el aprendizaje en base a proyectos, lo cual según lo visto en el Capítulo II es propicia para el desarrollo de habilidades por parte de los alumnos.
- **Aprendizaje colaborativo.** Se propone que todas las actividades a desarrollar por los alumnos durante los Talleres de ingeniería industrial sean de carácter colaborativo.

d) Programa de actividades

Para lograr los resultados de aprendizaje anteriormente descritos, se propone que las principales actividades a desarrollar se encuentren en dos módulos de trabajo principales.

Módulo I: ¿Pará qué desarrollar proyectos?

Este módulo tiene por objetivo desarrollar en los alumnos una visión ingenieril frente al desarrollo de proyectos y una duración de dos semanas. Para lograr dicho objetivo se proponen desarrollar las siguientes actividades:

- 1. Charlas por parte de destacados ICI.** Al igual que en Taller de Ingeniería Industrial I, la charla a cargo de destacados ICI tiene por objetivos acercar a los mundos con el mundo aplicado de la ingeniería.

Dado los resultados de aprendizaje declarados, se propone que el foco en estas charlas sea el de mostrar como la gestión de proyectos permite que ideas exitosas se puedan implementar de manera correcta.

2. Análisis de memorias realizadas por alumnos del DII. En paralelo con la serie de charlas, se propone que los alumnos analicen algún trabajo de titulación de un alumno del DII. Entre los puntos a considerar dentro del análisis se encuentran:

- a) Objetivos del trabajo.
- b) Análisis y rediseño hacia la solución dada por el autor.
- c) Evaluación del rediseño propuesto.

Modulo II: Concepción, diseño y evaluación de proyectos.

Se propone un módulo de duración de 13 semanas, en las cuales los alumnos desarrollen un proyecto de ingeniería, considerando:

- a) **Semana 1-2: Detección de oportunidades.** Se propone que los alumnos se centren en detectar necesidades las cuales puedan ser satisfechas mediante un proyecto de ingeniería. Como resultado de este proyecto, los alumnos desarrollan un producto o servicio.
- b) **Semana 3-7: Entrevistas con clientes y expertos.** Durante estas dos semanas los equipos de trabajo levantarán antecedentes de cara al diseño de la propuesta.

Se debe desarrollar un estudio de mercado, de manera tal de conocer en detalle la oferta y demanda observada para el producto ofrecido, así como también los principales mecanismos de comercialización y el precio del mismo.

- c) **Semana 7: Primera versión del diseño.** Durante estas dos semanas los alumnos desarrollarán un prototipo del proyecto, determinado por los antecedentes obtenidos durante la etapa anterior.
- d) **Semana 8: Evaluación del producto.** Nuevamente los equipos de trabajo se deben de dirigir a sus clientes, con el objetivo de validar el producto diseñado.

Además, en función de los estudios de mercados realizados durante las primeras tres semanas y las entrevistas con los expertos, los grupos deben entregar un levantamiento de requerimientos de su proyecto.

- e) **Semana 9-13. Redacción del plan de negocios.** Una vez el producto ya diseñado, se procede a redactar el plan de negocio del producto, incluyendo los estudios de mercado realizado anteriormente.

4.2.3 Taller de Ingeniería Industrial III.

Finalmente el Taller de Ingeniería Industrial III, corresponde al último curso de aprendizaje activo de la serie. Se encuentra ubicado en el décimo primer semestre de la carrera de ingeniería civil industrial.

Al igual que el TII-II, se propone desarrollar el curso en un formato de múltiples secciones de 20 alumnos a cargo de tres profesores, con el objetivo de hacer un seguimiento más cercano al desempeño de los equipos de trabajo.

A continuación se muestran los resultados de aprendizaje, metodologías docentes, principales actividades y evaluaciones centrales propuestas para este taller.

a) Competencia General

Dado los resultados obtenidos del proceso de entrevista a los miembros de la COMDOC (sección 3.4.1), se propone que la competencia general a desarrollar por los alumnos durante el TII-III sea:

“El alumno demuestra al término del curso su capacidad de integración y aplicación de los conocimientos propios de la carrera de ingeniería industrial.”

b) Resultados de aprendizaje

En función de los resultados obtenidos por parte del proceso de entrevistas a los miembros de la COMDOC, se propone que los resultados de aprendizaje declarados para este taller sean:

- El alumno demuestra dominio de técnicas y herramientas modernas necesarias para el ejercicio de su profesión.
- El alumno analiza y modela las relaciones existentes entre las diversas componentes de una organización, desde una mirada propia de la ingeniería industrial.
- El alumno demuestra capacidad para emprender e innovar en los diferentes ámbitos de la vida profesional y de adaptación a los requerimientos del mercado.
- El alumno aplica pensamiento creativo en el diseño de sistemas vinculados con la ingeniería industrial

c) Metodología docente

Este es un curso principalmente destinado a la integración y aplicación de los conocimientos adquiridos por el alumno durante la carrera. En este contexto, y al igual que el resto de los Talleres de Ingeniería Industrial, una metodología centrada principalmente en la concepción, diseño e implementación de proyectos de ingeniería resulta propicia para lograr dichos objetivos.

d) Programa de actividades

Para lograr los resultados de aprendizaje anteriormente descritos, se propone que las principales actividades a desarrollar se encuentren en un solo módulo de trabajo principal, el cual tenga una duración de 15 semanas. A continuación se presenta la propuesta de actividades a desarrollar por los alumnos durante el TII-III.

- 1. Semana 1-3: Concepción del proyecto.** Durante estas tres semanas los alumnos deberán concebir un proyecto concreto vinculado con la ingeniería industrial, para ello deberán identificar oportunidades claras y específicas para la generación de valor.
- 2. Semanas 3-11: Diseño del proyecto.** Durante estas 8 semanas los alumnos deberá diseñar, hasta un prototipo operativo. Durante este periodo los alumnos deberán recurrir a diversas fuentes de juicios (clientes, académicos, empresarios, etc.) con el objetivo de incurrir en un diseño operable.
- 3. Semanas 11-15. Desarrollo y evaluación de prototipo.** Durante estas cuatro semanas los alumnos deberán desarrollar y evaluar un prototipo operativo del proyecto propuesto.

4.2.4 Rúbricas propuestas para la evaluación del desempeño de los alumnos del Taller de Ingeniería Industrial II y III

Se propone para los TII II y III que cada módulo de trabajo finalice con los siguientes entregables los cuales han de ser evaluados por el cuerpo docente:

- **Informe de cierre de módulo:** El cual contenga el desarrollo, al menos, de los siguientes puntos:
 - Resumen Ejecutivo
 - Introducción
 - Objetivos del Proyecto
 - Diseño
 - Evaluación
 - Conclusiones
- **Presentaciones de cierre de módulo:** En conjunto con la entrega del informe de cierre de módulo, se propone que los alumnos realicen una presentación al curso y cuerpo docente con el objetivo de dar a conocer los principales aspectos involucrados en el diseño del proyecto.

A continuación se da a conocer las rúbricas de evaluación propuestas para el Taller de Ingeniería Industrial II y III, con el objetivo de evaluar las principales actividades consideradas dentro del programa (ver Tabla 14.5).

Tabla 4.5. Rúbricas propuestas para el desarrollo de los proyectos vinculado con la ingeniería industrial.

Actividad	Categoría	Excelente (7,0 – 6,0)	Bueno (6,0 – 5,0)	Regular (5,0 – 4,0)	Deficiente (4,0 – 3,0)
Concepción y diseño de proyectos de Ingeniería	Concepción y objetivos del proyecto	El proyecto responde a necesidades claras, específicas y acotadas presentes en el entorno del alumno. Los objetivos son por lo tanto claros y precisos.	El proyecto no responde a necesidades específicas. Los objetivos no son claros.	El proyecto no posee vinculación alguna con el entorno del alumno.	El proyecto no responde a necesidades y por lo tanto no presenta objetivos.
	Diseño	El diseño propuesto responde a los objetivos del proyecto. Se incorporan a los clientes utilizan en diseño conceptos propios de la ingeniería como clientes, la optimización de beneficios y costos y rentabilidades esperadas.	El diseño propuesto incorpora responde a los objetivos e incorpora a los clientes, sin embargo no se encuentra un trabajo de maximización de beneficios esperados.	El diseño incorpora a los clientes, sin embargo no responde a los objetivos declarados para el proyecto.	El diseño propuesto no responde ni a los clientes ni a los objetivos del proyecto.
Presentaciones de cierre de proyectos	Fondo	La presentación tuvo una introducción adecuada al tema. Se expusieron adecuadamente los objetivos del proyecto y además se da a conocer de manera clara los objetivos del proyecto.	Si no hubo una introducción de acorde al proyecto, y los antecedentes expuestos dejaron en evidencia un trabajo no completo.	Si no se contextualizó de manera adecuada el proyecto, además si no quedaron claramente establecidos los objetivos del proyecto.	Si no se considera una introducción, además los objetivos no se encuentran establecidos y no se contextualizó el problema a abordar.
	Forma	Se utiliza un tono de voz adecuado, se mantiene el contacto visual con entre el expositor y la audiencia, además existe interacción fluida entre ambas	Si el expositor mantiene un tono de voz adecuado durante toda la presentación, sin embargo no existe interacción entre el	El expositor pierde ocasionalmente el nivel de voz, y la audiencia no muestra interés.	El expositor no mantiene un nivel de voz adecuada, no existe interacción entre el expositor y la audiencia, perdiendo ésta el

		partes antes mencionada.	expositor y la audiencia.		interés sobre el tema.
	Apoyo visual	Las diapositivas contienen el texto preciso, no se cometen errores de ortografía la ortografía y el apoyo gráfico (tablas, imágenes, gráficos) representan aportes a la presentación.	Las diapositivas contienen el texto preciso, pero no existe siempre una relación armoniosa entre el texto y los gráficos empleados. No existen faltas ortográficas.	Los gráficos utilizados no agregan valor al mensaje transmitido, se comente no más de 2 faltas ortográficas en toda la presentación.	Los gráficos utilizados no agregan valor al mensaje transmitido, se comente más de 2 faltas ortográficas en toda la presentación.
Informes de cierre de proyectos	Entrega del trabajo	El trabajo es entregado dentro del periodo establecido.	La entrega se realizó fuera del plazo pero con justificación oportuna.	La entrega se realizó fuera del plazo pero con justificación inoportuna.	La entrega se realizó fuera del plazo sin justificación.
	Introducción	La introducción contiene clara y ordenadamente el contexto en el cual se desarrolla el proyecto.	La introducción contiene clara y ordenadamente el contexto en el cual se desarrolla el proyecto, pero de manera muy breve.	La introducción no contiene el contexto en el cual se desarrolla el proyecto.	El informe no posee introducción.
	Calidad de la información y Desarrollo	La información entregada es citada desde fuentes de información validas, además se encuentra relacionada con el proyecto.	La información entregada se encuentra citada de fuentes de información válidas, pero no se encuentra totalmente relacionada con el proyecto.	La información no ha sido citada de manera correcta. Además las fuentes son poco claras, además no se encuentra totalmente relacionada con el proyecto.	La información citada no ha sido extraída de fuentes confiables, y no se encuentra relacionada con el proyecto.
	Diagramas y conclusiones	Los diagramas e ilustraciones son ordenados de manera adecuada, entregando información relevante para entender el proyecto.	Los diagramas e ilustraciones no son ordenados de manera adecuada, pero entregan información de importancia para entender el proyecto.	Los diagramas e ilustraciones no son ordenados de manera adecuada, y algunas veces entregan información de importancia para entender el proyecto.	Los diagramas e ilustraciones no son ordenados de manera adecuada y no entregan información de importancia para el proyecto.

Fuente: Investigación y desarrollo propio

Capítulo V: Evaluación del Taller de Ingeniería Industrial I y Propuestas de Rediseño

El objetivo de este capítulo es el de dar a conocer la evaluación de los diferentes agentes involucrados tanto en el diseño como en la implementación de los Talleres de Ingeniería Industrial.

La estructura de este capítulo, comienza con la evaluación por parte de los alumnos hacia la primera implementación del Taller de Ingeniería Industrial I, posteriormente se da a conocer evaluación por parte del Equipo Docente del Taller. Finalmente, y en función de los resultados obtenidos a través de los procesos de encuestas, se entrega una versión final para el Taller de Ingeniería Industrial I.

5.1 Evaluación por parte de los alumnos hacia el curso

Durante el semestre de otoño 2009, se implementó una primera versión del Taller de Ingeniería Industrial I. Con el objetivo de evaluar el programa propuesto para esta implementación se aplicó un proceso de evaluación por parte de los alumnos del TII-I.

5.1.1 Evaluación de cierre del Taller de Ingeniería Industrial I.

Se aplicó la tercera versión y final de la encuesta de Evaluación al Taller de Ingeniería Industrial I. La importancia de este proceso de consulta radica en que ha sido el último realizado por los alumnos de la primera implementación de los Talleres de Ingeniería Industrial.

Evaluación de cierre del Taller de Ingeniería Industrial I
Periodo de implementación: Miércoles 01 de Julio
Formato de entrega: Impreso
Total del universo encuestado: 133 alumnos
Tasa de respuesta: 87 alumnos (65%)

Principales resultados obtenidos tras la implementación de la encuesta de fin de semestre

Los resultados obtenidos tras la implementación de la encuesta de fin de semestre son los siguientes:

1. ¿Qué es lo primero que se le viene a la mente cuando piensa en el curso? (Selección de sólo algunos comentarios)

- Demasiado trabajo en equipo
- Muchas charlas y lecturas
- Innovación y emprendimiento
- Emprendimiento e innovación en proyectos de ingeniería

2. ¿Una vez finalizado el curso, se siente especialmente atraído por algún área de la Ing. Industrial?

Respuesta	Nº de respuestas	% de respuesta
Si	60	68%
No	27	32%
Total	87	100%

3. Medición del cumplimiento de los objetivos del curso

- Una vez finalizado el curso, ¿Con qué frecuencia usted...?

	Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy alta	No tiene noción	Total respuestas
Se informa sobre temas vinculados con la ingeniería, que sean de su interés (libros, revistas, etc.)	4	15	39	18	12	0	87
Genera y participa de conversaciones con personas entendidas en temas ingenieriles de su interés.	4	15	30	25	13	0	87
Se informa y participa de charlas, exposiciones, foros, etc. sobre temas ingenieriles, que son de su interés	6	19	27	29	6	0	87
Participa activamente en proyectos por iniciativa personal.	7	22	31	14	13	0	87
Conversa con personas desconocidas sobre temas de su interés.	6	13	26	35	7	0	87

- ¿Cree usted que el curso ha sido un apoyo fundamental al momento de tomar acción en las actividades antes declaradas?

