



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOTECNOLOGÍA

# VINCULACIÓN CON EL MEDIO EN INGENIERÍA QUÍMICA, PROPUESTA DE DISEÑO DE UN NUEVO MODELO

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL QUÍMICO  
E INGENIERO CIVIL EN BIOTECNOLOGÍA

JORGE MARIO MIRANDA BERNAL

PROFESOR GUÍA:

FRANCISCO GRACIA CAROCA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

FELIPE DÍAZ ALVARADO

ANA MORAGA TONONI

SANTIAGO DE CHILE

JULIO 2014

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR A LOS TÍTULOS DE:**  
INGENIERO CIVIL QUÍMICO E INGENIERO CIVIL EN BIOTECNOLOGÍA  
**POR:** Jorge Mario Miranda Bernal  
**PROFESOR GUÍA:** Francisco Gracia Caroca  
**FECHA:** 27/06/2014

## **VINCULACIÓN CON EL MEDIO EN INGENIERÍA QUÍMICA, PROPUESTA DE DISEÑO DE UN NUEVO MODELO**

Durante el año 2013, el Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología de la Universidad de Chile, en el contexto de su preparación para la re-acreditación, ha asumido la labor de reestructurar sus planes de estudio de acuerdo con las nuevas normativas de la institución, destacando la reformulación del Perfil de Egreso, con el objetivo de orientarlo según competencias, tal como demanda el Modelo Educativo de la casa de estudios.

Este contexto resulta clave para evaluar, entre muchos otros aspectos, la conexión con el medio laboral que posee la formación de ingenieros en torno a la habilitación profesional. De acuerdo a la experiencia personal, existen muchas falencias respecto de este punto. Un gran ejemplo de ello es que los cursos que son parte del plan de estudios, en general, no presentan coherencia entre ellos durante el mismo semestre ni tampoco con aquellos de semestres diferentes.

La vinculación con el medio en Ingeniería Química se efectúa principalmente a través de las prácticas profesionales, es por esto que son ellas objetivo de análisis, así como los cursos del plan de estudios que poseen conexión entre teoría y práctica como parte de su currículo. Se realizó una encuesta aplicada a estudiantes y se logró identificar los grandes problemas, como por ejemplo, las incoherencias que existen entre los objetivos, la falta de información de los estudiantes y sus consecuencias en la calidad de la negociación de su práctica, entre otros.

Luego de analizar el plan de estudios y los resultados de la encuesta aplicada a estudiantes, se logró establecer las bases para un nuevo Modelo de Vinculación con el Medio que permita acercar al estudiante al ejercicio de su profesión de manera temprana y también continuada durante todo el plan de estudios. El modelo sugiere entonces la creación de una estructura que permita la vinculación con el medio continuada, que se oriente según el perfil de egreso y que permita la evaluación de competencias en la formación profesional. Así, finalmente permitir que la formación de los ingenieros del departamento esté favorablemente orientada hacia la habilitación profesional, cumpliendo con todos los requerimientos de la institución.

## **Dedicatoria**

Al amor de mi vida, Martín Alonso, que desde lejos nos acompaña siempre...

## Agradecimientos

El primer lugar, por supuesto, corresponde a mis padres, gracias por darme la vida y por enseñarme a ser quien soy. Todo lo que soy y todo lo que tengo se lo debo a mis padres. A mis hermanos y hermanas, por estar siempre cuando los he necesitado, por ser los mejores hermanos del mundo. La familia no se elige, si tuviera que elegir, elegiría la que tengo, los amo.

Me gustaría dedicar unas palabras a mi comisión, Ana Moraga, Felipe Díaz y Francisco Gracia, por creer en este conflictivo tema, por creer en mí y por apoyarme en todo momento. Una mención muy especial a Gina por serlo todo en el DIQBT.

Quisiera agradecer a mis mejores amigos, que han estado junto a mí toda la vida, Tere, Scarlett, Freddy, Sofi, Cui. Soy muy afortunado de tenerlos en mi vida, les agradezco los momentos, las risas, el apoyo incondicional, que entendieran cuando no podía estar porque tenía que hacer un informe, espero nunca más perderme una fecha importante. Ojalá todas las personas pudieran tener amigos como ustedes.

A mis amigos de la u, quisiera nombrarlos a todos, pero no me quedaría espacio. Gracias por hacer que la época universitaria se haya convertido en la mejor etapa de mi vida, menciones especiales a Dani, Negro, Nacho, Felipe, Eli, Juan. Los momentos vividos son inolvidables, sin duda, seremos amigos toda la vida. Cada vez que recuerdo algún momento de la universidad, recuerdo sus cariños, sus risas, sus abrazos, su buena onda por siempre. Gracias por tenerme tanta paciencia, los quiero mucho. Mención especial también para Diego, por estar en la última etapa de la universidad y por la visión ingenieril que me ayudó a verle a mi trabajo cuando todo era oscuro, te la debo.

Gracias a Mauro, Juampi, Javi, Natalia, Nahuela, Yolett, por alegrarme cada día, por ser mi cable a Chile cuando estuve fuera, por hacerme despertar riendo todos y cada uno de los días, hicieron que un tiempo que era difícil, se tornara muy feliz.

Gracias a mis amigos de la vida, en especial los de la Santa María, quién diría que seguiríamos siendo amigos con los años, Coni, Fabo, Nico, ahora los proyectos, siendo todos profesionales nos unen aún más y eso me pone muy feliz.

Quiero también agradecer a mis amigos de Indonesia, Ali, Adi, Riko, mis grandes amigos, mis amigos por siempre, gracias por cuidar de mí en todo momento, por darme una familia en otro país.

Finalmente, quiero agradecer nuevamente a mis padres, son lo mejor que tengo.

*Gracias a la vida que me ha dado tanto.*

## Tabla de Contenido

1	Introducción.....	9
1.1	Planteamiento del problema.....	10
1.2	Objetivos .....	11
1.2.1	Objetivo General.....	11
1.2.2	Objetivos Específicos.....	11
2	Nomenclatura.....	11
3	Marco Teórico.....	12
3.1	Contexto.....	12
3.1.1	Internacional.....	12
3.1.2	Universidad de Chile.....	13
3.1.3	Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología .....	15
3.2	Prácticas profesionales y Vinculación con el Medio.....	20
3.2.1	Sentido de las Prácticas Profesionales.....	20
3.2.2	Vinculación con el Medio .....	20
4	Marco Metodológico.....	22
4.1	Diagnóstico de la Realidad actual de las Prácticas Profesionales a partir de la percepción de los estudiantes.....	22
4.1.1	Caracterización de la muestra.....	23
4.1.2	Nivel de conocimiento de las Prácticas Profesionales.....	23
4.1.3	Dificultades del contacto previo.....	23
4.1.4	Características del ejercicio laboral.....	23
4.1.5	Conocimientos, habilidades y competencias involucradas .....	23
4.2	Criterios de diseño del Modelo .....	24
4.3	Diseño de Propuesta y recomendaciones.....	24
5	Diagnóstico de las Prácticas Profesionales en el DIQBT.....	25

5.1	Respecto de los objetivos:.....	25
5.1.1	Práctica Profesional I.....	25
5.1.2	Práctica Profesional II .....	30
5.1.3	Práctica Profesional III .....	35
5.2	Respecto de la calidad de la negociación .....	37
5.3	Respecto de la forma de negociar la Práctica Profesional.....	38
5.4	Respecto del tipo de trabajo realizado.....	39
5.5	Diagnóstico general de la realidad de las PP en el DIQBT .....	42
6	Análisis del Plan de Estudios de Ingeniería Química .....	44
6.1	IQ3301 - Análisis de Procesos.....	44
6.2	IQ3202 - Fenómenos de Transporte.....	46
6.3	IQ5306 - Reactores II .....	47
6.4	IQ5701 - Taller de Diseño de Procesos e IQ6702 - Taller de Proyectos.....	48
6.5	Análisis general.....	49
7	Criterios para levantar un modelo que vincule teoría y práctica.....	51
7.1	Criterios propuestos por la Misión de la Universidad de Chile.....	51
7.2	Criterios propuestos por el Modelo Educativo de la Universidad de Chile .....	52
7.3	Criterios propuestos por la Comisión de Desarrollo Docente .....	52
7.4	Criterios propuestos por el Perfil de Egreso .....	53
7.5	Criterios a partir del análisis de la encuesta a estudiantes .....	53
7.6	Definición de criterios para el modelo.....	53
8	Propuesta.....	54
8.1	Estructura del Modelo de Vinculación con el Medio.....	55
8.2	Cursos que se vinculan con el medio .....	55
8.3	Prácticas Profesionales y Perfiles Parciales .....	55
8.4	Evaluación progresiva de las competencias.....	56
8.5	Gestión del nexo Universidad - Campo laboral .....	56