Respuesta	Nº de respuestas	% de respuesta
Si, el curso ha sido un apoyo fundamental	71	81%
No, estas actividades las realizaba antes de realizar el curso	16	19%
Total de respuestas	87	100%

- Su evaluación general sobre el impacto del curso en su formación como ICI es:

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy alta	No tiene noción	Total
1	2	12	51	17	4	87

- Su evaluación sobre el beneficio entregado por el curso ,en las siguientes áreas, es:

Ámbitos a evaluar		Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy alta	No tiene noción	Total
Adquisición de conocimiento	Teorías relevantes Técnicas relevantes Información relevante	4	7	44	26	5	1	87
Cambios actitudinales	Mejoramiento y declaración de los estados de ánimo	2	15	30	34	5	1	87
Gestión y desarrollo de habilidades	Escuchar Aprender a aprender en equipos de trabajo Comunicación Capacidad de Innovación Liderazgo	1	7	23	33	23	0	87
Aspectos emocionales	Conciencia de sí Conciencia de mundo	4	11	23	34	15	0	87

5. Apreciación de los beneficios otorgados por el Taller de Ingeniería Industrial

¿Cómo valora usted el beneficio, en término de aprendizaje y formación integral, las siguientes actividades?

	Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy alta	No tiene noción	Total
Lecturas Controladas	2	7	22	37	12	0	80
Charlas e intervenciones de académicos	1	5	9	40	25	0	80
Charlas e intervenciones de expertos	0	2	11	36	31	0	80

profesionales							
Presentaciones y exposiciones grupales	3	3	29	28	17	0	80
Sesiones de trabajo en equipo y directorios	5	9	27	22	15	2	80
Sesiones de evaluación grupales	8	8	33	20	11	0	80
Reporte de actividades semanales	11	21	24	9	15	0	80

Fuente: Investigación y desarrollo propio.

5.1.2. Evaluación de cierre de semestre por parte del equipo docente

En sesión extraordinaria, el equipo docente del IN3001, cerró esta primera implementación con una reunión de carácter plenario y levantó además las mejores prácticas para las próximas implementaciones del mismo.

Antecedentes importantes a considerar

- Fecha de implementación: miércoles 8 de julio.
- Formato de entrega: Documento impreso
- Número de respuestas: 10 personas

1. Información General

- ¿Qué cargo docente desempeñó durante el curso?

Cargo Docente	Nº de encuestados
Profesor de cátedra	1
Coordinador docente	1
Profesor auxiliar	4
Ayudantes	8
Total	14

- ¿Qué porcentaje de asistencia tuvo usted a clases?

	Nº de respuestas	%
% de asistencia a clases mayor a un 50%	4	28%
% de asistencia a clases menor a un 50%	10	72%
Total	14	100%

2. Sobre la docencia

Según su experiencia durante este semestre en el Taller de Ingeniería Industrial, responda.

- El curso logró una adecuada relación entre los contenidos tratados y las actividades.

Siempre	Algunas veces	Nunca	No tiene noción	Total
1	10	1	2	14

- Cree usted que las diferentes actividades permitieron lograr el propósito central del Taller.

“Estimular en los alumnos la apropiación, diseño, y conducción autónoma de su proceso de aprendizaje personal, en un ambiente colaborativo de trabajo”

	Nº de respuesta	% de respuestas
Sí, creo que se han logrado los objetivos del curso	11	78%
No, creo que no se han logrado los objetivos del curso	3	27%
Total	14	100%

- Si su respuesta ha sido no, ¿qué razones pueden explicar lo ocurrido? (*)

- Falta una mayor cantidad de instancias, por ejemplo reuniones, para lograr planificar actividades.
- Se abordó muy poco el tema de “gestión y diseño de sí mismo” y se abordaron temas muy técnicos de la ingeniería.
- Falta de compromiso y coordinación entre ambas secciones.
- Faltó una mayor guía durante el desarrollo de los proyectos, los alumnos en algunas ocasiones estaban desorientados.

(*) Selección de algunos comentarios

- A su juicio, ¿son propicias las estrategias metodológicas utilizadas en los Talleres, para lograr los propósitos pedagógicos antes declarados?

	Nº de respuestas	% sobre el total
Si, las estrategias utilizadas son propicias	12	85%
No, las estrategias utilizadas no son propicias	2	14%
Total	14	100%

- A su juicio, ¿se generaron las instancias necesarias y propicias para que se lograr el propósito del curso?

Siempre	Algunas veces	Nunca	No tiene noción	Total
0	12	0	2	14

3. Sobre el Programa

- A su juicio, ¿se lograron los resultados de aprendizaje fundamentales del curso?

	Si	No	No tiene noción	Total
El alumno demuestra que valora el autoaprendizaje como parte central de su desarrollo personal.	9	1	4	14
El alumno demuestra que reconoce las habilidades de concebir, diseñar y evaluar proyectos, de alto interés personal y vinculado con la ICI.	5	6	3	14

- Cree Ud. que las habilidades desarrolladas por los alumnos durante el curso, se alinearon con los resultados de aprendizaje del curso. Si tiene algún comentario hágalo saber.

	Nº de respuestas	%
Sí, creo que las habilidades desarrolladas se alinearon con los resultados de aprendizaje establecidos	14	100%
No, creo que las habilidades desarrolladas por los alumnos no se alineen con los resultados de aprendizaje establecidos.	0	0
Total	14	100%

Comentarios (*):

- En particular el último módulo fue bastante novedoso para los alumnos.
- Creo que faltó el desarrollo de habilidades blandas.
- Faltó mayor coordinación entre los diversos miembros que conforman el cuerpo docente.
- Faltó un mayor control sobre el trabajo realizado

(*). Selección sólo de algunos comentarios

Desarrollada por: Autor y Área de Desarrollo Docente, FCFM.

5.2 Rediseño propuesto para la segunda versión del TII-I

Una vez realizados los procesos de evaluación para el Taller de Ingeniería Industrial 1, se proponen las siguientes mejoras tanto a nivel de metodologías de enseñanza y aprendizaje como en el programa del mismo.

5.2.1. Propuesta de rediseño a nivel de metodologías de enseñanza-aprendizaje

- **Estrategia metodológica de enseñanza-aprendizaje.** Durante tercer modulo de esta primera implementación se ha utilizado una estrategia de enseñanza-aprendizaje en base a juego de rol. Sin embargo, y en coherencia con la renovación curricular de la FCFM se propone que las actividades centrales de cada módulo apunten a la concepción y diseño de productos o servicios vinculados con la ICI.

En coherencia con los estándares de la iniciativa CDIO, es importante considerar los siguientes puntos al momento de diseñar las experiencias de enseñanza-aprendizaje:

- **Experiencias introductorias a la carrera.** Para crear sentido en los alumnos que comienzan la carrera de ingeniería industrial es fundamental, a juicio del autor, implementar experiencias que los introduzcan al mundo de la ingeniería, de manera tal de aumentar el nivel de vinculación con la carrera. Entre las actividades propuestas se encuentran:

- Charlas informativas a cargo de ICI's, las cuales sean actividades externas al Taller de Ingeniería Industrial.
 - Foros de debate, en los cuales se aborde como temática central el rol de los ICI's del siglo XXI.
 - Entrevistas y conversaciones con profesionales destacados de la ICI. Parte fundamental del proceso formativo en los alumnos es la realización de entrevistas con profesionales de manera tal de introducir de manera temprana a los alumnos con el mundos laboral.
- **Espacios físicos de aprendizaje y materiales de trabajo.** Uno de los puntos débiles de la primera implementación del Talleres de Ingeniería Industrial I han sido los espacios físicos de aprendizaje. Si lo que se desea es generar vínculos entre los alumnos y el DII es necesario que físicamente los Talleres sean realizados en las dependencias del Departamento.

En este mismo punto, los principios que rigen la propuesta de diseño aquí presentada, apuestan por ambientes de aprendizaje colaborativo, los cuales resultan ser optimizadores del proceso formativo de los alumnos. Es por ello que se debe contar con espacios físicos de aprendizaje propicios, en los cuales los alumnos puedan:

- Trabajar cómodamente en equipos de trabajo, para ello es fundamental contar con mesas redondas para seis personas, al menos una por cada equipo de trabajo.
 - Tengan acceso menos un computador conectado a Internet por equipo de trabajo, con el cual los alumnos puedan avanzar en el desarrollo de sus proyectos.
 - Disponibilidad de materiales de trabajo, los cuales permitan facilitar el aprendizaje y el trabajo por parte de los alumnos.
- **Integración de los conocimientos.** Con el objetivo de reforzar los contenidos tratados durante la carrera, así como también generar conciencia sobre la importancia de ellos durante la carrera, es fundamental que los proyectos sean una instancia de aplicación de los conocimientos. En este contexto sólo el módulo uno y el módulo representaron una instancia integradora de los conocimientos.

Se propone que para las próximas implementaciones del Taller se establezca como requerimiento que los proyectos contengan aplicaciones de los contenidos tratados en paralelo con los otros cursos de la malla de ingeniería (ver Tabla 5.1).

Tabla 5.1. Principales tópicos a integrar en el desarrollo de los Talleres de Ingeniería Industrial

Taller	Propuesta de conocimientos que deben ser integrados durante el desarrollo de Proyectos para el TII-I
TII-I	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptos económicos básicos (costos, beneficios, gastos, etc.) • Análisis estadístico de mercado • Lectura de documentación en inglés • Análisis estadísticos tras procesos de encuestas y consultas a clientes objetivos

- **Experiencias de aprendizaje activo, basadas en el diseño y construcción de sistemas.** Durante la primera implementación del Taller de Ingeniería Industrial 1 existieron tres líneas centrales de aprendizaje (charlas, lecturas y proyectos). A juicio del autor esto conlleva demasiada carga académica para los alumnos.

Se propone que el eje central de aprendizaje sea el desarrollo de proyectos por parte de los alumnos, los cuales aborden principalmente los tópicos de diseño y construcción de sistemas de ingeniería

5.2.2. Propuestas de rediseño a nivel de programa

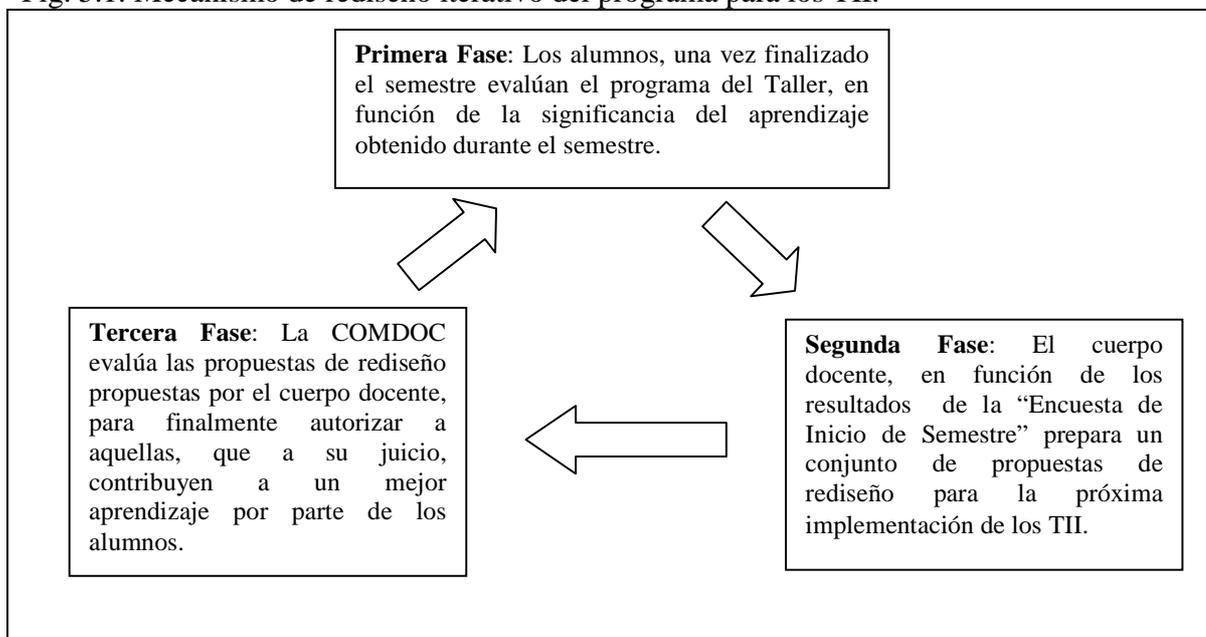
- **Reestructuración del primer módulo del TII-I.** Debido a que las tres primeras semanas del Taller los alumnos se encuentran en proceso de modificación académica, se propone trabajar en un módulo inicial de tres semanas el cual no considere una estructura de grupos, lo cual
- **Actualización permanente del programa.** En coherencia con la metodología de diseño utilizada durante el presente informe, se propone el siguiente mecanismo de rediseño iterativo para el programa de los Talleres de Ingeniería Industrial (ver Fig. 5.1).

Los agentes que participan en este mecanismo de rediseño iterativo y permanente son:

- **Alumnos:** Una vez finalizado el semestre, los alumnos deben responder la “Encuesta de fin de semestre”, la cual le entrega al cuerpo docente un conjunto de antecedentes válidos al momento de rediseñar el programa para el próximo semestre.
- **Cuerpo docente:** Se debe procesar la información proveniente de la “Encuesta de fin de semestre” y en conjunto con el conocimiento tácito generado durante el semestre, se debe redactar un conjunto de renovaciones para el programa del curso el cual debe ser presentado a la COMDOC en sesión especial.

- **COMDOC:** La COMDOC es el organismo encargado de aprobar o desaprobar los cambios propuestos por el cuerpo docente antes del inicio del semestre. Estos cambios a su vez serán evaluados por el alumno durante el transcurso del semestre, cerrando así el ciclo de mejoramiento permanente del curso.

Fig. 5.1. Mecanismo de rediseño iterativo del programa para los TII.



- **Mecanismos de evaluación permanente.** Finalmente se propone instalar mecanismos de evaluación del desempeño de los alumnos semana a semana. Una evaluación de carácter formativa incentiva una mirada crítica permanente del alumno hacia su trabajo realizado, es por ello que el cuerpo docente debe estimular la creación de espacios semanales de reflexión sobre el desempeño de los alumnos durante el trabajo.

Junto con ello se propone mantener los mecanismos de evaluación declarados en el capítulo anterior del informe.

Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones Finales

Finalmente en este último capítulo se presentan las conclusiones obtenidas por el autor una vez finalizado el presente trabajo de titulación.

Este capítulo final comienza con las conclusiones derivadas de la metodología de diseño empleada por el autor, a continuación se presentan las conclusiones obtenidas de los procesos de consulta tanto a los académicos del DII como de los exalumnos, para finalmente dar a conocer las conclusiones y recomendaciones finales obtenidas de la primera implementación del Taller de Ingeniería Industrial I.

Las conclusiones expuestas se estructuran primeramente en función de la metodología de diseño empleada (la teoría de creación de conocimiento organizacional), a continuación se concluye sobre la metodología de enseñanza y aprendizaje para el programa de los TII, para luego continuar con las principales competencias a desarrollar por los alumnos, para finalmente mostrar las recomendaciones por parte del autor.

6.1 Conclusiones de la metodología de diseño empleada

La metodología de diseño empleada, ha sido una aplicación de la teoría de conocimiento organizacional propuesta por Nonaka y Takeuchi (ver Anexo A). En función de la metodología utilizada en este informe se concluye:

- La teoría de creación de conocimiento organizacional es propicia para la generación de productos que respondan a las múltiples visiones existentes en la comunidad encargada del diseño, ya que incorpora tanto el conocimiento explícito existente en la comunidad durante todo el proceso creativo.
- El proceso de diseño es de carácter iterativo, por lo cual medida que la comunidad va generando y difundiendo el nuevo conocimiento producto se va incorporando en las sucesivas versiones del producto generando así un proceso de iterativo y no lineal de creación.
- A juicio del autor, un inconveniente que presenta la teoría empleada en el marco teórico tiene referencia con el origen de la misma. La teoría de conocimiento organizacional propuesta por Nonaka y Takeuchi tiene su origen al observar como un número importantes de empresas niponas desarrollan nuevo conocimiento organizacional, sin embargo los contextos sociales japoneses son diferentes a los nacionales.

6.2 Conclusiones de los aspectos metodológicos de los talleres

En plano de los aspectos metodológicos que caracterizan al diseño propuesto para los Talleres de Ingeniería Industrial, el autor concluye que:

1. El desarrollo de habilidades como objetivo pedagógico central de los talleres

Se concluye que los Talleres de Ingeniería Industrial representan un complemento práctico dentro de la nueva formación profesional recibida por los alumnos del DII. Siendo éstos una instancia propicia para acercar a los alumnos al mundo práctico de la ingeniería aplicada y además permitir el desarrollo de ciertas habilidades demandadas por el mercado actual, como lo es la capacidad de trabajar en equipo, comunicación efectiva y capacidad de generar respuestas innovadoras a necesidades específicas, entre otras.

2. Una metodología pedagógica basada en el desarrollo de proyectos

Se concluye que en un contexto pedagógico centrado en el desarrollo de competencias, el incorporar metodologías de aprendizaje basadas en el desarrollo proyectos representa una instancia propicia para que los alumnos desarrollen las habilidades antes mencionadas.

Para lograr implementar de manera exitosa una metodología pedagógica en base a proyectos, se debe incorporar al programa de los Talleres los siguientes aspectos:

- a) **Contextos sociales de aprendizaje:** El programa para los Talleres de Ingeniería Industrial debe considerar sus actividades principales planificadas de manera tal de ser realizadas en equipo de trabajo.
- b) **Vinculación de los alumnos con proyectos reales de ingeniería.** Un marco metodológico propicio para la enseñanza y aprendizaje de la ingeniería se relaciona con la vinculación temprana de los alumnos con proyectos reales. Es por ello que el eje de aprendizaje central de los Talleres de Ingeniería Industrial se encuentra dado por los proyectos que realizan los alumnos. Estos proyectos deben estar vinculados principalmente con los intereses y preocupaciones de los alumnos.
- c) **Un equipo docente con las competencias pedagógicas requeridas para desarrollar competencias en los alumnos.** El equipo docente juega un papel importante dentro de la formación de los alumnos, siendo su principal responsabilidad el realizar monitoreo permanente del desempeño de los alumnos.

El profesor debe guiar el desarrollo de la clase mediante la contextualización de los conocimientos asimilados por los alumnos durante el desarrollo de sus proyectos y así como también aportando con su experiencia en el mundo de la ingeniería.

El profesor auxiliar debe velar por el cumplimiento de los resultados de aprendizaje declarados para los talleres y los ayudantes deben verificar que los equipos avancen en el desarrollo de sus proyectos.

3. Una evaluación de carácter formativo

En un contexto pedagógico de aprendizaje basado en proyectos, la evaluación juega un rol central dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se concluye que en los Talleres de Ingeniería Industrial, la evaluación debe poseer las siguientes características:

- **Claridad.** Los puntos a considerar dentro de la evaluación deben estar bien definidos, así como los niveles de logro esperados por parte del equipo evaluador.
- **Continuidad.** Para que el aprendizaje en base a proyectos sea realmente formativo es importante que la evaluación sea entregada como una retroalimentación continua hacia los alumnos.
- **Coherencia.** Los aspectos evaluados deben ser coherente con los objetivos del curso. En el caso de los Talleres de Ingeniería Industrial, dado que se busca desarrollar habilidades, es importante que las evaluaciones no “castiguen” los errores cometidos por los alumnos en el producto mismo en sí, sino que la evaluación debe centrarse en el proceso por el cual los alumnos diseñan dicho producto. La cantidad de conversaciones sostenidas, horas de diseño invertidas en el prototipo, etc.

4. Desarrollo de valores

Se concluye que uno de los aspectos más valorados por la formación de los ICI, es el desarrollo de valores como por ejemplo el comportamiento ético, el respeto a la diversidad y demostrar responsabilidad social, entre otros. Para ello es fundamental que los alumnos trabajen en equipos interdisciplinarios y evalúen permanentemente su desempeño en este contexto de trabajo.

5. Incorporación de lecturas periódicas

Se concluye que la incorporación de lecturas periódicas, vinculadas con la ingeniería industrial es un mecanismo propicio para desarrollar en los alumnos tanto interés por algún área vinculada con la ingeniería como profundizar sus conocimientos sobre las mismas.

6.4. Principales habilidades a desarrollar en los Talleres de Ingeniería Industrial

Dado los actuales procesos de globalización, existe una cierta tendencia internacional en la enseñanza de la ingeniería, la cual valora el desarrollo de habilidades como un complemento de los conocimientos técnicos fundamentales de la ingeniería.

El mundo de hoy, requiere de profesionales íntegros, los cuales sean capaces de trabajar en equipos multidisciplinarios de manera eficaz y eficiente, que sean capaces de responder a las necesidades de sus clientes, y que tengan una aptitud emprendedora frente a los desafíos. Es por ello que los Talleres de Ingeniería Industrial se perfilan como una instancia propicia para que los alumnos puedan desarrollar las habilidades que el mercado laboral actual requiere.

Luego del desarrollo del presente trabajo se concluye que las habilidades a desarrollar en los alumnos durante los talleres son:

- a) **Capacidad de trabajo en equipo.** Mediante el desarrollo de proyectos en ambientes colaborativos de aprendizaje los alumnos desarrollan la capacidad de trabajar en equipos de manera eficiente y todo lo que esto conlleva, como por ejemplo tolerancia frente a la diversidad de opiniones, compromisos, capacidad de liderazgo y comunicación efectiva, entre otras.
- b) **Capacidad de diseñar e implementar respuestas innovadoras frente a necesidades reales.** Una de las aristas que posee el proyecto de renovación curricular de la FCFM es la generación de cursos en los cuales la implementación de soluciones diseñadas sean el eje central de aprendizaje. Los Talleres de Ingeniería Industrial deben de continuar con ese principio, ya que en la práctica los ingenieros basan gran parte de su trabajo en la implementación de soluciones, que dado los contextos actuales deben ser cada vez más innovadoras.
- c) **Capacidad de aprender a aprender.** El estimular a los alumnos a que diseñen soluciones a necesidades no cubierta, incentiva en ellos la necesidad de desarrollar la habilidad de aprender a aprender. Es por ello que los proyectos desarrollados por los alumnos deben ser respuestas a necesidades no cubiertas hasta el momento.

6.3 Recomendaciones por parte del autor

Luego de la primera implementación del Taller de Ingeniería Industrial I, el autor realiza el siguiente conjunto de recomendaciones de cara a las próximas implementaciones.

- a) **Distribución en secciones de no más de 50 alumnos.** Dado los 100 alumnos promedio que semestre a semestre inscriben el ramo, para facilitar las labores del cuerpo docente, especialmente en el campo de las evaluaciones, se recomienda impartir el ramo en secciones de no más de 50 alumnos, las cuales deben estar a cargo de un profesor, un auxiliar y un ayudante cada 10 alumnos.

- b) **Uso de material pedagógico.** Para que la experiencia de aprendizaje sea realmente significativa es necesarios que tanto el cuerpo docente como alumnos cuenten con los materiales necesarios para hacer de la experiencia de aprendizaje algo significativo. Entre los materiales requeridos se cuentan:
 - o Acceso a video y proyectores: Las sesiones en las cuales los contenidos tratados eran reforzados y apoyados por material audiovisual eran notoriamente mejor evaluadas por los alumnos.
 - o Pizarras desplazables, papelógrafos, plumones varios: es importante que los alumnos, especialmente durante el proceso de diseño de sus proyectos, cuenten con las herramientas de diseño básicas.

 - o Acceso a computadores personales (“notebooks”): Una de las principales carencias, a juicio del autor, fue la ausencia de computadores portátiles en los equipos de trabajo, que permitiera a ellos optimizar su trabajo. Es importante contar al menos con un terminal por grupo de trabajo.

 - o Copias de artefactos: Los artefactos propuestos y los que seguramente se desarrollarán en el futuro deben ser reproducidos de manera tal que cada equipo de trabajo contenga el número de artefactos requeridos por la actividad. Junto con ello, es importante que estas herramientas de apoyo a la docencia sean procesados de manera tal de entregar antecedentes.

- c) **Cuerpo docente.** Dado que el aprendizaje en base a proyecto es altamente demandante en evaluaciones de tipo formativas (monitoreo, reuniones periódicas con los alumnos, etc.). Se concluye que la dotación docente debe responder a la siguiente estructura.
- a. TII-I: Secciones de 50 alumnos, a cargo de un profesor de cátedra, un auxiliar y un ayudante por cada diez alumnos, además de un coordinador docente común para las secciones.
 - b. TII-II y TII-III: Secciones de 21 alumnos a cargo de tres profesores de cátedra y un coordinador docente.
- d) **Coordinación de las actividades.** Los cursos de aprendizaje activo representan un gran desafío en cuanto a la gestión de las actividades. Especialmente en los procesos evaluativos que deben ser realizados de manera permanente. Es por ello que la figura del coordinador docente, se hace relevante. Dentro de las funciones del coordinador docente se destacan:
- a. Velar por el cumplimiento del Programa Académico para cada uno de los Talleres.
 - b. Velar por que las estrategias metodológicas de enseñanza y aprendizaje propuestas para el Taller sean implementadas de la manera indicada en el Programa.
 - c. Velar por la correcta realización de los procesos evaluativos del curso.
 - d. La propuesta de diseño para los Talleres II y III está en base a múltiples secciones de no más de 25 alumnos cada una. Por ello es necesario coordinar el trabajo de estas secciones, de manera que los resultados de aprendizaje sean evaluados con criterios coherentes.
- e) **Actualización del programa académico permanentemente.** Finalmente la última recomendación realizada por el autor apunta a establecer mecanismos de mejoramiento permanente del curso. Este curso tiene por objetivo desarrollar habilidades en los alumnos a través de la integración de los conocimientos adquiridos durante la carrera, es por ello que la COMDOC debe periódicamente discutir sobre el programa de los talleres de manera tal de incorporar el nuevo conocimiento generado a través de los mecanismos de evaluación del mismo.
- f) **Incorporación de charlas de ICI destacados.** Se concluye que un aspecto valorado por los alumnos es la incorporación periódica de charlistas vinculados con la ICI, los cuales despierten el interés de los alumnos por la carrera.

7 Bibliografía

Tesis

1. ARRAU Osorio, Luis Gall. (1992). El comienzo de la ingeniería industrial en Chile. Tesis (Ingeniero Civil Industrial). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial. 49 p.
2. ANDRADE Jara, Claudia Ines & RAMIREZ Soto, Ana Miriam. (2003) Diseño de una estrategia para incrementar el Capital Social en el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. Tesis (Ingeniero Civil Industrial). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial. 42 p.
3. RENNEN, Patricio. (1999) Fundamentación de la necesidad y viabilidad de crear un programa de desarrollo de habilidades directivas en el DII. Tesis (Ingeniero civil Industrial). Santiago, Chile. Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial. 124 p.
4. HINCAPIE, Yulie. (2006) “Producción de capital ético: Orientación para el MBA”. Tesis (Magister en Gestión y Dirección de Empresas). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial. 68 h.
5. MATAMALA, Rafael. (2005) “Las estrategias metodológicas utilizadas por el profesor de matemática en la enseñanza media y su relación con el desarrollo de habilidades intelectuales de orden superior en sus alumnos y alumnas”. Tesis (Magíster en Educación con Mención en Currículum y Comunidad Educativa). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Sociales Escuela de Postgrado. 117 p.