8.6	Creación de una Unidad de Vinculación con el Medio (UVM) .....	57
9	Recomendaciones .....	58
9.1	Cursos que articulan el plan de vinculación con el medio.....	58
9.2	Prácticas Profesionales y Perfiles Parciales .....	59
9.3	Evaluación progresiva de las competencias.....	60
9.4	Gestión del nexo Universidad - Campo laboral .....	60
9.5	Creación de una nueva Unidad de Vinculación con el Medio .....	61
9.6	Formato de las Prácticas Profesionales.....	61
9.7	Evaluación del Modelo.....	61
10	Conclusión .....	62
11	Bibliografía .....	64
12	Anexos .....	66
12.1	Anexo A .....	66
12.2	Anexo B .....	68
12.3	Anexo C .....	70
12.4	Anexo D .....	77

## Índice de Tablas

Tabla I Competencias genéricas Sello de la Universidad de Chile. ....	15
Tabla II Resultados de la encuesta a estudiantes para la pregunta que permite seleccionar los objetivos que considera logrados en su última práctica. ....	25
Tabla III Resultados de la encuesta a estudiantes para la pregunta que permite seleccionar los objetivos que considera logrados en su última práctica. ....	31
Tabla IV Resultados de la encuesta a estudiantes para la pregunta que permite seleccionar los objetivos que considera logrados en su última práctica. ....	35
Tabla V Resultados de la encuesta a estudiantes para la pregunta: <i>Suponga que al momento de la negociación para su próxima Práctica Profesional le preguntan sobre las características que debería tener esta, ¿Es capaz de informarle al empleador el trabajo que se requiere que realice?</i> .....	37
Tabla VI Resultados de la encuesta a estudiantes para la pregunta: <i>¿Fue recomendado por otra persona en la empresa donde realizó su última Práctica Profesional?</i> .....	39
Tabla VII Resultados de la encuesta a estudiantes para la pregunta: <i>¿Cuál(es) de las siguientes corresponde(n) al trabajo que realizó? Puede marcar más de una.</i> .....	40



## 1 Introducción

La Universidad de Chile *asume con vocación de excelencia la formación de personas y la contribución al desarrollo espiritual y material de la nación*[1]. Así declara el segundo artículo de la Misión de la Universidad de Chile. El desafío que impone la institución es enorme y cabe preguntarse, entonces, si los planes de estudio son capaces de responder a este desafío y a muchos otros autoimpuestos, como los que exige la sociedad. Resultaría muy valioso entonces, conocer la realidad de los planes de estudio de las distintas carreras de la Universidad y evaluar el cumplimiento de los objetivos de la institución.

Actualmente, el Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología se encuentra revisando sus planes de estudio, reformulando didácticamente algunas asignaturas y en particular, está reorientando sus prácticas profesionales desde la perspectiva de la formación profesional. En este contexto, los académicos dedicados a esta labor se han centrado en el ajuste de programas de asignatura dado que no cuentan con suficiente tiempo para concebir un modelo de articulación con el medio profesional, que tome como base las necesidades externas, pues su quehacer está centrado en otras tareas educativas o de investigación. Si bien el diseño de los programas de prácticas profesionales ha ido mejorando sostenidamente en los últimos dos años, ha resultado imposible, hasta ahora, articular las mismas desde los requerimientos de la sociedad.

En general, el concepto de Vinculación con el Medio para Ingeniería Química, se traduce y materializa principalmente en el desarrollo de Prácticas Profesionales. Este fenómeno da cuenta de la carencia de un modelo que vincule de forma efectiva la teoría y la práctica en la formación profesional de los ingenieros.

Es así como nace la necesidad de llevar a cabo un estudio que analice y dé cuenta de la realidad de la articulación entre teoría y práctica desde el plan de estudios de Ingeniería Civil Química de la Universidad de Chile. En este trabajo entonces, se efectúa un análisis sobre las necesidades de establecer un mecanismo que vincule la teoría y la práctica con las necesidades reales del medio, asociado a un diagnóstico de la realidad actual y una posterior propuesta de un modelo de vinculación con el medio, asociada a recomendaciones de implementación.

## 1.1 Planteamiento del problema

¿Qué sucederá si el plan de formación de ingenieros no posee un modelo efectivo de Vinculación con el Medio? La respuesta a esta pregunta es relativamente compleja, pues, en la mayoría de los casos en que los ingenieros cometen errores, estos repercuten en la sociedad. En un ejemplo clásico, y probablemente muy extremo, ¿Sería lógico que un ingeniero, que no ha tenido experiencia, esté a cargo de una planta nuclear? O un ejemplo más simple, ¿Qué sucederá si un ingeniero que nunca ha estado en una planta, posea un cargo decisivo en una planta productora de alimentos? ¿O de medicamentos? El resultado es evidente. Y, en este mismo sentido, ¿Por qué, en general, las empresas solicitan profesionales con experiencia? ¿Será que la *experiencia* que entrega la formación universitaria no es suficiente? En tanto, en el día a día, un ingeniero debe ser capaz de enfrentar el desafío de tomar decisiones y, en algunos casos, liderando un grupo de trabajo.

En otros términos, en Ingeniería Química, se diseña los procesos para conseguir un producto de condiciones preconcebidas. ¿Cómo resultaría un proceso químico si se diseña ordenando etapas al azar? Muy probablemente no se conseguirá el producto objetivo según las condiciones que se esperan y las consecuencias de los errores en el diseño pueden ser muy altas. En el caso de un plan de estudios, las consecuencias pueden ser tan altas como a las que se hace alusión, pues los profesionales formados a partir de un plan de estudios mal diseñado, son quienes diseñarán en un futuro los procesos, para este caso, químicos.

Articular el plan de formación y vincularse medio permitirá propiciar, en primera instancia, el cumplimiento de la Misión de la Universidad. Pues, resulta difícil contribuir al desarrollo del país sin un reconocimiento de la realidad de la sociedad. En efecto, en este sentido, según su misión, la universidad *se obliga al más completo conocimiento de la realidad nacional y a su desarrollo por medio de la investigación y la creación; postula el desarrollo integral, equilibrado y sostenible del país, aportando a la solución de sus problemas desde la perspectiva universitaria, y propende al bien común y a la formación de una ciudadanía inspirada en valores democráticos, procurando el resguardo y enriquecimiento del acervo cultural nacional y universal*[1]. Es así como no es concebible la existencia de un plan de estudios en la Universidad de Chile que no posea un sólido plan de Vinculación con el Medio.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo General

Diseñar un Modelo de Vinculación con el Medio que permita conectar teoría y práctica en el plan de formación del Ingeniero Civil Químico de la Universidad de Chile.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la realidad actual de las Prácticas Profesionales.
- Analizar la presencia de elementos de vinculación con el medio en el plan de estudios.
- Establecer criterios de diseño del modelo, considerando la Misión de la Universidad de Chile y necesidades del campo laboral, entre otras.
- Diseñar un modelo de articulación con el medio centrado en el estudiante, para vincular la teoría y la práctica en la carrera de Ingeniería de procesos.
- Proponer recomendaciones para la implementación del modelo.

## 2 Nomenclatura

DIQBT: Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología

PP: Práctica Profesional o Prácticas Profesionales

PPX: Práctica Profesional X

PPX-Y: Práctica Profesional X realizada por estudiantes que han finalizado su año Y de estudios.

### 3 Marco Teórico

Dentro de esta sección, el lector podrá encontrar información que le permita comprender de mejor manera el texto que se prepara a leer. Se exhibe un contexto general, entregando ciertos antecedentes internacionales respecto de la Vinculación de los planes formativos con el Medio, así como antecedentes de contexto tanto de la Universidad de Chile, como de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y del Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología.