Libros

1. ALONSO, C., DOMINGO, J., HONEY, P. (1994). Los estilos de aprendizaje: procedimientos de diagnóstico y mejora. Bilbao. Ediciones Mensajero.
2. BRENES, E., PORRAS, M. (1991). Teoría de la Educación. San José. CoEdiciones Euned.
3. COLL, C., MARTIN, E., MAURI T., Miras, M., ONRUBIA, J., SOLÉ, I. y ZABALA, A. (1997). El constructivismo en el aula. México, Editorial Grao.
4. CRAWLEY, E., MALMQVIST, J., OSTLUND, S., BRODEUR, D. (2007). Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. Editorial Springer Verlag INC. New York.
5. DICKINSON, K.P., SOUKAMNEUTH, S., YU, H.C., KIMBALL, M., D’AMICO, R.,

- PERRY, R., et al. (1998). Providing educational services in the Summer Youth Employment and Training Program . Washington, DC. Office of Policy & Research.
6. GOLEMAN, D. (1995) “La Inteligencia Emocional”. México, Javier Vergara Editores.
 7. KENNEDY, D. (2007) “Redactar utilizando resultados de aprendizaje”. Irlanda, University College Cork.
 8. KOLB, D.A. (1984). Experimental Learning. Upper Saddle River, New Jersey.
 9. MANGANIELLO. (1980). Introducción a las Ciencias de la Educación. Buenos Aires, Librería del Colegio.
 10. MATURANA, H. (2001). Emociones y Lenguaje en Educación y Política. Dolmen Ediciones. España.
 11. MOORE, T.W. (1999). Introducción a la Filosofía de la Educación. México. Editorial Trillas.
 12. MOORE, T. (1983). Introducción a la Teoría de la Educación. Madrid. Alianza Editorial.
 13. NOVAK, J. (1982). Teoría y Práctica de la educación. Alianza Universidad: Madrid.
 14. NONAKA, I., TAKEUCHI, H. (1999). La Organización Creadora de Conocimiento”. México, Editorial Oxford.
 15. PIAGET, J. (1954). Inteligencia y afectividad. México. Aique Ediciones.
 16. RICHMOND, P. (1974). Introducción a Piaget. Editorial Fundamentos, España.
 17. TRAVESET, M. (2007). La pedagogía sistémica. Fundamentos y Práctica. México. Editorial Grao.
 18. VIGOTSKY, L. (1988). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Buenos Aires, Editorial Pléyade.
 19. VIGOSTSKY, L. (1977),”Pensamiento y Lenguaje”. Buenos Aires, Editorial Pléyade.
 20. ZUBIRÍA, R. & HILDA, D. (2004), “EL constructivismo en los procesos de enseñanza-aprendizaje en el siglo XX”. Editorial Plaza & Valdéz. México.

Papers

1. BERGGREN, K., BRODEUR, D., CRAWLEY, E., INGEMARSSON, I., LITANT, W., MALMQVIST, J. & OSTLUND, S. , (2003) “CDIO: An international initiative for reforming engineering education”. World Transactions on Engineering and Tecnology Education”. Vol. 2, No.1, 2003

2. CONDE, A. y POZUELO, F. (2007). Las plantillas de evaluación (rúbrica) como instrumento para la evaluación. Un estudio de caso en el marco de la reforma de la enseñanza universitaria en el EEES. *Investigación en la Escuela*, 63, pp. 77-90.
3. COBB, C., AGOGINO, A., BECKMAN, S., SPEER, L. (2008). Enabling and Characterizing Twenty-First Century Skills in New Product Development Teams. *International Journal of Engineering Education (IJEE)*. Vol.24, No 2, pp.420-433, 2008.
4. FELDER, R., (2006) “A Whole new mind for a Flat World”. *Chemical Engineering Education*. Vol 40, No. 2, pp. 96-97.
5. FELDER, R., RUGARCIA, A., WOODS D., STICE, J., (2000) “The Future of Engineering Education. A vision for a new Century”. *Chemical Engineering Education*, Vol 34, N° 1. P.16-25.
6. JORGE, M., ARENCIBIA, R., (2001).El pensamiento psicológica y pedagógico de Jean Piaget. *Revista Cubana de Psicología*. Vol 20, N°1, pp.97-114.
7. NUÑEZ, C., ROJAS, V., (2003). La evaluación en un enfoque centrado en competencias. *Revista Pensamiento Educativo*. Vol. 33 (diciembre 2003). pp. 63-85.
8. SCHAEFER, D., PANCHAL,J., CHOI, S., MISTREE,F., (2008). Strategic design of engineering education for the flat world. *International Journal Engineering Education*. Vol. 24, No. 2, pp. 274-282.
9. VIGNOLO, C., CELIS, S., GUGGISBERG, I. (2008). Active learning as sources of continuous innovation in courses. *Proceedings of the Active Learning in Engineering Education. Conference, 2008, Bogotá, Colombia, 9 al 11 de junio.2008.*
10. VIGNOLO, C. (2002). *La Formación de Directivos como Expansión de la Conciencia de Sí. Documento de Trabajo, N° 40, Serie Gestión, Centro de Gestión – CEGES, Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Santiago de Chile.*
11. DAVYDOV, V. (1995). The influence of L. S. Vigotsky on education, theory, research, and practice. *International Journal of Educational Researcher*, Vol. 24, No. 3, p.12-21.

8 Anexos

Anexo A: Teoría de creación de conocimiento organizacional

Entender como las organizaciones crean nuevos productos, nuevos servicios, procesos e inclusive nuevas formas organizacionales es importante y sin ligar a dudas interesante, pero resulta más provechoso entender cómo esas empresas han generado el conocimiento requerido para llevar a cabo las innovaciones producidas (Nonaka y Takeuchi; 1999, p.60).

Para poder explicar y comprender el proceso de creación de conocimiento a nivel organizacional, es necesario introducir una nueva visión sobre el fenómeno en cuestión. Como cualquier otra visión del conocimiento, la teoría de la creación de conocimiento organizacional propuesta por Nonaka y Takeuchi tendrá su propia epistemología (interpretación del conocimiento) y ontología (elementos constitutivos).

Diferencia entre conocimiento e información

Nonaka y Takeuchi, describen al conocimiento de manera similar a la información, pero a la vez distinto de ella. Cuando se trata de conocimiento, a diferencia de información, se trata experiencias, creencias y compromisos. El conocimiento, a diferencia de la información, es acción, por el contrario la información es de carácter pasiva y finalmente el conocimiento así como también la información, trata de significado, depende de contextos específicos en los cuales radica su significado (Nonaka y Takeuchi; 1999, p63).

A pesar que los términos información y conocimiento son utilizados indistintamente, sin embargo la información permite interpretar o hacer visible eventos, objetos u conexiones entre ellos, que hasta ese entonces no lo eran esperadas o claras. Por lo tanto la información es un medio o material necesario para generar conocimiento.

El conocimiento, por otro lado, está en la naturaleza de la acción humana, todo el operar que distingue al ser humano del resto de las especies radica en que el ser humano posee la clase de conocimiento que le permite operar (tomar acción) como ser humano; por ejemplo un carpintero opera como tal pues posee el conocimiento para realizar las labores de carpintería, claramente tener información sobre cómo confeccionar un cierto tipo de mueble no hace a un carpintero.

Dos dimensiones de creación de conocimiento

La teoría de la creación de conocimiento propuesta por Nonaka y Takeuchi establece que el conocimiento se compone esencialmente de dos dimensiones principales: la epistemológica²³ y la

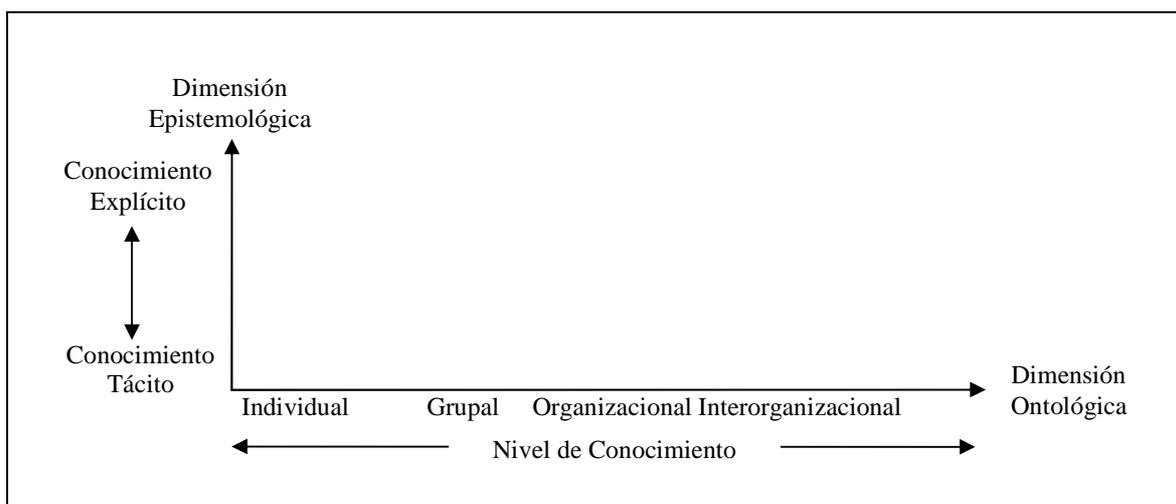
²³ Epistemología: (del griego episteme: conocimiento y logía: estudio) . Doctrina de los fundamentos y métodos del conocimiento científico.(fuente: www.rae.es)

ontológica²⁴.

Dimensión Ontológica. En sentido estricto, el conocimiento es creado sólo por los individuos, una organización sin individuos no es capaz de generar conocimiento. Es así como el conocimiento es entendido como un fenómeno ante todo social. El proceso de creación y extracción de conocimiento se lleva a cabo en el interior de una comunidad, en la cual existen interacciones entre sus miembros (organizacional) pero que a su vez coexiste con otras comunidades (interorganizacional).

Dimensión Epistemológica. Los autores antes mencionados apoyados en el trabajo de Michael Polanyi (1966)²⁵, proponen dos tipos de conocimientos, claramente diferenciables, el conocimiento tácito y el conocimiento explícito. El conocimiento tácito es de carácter personal y de contexto específico, por lo tanto es difícil de formalizar y comunicar, forma parte de la experiencia, creencias y percepciones personales del individuo condicionado a su vez por los modelos mentales que posee dicho individuo. Por otro lado el conocimiento explícito corresponde a aquel que se encuentra codificado en un lenguaje formal y sistémico, es el representado mediante las diferentes teorías racionales del saber humano, ecuaciones matemáticas, etc.

Fig.1. Dimensiones ontológicas y epistemológicas del conocimiento



Fuente: Nonaka y Takeuchi (1999), p.62.

Diferencias entre el conocimiento tácito y el conocimiento explícito

El conocimiento tácito corresponde al conjunto de experiencias, creencias, recuerdos, costumbres, prácticas, etc. Que posee un individuo. Es por aquella razón que este tipo de conocimiento resulta difícil de enunciar mediante el lenguaje formal, ya que habita en elementos intangibles. El conocimiento explícito, por otro lado, se puede expresar a través del lenguaje

²⁴ Ontología: (del griego onto: ser y logía: estudio). Parte de la metafísica que trata del ser en general y de sus propiedades trascendentales.

²⁵ POLANYI, M. (1966) "The Tacit Dimension". Routledge Edition, Londres.

formal, formulas matemáticas, manuales, libros, etc. es por aquella razón que puede ser transmitido fácilmente de un individuo a otro ((Nonaka y Takeuchi, 1999, p.66).

Desde el punto de vista de Nonaka y Takeuchi, el conocimiento tácito y explícito no son entidades separadas ni mucho menos independientes, sino que más bien son entidades complementarias. Existe una interacción y un intercambio continuo entre ambos tipos de conocimiento en todas las actividades de carácter creativo de los seres humanos.

“Nuestro modelo dinámico de creación de conocimiento se fundamenta en el supuesto crítico de que el conocimiento humano se crea y expande a través de la interacción social de conocimiento tácito y conocimiento explícito. A esta interacción la llamamos conversión de conocimiento”

(Nonaka y Takeuchi; 1999, p.68)

Fig. 2. Algunos puntos de comparación entre los dos tipos de conocimiento

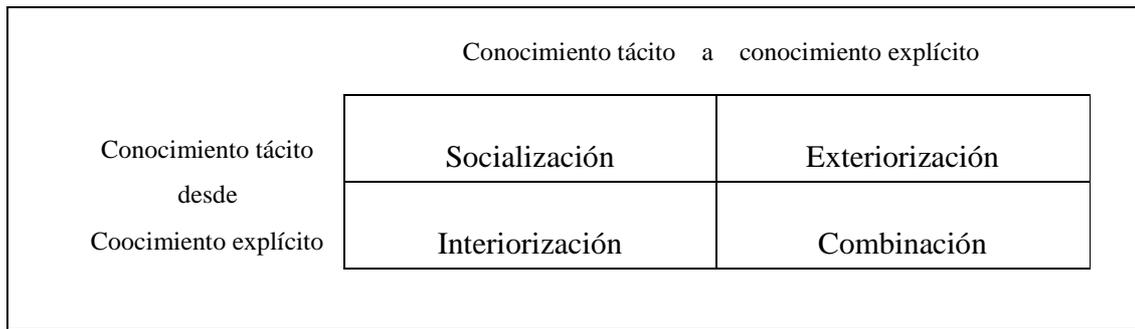
Conocimiento tácito (Subjetivo)	Conocimiento explícito (Objetivo)
Conocimiento de la experiencia (cuerpo)	Conocimiento racional (Mente)
Conocimiento simultáneo (Aquí y ahora)	Conocimiento secuencial (Allá y entonces)
Conocimiento análogo (Práctica)	Conocimiento digital (Teoría)

Fuente: Nonaka y Takeuchi (1999), p.67

1.1. Modelo SECI en la creación de conocimiento organizacional

Asumir que el conocimiento se crea por la interacción continua entre conocimiento tácito y explícito, permite postular la existencia de cuatro formas esenciales de conversión entre ambos tipos de conocimiento, los cuales se muestran en la Fig. 3.3

Fig. 3. Formas de conversión de conocimiento



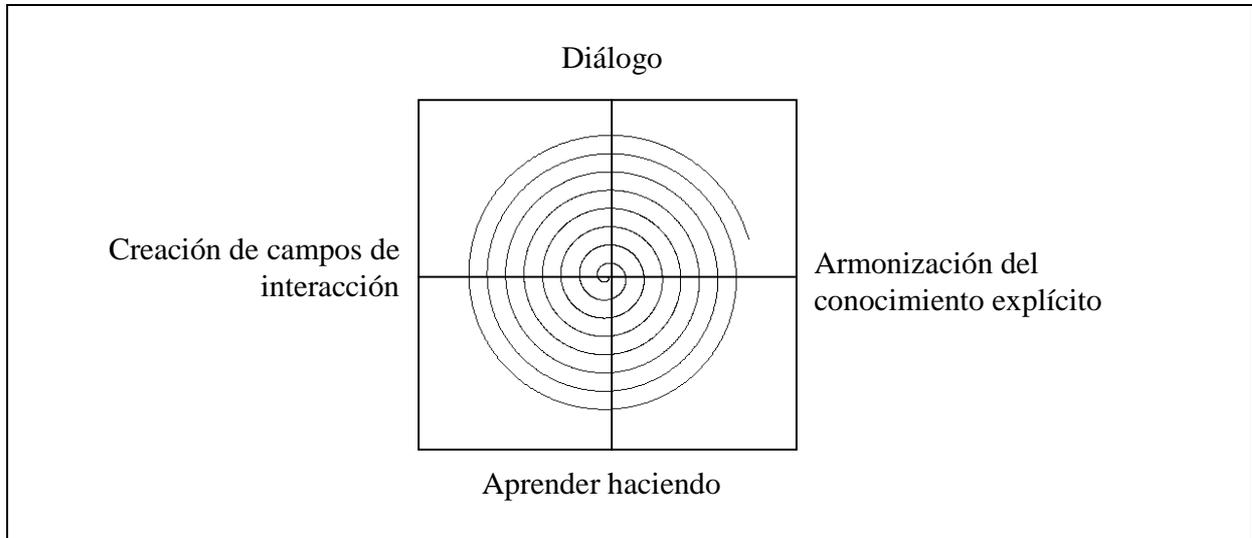
Fuente: Nonaka y Takeuchi; 1999, p.69

- **Socialización (de tácito a tácito):** Proceso que consiste en crear conocimiento a través de la observación, no es necesario el uso del lenguaje. Los aprendices aprenden de sus maestros un oficio, por ejemplo, observado como éstos realizan sus labores. La clave para construir conocimiento tácito habita en el compartir experiencias.
- **Exteriorización (de tácito a explícito):** Proceso en cual se enuncia el conocimiento tácito en forma de conceptos explícitos, adoptando forma de metáforas, analogías, conceptos, hipótesis o modelos. Cabe mencionar que la escritura es la vía principal por la cual el conocimiento tácito converge en explícito
- **Combinación (de explícito a explícito):** Proceso de sistematización de conocimientos con el que se genera un sistema de nuevo conocimiento. Los individuos combinan e intercambian conocimiento explícito a través de múltiples medios, tales como documentos, manuales, reuniones, conversaciones, los cuales son sistematizados y llevados a formatos validados por los miembros de la organización.
- **Interiorización (de explícito a tácito):** Proceso muy relacionado con el “aprendiendo haciendo”. Cuando el conocimiento explícito existente en libros, manuales o sistemas informáticos son asimilados por el individuo, el nuevo conocimiento generado forma parte del nuevo conocimiento tácito del mismo.