#### 3.1 Contexto

##### 3.1.1 Internacional

###### 3.1.1.1 Relación Universidad – Campo Laboral y sus efectos en la formación de Ingenieros [2]

La carrera de ingeniería se creó dentro de un contexto de desarrollo que exige profesionales capaces de enfrentar los nuevos desafíos que imponía la sociedad que comenzaba a cambiar de manera muy acelerada. De esta manera entonces, esta disciplina aparece como respuesta a las necesidades de un nuevo y muy exigente nicho laboral. No obstante, en el caso de Chile entre tantos otros países, en la medida en que el tiempo pasa, las escuelas de ingeniería, en su labor de investigación comienzan a alejarse del mundo laboral. Es así como las necesidades de esta sociedad en constante cambio comienzan a ser ignoradas desde las casas de estudio. En efecto, han existido múltiples manifestaciones públicas de descontento acerca de la formación de los ingenieros, que apunta en algunas ocasiones a la formación de un *máster*, mientras *deberían poseer un amplio espectro de habilidades personales e interpersonales, así como sobre productos, procesos y construcción de conocimiento de sistemas y habilidades requeridas para funcionar en equipos de trabajo reales para producir reales productos y sistemas*[2]. En este descontento destacan los empleadores, quienes en reiteradas ocasiones han hecho notar las deficiencias que poseen los profesionales del área. Se pone de manifiesto entonces la necesidad de acercar la realidad de la sociedad laboral con el estudiante en formación. Es de esta manera en que la Universidad debería hacer esfuerzos por identificar las necesidades de esta sociedad hasta ahora olvidada[2].

Existen importantes declaraciones sobre las características que debe tener un profesional del área de ingeniería de tal modo de ser capaz de enfrentar los desafíos a los que estará expuesto en el ejercicio de su profesión. En este marco, los creadores del modelo de CDIO, quienes han estudiado profundamente los atributos que debería poseer un Ingeniero profesional, declaran que *el propósito de la enseñanza en ingeniería es proveer los aprendizajes necesarios para que los estudiantes se conviertan en exitosos*

*ingenieros: conocimientos técnicos, conciencia social y una tendencia hacia la innovación. Este conjunto combinado de conocimientos, habilidades y actitudes es esencial para fortalecer la productividad, el emprendimiento y la excelencia en un ambiente que se basa crecientemente en productos, procesos y sistemas tecnológicamente complejos y sustentables. Es imperativo que mejoremos la calidad y la naturaleza de la enseñanza de pregrado en ingeniería.* Adicionalmente, publicó un listado de atributos declarados por The Boeing Company, el cual se detalla a continuación[2]:

- *Una buena comprensión de los fundamentos de la ciencia de la ingeniería*
  - *Matemáticas (incluyendo estadística)*
  - *Ciencias naturales y física*
  - *Tecnologías de la información (más allá de los conocimientos en computación)*
- *Un buen dominio de los procesos de diseño y manufactura*
- *Una perspectiva sistémica, multidisciplinaria*
- *Una comprensión básica del contexto en el que se ejerce la ingeniería*
  - *Economía (incluyendo las prácticas empresariales)*
  - *Historia*
  - *Medio ambiente*
  - *Necesidades sociales y de los clientes*
- *Buenas habilidades de comunicación*
  - *Escritas, orales, gráficas y auditivas*
- *Altos estándares éticos*
- *La capacidad de pensar creativa y críticamente - independiente y cooperativamente*
- *Flexibilidad, es decir, capacidad y confianza para adaptarse a cambios rápidos o significativos*
- *Curiosidad y deseo de aprender de por vida*
- *Una profunda comprensión de la importancia del trabajo en equipo*

### **3.1.2 Universidad de Chile**

#### **3.1.2.1 Reglamento de Estudios y Modelo Educativo**

Es importante reconocer el rol de la universidad en el desarrollo del país y la región, y para esto, esta debe ser capaz de identificar, al menos, la realidad de la sociedad. Esto último es una tarea autoimpuesta por la Universidad en su misión[1]. Es así como las grandes transformaciones que ha sufrido la sociedad en su conjunto en el último tiempo, han inspirado a la Universidad de Chile a realizar una revisión profunda

de los planes de formación de los profesionales que egresan de tal casa de estudios[3]. El resultado de este trabajo se evidencia en la adopción de un Nuevo Reglamento de Estudios de Pregrado de la Universidad de Chile que rige desde el 2008 y el nuevo Modelo Educativo que se adscribe el año 2010[3].

### **3.1.2.2 Perfil de egreso como referente**

Uno de los aspectos fundamentales considerados en el nuevo Modelo Educativo es la importancia que se otorga al Perfil de Egreso. Se asume la definición del Perfil de Egreso como el referente para el plan de estudios. Todo debe diseñarse en función del cumplimiento de este Perfil. En efecto, *las actividades curriculares deben organizarse en referencia al Perfil de Egreso con el desarrollo de las competencias pertinentes a los propósitos de la Universidad y a la especificidad del área de formación*[3].

### **3.1.2.3 Formación orientada según competencias**

Según el Reglamento General de los Estudios de Pregrado de la Universidad de Chile, el estudiante es el centro del proceso de aprendizaje[5]. A su vez, el Modelo Educativo de la institución orienta la formación de sus estudiantes en base a competencias. Estas competencias deben ser declaradas en el Perfil de Egreso y el plan de estudios debe ser capaz de dar cuenta de la formación orientada según estas y el nivel de logro asociado a cada una. Así, *todos los estudios deberán propender al logro de competencias que comprendan los conocimientos, destrezas, saberes y actitudes, dentro del marco valorativo caracterizado por una responsabilidad ética y una formación ciudadana con espíritu crítico, inherentes a la enseñanza que imparte la Universidad*[3].

Del mismo modo, la Universidad de Chile declara que *las competencias son conjuntos dinámicos e integrados de conocimientos, habilidades y actitudes, que pueden ser inducidos durante el proceso formativo y cuyo grado de adquisición y/o desarrollo (logro de aprendizaje) es susceptible de evaluarse; las competencias, que están al servicio del perfil de egreso, requieren metodologías docentes renovadas cuyo centro es el estudiante.*[3]

### **3.1.2.4 Tipos de competencias**

Tal como se menciona previamente, la Universidad de Chile asume su formación según competencias. Estas competencias se dividen en dos tipos, técnicas o específicas y genéricas o sello. Las competencias genéricas son aquellas transversales a todas las carreras de la universidad, en tanto, las competencias específicas son definidas para cada profesión debido a que tiene relación estricta con las actividades que se debe realizar en

el ejercicio profesional que lo distingue de otras áreas[3]. Las competencias sello de la Universidad de Chile, declaradas en su Modelo Educativo, se detallan en la Tabla I.

**Tabla I** Competencias genéricas Sello de la Universidad de Chile.

<b>Dimensión ético-valórica</b>	<b>Dimensión académica</b>	<b>Dimensión profesional</b>
Responsabilidad social y compromiso ciudadano.	Capacidad de comunicación oral.	Capacidad de comunicación en un segundo idioma.
Capacidad crítica.	Capacidad de comunicación escrita.	Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación.
Capacidad autocrítica.	Capacidad de investigación	Capacidad de trabajo en equipo.
Compromiso con la preservación del medio ambiente.		
Valoración y respeto por la diversidad y multiculturalidad.		
Compromiso ético.		

### 3.1.2.5 Características del titulado de la Universidad de Chile

Con respecto al título que la institución otorga, esta última declara que *los estudios conducentes a un título profesional universitario son aquellos que proporcionan el dominio integral de una especialidad... como también las competencias necesarias para desempeñarse en un campo profesional*[3].

### 3.1.3 Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología

#### 3.1.3.1 Reestructuración de los planes de estudio en la FCFM

El año 2002, el Consejo de Facultad de la FCFM decide crear la Comisión de Desarrollo Docente (CDD) con el objetivo de revisar los planes de estudio hasta entonces vigentes, los planes de licenciatura y aquellos que conducían a un título profesional. En el marco de este análisis, se esperaba además *identificar las fortalezas y debilidades de*

*los planes, analizar las demandas del medio externo nacional y el contexto internacional del desarrollo presente y futuro de la profesión, precisar el perfil del egresado de nuestra Escuela de Ingeniería y Ciencias y proponer los cambios necesarios en las mallas curriculares para lograr los fines establecidos[6].*

Este trabajo culmina en Septiembre del año 2005 con la entrega de la Propuesta de Renovación de la Docencia de Pregrado, el que considera como base, 5 puntos fundamentales[6]:

- *Un proceso centrado en el alumno y en su aprendizaje, en el que el alumno se transforma en un protagonista activo y el profesor crea las condiciones para que el alumno aprenda,*
- *Un diseño curricular basado en competencias,*
- *Mayor flexibilidad curricular a nivel de licenciatura,*
- *La necesidad de un contacto temprano con el diseño en ingeniería,*
- *Desarrollo de habilidades interpersonales.*

Esta nueva propuesta comenzó a regir desde el año 2007 y uno de los resultados más relevantes de este trabajo, para efectos de la investigación que se presenta, además de los puntos fundamentales ya señalados, es el perfil de egreso de Facultad, que se encuentra en el Anexo A.