1.2. La espiral creadora de conocimiento

Como se ha dicho anteriormente, la creación de conocimiento organizacional es una interacción continua entre el conocimiento de tipo tácito y el explícito. Sin embargo para que dicha interacción se produzca es necesario que existan las instancias que faciliten dicha conversación entre los tipos de conocimiento cada individuo posee. Si se logra generar este contexto, se genera una espiral virtuosa a nivel de creación de conocimiento organizacional (ver Fig. 3.4.).

Fig. 4. Teoría de la creación de conocimiento organizacional



Fuente: Nonaka y Takeuchi, 1999, p.81

1.3. Posibilitar las condiciones para la creación de conocimiento organizacional

El papel que juega la organización en el proceso de creación de conocimiento es el de proveer el contexto apropiado para facilitar las actividades grupales y la creación y acumulación de conocimiento en el nivel individual (Nonaka y Takeuchi; 1999, p.83).

El contexto propicio para tales procesos se encuentra caracterizado por los siguientes atributos: Intención, Autonomía, Fluctuación y caos creativo, Redundancia y Variedad de requisitos.

Intención: Se distingue la intención como la aspiración de una organización por alcanzar sus metas. Desde la visión de la creación de conocimiento organizacional la esencia de la estrategia es desarrollar la capacidad organizacional para adquirir, crear, acumular y explotar conocimiento.

Autonomía: Las organizaciones creadoras de conocimiento permiten que sus miembros actúen lo más autónomamente posible como las circunstancias lo permitan. Una organización autónoma permite incrementar la probabilidad de nuevas oportunidades las cuales son inesperadas, sino que también aumenta de la posibilidad de mantener a los miembros con un alto nivel de estimulación en los procesos creacionales de conocimiento, cabe destacar que en toda organización autónoma existe una mayor libertad al momento de interpretar la información existente, lo cual es un afluente importante para la creatividad organizacional.

Fluctuación y caos creativo: Una organización que se rige bajo el caos creativo, somete continuamente a sus miembros a romper con la rutina habitual en las labores. Una ruptura

permite reconsiderar los paradigmas existentes en la organización, sacando de un estado de comodidad y confort a los miembros del equipo de trabajo, induciéndolos a cuestionarse su pensamiento y perspectivas fundamentales. El estado de caos se genera de manera natural cuando la organización se enfrenta a una crisis, es por ello que en organizaciones creadoras de conocimiento las directivas periódicamente generan en sus empleados un sentimiento de crisis que los incite a replantearse los procesos de manera de responder a la crisis.

Redundancia: La redundancia corresponde a la sobreexposición intencional de la información acerca de las actividades principales realizadas por los miembros de la organización. Para que se genere nuevo conocimiento es fundamental que los conceptos creados por ciertos miembros de la organización sean compartidos por el resto de la organización; compartir la información redundante permite compartir el conocimiento tácito, ya que permite a ciertos individuos sentir lo que otros intentan enunciar, produciendo un “aprendizaje por entremetimiento” en la esfera de percepción de cada individuo. Por otro lado el compartir información permite a los miembros de la organización conocer su posición, lo que a su vez regula la dirección del pensamiento y las acciones individuales.

Variedad de requisitos: La diversidad interna existente en una organización creadora de conocimiento es tan basta como la complejidad del sistema en el cual se desenvuelve dicha organización. Para maximizar la variedad intraorganizacional, todos los miembros deben contar con un acceso rápido a la más amplia gama de información, si existen diferencias de información entre los miembros del equipo, éstos no pueden interactuar de la misma manera.

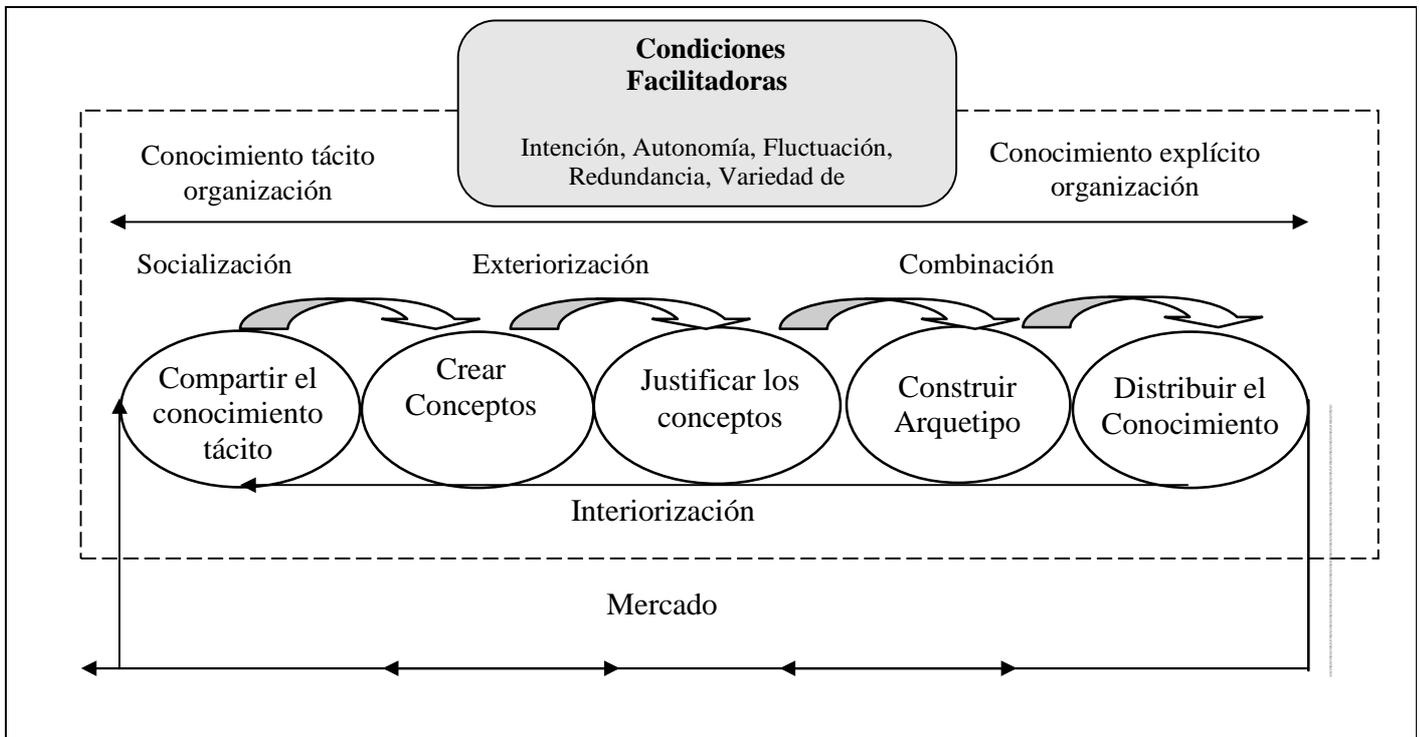
1.4. Modelo de cinco fases de creación de conocimiento organizacional

Nonaka y Takeuchi proponen un modelo de cinco fases al momento de crear conocimiento organizacional: compartir el conocimiento tácito, crear conceptos, justificación de conceptos, construcción de arquetipo y distribuir el conocimiento.

El proceso de creación de conocimiento organizacional comienza con el compartir conocimiento tácito, mediante el proceso de socialización. Durante la segunda fase del proceso de creación de conocimiento organizacional se crean los conceptos esenciales del proceso de creación de conocimiento, el conocimiento tácito de los miembros del equipo se transforma en conocimiento explícito (proceso de exteriorización). Una vez creado los conceptos es necesario justificarlos, dicha validación debe ser realizada con el conocimiento explícito que se posea (informes de tendencias, estudios estadísticos, etc.).

Una vez justificado los conceptos es necesario desarrollar prototipos y modelos de manera de conocer cómo se configura y operan los conceptos creados. En esta etapa es fundamental comprender cuales son los supuestos que alteran el resultado de la experiencia así como también los usos que se desea dar al producto en creación. Finalmente es difundido el nuevo conocimiento de manera explícita entre los miembros de la organización, de manera que sea asimilado por ellos y pase a formar parte del conocimiento tácito que cada uno de los miembros posee, para aportar desde ahí en las nueva iteración del proceso. Cabe destacar que este modelo de creación de conocimiento en cinco fases no es lineal, sino más bien cíclico, en el cual cada iteración va generando nuevas versiones del producto (ver Fig. 04). Nonaka y Takeuchi proponen que el proponen que el modelo de creación de conocimiento es un modelo continuo en el tiempo.

Fig. 5. Modelo de cinco fases del proceso de creación de conocimiento organizacional



Fuente: Nonaka y Takeuchi; 1999, p.96

- **La primera fase: compartir el conocimiento tácito**

La premisa ontológica básica de la teoría de la generación de conocimiento organizacional propuesta por Nonaka y Takeuchi, radica en posicionar a las personas como los únicos agentes responsables en la generación de dicho conocimiento, es por ello que el conocimiento tácito, y el intercambio de este entre los individuos, es la base de la creación de nuevo conocimiento organizacional. Sin embargo este intercambio de conocimiento no es fácil, ya que se adquiere principalmente mediante la experiencia y no siempre se puede traspasar mediante las palabras.

Para que este intercambio sea exitoso, es necesario generar un contexto propicio para generar diálogo²⁶ cara a cara. Es ahí en donde comparten experiencias y sincronización sus ritmos físicos y mentales.

- **La segunda fase: crear conceptos**

Durante esta segunda fase, existe una interacción muy intensa entre conocimiento tácito y

²⁶ Cuando se habla de diálogo, del griego “dia” (a través) y “logo” (palabra), no hace referencia al hecho simple del traspaso de información entre dos sujetos a través del uso del lenguaje, sino que se hace referencia a la generación de interpretaciones comunes más potentes que las interpretaciones individuales que cada uno de los miembros puede tener por sí solo.

explícito, ya que es necesario plasmar en el lenguaje el conocimiento tácito creado durante la fase anterior. Una vez consensuado, en función del conocimiento tácito de los miembros del equipo, un modelo mental (una idea en común), se procede a la conceptualización del mismo, este proceso de exteriorización permite generar nuevos conceptos que representen el conocimiento tácito anteriormente generado.

Este proceso de conversión de conocimiento tácito a explícito se lleva a cabo a través del uso de múltiples métodos de razonamiento, como la deducción, la inducción, uso de metáforas y analogías (abducción). En esta fase los conceptos se crean en cooperación, a través del diálogo entre los miembros de la organización. La variedad de requisitos ayuda al equipo en este sentido, proveyendo distintos ángulos o perspectivas para observar un problema. La fluctuación y el caos, sean del interior o del exterior, también contribuyen a cambiar el pensamiento fundamental de los miembros.

- **La tercera fase: justificar conceptos**

Los conceptos creados durante la fase anterior, deben ser justificados en algún momento. Según la postura constructivista el conocimiento corresponde a una creencia justificada por una comunidad específica. La justificación incluye determinar si los conceptos creados son en verdad válidos para la organización y para la sociedad. Es importante que la organización conduzca esta justificación de forma más explícita, para así verificar si la intención está todavía intacta y para asegurarse de que los conceptos generados cubren las necesidades de la sociedad en su totalidad.

- **La cuarta fase: construir un arquetipo**

En la cuarta fase, el concepto justificado debe modelarse hasta llegar a ser algo tangible y concreto, es decir, un arquetipo. La construcción de dicho arquetipo es un proceso en el cual se debe combinar el conocimiento explícito recién creado con el ya existente. Ya que los conceptos justificados que son explícitos, se convierten en arquetipos, que también son explícitos, esta fase es comparable a la combinación.

Tal como un arquitecto construye una maqueta antes de empezar la construcción real, los miembros de la organización se dedican a construir un prototipo del producto real o un modelo del sistema verdadero.

- **La quinta fase: expandir el conocimiento**

La creación de conocimiento no es un proceso lineal, sino que más bien es cíclico y continuo, no termina una vez que se ha construido el arquetipo; el nuevo arquetipo, que ha sido creado, justificado, modelado continúa existiendo en el ciclo de creación de conocimiento, pero en un nivel ontológico diferente dando origen a distintos procesos proceso de socialización, exteriorización, internación y combinación.

Para que esta fase sea efectiva, es muy importante, que cada unidad de la organización tenga la autonomía necesaria para utiliza el conocimiento desarrollado en alguna parte y aplicarlo libremente a través de distintos niveles y límites.