Cabe señalar que la carrera de Ingeniería civil Química no reformuló su perfil de egreso, que no había sido revisado desde el año 1989 [7]. En tanto, para efectos de análisis en esta declaración, en virtud de generar una propuesta para los futuros profesionales en formación, se declarará obsoleta y se utilizará el Perfil de Egreso nuevo, este fue diseñado para el año 2013 y será oficializado en 2014. Este perfil se detalla a continuación[8]:

*El Ingeniero Civil Químico egresado del Departamento es un profesional de clase mundial, que se distingue por compartir las orientaciones de la misión institucional de la Universidad de Chile, de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y de la escuela de Ingeniería y Ciencias.*

*Comprende su rol en la sociedad, reconociendo la importancia de un comportamiento ético en el ejercicio de su profesión y enfocándose en la identificación y solución de problemas complejos de transformación sustentable de materia y energía para el beneficio de la sociedad. Tiene una fuerte formación en matemáticas, ciencias naturales, y ciencias y tecnologías asociadas a la ingeniería, que le permite integrar o*



*liderar efectivamente equipos multidisciplinarios en el área de Ingeniería de Procesos Industriales para la producción de bienes y servicios. Se desempeña en la evaluación y gestión de proyectos, en la investigación y desarrollo en ingeniería, y en el diseño y gestión de la operación de procesos industriales.*

*El egresado adquiere competencias para desenvolverse en los siguientes ámbitos:*

- I) Diseño, modelación y simulación de procesos industriales sustentables.*
- II) Evaluación y gestión de proyectos con énfasis en el área de procesos industriales.*
- III) Participa en investigación, desarrollo e innovación de ingeniería de proyectos sustentables.*
- IV) Diseño y gestión de la operación de procesos industriales.*

**Listado de competencias asociadas a los ámbitos:**

- I) Diseño de procesos industriales sustentables*
  - 1. Comprende y caracteriza cuantitativamente el problema o requerimiento, considerando los componentes técnicos, sociales y de desarrollo sustentable pertinentes al problema.*
  - 2. Establece los principios científicos pertenecientes al dominio de los fenómenos de transporte y dinámica de procesos relativos al problema o requerimiento.*
  - 3. Comprende y respeta el marco regulatorio asociado al diseño de procesos y propone las modificaciones normativas legales que le parecen necesarias.*
  - 4. Identifica, analiza y estructura los componentes esenciales del problema o requerimiento.*
  - 5. Identifica y selecciona las tecnologías u operaciones unitarias asociadas a las componentes del problema.*
  - 6. Dimensiona y evalúa la factibilidad de las alternativas técnicas identificadas para cada componente del problema, poniendo especial atención en la sustentabilidad de cada alternativa.*
  - 7. Integra las operaciones unitarias en el proceso, construyendo el diagrama de flujo de procesos, y evalúa la factibilidad técnica del proceso.*
  - 8. Genera las especificaciones de la ingeniería conceptual mediante memorias y planos.*

*II) Evaluación y gestión de proyectos con énfasis en el área de procesos industriales*

- 1. Identifica las variables que inciden en la factibilidad técnica, económica, ambiental y social del diseño y la operación de un proceso.*
- 2. Determina los efectos positivos y negativos del proceso, poniendo énfasis en las externalidades del proceso sobre la comunidad.*
- 3. Calcula indicadores técnicos, económicos y de sustentabilidad del proyecto.*
- 4. Evalúa la factibilidad técnica del proyecto.*
- 5. Evalúa la factibilidad ambiental y sustentabilidad del proyecto según los marcos regulatorios pertinentes.*
- 6. Evalúa la factibilidad económica de la inversión del proyecto.*

*III) Participa en investigación, desarrollo e innovación en ingeniería de proyectos sustentables*

- 1. Comprende y caracteriza cuantitativamente el problema o requerimiento dentro del marco regulatorio vigente.*
- 2. Identifica y revisa el conocimiento científico, estado del arte y conocimiento empírico o profesional pertinente al problema.*
- 3. Evalúa el cuerpo de conocimiento disponible en cuanto a la capacidad de representar o solucionar el problema o requerimiento.*
- 4. Diseña los estudios experimentales para elucidar los fenómenos o parámetros inciertos en el proceso.*
- 5. Diseña prototipos de soluciones a escala laboratorio, piloto e industrial.*
- 6. Identifica y evalúa oportunidades de mejoramiento de procesos ya existentes.*
- 7. Evalúa, adapta e implementa alternativas tecnológicas nuevas.*
- 8. Adapta procesos a nuevos requerimientos técnicos, económicos, ambientales y sociales.*

*IV) Diseño y gestión de la operación de procesos industriales*

- 1. Comprende el diseño, objetivos y restricciones operacionales del proceso, considerando los componentes técnicos, sociales y de desarrollo sustentable pertinentes al problema.*
- 2. Especifica los instrumentos y lazos de control necesarios para satisfacer los objetivos y restricciones operacionales generando un diagrama de instrumentación de la planta.*
- 3. Distribuye los equipos de planta de manera de satisfacer los objetivos y restricciones operacionales del proceso.*
- 4. Gestiona la generación de los protocolos y normas de higiene y seguridad del proceso.*

5. *Supervisa la gestión de recursos humanos de la planta.*
6. *Confecciona el protocolo y los manuales de operación de la planta.*

### **3.1.3.2 La facultad adopta el modelo orientador del MIT**

En el marco del proceso de reestructuración de los planes de estudio conducido por la CDD, se buscó apoyo en un gran número de referentes de educación en ingeniería. Así, la FCFM llega al modelo del MIT, CDIO, del cual rescata, al menos, los elementos centrales y orienta el diseño de sus planes de estudio apoyado en este modelo[6].

Posteriormente, el año 2011, la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas adopta su formación orientada según el modelo de CDIO, tal como declara el director de escuela, Patricio Poblete: *El modelo CDIO es el que mejor se ajusta a nuestras expectativas de poder introducir en nuestros currículum los elementos importantes en la formación de ingenieros innovadores*[9]. Adicionalmente, el 03 de Mayo del mismo año, el Consejo Internacional de Colaboración CDIO declara a la FCFM como líder del Centro Regional CDIO para América Latina, junto con la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, Colombia[10].

### **3.1.3.3 Procesos de Acreditación 2007 y 2014**

El año 2013, en el Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología, inició un nuevo proceso de acreditación de las carreras que dicta, el cual finalizará el año 2014. La Comisión Nacional de Acreditación (CNA), durante el proceso correspondiente al año 2007, realizó ciertas observaciones sobre el ejercicio de la docencia en el Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología. Dentro de estas destaca el vínculo con el medio externo, el cual *se establece de manera informal a través de contactos de los docentes*[7].

### **3.1.3.4 Plan de Estudios de Ingeniería civil Química**

El plan de estudios de Ingeniería civil Química de la Universidad de Chile se detalla en la malla curricular que se encuentra en el Anexo B. Este plan, en síntesis, consiste en un proceso con duración de 12 semestres, que comienza con dos años de plan común para ingeniería y ciencias y luego, en tercer año comienza la especialidad.

## 3.2 Prácticas profesionales y Vinculación con el Medio

### 3.2.1 Sentido de las Prácticas Profesionales

#### 3.2.1.1 Prácticas Profesionales en el DIQBT

En las Prácticas Profesionales (PP) definidas por el DIQBT, *la finalidad básica que se persigue es que el alumno(a) obtenga el mayor beneficio posible en estos primeros contactos con la industria, en los cuales puede aplicar los conocimientos y técnicas aprendidas en sus años de estudios. Así la Práctica Profesional es el primer vínculo con la realidad técnica, social y económica de la actividad profesional elegida*[11]. Esta declaración es muy amplia y genérica, específicamente en relación a las competencias que deberían ponerse en juego, lo que dificulta el diseño de instrumentos de evaluación, y así, no representa un aporte al mejoramiento continuo del plan de formación.

#### 3.2.1.2 Diseño de Prácticas Profesionales

Existen diferentes tipos de prácticas profesionales según su intención de diseño y sus características, a continuación se presentan cinco tipos de PP asociados a su intención de diseño[12]:

- *De aplicación: Aplicar lo aprendido en contextos reales.*
- *De inserción laboral inicial: Facilitar el empleo y generar redes.*
- *De especialización: Completar y legitimar el aprendizaje en áreas delimitadas del conocimiento o la profesión.*
- *Sinérgicos: Vinculados con los aprendizajes de la formación.*
- *De desafío en contexto real: Acompañar al estudiante a enfrentarse a desafíos profesionales en contextos reales.*

### 3.2.2 Vinculación con el Medio

#### 3.2.2.1 Vinculación con el Medio en las Prácticas Profesionales en el DIQBT

La Red para la Excelencia Docente (RED) de la Universidad de Chile, declara en términos de la Vinculación con el Medio, que *la institución requiere **proyectar y diversificar las oportunidades de su relación con la empresa pública y privada**, [sic] no sólo atendiendo a las demandas actuales que plantee el medio, sino también explorando anticipadamente los requerimientos y problemas que hayan de derivarse de las tendencias de desarrollo de los diversos sectores y de su inserción mundial* [13]. En el Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología, la vinculación con el medio se efectúa principalmente a través de las Prácticas Profesionales (Ver Anexo B). Estas prácticas profesionales actualmente son tres en total, una ubicada al final del tercer año, la segunda se ubica al final del cuarto año y la última se efectúa después del quinto año.

Cabe destacar que el momento de la ejecución de la Práctica Profesional es solo referencial, ya que no tienen créditos asociados traducibles en SCT, solo se conciben como requisito para la titulación. Por lo general, se realizan en el periodo de verano y es el estudiante quien se encarga de establecer el contacto con la empresa en la que llevará a cabo su trabajo.

### **3.2.2.2 Otros tipos de Vinculación con el Medio en Ingeniería civil Química - DIQBT**

Al revisar los programas de las asignaturas que comprenden el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Química se observa que más allá de las prácticas profesionales, existen otros cursos que declaran algún tipo de vínculo con el medio o que lo propician durante el desarrollo del semestre. A continuación se mencionan estos cursos que actualmente declaran algún tipo de vinculación con el medio laboral, ya sea mediante visitas profesionales, ejercicios o proyectos. Así, en el plan de estudios existen cursos obligatorios, tales como Análisis de Procesos – IQ3301 (Ver Anexo B), que incluyen dentro de su programa, actividades de vinculación con el campo laboral. Estas actividades son principalmente una visita a una empresa del área de Ingeniería de Procesos. Un detalle más acabado de estas visitas se entregará más adelante. Adicionalmente, para el año 2013 se ha creado, entre otros, un curso electivo llamado Industria de Procesos Químicos y Biotecnológicos – IQ5472, en que los estudiantes deben visitar al menos cuatro empresas y finalmente, establecer relación entre los procesos que conocieron en sus visitas y los cursos de los cuales han sido parte, diseñando un problema a resolver por los futuros estudiantes de los cursos respectivos. Este problema puede ser desde un ejercicio hasta un proyecto.

Resulta necesario destacar que el año 2012, se rediseñó el curso llamado Reactores II, ubicado en el noveno semestre (ver Anexo B). En este curso, la principal actividad es la realización, a lo largo de todo el semestre, de un proyecto relacionado con una empresa de procesos químicos, en que se estudia a cabalidad un reactor real de la empresa.

Estos son algunos ejemplos de vinculación formal con el medio que se establecen a lo largo de la carrera, los demás casos, junto con estos, se analizarán de forma detallada más adelante.

## **4 Marco Metodológico**

En la sección anterior, se habló de la teoría que permite contextualizar al lector en el tópico del cual trata este documento, se habló del contexto de la Universidad en términos de exigencias de formación, así como también la facultad y el departamento. Respecto de este último, se entregó detalles sobre los requerimientos que impone a las Prácticas Profesionales y se destacó que es el principal método de vinculación con el contexto laboral en el plan de estudios. Es por esto que son objetivo de análisis, y en esta sección se habla acerca del estudio que se lleva a cabo para conocer la realidad de la vivencia de los estudiantes respecto de las prácticas. Adicionalmente, se explica la metodología utilizada para el diseño de la propuesta que se entrega.

La metodología de este trabajo se encuentra dividida en función de los objetivos específicos presentados previamente.

### **4.1 Diagnóstico de la Realidad actual de las Prácticas Profesionales a partir de la percepción de los estudiantes**

Cabe destacar que este diagnóstico se lleva a cabo para conocer la percepción de los estudiantes, que son quienes experimentan el proceso. En este sentido, está dirigido hacia todos los estudiantes del Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología. Tanto los estudiantes que no han realizado su práctica aún, como quienes que han realizado alguna de las tres.

Para esto, ha sido necesario el diseño de un instrumento de levantamiento de información a ser contestado por estudiantes. Es por esta razón que se decidió realizar un cuestionario de fácil acceso, que no requiriera mucho tiempo de los estudiantes, bajo la consideración de su contexto.

La encuesta completa, incluyendo cada una de las preguntas con sus objetivos correspondientes, se encuentra en el Anexo C.

La información a requerir de los estudiantes fue dividida en las siguientes áreas temáticas:

- 1) Caracterización de la muestra.
- 2) Nivel de conocimiento de las Prácticas Profesionales.
- 3) Dificultades del contacto previo.
- 4) Características del ejercicio laboral.
- 5) Conocimientos, habilidades y competencias involucradas.

#### **4.1.1 Caracterización de la muestra**

Este eje temático tiene por objetivo lo evidente, caracterizar la muestra de estudiantes encuestados, con preguntas que pretenden conocer su edad, género, nivel de estudio y de práctica efectuada. Todas estas preguntas son utilizadas para clasificar las respuestas y para mantener la coherencia de la encuesta. No se realizan preguntas de información personal.

#### **4.1.2 Nivel de conocimiento de las Prácticas Profesionales**

El objetivo de esta sección es identificar cuán informados se encuentran los estudiantes respecto del proceso de Prácticas Profesionales. Así, las preguntas apuntan a conocer la información que manejan sobre los objetivos que deben cumplir, los pasos que deben seguir en el proceso y finalmente, las características que debe tener su trabajo.

#### **4.1.3 Dificultades del contacto previo**

El contacto previo se refiere a la comunicación que se debe establecer con el eventual empleador. Este eje apunta a la obtención de información respecto de los problemas que existen en este contacto y, adicionalmente, saber si es que ocurre algún fenómeno que permita que ciertos estudiantes se encuentren aventajados respecto de otros en esta parte del proceso.

#### **4.1.4 Características del ejercicio laboral**

Esta sección tiene por objetivo, extraer la información que responde al tipo de trabajo realizado, de manera de poder contrastar con los requerimientos de la universidad para cada una de las prácticas. Se entrega un listado con todas los tipos de trabajo que declara el departamento para las prácticas y se pide al estudiante seleccionar cuál (es) corresponde (n) a su trabajo de práctica.

#### **4.1.5 Conocimientos, habilidades y competencias involucradas**

Este eje es uno de los más importantes de la encuesta en cuanto a la información que pretende recabar. Se espera esclarecer cuáles son los objetivos que se cumplen en el ejercicio de la práctica, pues, el departamento detalla los objetivos para cada uno de los niveles. La idea es, entonces, contrastar ambas informaciones. Asimismo, se espera obtener información respecto del aprendizaje que significa la realización de cada una de las prácticas en referencia al plan de estudios y el nivel en que el estudiante se encuentra.

## 4.2 Criterios de diseño del Modelo

Para definir los criterios del modelo se ha de considerar las declaraciones que regulan la formación tanto en la Universidad de Chile como en la FCFM y en el DIQBT. Así, las directrices que marcan la base del modelo estarán fundamentadas en los siguientes documentos:

- Misión de la Universidad de Chile,
- Modelo Educativo Universidad de Chile,
- Proposición de nuevos planes de estudio - CDD,
- Perfil de Egreso Ingeniería civil Química - Universidad de Chile.

De todas estas declaraciones mencionadas se extraen los insumos que sustentan el modelo. Se detallan los criterios propuestos por cada uno, y luego, se realiza un cruce de información. A partir de este cruzamiento, se descarta la información que resulta repetitiva, debido a que, en general, los objetivos propuestos por las diferentes declaraciones, se sustentan sobre los mismos principios. Adicionalmente, cabe destacar que en este punto, se adicionan los requerimientos adicionales que se han identificado como necesarios a partir de los resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes. Así, se obtiene finalmente la declaración de criterios que considera las directrices más importantes de la universidad.