Anexo B: La Comisión Docente del DII (COMDOC)

La comisión de docencia se encuentra conformada por los siguientes miembros

Nombre	Cargo
Viviana Fernández	Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile Especialización: Gestión Financiera Centro de Economía Aplicada, Departamento de Ingeniería Industrial e-mail: vfernand@dii.uchile.cl
Richard Weber	Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile Especialización: Data mining, Optimización Centro de Gestión de Operaciones, Departamento de Ingeniería Industrial e-mail: rweber@dii.uchile.cl
Carlos Vignolo	Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile Especialización: Innovación, Desarrollo de habilidades directivas, Desarrollo de la Capacidad emprendedora, Tecnologías de Construcción de Capital Social, Ingeniería de la Educación Director del Programa de Tecnologías de Construcción de Capital Social e-mail: cvignolo@dii.uchile.cl
Antonio Holgado	Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile Especialización: Tecnologías de la información aplicadas a la gestión, Diseño y evaluación de negocios e-mail: aholgado@dii.uchile.cl
Daniel Espinoza	Profesor Asociado, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile Especialización: Programación lineal, Programación entera, Algoritmos y complejidad, Optimización combinatorial, Logística, Programación estocástica entera e-mail: daespino@dii.uchile.cl

Anexo C: Tipos de estrategias metodológicas de enseñanza y aprendizaje

Estrategia metodológica	Propósito de la estrategia	Elementos de la competencia trabajados	Instrumentos de evaluación
Expositivo	Transmitir conocimientos y activar procesos	Conocimientos	Pruebas objetivas o examen oral
Análisis de casos	Aprender mediante el análisis de casos reales o simulación	Conocimientos, procedimientos, actitudes, valores.	Resolución de un caso individualmente o en grupo
Aprendizaje basado en proyectos (ABP)	Aprende mediante el desarrollo de proyectos	Conocimientos, habilidades, actitudes, valores	Evaluación de la propuesta generada por el equipo de trabajo
Aprendizaje colaborativo (AC)	Adquirir aprendizajes significativos de manera cooperativa	Conocimientos, actitudes, valores	Valoración de entregables
Portafolios	Aprender de manera reflexiva y autónoma	Conocimientos, actitudes, motivaciones, valores,	Organización y desarrollo del portafolio
Simulaciones	Aprender mediante resolución de situaciones análogas a lo real	Conocimientos, actitudes, motivaciones, valores	Hoja de observación
Juegos de rol	Aprender mediante la simulación de situaciones creadas y la representación de papeles	Conocimientos, actitudes, motivaciones, valores	Protocolo y hoja de observación.

Fuente: Material de apoyo “Taller de Estrategias Metodológicas “. Elaborado por Área de Desarrollo Docente (ADD) (junio, 2009).

Anexo D: El proceso de acreditación ABET

En 1932 se estableció en los Estados Unidos un organismo cuyo fin principal fue el de diseñar e implementar programas académicos comunes para diferentes universidades, que impartiesen la carrera de ingeniería, de manera tal de fomentar una formación profesional de ingenieros que cumplan con los requisitos mínimos de calidad, este organismo era conocido como “Consejo de Ingenieros para el Desarrollo Profesional” o ECPD (Engineers' Council for Professional Development)²⁷.

En 1980, el ECPD cambió su nombre al de Junta de Acreditación para Ingeniería y Tecnología o ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology), con lo cual se le otorga un mayor énfasis a la acreditación de los planes y mallas curriculares de las instituciones universitarias que imparten carreras de ingeniería y tecnología.

La misión declarada por ABET ha sido la siguiente²⁸:

- Acreditar programas de educación en las áreas de ciencias aplicadas, tecnologías, ingeniería e informática.
- Promover la igualdad y la innovación en educación.
- Consultar y colaborar en el desarrollo y progreso de la educación en todo el mundo, financieramente autónoma.
- Anticipar y prepararse para los cambios del entorno y las necesidades futuras de las circunscripciones.
- Gestión de las operaciones y los recursos para ser eficaz y fiscalmente responsable.

Criterio de acreditación ABET aplicados a programas de ingeniería²⁹

- a) **Estudiantes.** El programa debe evaluar el desempeño de los estudiantes, además de supervisar el progreso del estudiante para favorecer su éxito en el cumplimiento de los resultados de aprendizaje.
- b) **Objetivos del programa educacional.** Todos los programas que buscan ser acreditado por ABET deben cumplir con los siguientes puntos:
 - i. Declarar los objetivos educacionales de manera consistente con la misión de la

²⁷ Fuente: <http://www.abet.org/history.shtml> (Sitio Web oficial de ABET)

²⁸ Fuente: Sitio Web ABET (<http://www.abet.org/mission.shtml>)

²⁹ Fuentes: “Criteria for accrediting engineering programs. Effective for evaluation during the 2009-2010 Accreditation cycle”. 2008.

institución y con los criterios aquí señalados.

- ii. Demostrar periódicamente que los objetivos de aprendizaje están basados en las necesidades institucionalizadas por el programa en cuestión.
 - iii. Diseñar e implementar un proceso evaluativo periódico que permita demostrar que estos objetivos se están cumpliendo.
- c) **Resultados del programa.** Los programas de ingeniería deben demostrar que sus egresados poseen las siguientes habilidades:
- a. Habilidad para aplicar conocimiento de matemática, ciencias e ingeniería.
 - b. Habilidad para diseñar y conducir experimentos, así como también interpretar datos.
 - c. Habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos en ambientes reales (económicos, ambientales, sociales, políticos, éticos, manufactura, etc.).
 - d. Habilidad para desenvolverse en equipos multidisciplinarios.
 - e. Entendimiento de la ética profesional y responsabilidad social.
 - f. Habilidad para comunicarse de manera efectiva.
 - g. Comprender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto global, económico, ambiental y social.
 - h. Conocimiento de las tendencias modernas en diferentes áreas del saber humano.
 - i. Habilidad en el uso de técnicas, habilidades y herramientas modernas de ingeniería necesarias para la práctica ingenieril.

Anexo E: El Syllabus de la iniciativa CDIO

TRADUCCIÓN REALIZADA POR LA UNIVERSIDAD DE CHILE Y LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

1 CONOCIMIENTOS TÉCNICOS

1.1. CONOCIMIENTOS EN CIENCIAS BÁSICAS [a]

1.2. CONOCIMIENTOS EN LOS FUNDAMENTOS DE LA ESPECIALIDAD

1.3. CONOCIMIENTOS AVANZADOS DE LA ESPECIALIDAD

2 HABILIDADES Y ATRIBUTOS PERSONALES Y PROFESIONALES

2.1. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y RAZONAMIENTO INGENIERIL

2.1.1. Identificar y formular problemas

2.1.2. Crear y usar modelos

2.1.3. Estimar y analizar problemas de forma cualitativa

2.1.4. Analizar problemas bajo condiciones de incertidumbre

2.1.5. Solución de problemas y recomendaciones

2.2. EXPERIMENTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE INVESTIGACIONES

2.2.1. Formular hipótesis

2.2.2. Realizar búsqueda de literatura impresa y electrónica

2.2.3. Conducir investigaciones experimentales

2.2.4. Probar y defender hipótesis

2.3. PENSAMIENTO SISTÉMICO

2.3.1. Pensar holísticamente

2.3.2. Analizar la interacción de componentes y nuevos elementos

2.3.3. Priorizar y sintetizar

2.3.4. Análisis dinámico

2.3.5. Resolver realizando juicio crítico y alcanzando balance entre los trade-off

2.4. HABILIDADES Y ACTITUDES PERSONALES

2.4.1. Iniciativa y disposición de aceptar riesgos

2.4.2. Perseverancia y flexibilidad

2.4.3. Creatividad

2.4.4. Pensamiento crítico

2.4.5. Conciencia de competencias personales

2.4.6. Curiosidad y disposición a aprender de por vida [i]

2.4.7. Gestión del tiempo y recursos

2.5. HABILIDADES Y ACTITUDES PROFESIONALES

2.5.1. Ética profesional, integridad y responsabilidad [f]

2.5.2. Comportamiento profesional

2.5.3. Planificación proactiva de su carrera profesional

2.5.4. Disposición a mantenerse actualizado en el mundo de la ingeniería

3 HABILIDADES INTERPERSONALES: COMUNICACIÓN Y TRABAJO EN EQUIPO

3.1. TRABAJO EN EQUIPO [d]

3.1.1. Capacidad de formación equipos efectivos

3.1.2. Capacidad de gestión de equipos

3.1.3. Identificar y desarrollar habilidades para el crecimiento y evolución del equipo

3.1.4. Capacidad de liderazgo de equipos

3.1.5. Capacidad de trabajar en distintos tipos de equipos y colaborar técnicamente

3.2. COMUNICACIÓN EFECTIVA [g]

3.2.1. Analizar situaciones y elegir estrategias comunicacionales

3.2.2. Construir estructuras comunicacionales adecuadas

3.2.3. Capacidad de comunicación escrita efectiva

3.2.4. Capacidad de comunicación por medios Electrónicos/Multimedia

3.2.5. Capacidad de comunicación por medios gráficos Gráfica

3.2.6. Capacidad de comunicación por presentaciones orales

3.3. COMUNICACIÓN EN IDIOMAS EXTRANJEROS

3.3.1. Capacidad de comunicarse de forma oral y escrita en Inglés

3.3.2. Capacidad de comunicarse de forma oral y escrita en otros idiomas

4 CONCEBIR, DISEÑAR, IMPLEMENTAR Y OPERAR SISTEMAS EN EL CONTEXTO ORGANIZACIONAL Y SOCIAL

4.1. CONTEXTO SOCIAL Y EXTERNO [h]

4.1.1. Comprender el rol y responsabilidad del ingeniero

4.1.2. Comprender el impacto de la ingeniería en la sociedad

4.1.3. Conocer las regulaciones sociales sobre la ingeniería

4.1.4. Conocer el contexto histórico y cultural

4.1.5. Comprensión de la actualidad y valores contemporáneos [j]

4.1.6. Desarrollar una perspectiva global

4.2. CONTEXTO ORGANIZACIONAL Y DE NEGOCIOS

4.2.1. Apreciar diferentes culturas organizacionales

4.2.2. Reconocer la estrategia empresarial, metas y sistema de planificación

4.2.3. Emprendimiento

4.2.4. Trabajo efectivo en organizaciones

4.3. CONCEBIR Y APLICAR INGENIERÍA A LOS SISTEMAS [c]

4.3.1. Definir requerimientos y metas del sistema

4.3.2. Definir funciones, conceptos y arquitectura del sistema

4.3.3. Desarrollar modelos del sistema que permitan su evaluación

4.3.4. Desarrollar la planificación del proyecto

4.4. DISEÑO [c]

4.4.1. El proceso de diseño

4.4.2. Conocer las fases y enfoques alternativos de diseño

4.4.3. Utilización del conocimiento técnico en el diseño

4.4.4. Diseño disciplinario

4.4.5. Diseño multidisciplinario

4.4.6. Diseño multi-objetivo

4.5. IMPLEMENTACIÓN [c]

4.5.1. Diseñar el proceso de implementación

4.5.2. Concebir el proceso de fabricación de Equipos

4.5.3. Concebir el proceso de Implementación de Software

4.5.4. Diseñar la implementación e integración de los procesos

4.5.5. Probar, Verificar, Validar y Certificar

4.5.6. Gestión de la implementación

4.6. OPERACIÓN [c]

4.6.1. Diseñar y optimizar operaciones

4.6.2. Entrenamiento y capacitación de las operaciones

4.6.3. Soporte durante el ciclo de vida del sistema

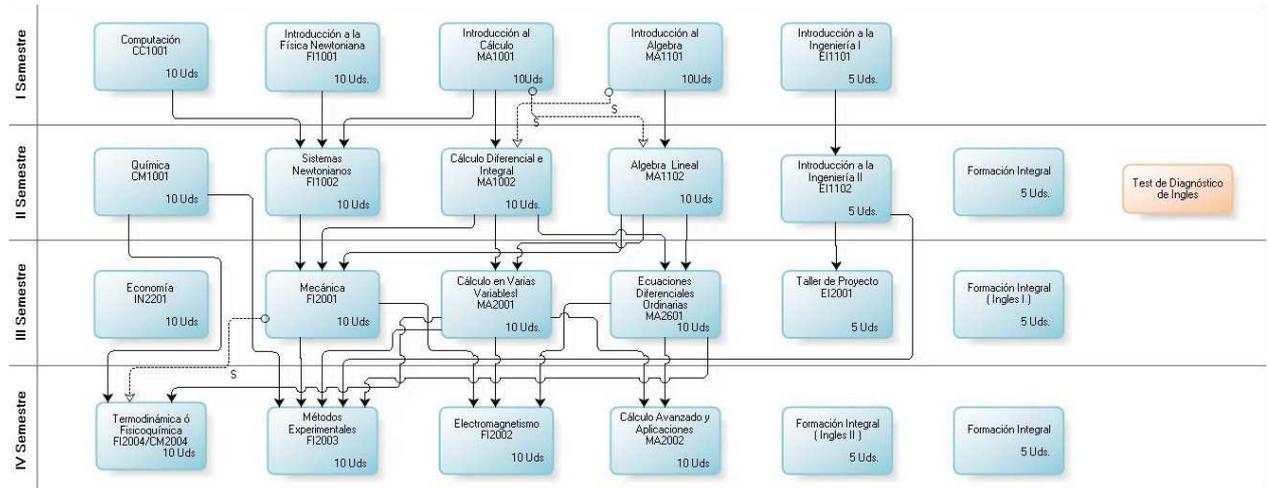
4.6.4. Reconocer la evolución y mejoramiento del sistema

4.6.5. Manejo de fin de vida útil y desechos

4.6.6. Gestión de Operaciones

Anexo F: Nueva estructura curricular de ingeniería civil industrial

Estructura curricular de ingeniería civil, Plan Común, válida a partir del semestre de otoño 2009.