## 4.3 Diseño de Propuesta y recomendaciones

El diseño de la propuesta no ha supuesto modificación alguna en el orden de los cursos, así como de las Prácticas Profesionales. En cambio, se ha aprovechado el orden que sugiere la estructura general del plan de estudios de Ingeniería Química. Así, el modelo parte de la consideración de que el orden en el plan de estudios, es el indicado y no se cuestiona.

Luego de reconocer la importancia del perfil de egreso como referente de la formación de los ingenieros, se establece un sentido gradual de crecimiento del estudiante en términos de aprendizaje de las competencias que en el perfil son declaradas. Así, como se observa más adelante, se ha propuesto una evaluación gradual de la evolución de las competencias sobre el profesional en formación, sumado a otras propuestas de solución del problema planteado, que a partir de discusiones con el equipo de trabajo, se ha considerado el modelo más indicado de acuerdo a la realidad en la que se encuentra inserto.



Finalmente, se realizan recomendaciones de implementación del modelo de vinculación con el medio, que permiten tener una guía de avance hacia la concretización de este en el plan de estudios de Ingeniería Química.

## 5 Diagnóstico de las Prácticas Profesionales en el DIQBT

En esta sección el lector encontrará un resumen de los resultados obtenidos a partir de la encuesta realizada a los estudiantes del Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología y un análisis de los resultados obtenidos.

### 5.1 Respecto de los objetivos:

#### 5.1.1 Práctica Profesional I

La Tabla II muestra un resumen de los resultados obtenidos para los estudiantes de PPI en respuesta a la pregunta que permite seleccionar *los objetivos que considera logrados en su última Práctica Profesional*. Las respuestas se muestran como fracciones del total de estudiantes que pertenecen al grupo en cuestión, sin embargo, se ha separado también según el último año cursado al momento de realizar su PP. En cada subgrupo de estudiantes, la fracción se presenta respecto del total de estudiantes pertenecientes al mismo subgrupo.

**Tabla II** Resultados de la encuesta a estudiantes para la pregunta que permite seleccionar los objetivos que considera logrados en su última práctica.

Objetivos PPI		Estudiantes de PPI	Estudiantes de PPI-3	Estudiantes de PPI-4
1)	Aplicar técnicas y conocimientos aprendidos en los primeros años de estudio.	1/13	0/5	1/8
2)	Estar bajo supervisión profesional.	6/13	4/5	2/8
3)	Vincularse con la realidad técnica, social y económica de la actividad profesional.	10/13	4/5	6/8
4)	Desarrollo de labores de operarios.	6/13	3/5	3/8
5)	Observación de los procesos desarrollados en la empresa.	10/13	4/5	6/8

Se desprende de la Tabla II que los estudiantes de PPI-3 no reconocen en el ejercicio de su labor la aplicación de técnicas o conocimientos aprendidos hasta ese momento. El único estudiante que identifica esta aplicación, pertenece al grupo PPI-4. Respecto del total de practicantes de PPI, el 8% reconoce este objetivo como cumplido, lo que representa el 12,5% respecto del grupo PPI-4. El 46% ha cumplido el objetivo de estar bajo supervisión profesional. Al separar por generación, el 80% de los estudiantes de PPI-3 se encontró bajo supervisión profesional, no así el caso de los estudiantes de PPI-4, donde este valor corresponde al 25%. Para el caso del objetivo de vincularse con la realidad técnica, social y económica de la actividad profesional, el 77% de los practicantes de PPI lo consideran logrado, el mismo porcentaje se repite para la observación de los procesos desarrollados en la empresa. Finalmente, un 46% de los practicantes ha cumplido el objetivo de desarrollar labores de operarios.

#### 5.1.1.1 Análisis por objetivo

**Objetivo 1):** Al revisar los resultados que se muestran en la Tabla II, es destacable el porcentaje de cumplimiento del primer objetivo, que representa un valor muy bajo, un 8%. Aunque resulta aún más preocupante cuando el análisis se realiza por generación, la PPI se encuentra inserta en el plan de estudios justo al finalizar el sexto semestre, ver Anexo B, en este sentido, la aplicación de conocimiento, declarada textualmente para *los primeros años de estudio* se refiere exclusivamente a los conocimientos y habilidades aprendidos hasta el sexto semestre, sin embargo, de los estudiantes de PPI-3, ninguno ha declarado como logrado tal objetivo, la única persona que cumplió el objetivo pertenece al grupo PPI-4, dado esto, no se puede considerar que este objetivo se encuentra logrado en la PPI puesto que los conocimientos y técnicas aplicadas por este estudiante pueden haber sido adquiridos en los cursos de los semestres 7 u 8. Así, queda de manifiesto que el primer objetivo de PPI no se cumple.

Cabría preguntarse entonces, cuáles son las razones del bajo nivel de logro en este objetivo, no obstante, tal vez no vale la pena responder a esta última pregunta, puesto que, el objetivo no responde a las necesidades de formación impuestas por el modelo educativo de la institución. Esto puede no resultar evidente a primera vista, ya que tiene que ver con la dirección hacia donde apunta este objetivo, pues tal como se ha dejado en claro en secciones anteriores, la enseñanza en la universidad debe estar basada u orientada según competencias, no sobre técnicas y conocimientos. Es así, como en lugar de buscar razones sobre el incumplimiento de este propósito o soluciones para mejorar el

nivel de cumplimiento, se debería pensar en reescribir, al menos, este objetivo orientado según competencias que permitan seguir el conducto que finaliza con el cumplimiento del Perfil de Egreso.

**Objetivo 2):** Con respecto al cumplimiento del segundo objetivo declarado por el DIQBT, los resultados de la Tabla II no son concluyentes, puesto que no existen razones, al menos no a simple vista, para explicar la disminución en el porcentaje de estudiantes que se encuentran bajo supervisión profesional con respecto al aumento en los años de estudio. Lo que lleva a preguntarse, ¿qué significa estar bajo supervisión profesional? Luego de una extensa discusión, han salido a relucir al menos dos posibles respuestas a estas preguntas por parte de los estudiantes. La primera, tiene relación con la supervisión propiamente tal, si un estudiante debe responder a diario a un supervisor respecto de sus labores, entonces responderá que sí a este objetivo, y la segunda puede haber sido interpretada como *tener un jefe*, si el estudiante tenía un jefe pudo haber respondido de manera positiva a esta pregunta. En tanto, no es objetivo de este estudio esclarecer específicamente las respuestas dadas para este objetivo específico pues excede los alcances del trabajo.

**Objetivo 3):** El logro de este objetivo fue admitido por una amplia mayoría de los estudiantes de PPI encuestados, un 77% del total de encuestados de PPI cumplieron con este objetivo y se repite la cifra estimada, como se señala anteriormente, para ambas generaciones, PPI-3 y PPI-4. Se puede entonces declarar que al realizar la PPI, los estudiantes logran satisfactoriamente vincularse con la realidad técnica, social y económica de la actividad profesional. Resulta positivo constatar que, independiente del tipo de actividad que se realice, los estudiantes, al finalizar su sexto semestre son capaces de establecer de manera satisfactoria este vínculo con su realidad profesional.

**Objetivo 4):** Este objetivo se encuentra medianamente cumplido, menos del 50% de los estudiantes realizan actividades que les permitan calificar como obrero. Este propósito, que podría clasificarse como operacional, al no cumplirse, se puede deber a diferentes razones, una de ellas es que los estudiantes desconozcan los objetivos de las PP, otra razón puede ser que los estudiantes no comprendan qué significa realizar una actividad de obrero, otra razón puede ser que no exista suficiente disponibilidad de trabajos en el campo laboral que puedan calificar de obrero y, al mismo tiempo, de Práctica Profesional para un estudiante de Ingeniería.

**Objetivo 5):** Al igual que en el caso 3), este objetivo es ampliamente cumplido en la PPI, es decir que los estudiantes logran observar los procesos de la empresa de forma satisfactoria. Nuevamente, es posible declarar que los estudiantes han sido capaces de cumplir con este objetivo aun recién terminado el sexto semestre.

Cabe destacar, que la PPI, se realiza luego del primer año en que los estudiantes son parte del departamento, el primer año en que comienzan a familiarizarse con los procesos químicos. El cumplimiento de este objetivo, pone de manifiesto que existe, al menos, cercanía de los estudiantes hacia los procesos que se llevan a cabo en la empresa de la que son parte en el desarrollo de su PP. Dado esto, se puede establecer relaciones directas en la labor formativa entre los cursos desarrollados durante el año y las PP en términos de procesos químicos de las empresas. Es decir, el trabajo que se realiza durante el año, puede estar diseñado en función de lo que posteriormente puede efectuarse en la PP.

#### **5.1.1.2 Respecto de la PPI en general**

Al finalizar la PPI, se espera que el estudiante logre los objetivos que se muestran en la Tabla II, cabe destacar que para esta Práctica se solicita de manera explícita el desarrollo de labores que califiquen como de obrero. Sin embargo, existen inconsistencias entre los objetivos declarados. Se les solicita a los estudiantes que apliquen conocimientos y técnicas, pero se espera que realicen actividades de obrero. Esta inconsistencia se puede discutir por medio de tres líneas:

##### **1. Aplicación de conocimientos y técnicas de ingeniería versus actividades de obrero**

Este es uno de los objetivos que más confunde a los estudiantes de PPI-3. Se preguntan sin llegar a respuesta alguna, qué significa realizar trabajos de obrero si están estudiando ingeniería. Esta realidad resulta también extraña al momento de la negociación con el empleador pues no comprenden las características de la PPI, este punto quedará más claro en los resultados que se analizan más adelante.

##### **2. Conocimientos y técnicas aplicables a un trabajo de PPI**

Tal como se menciona anteriormente, la aplicación de conocimientos y técnicas no es lo que debería esperarse de una PP de la Universidad de Chile, institución que según su modelo educativo, forma a sus futuros profesionales orientada según competencias. En

este contexto, en las PP, debería aplicarse, evidenciarse, o ponerse en ejercicio las competencias según las cuales el estudiante está siendo formado en el departamento.

Es así entonces, como el objetivo de aplicación de conocimientos y técnicas se encuentra fuera de lugar en un departamento de ingeniería en que la formación debe migrar hacia la enseñanza en base a competencias. De este modo, los objetivos de al menos esta práctica, deberían ser reescritos para permitir que las PP apunten al cumplimiento del Perfil de Egreso como meta final.

### 3. Nivel de información de los estudiantes

Los resultados de la encuesta, indican que los estudiantes no conocen dónde se encuentra la información que señala las características del trabajo que deben desempeñar en sus prácticas. En efecto, en palabras de los mismos estudiantes al ser consultados libremente por los problemas que evidencian, uno de ellos declara lo siguiente: *Tengo que hacer mi primera práctica, no sé bien lo que tengo que hacer, me dicen que hay información subida a internet y no sé dónde, no sé a qué empresas recurrir y de encontrar alguna no sabría bien que decirle con respecto a lo que tengo que hacer.* Al desconocer la información oficial de la universidad, será difícil concretar una PPI que se encuentre alineada con los requerimientos formativos. Llegados a un consenso de que los estudiantes no conocen las declaraciones oficiales del DIQBT es necesario diagnosticar la metodología por la cual se informa al estudiante sobre sus PP. Con fecha 12 de Noviembre de 2013, se realizó una búsqueda por los sitios oficiales de la universidad. En primer lugar, en el sitio web del departamento, [www.diqbt.uchile.cl](http://www.diqbt.uchile.cl) no existe información de docencia, en u-campus no se encuentra la información sobre los programas de los cursos asociados a las PP, y finalmente, la inscripción académica de los cursos correspondientes se efectúa una vez terminada la PP, por lo que la información no puede ser entregada a través del sitio u-cursos. Las personas que tienen la facultad de informar a los estudiantes no pueden hacerlo sin generar vínculo con los estudiantes y el primer contacto entre ellos se concreta cuando los estudiantes validan su PP, pero si no conocen el proceso, este contacto no se lleva a cabo antes de realizar la PP y los objetivos se ven en desmedro.

El foco de este documento está centrado en el levantamiento de insumos que permitan el diseño de la propuesta del modelo, por esta razón no se profundizará exhaustivamente en los problemas que se acaban de señalar. Estos son mencionados para quien, en el futuro, decida realizar un diagnóstico profundo, considere estos puntos como alternativas para su estudio. En tanto, de este análisis es posible rescatar un problema

general que afecta el proceso de las Prácticas Profesionales y es la metodología de negociación de esta. Hoy en día los estudiantes deben establecer por sí solos las condiciones de sus PP, deben negociar solos con el empleador y esto no permite que la Universidad pueda apoyar el proceso y orientarlo según los propósitos formativos de la casa de estudios.

Otra inconsistencia que sugieren los resultados de la Tabla II, es la relación existente entre el objetivo 4) con los objetivos 3) y 5). Si los objetivos fueran consistentes, se esperaría que todos tuvieran una calificación similar, lo que claramente no sucede, ya puede apreciarse en lo que se señaló para los objetivos 1) y 4). No obstante, cabe destacar que los estudiantes no requieren de una actividad de obrero (objetivo 4)) para establecer vínculos con la realidad de su profesión futura (objetivo 3)) ni para observar los procesos de la empresa (objetivo 5)). De esta forma, la estructura operacional que se le ha otorgado a esta práctica no dice relación con el resto de los objetivos que se pretende cumplir.

### **5.1.2 Práctica Profesional II**

En la Tabla III se muestra un resumen de los resultados obtenidos para los estudiantes de PPII en respuesta a la pregunta que permite seleccionar *los objetivos que considera logrados en su última Práctica Profesional*. Las respuestas se muestran como fracciones del total de estudiantes que pertenecen al grupo en cuestión, sin embargo, se ha separado también según el semestre en que se encontraban al momento de realizar su PP. En cada subgrupo de estudiantes, la fracción se presenta respecto del total de estudiantes pertenecientes al mismo subgrupo.

**Tabla III** Resultados de la encuesta a estudiantes para la pregunta que permite seleccionar los objetivos que considera logrados en su última práctica.

Objetivos PPII		Estudiantes de PPII	Estudiantes de PPII-4	Estudiantes de PPII-5
1)	Aplicar conocimientos aprendidos durante el segundo año de estudio.	4/10	2/5	2/5
2)	Estar bajo supervisión profesional.	8/10	4/5	4/5
3)	Ser ayudante de supervisor en la planta o empresa.	4/10	2/5	2/5
4)	Interactuar en forma profesional con el medio donde le corresponderá trabajar a futuro.	7/10	3/5	4/5
5)	Comprender el funcionamiento de los procesos de la industria y las operaciones que lo conforman.	6/10	3/5	3/5
6)	Realizar una presentación oral de su trabajo.	5/10	3/5	2/5
7)	Presentar y discutir con espíritu crítico los resultados obtenidos, y analizar potenciales conflictos éticos que puedan surgir del trabajo realizado.	5/10	2/5	3/5

Un 40% de los estudiantes logró aplicar conocimientos aprendidos en sus años de estudio. Este resultado es independiente del año de estudio en el que se encuentra al realizar la PP. Equivalente es el caso del objetivo de ser ayudante de supervisor, en que el 80% estuvo bajo supervisión profesional. El 70% de PPII logró interactuar de forma profesional con el medio en que le corresponderá trabajar a futuro, lo que separado por generación, corresponde a un 60% en el caso de PPII-4 y un 80% en PPII-5. Un 60% de los estudiantes de PPII logra comprender el funcionamiento de los procesos de la industria y las operaciones que lo conforman. Respecto del objetivo de presentar y discutir con espíritu crítico los resultados obtenidos, y analizar potenciales conflictos éticos el 50% de los practicantes de PPII lo reconoce cumplido, y por generación, en PPII-4 es un 40% y en PPII-5 corresponde al 60%.

### 5.1.2.1 Análisis por objetivo

**Objetivo 1):** Cabe destacar que el porcentaje de estudiantes de PPII que califican como logrado el objetivo 1) ha aumentado con respecto a los estudiantes de PPI, lo que alimenta la discusión sobre la factibilidad de cumplimiento de este. Sin duda, este objetivo aún no es favorable con respecto a la PPII, debido a que es menor que el 50%. En este caso, a diferencia de la PPI, se obtiene que los estudiantes, independiente del semestre en que se encuentren, no han podido lograr este objetivo y el porcentaje de aprobación es el mismo tanto para PPII-4 y PPII-5. No obstante, la pertinencia de este objetivo, sugiere el mismo análisis realizado para el caso de la PPI. Las actividades formativas deben estar orientadas en base a competencias y las PP proporcionan el ambiente propicio para que los estudiantes puedan poner en ejercicio estas competencias y no exclusivamente conocimientos como se espera en este objetivo. Se declara nuevamente que este objetivo debería ser reescrito de manera de ser coherente con el modelo educativo de la institución.