Nueva maya curricular para la carrera de Ingeniería Civil Industrial (válida a partir del semestre de Otoño 2009)

Semestre V	Modelamiento y Optimización IN3701	Tecnologías de la Información y Comunicación para la Gestión IN3501	Probabilidades y Estadísticas IN3403	Taller de Ingeniería Industrial I IN3001	Formación Integral
Semestre VI	Investigación de Operaciones IN3701	Microeconomía IN3202	Estadísticas para Economía y Gestión IN3401		
Semestre VII	Gestión de Operaciones I IN4703	Análisis Matemática Financiera IN3401	Macroeconomía IN4203	Aplicaciones de Probabilidades y Estadísticas a la Gestión IN4402	Práctica Profesional I IN4901
Semestre VIII	Gestión de Operaciones II IN4704	Finanzas I IN4301	Marketing I IN4601	Taller de Ingeniería Industrial II IN4002	

Semestre IX	Organización Industrial IN5204	Finanzas II IN5602	Marketing II IN5602		Práctica Profesional II
Semestre X	Diseño de Procesos de Negocios IN5502	Dirección Estratégica IN5003	Comportamiento Organizacional IN5101		
Semestre XI			Introducción al Trabajo de Título IN6008	Taller de Ingeniería Industrial III IN6004	Práctica Profesional III
Semestre XII			Trabajo de Título IN6009		

Programa de “*minors*” aprobados por el Consejo de Escuela.

- Minor en Ingeniería de Materiales
- Minor en Geología
- Minor en Ingeniería Mecánica
- Minor en Minería
- Minor en Metalurgia Extractiva
- Minor en Computación
- Minor en Computación Científica
- Minor en Desarrollo de Software orientado a aplicaciones científicas y de ingeniería
- Minor en Meteorología y Clima
- Minor en Energías Renovables
- Minor en Control de Sistemas
- Minor en Circuitos Analógicos y Digitales
- Minor en Sistemas de Comunicaciones
- Minor en Sistemas Eléctricos
- Minor en Astronomía
- Minor en Algoritmos y Optimización Combinatorial
- Minor en Física de Medios Continuos
- Minor en Física Experimental
- Minor en Física Cuántica
- Minor en Física Relativista
- Minor en Ingeniería Química
- Minor en Algoritmos, Teoría de Juegos y Optimización
- Minor en Ingeniería de transporte
- Minor en Biotecnología

Anexo G: Primera propuesta de diseño TII-I, II y III³⁰

El siguiente diseño corresponde a la primera versión del diseño de los Talleres de Ingeniería Industrial

Taller de Ingeniería Industrial I (“Metodología”-“Motivación”-“Creatividad”)

Propósito General:

Involucrarse en el concebir, diseñar e implementar un proyecto de ingeniería industrial, con énfasis en la creatividad, invención e innovación. Además del desarrollo de habilidades personales e interpersonales.

Competencias a Desarrollar

- Conocer y utilizar metodologías para concebir invenciones ó soluciones creativas.
- Diseñar e implementar un proyecto en equipo
- Monitorear y evaluar el avance de los proyectos.
- Conocer innovadores proyectos o empresas que destaquen en la ingeniería industrial nacional.

Actividades propuestas

- Ejercicios de invención y creatividad personal.
- Concebir, diseñar e implementar un proyecto de orientación comercial o social con evidente uso de sistemas tecnológicos (Web, informáticos, eléctricos, mecánicos).
- Reuniones de trabajo con el asesor del proyecto.
- Uso Web 2.0 para monitoreo de los proyectos.
- Presentaciones o charlas de proyectos o empresas de vanguardia en el ámbito de la ingeniería industrial.
- Uso de sistemas de evaluación de pares y autoevaluación.
- Evaluación del curso en base a cumplimientos y calidad de los productos entregados.

Taller de Ingeniería Industrial II (“Integración”)

Propósito General

Integración de conocimientos en un completo Plan de Negocios.

Competencias a Desarrollar

- Conocer, diseñar y completar un plan de negocios
- Aplicación de métodos y herramientas de la ingeniería industrial en los proyectos (operaciones, economía, TI, finanzas y marketing)
- Crítica y evaluar proyectos externos y propios.
- Elaborar informes escritos de calidad tanto en sus aspectos formales y de contenido.
- Comunicar eficazmente oral y visualmente los avances y resultados del proyecto.

³⁰ Celis, S., Gutiérrez, K., (2008) “Propuesta de programa de Talleres de Ingeniería Industrial I, II y III”.

- Trabajar eficazmente en equipo.

Actividades Propuestas

- Presentaciones periódicas.
- Elaboración de informes de avance e informe final.
- Breves talleres de elaboración de informes y presentaciones.
- Evaluaciones de los informes y presentaciones.
- Evaluación entre grupos

Taller de Ingeniería Industrial III (“Proyecto de o para empresa”)

Propósito General

Participación en investigaciones avanzadas o proyectos que agreguen valor en empresas o en propios emprendimientos.

Competencias a Desarrollar

- Realizar un proyecto que integre teórica y en la práctica los conocimientos de la carrera en los ámbitos de interés de los estudiantes en:
- Proyectos que agreguen valor en las empresas.
- Proyectos de investigación
- Puesta en marcha de emprendimientos propios.
- Actividades propuestas
- Inscripción del tema según el interés en la sección correspondiente.
- Cada área deberá contar con sus actividades específicas que garanticen un proyecto de alto estándar.
- Este taller deberá privilegiar el trabajo autónomo.
- La evaluación responderá a una comisión especializada en el área.

Anexo H: Propuesta de Artefactos utilizados como apoyo a la docencia de los Talleres de Ingeniería Industrial.

Artefactos para el inicio y cierre de las sesiones del Taller.

Los artefactos aquí expuestos representan las principales instancias por las cuales los alumnos pueden aportar al diseño y construcción de la sesión de clases.

a) Ejercicio: Construyendo una “gran clase”

Este es un ejercicio para ser aplicado al inicio de cada sesión del Taller.

- **Propósito**

1. Entregar al Cuerpo Docente un diagnóstico de los estados de ánimo, quiebres e inquietudes con que llegan los alumnos a la clase.
2. Que los alumnos ejerciten las destrezas de observar sus estados de ánimos y sus quiebres.
3. Que los participantes entrenen la habilidad de participar “activamente” en clases.

- **Fuente**

- Memoria de Patricio Renner (1999), pp.33.
- Grupo de Ingeniería de la Educación.

- **Número de participantes**

No hay restricciones.

- **Requerimientos logísticos**

- Los alumnos deben estar sentados, se debe contar con una mesa sobre la cual desarrollar el ejercicio.
- El ejercicio debe ser repartido antes de iniciar la clase.

- **Tiempo**

- 5 minutos para realizar el ejercicio. La primera vez que se realiza, se puede extender el tiempo a 10 minutos.

- **Preparación**

- Se recomienda, antes de realizar el ejercicio recordar que este artefacto permite a los alumnos aportar en el diseño y construcción de la sesión.

- **Proceso**

- Distribuir una copia del artefacto “Construyendo una “gran clase” a cada alumno presente en la clase.
- Indicar que se espera que los alumnos formulen preguntas que hagan sentido con intereses, quiebres y preocupaciones.
- Indicar a los alumnos que tienen cinco minutos para llenar el artefacto y, después de ello, el Cuerpo Docente la retirará para que el Profesor lea este material.

Notas para el Profesor

- Es altamente recomendable contar con un equipo de apoyo, por ejemplo parte del Cuerpo Docente, que puedan procesar el artefacto y entregar un reporte en el momento al Profesor o Facilitador. Dicho reporte debe centrarse en los estados de ánimo, quiebres, intereses y preocupaciones más recurrentes en los participantes.
- La experiencia indica, así como los reportes semanales, que luego de la cuarta o quinta implementación, los alumnos comienzan a “reclamar” por la implementación del ejercicio, aludiendo a que tienen que hacer nuevamente lo mismo. En este sentido es necesario que el Profesor renegocie con los alumnos, poniendo énfasis en la importancia del mismo.
- Es importante, para lograr los objetivos del curso, que este ejercicio sea realizado de manera rigurosa, clase a clase, y que se respeten los lapsos de tiempos asignados para tal actividad.

Construyendo una gran clase (5 minutos)³¹

Nombre: _____ **Fecha:** _____

1.- Mi estado de ánimo (EA) al inicio de esta clase es (marque sólo uno):

- Interés Desinterés Indiferencia Enojo
 Alegría Tristeza Satisfacción Angustia
 Comodidad Incomodidad Curiosidad Resentimiento
 Paz, tranquilidad Stress, ansiedad Confusión Ambición
 Esperanza Resignación Entusiasmo

otro _____

2.- ¿El EA anteriormente declarado es propicio para maximizar mi aprendizaje durante esta clase? (SI/NO) _____

3.- Si la respuesta anterior es NO. ¿Qué mecanismos puedo emplear para mejorarlos? _____

4.- Al momento de iniciar esta clase, mis intereses, quiebres y preocupaciones (IQP's) principales son:

1. _____
2. _____
3. _____

5.- Lo que yo deseo aprender (Foco) durante esta clase es:

6.- Dado los EA, IQP's y F anteriormente declarados, mis "neg-ocios" para esta clase son:

1. _____
2. _____
3. _____

³¹ Elaborado por Cuerpo Docente IN3001 y el Grupo Ingeniería de la Educación

Ejercicio: Evaluando la clase

Este es un ejercicio individual para recibir el *feedback* por parte de los alumnos una vez finalizada la sesión.

- **Propósito**

1. Generar un diagnóstico del estado de ánimo final de los participantes.
2. Que los participantes evalúen la sesión y su aprendizaje en ella, y partir de ahí propongan mejoras para las próximas sesiones del Taller.
3. Que los alumnos ejerciten las habilidades de evaluar y observar sus estados de ánimo.

- **Fuente**

- Memoria de Patricio Renner (1999), pp.33.
- Grupo de Ingeniería de la Educación.

- **Número de participantes**

- No hay restricciones.

- **Requerimientos logísticos**

- Los alumnos deben estar sentados, se debe contar con una mesa sobre la cual desarrollar el ejercicio.
- El ejercicio debe ser repartido antes de finalizar la clase.

- **Tiempo**

- 5 minutos para realizar el ejercicio. Es importante que esta actividad cierre la sesión.

- **Preparación**

- Realizar el ejercicio una vez que el Facilitador (o el profesor) haya dicho las últimas palabras de cierre de la sesión.

- **Proceso**

- Distribuir una copia del artefacto “Evaluando la clase” a cada alumno presente en la clase.
- Indicar que una vez finalizado este ejercicio el alumno puede retirarse.

Notas para el Profesor

- Este artefacto es fundamental dentro del diseño de la próxima clase, por qué en el los alumnos expresan sus comentarios y propuestas para las próximas sesiones. Lo cual es de vital importancia para el modelo de construcción de las clases.

Evaluando y Diseñando la próxima clase (5 minutos)

Nombre: _____ **Fecha:** _____

1.- Mi estado de ánimo (EA) al momento de finalizar esta clase es (marque sólo uno):

Interés Desinterés Indiferencia Enojo
 Alegría Tristeza Satisfacción Angustia
 Comodidad Incomodidad Curiosidad Resentimiento
 Paz, tranquilidad Stress, ansiedad Confusión Ambición
 Esperanza Resignación Aceptación Entusiasmo

otro _____

2.- Después de lo aprendido en esta clase, puedo observar las siguientes nuevas oportunidades:

- _____
- _____

3.- Mi participación en la construcción de esta clase la evalúo con un _____ (Nota entre 1,0 y 7,0)

4.- Mi aprendizaje obtenido de esta clase los evalúo con un _____ (Nota entre 1,0 y 7,0)

5.- Los temas tratados en esta clase los evalúo con un _____ (Nota entre 1,0 y 7,0)

6.- Evalúo al expositor con un _____ (Nota entre 1,0 y 7,0)

7.- Mis sugerencias para la próxima clase son:

- _____
- _____
- _____

Ejercicios para el Trabajo en Equipo

En esta sección se presenta un ejercicio destinado a mejorar la gestión de los proyectos realizados por los alumnos. Esta herramienta permite generar un contexto en el cual las se evalúan las actividades realizadas.

Reporte semanal de avances en el proyecto.

- Propósito
 - Mejorar el cumplimiento de compromisos dentro de un equipo
 - Introducir la práctica de declarar un afán de la semana que de sentido y coherencia a las acciones del equipo.
 - Identificar incumplimientos recurrentes e incompetencias asociadas

- Número de participantes
 - Ilimitado

- Preparación
 - Referirse a los elementos constitutivos de una promesa
 - Distinguir acuerdo y compromiso

- Proceso
 - Dejar en la Web el formato de “Reporte semanal del proyecto”
 - Anunciar a los alumnos que poseen un artefacto que si se usa regularmente puede aumentar significativamente el cumplimiento de compromiso dentro de su equipo de trabajo y dar un sentido más claro a las acciones que se realicen.
 - Recordar que produzcan estos reportes semanalmente en todos los proyectos en que está participando para el Taller
 - Una vez a la semana el equipo de trabajo debe realizar en conjunto el ejercicio, y enviar una copia al cuerpo docente.
 - Para que el “reporte semanal de proyecto” se transforme en un instrumento de gestión efectivo, es necesario que los miembros del equipo de proyecto reciban una copia del reporte enviado al cuerpo docente.
 - Es muy importante que las acciones y compromisos que se generen guarden coherencia con el afán de la semana y, a su vez, que éste afán sea consensuado por el equipo.
 - Es recomendable designar un secretario ejecutivo en el equipo, responsable de producir y enviar el reporte semanal de proyectos, considerando las recomendaciones en los puntos anteriores

Reporte Semanal de Avances

Descripción del Proyecto

Nombre del proyecto: _____

Cliente Principal: _____

Misión del equipo:

Equipo:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

Estado de avance

Estado de avance

Próximas líneas de acción

20.1.1. Reporte de aprendizaje

Este artefacto tiene por finalidad reportar los principales aprendizajes grupales que se han obtenido tras el trabajo de la presente semana.

vii. Propósito

- Evaluar el desempeño del equipo de trabajo
- Evaluar si se están cumpliendo los objetivos de aprendizaje de cada desafíos

viii. Número de participantes

- Indefinido, sin embargo se recomienda completar el siguiente artefacto en equipo

ix. Preparación

- El encargado del grupo (Gerente del área) debe citar a todo el equipo
- El Gerente del área asume como moderador de la reunión
- Se le debe entregar una copia del artefacto a cada miembro del equipo

x. Proceso

- Poner a disposición de los alumnos, en la Web del curso, el formato digital del “Reporte Semanal de Aprendizaje” el primer día hábil de la semana.
- El alumno semanalmente deberá descargar el formato y completar el reporte de aprendizaje una vez finalizado el trabajo de la semana.
- Se debe entregar una copia digital del ejercicio en la misma Pág. Web del curso
- El cuerpo docente debe contabilizar la cantidad de “Reportes Semanales de Aprendizaje”.

Reporte Semanal de Aprendizaje

Nombre: _____

Fecha: ___/___/___

Grupo: _____

1. Principales Actividades vinculadas al curso

Actividades	Acciones	Horas destinadas

b) Principales logros obtenidos para el proyecto realizado

Logros
<ul style="list-style-type: none"> • • •

• Principales quiebres observados

Quiebres	Rediseño
<ul style="list-style-type: none"> • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • •

• Principales Aprendizajes obtenidos durante la semana

Aprendizajes

Anexo I: Programa del curso de Taller de Ingeniería Industrial I

Código	Nombre			
IN 3001	TALLER DE INGENIERIA INDUSTRIAL I			
Nombre en Inglés				
INDUSTRIAL ENGINEERING WORKSHOP I				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	1.5	5.5
Requisitos			Carácter del Curso	
IN2201 Economía EI2001 Taller de Proyecto			Obligatorio de la carrera Ingeniería Civil Industrial	
Resultados de Aprendizaje				
<p>El estudiante demuestra al termino del curso que:</p> <p>12. Valora el autoaprendizaje como parte central de su desarrollo personal.</p> <p>13. Reconoce y desarrolla las habilidades de concebir, diseñar y evaluar proyectos involucrados con la ingeniería industrial en equipos colaborativos de trabajo, con el fin de desempeñarse de manera eficiente tanto en la formación académica como en el ejercicio mismo de la profesión.</p>				

Metodología Docente	Evaluación General
<p>El curso aplica estrategias activo participativas entre ellas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje en Base a Problemas(ABP) 2. Análisis de casos 3. Juegos de Rol 4. Aprendizaje Colaborativo 5. Visitas a terreno • Charlas expositivas 	<p>La evaluación que se desarrolla es de proceso, cuyas instancias de evaluación contempla:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de Informes • Evaluación de Presentaciones • Controles de lectura personal • Evaluación apreciativa • Autoevaluación y coevaluación

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
I	MOTIVÁNDONOS A SER UN GRAN ICI	3
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es un ICI? • Rol del ICI dentro de las organizaciones. • Charlas presenciales • Visitas a terreno 	<p>El Estudiante:</p> <p>emite juicios frente a a l rol del ICI dentro de una organización</p> <p>Demuestra interés frente a un área funcional de la ICI.</p>	<p>I.15</p> <p>I.16</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
II	INDUSTRIALES EN ACCION	6,0
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	
<ul style="list-style-type: none"> • Taller de Aprender a Aprender • La innovación como medio para creación de valor sustentable • Modelo de Collins aplicado a la gestión de proyectos. • Paradigmas como los principales encadenantes de la innovación y el emprendimiento • De ideas innovadoras a proyectos exitosos • Innovación “made in Chile” 	<p>El estudiante:</p> <p>Valora la importancia de autogestionar y evaluar, de manera permanente, el proceso personal de aprendizaje.</p> <p>Evalúa antecedentes obtenidos tras un proceso riguroso y metodológico de recolección de datos.</p> <p>Concibe, diseña y evalúa proyectos vinculados con la Ingeniería industrial.</p> <p>Desarrolla una mirada sistémica y crítica durante la fase de diseño.</p> <p>Aplica los conocimientos, hasta el momento adquiridos en la carrera, como una herramienta de apoyo a la innovación y emprendimiento.</p>	<p>I.15</p> <p>I.16</p>

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
III	INGENIERIA INDUSTRIAL PARA EL SIGLO XXI	6,0
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
<p>Tendencias internacionales en la Ingeniería Industrial</p> <p>El mundo se “ha aplanado” nuevas oportunidades se divisan en el horizonte</p> <p>Los desafíos de Chile en un escenario global.</p>	<p>El estudiante:</p> <p>Analiza algunos de los principales desafíos de la Ingeniería Industrial en Chile.</p> <p>Identifica algunos de los desafíos fundamentales de un Chile globalizado.</p> <p>Aplica sus capacidades en el ámbito del diseño y la gestión de proyectos vinculados con la ICI</p> <p>Fundamenta juicios sobre el rol del Ingeniero, en particular del industrial, en los procesos de globalización que se están llevando a cabo en Chile.</p>	<p>I.1</p> <p>I.14</p> <p>I.6</p>

Anexo J: Programa del curso de Taller de Ingeniería Industrial II

Código	Nombre			
IN4002	Taller de Ingeniería Industrial II			
Nombre en Inglés				
Industrial Engineering Workshop II				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	1,5	5,5
Requisitos			Carácter del Curso	
Evaluación de Proyectos Taller de ingeniería industrial I otros a definir Estadística y Probabilidades			Obligatorio	
Propósito del curso				
El alumno concibe, diseña y evalúa el desarrollo de nuevos productos o servicios, los cuales responden a necesidades concretas, de comunidades específicas.				
Resultados de Aprendizaje				
El alumno aplica sus competencias en la generación, diseño, elaboración y evaluación de sistemas vinculados con la ingeniería industrial. Estos proyectos deben responder a necesidades específicas de una comunidad determinada.				
El alumno desarrolla habilidades personales e intrapersonales en las áreas de:				
<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo en equipo. • Comunicación eficiente tanto orales como escritas (en español e inglés) • Mirada crítica constructiva frente al desempeño de los equipos de trabajo 				

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	¿Por qué desarrollar proyectos?	2

Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Los sistemas en el mundo de la ingeniería Charlas motivacionales sobre desarrollos de proyectos.	El alumno aprecia la importancia de cada una de las áreas funcionales de la ingeniería industrial. El alumno combinar los principios fundamentales de la teoría de sistemas con los elementos básicos del diseño. El alumno identificar las diferentes fases que componen el desarrollo de un proyecto	
<p>Objetivo de la Unidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dar a conocer al alumno la relevancia del modelamiento sistémico en el campo de la ingeniería aplicada. 		

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Evaluación de Proyectos	3
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Durante estas tres semanas el alumno deberá analizar, junto a su equipo de trabajo, algún proyecto vinculado con la ICI.	El alumno seleccionar y analizar, desde una perspectiva crítica, una aplicación realizada en cualquier área de la ingeniería industrial por un tercero El alumno proponer, a partir de análisis previos, una reingeniería de procesos a proyectos ya realizados por un tercero Recopilar y exponer los resultados de los análisis realizados	
<p>Objetivos de la Unidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificara los elementos fundamentales a considerar en el diseño de sistemas de ingeniería. 		

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Diseño de proyectos	10
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
La última parte del curso, los alumnos deben concebir, diseñar y evaluar un sistema complejo de ingeniería.	<p>El alumno demuestra la capacidad de diseñar experimentos, obtener, utilizar e interpretar datos</p> <p>El alumno diseña, concebir y evaluar nuevos productos o servicios desde una perspectiva de la ICI</p> <p>El alumno aplica pensamiento creativo en el diseño de sistemas vinculados con la ingeniería industrial</p>	
<p>Objetivos de la Unidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Lograr que los alumnos conciba, diseñen y evalúen un producto o servicio que responda a las necesidades concretas de una comunidad utilizando las herramientas básicas de la ingeniería. 		

Anexo K: Programa del curso de Taller de Ingeniería Industrial III

Código	Nombre			
IN6002	Taller de Ingeniería Industrial III			
Nombre en Inglés				
Industrial Engineering Workshop II				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
6	10	3	1,5	5,5
Requisitos			Carácter del Curso	
Ingeniería en Finanzas Ingeniería en Operaciones Ingeniería en Marketing Otros por definir Requisito de Inglés Facultad.			Obligatorio	
Propósito del curso				
Este curso permitirá a los alumnos lograr una integración de las diversas competencias desarrolladas por lo alumnos a través de la carrera en un proyecto real de ingeniería industrial.				
Resultados de Aprendizaje				
El alumno aplica sus competencias en las áreas funcionales de la ingeniería industrial en la concepción, diseño, implantación y evaluación de un proyecto innovador vinculado con la ingeniería. El alumno aplica su capacidad de gestión autónoma en el diseño y gestión de su proceso de aprendizaje personal.				

Unidades Temáticas

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
1	¿Cómo gestionar equipos de trabajo eficientes?	2
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
Tópicos de liderazgo De la gestión de personas a la gestión de proyectos.	El alumno valora la capacidad de trabajar en equipos, incluyendo equipos multidisciplinarios, y desenvolverse adecuadamente en diferentes entornos, Demostrando capacidad de liderazgo.	

	<p>El alumno demuestra capacidad de comunicarse en forma efectiva, a través de diversos canales de comunicación, tanto en español como inglés.</p> <p>El alumno valora la importancia de un comportamiento ético en la vida profesional, demostrando honestidad, responsabilidad al momento de reconocer sus potencialidades y limitaciones.</p>	
<p>Objetivo de la Unidad:</p> <p>6. Dar a conocer al alumno la relevancia de desarrollar un clima de cooperación entre los miembros del equipo</p>		

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
2	Concepción y Diseño de Proyectos	4
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
	<p>El alumno demuestra dominio de técnicas y herramientas modernas necesarias para el ejercicio de su profesión.</p> <p>El alumno analiza y modela las relaciones existentes entre las diversas componentes de una organización, desde una mirada propia de la ingeniería industrial.</p> <p>El alumno demuestra capacidad para emprender e innovar en los diferentes ámbitos de la vida profesional y de adaptación a los requerimientos del mercado.</p> <p>El alumno aplica pensamiento creativo en el diseño de sistemas vinculados con la ingeniería industrial</p>	
<p>Objetivos de la Unidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> Lograr involucrar al alumno en la concepción y diseño un producto o servicio innovador que responda a las necesidades de un mercado especificado. 		

Número	Nombre de la Unidad	Duración en Semanas
3	Implementación y evaluación de proyectos	9
Contenidos	Resultados de Aprendizajes de la Unidad	Referencias a la Bibliografía
La última parte del curso, los alumnos deben concebir, diseñar y evaluar un sistema complejo de ingeniería.	<p>El alumno demuestra la capacidad de diseñar experimentos, obtener, utilizar e interpretar datos</p> <p>El alumno implementa y evaluar sistemas complejos de ingeniería.</p>	
<p>Objetivos de la Unidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lograr que los alumnos diseñen y evalúen un sistema que responda a las necesidades concretas de una comunidad utilizando las herramientas básicas de la ingeniería. • Horas de trabajo conjunto al cliente. 		

ANEXO L: Principales descriptores³² y actividades propuestas para los TII

Se propone las siguientes actividades con el objetivo de cumplir cada uno de los objetivos pedagógicos declarados para cada uno de los Talleres de Ingeniería Industrial.

Tabla 4.4. Propuesta de los principales descriptores, actividades e indicadores de calidad propuestos para los Talleres de Ingeniería Industrial.

Descriptores para cada uno de los Talleres de Ingeniería Industrial		
Taller de Ingeniería Industrial I	Taller de Ingeniería Industrial II	Taller de Ingeniería Industrial III
<p>Competencia General:</p> <p>El alumno demuestra al término del curso que valora el autoaprendizaje como parte central de su desarrollo personal.</p>	<p>El alumno aplica sus habilidades cognitivas, procedimentales, personales e intrapersonales en la concepción y diseño operativo de un producto o servicio”</p>	<p>Competencia General:</p> <p>El alumno demuestra al término del curso su capacidad de integración y aplicación de los conocimientos propios de la carrera de ingeniería industrial.</p>
<p>Descriptores</p> <p>El alumno durante el curso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concibe y diseña dos proyectos vinculados con la ingeniería industrial • Identifica clientes y necesidades específicas. • Diseña soluciones a partir de antecedentes recolectados de manera rigurosa. • Elabora y presenta un informe de avance y cierre de proyectos (por cada proyecto realizado). • Se entrevista al menos en cuatro ocasiones con expertos en las áreas disciplinarias de la 	<p>Descriptores</p> <p>El alumno durante el curso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica pensamiento creativo en la solución a una necesidad vinculada con la ingeniería industrial • Realiza estudios de mercado. • Aplica modelos matemáticos en la obtención de información. • Se entrevista con expertos en las áreas disciplinarias de la ingeniería industrial • Diseña soluciones a problemas concretos, 	<p>Descriptores</p> <p>El alumno durante el curso:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integra los conocimientos propios de las diferentes disciplinas de la ingeniería. • Genera una propuesta de valor para su cliente. • Se entrevista de manera periódica con su cliente. • Diseña e implementa un prototipo. • Desarrolla y aplica modelos matemáticos para obtener información a través de datos. • Utiliza el inglés como idioma de comunicación formal.

³² “Se entiende por descriptores a los referentes inmediatos para la evaluación, de manera tal de poder orientar los aspectos mesurables u observables que permiten operacionalizar las tareas y tener evidencia respecto de que el alumno sabe, sabe hacer o sabe ser” (Núñez y Rojas, 2003)

<p>ingeniería industrial.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evalúa, de manera periódica, el trabajo de su equipo y personal 		
<p>Principales actividades realizadas</p> <p>Los alumnos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escriben un ensayo bibliográfico. • Escriben un ensayo sobre las expectativas que poseen de la carrera • Desarrollan dos proyectos relacionados con la ingeniería industrial. • Se entrevistan con potenciales clientes. • Evalúan su aprendizaje clase a clase. • Reportan, de manera semanal, los principales aprendizajes y logros obtenidos con relación al curso. • Observan oportunidades reales de generar valor. • Trabajan de manera colaborativa en equipos. • Asisten a una jornada extensa de reflexión (Taller de aprender a aprender). • Se vinculan al DII a través de charlas a cargo de los Académicos del Departamento. 	<p>Principales Actividades.</p> <p>Los alumnos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizan y evalúan trabajos de titulación de exalumnos del Departamento. • Conciben, diseñan y evalúan un proyecto vinculado con la ICI. • Se entrevistan de manera periódica con los posibles clientes del proyecto. • Incorporan la tecnología aplicada a la gestión y diseño. • Integran los conocimientos propios de la carrera a través de la generación de estrategias de: • Generan un prototipo del proyecto. • Presentan el prototipo a sus clientes. 	<p>Principales Actividades.</p> <p>Los alumnos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detectan oportunidades de negocio. • Identifican clientes potenciales. • Conciben, diseñan, implementan y valúan un proyecto real de Ingeniería Industrial. • Desarrollan un producto o servicio que responda a las necesidades de los clientes. • Aplican modelos matemáticos en la estimación de demanda actual y futura. • Integran los conocimientos propios de la carrera, a través del diseño y concepción de un plan de negocios. • Cuantifican el beneficio del proyecto. Desarrollando un plan de marketing, operaciones y financiamiento que respalde a la estimación del beneficio. • Cuantifican los costos asociados. • Presentan el proyecto a los clientes potenciales, realizando así esfuerzos de venta.