**Objetivo 2):** Para la PPII, se ha logrado obtener un 80% de aprobación respecto de este objetivo, sin embargo, tal como se explicó para la PPI, análisis más profundo de este objetivo no es un propósito del estudio que se presenta y los resultados obtenidos para este se descartan pues existe una alta probabilidad de que sean inconsistentes.

**Objetivo 3):** Este es un objetivo que indica características operacionales, no obstante, su cumplimiento o incumplimiento no entrega datos concluyentes, pues las actividades que se pueden realizar, detalladas en el Anexo D, son variadas. Lo importante en este caso es que los estudiantes realicen actividades que correspondan al nivel de su PP y no a otra. Resulta interesante conocer el tipo de trabajo que están realizando los estudiantes, es por esto que más adelante se encuentra un análisis sobre esta realidad operacional.

**Objetivo 4):** Interactuar de forma profesional con el entorno es el objetivo que más alto índice de aprobación ha obtenido, lo que indica que esta actividad curricular, independiente de su diseño, ha obtenido resultados positivos en el contexto en el que ocurre. Este contexto se encuentra expresado en la realidad laboral en la que se encuentran insertos estos futuros profesionales y también el nivel de formación que han adquirido según el semestre que se encuentran cursando. Finalmente, es posible afirmar



que los estudiantes, al culminar su octavo semestre, son capaces de comportarse como profesionales en una realidad de la cual pronto pasarán a ser parte.

**Objetivo 5):** Este objetivo es independiente del semestre en que se encuentren los estudiantes al momento de realizar su PP. Los resultados en este caso son positivos, lo que indica que han podido, al menos en una pequeña mayoría, comprender el funcionamiento de los procesos y las operaciones de la industria. Resultaría muy interesante conocer cuál es el nivel de profundidad que los estudiantes alcanzan en la comprensión de esta realidad. Adicionalmente, las discusiones a partir de estos resultados difícilmente permiten extraer información concluyente puesto que es probable que se haya prestado para diferentes interpretaciones, por ejemplo, ¿A qué se refiere con *industria*? Puede que el objetivo de la pregunta sea el enfoque en la empresa en que el estudiante realizó su práctica, sin embargo, *industria* puede interpretarse también como *sector industrial*, así, la pregunta extiende el conocimiento de los procesos a un nivel que excede los límites de la empresa, ciudad y tal vez país.

**Objetivo 6):** Este objetivo, que se ha cumplido en un 50%, no requiere un análisis profundo puesto que los estudiantes de PPII deben realizar de manera obligatoria una presentación de su trabajo en la universidad, entonces, quienes respondieron negativamente a esta pregunta, probablemente, aún no tenían fecha para presentar su trabajo o pueden haber imaginado que la presentación a la que se hacía alusión debía ser al empleador. Esclarecer esta información no tiene sentido puesto que no sería útil para el diseño de la propuesta de este trabajo. Sin embargo, es importante dejar constancia de que los objetivos presentan escasa claridad al ser analizados por los estudiantes que son parte del proceso.

**Objetivo 7):** Respecto de este objetivo, cabe destacar que los estudiantes de PPII-5 lo califican en mayor porcentaje que los estudiantes de PPII-4, por lo cual se podría aventurar que los estudiantes en la medida en que aumentan su nivel de estudio, tienen mayor capacidad de lograr este objetivo. Sin embargo, los resultados de la consulta a los estudiantes de PPIII indica que esta afirmación estaría errada. Cabe destacar que este objetivo es uno de los más importantes como misión de Universidad. La Universidad de Chile, en el artículo 3° de su misión destaca que la casa de estudios *responde a los requerimientos de la Nación constituyéndose como reserva intelectual caracterizada por una conciencia social, crítica y éticamente responsable y reconociendo*

*como contenido de su misión la atención de los problemas y necesidades del país*[1]. Es clara entonces la importancia que ha de tener este objetivo, y es de imaginar que debería cumplirse ampliamente sin desmedro del resto de los objetivos, que son importantes en términos de la especialidad de la profesión. Un porcentaje correspondiente a 50% representa el mínimo nivel aceptable, no obstante, como universidad se debería apuntar a la formación de excelencia, como versa también en su misión y un 50% de cumplimiento de uno de los objetivos de esta actividad curricular está lejos de calificarse como formación de excelencia.

#### **5.1.2.2 Respetto de la PPII en general**

Es destacable que aún en la segunda Práctica Profesional, los estudiantes no consigan, en su mayoría, lograr el objetivo de aplicar sus conocimientos aprendidos, sin embargo, todos los demás objetivos han obtenido al menos un 50% de aprobación. Existe cierta relación entre los resultados para los objetivos 1) y 7), pues este último es claramente una aplicación de lo que debería haberse aprendido en los años previos a esta actividad curricular. Estos conocimientos susceptibles de aplicar, al parecer se refieren tanto a competencias genéricas como técnicas. El objetivo 5) dice cierta relación también con los objetivos 1) y 7), sin embargo, al no indicar los niveles de profundidad y el tipo de análisis que se realiza para su comprensión, no se puede concluir sobre las razones por las cuales este objetivo se cumpla en un 20% más que el caso del objetivo 1). Al igual que en el caso de la PPI, la PPII cumple satisfactoriamente en la vinculación de los estudiantes con la realidad en la que se desenvolverán como profesionales en el futuro.

Adicionalmente, y en un sentido aún más grave que lo señalado hasta ahora, se debe prestar atención a la recurrencia del incumplimiento de este objetivo, pues, es de esperarse que los objetivos de las PP sean progresivos, es decir, la primera PP debería cumplir ciertos objetivos que son necesarios como cimientos para lo que continúa en el futuro en términos de formación profesional. Si los objetivos de la PPI no son cumplidos, es difícil esperar que los objetivos declarados para la PPII exhiban un nivel de logro elevado. Sin embargo, no solo este aspecto es parte de la gravedad a la que se hace alusión, en este sentido se debe destacar que este objetivo es el mismo, declarado para dos niveles consecutivos de PP y no es cumplido satisfactoriamente en ninguna de las dos. Sumado a esto, las consecuencias de este leve nivel de aprobación no son las mismas en las dos PP, pues, luego de la PPII, han transcurrido ya dos años de formación en el DIQBT, y debido a que esto no fue identificado al final de la PPI, no fue enmendado

antes de la PPII, es así como solo restan dos años de formación en los que se podría enmendar dicha situación, en el caso de ser identificada, y solo una PP, que es donde se realiza ejercicio profesional in situ.

Cabe destacar finalmente, tal como se ha realizado en análisis previos, que los objetivos de aplicación o de puesta en ejercicio, deberían estar referidos a competencias y no a conocimientos y/o técnicas, pues, la formación de la universidad, si bien no ha educado a sus estudiantes desde siempre en base a competencias, los planes de estudio deben migrar en esa dirección ya declarada en el modelo educativo de la institución y, principalmente, con el fin de orientar la enseñanza hacia el cumplimiento del perfil de egreso.

### 5.1.3 Práctica Profesional III

En la Tabla IV se muestra un resumen de los resultados obtenidos para los estudiantes de PPIII en respuesta a la pregunta que permite seleccionar *los objetivos que considera logrados en su última Práctica Profesional*. Los resultados se muestran como fracción del total de estudiantes de PPIII que han respondido la encuesta.

**Tabla IV** Resultados de la encuesta a estudiantes para la pregunta que permite seleccionar los objetivos que considera logrados en su última práctica.

Objetivos PPIII		Fracción de logro
1)	Interactuar en forma profesional con el medio donde le corresponderá trabajar a futuro.	9/9
2)	Comprender el funcionamiento de los procesos de la industria a partir del conocimiento adquirido en el quinto año de la carrera.	5/9
3)	Proponer soluciones a problemas de ingeniería de complejidad mediana.	8/9
4)	Presentar y discutir con espíritu crítico los resultados obtenidos, y analizar potenciales conflictos éticos que pudieran surgir del trabajo realizado.	5/9

El 100% de los estudiantes de PPIII ha logrado interactuar de forma profesional con el medio en que le corresponderá trabajar en el futuro, 56% de los cuales reconoce haber comprendido el funcionamiento de los procesos de la industria a partir del conocimiento adquirido en el quinto año de la carrera, el 89% ha cumplido con el

objetivo de proponer soluciones a problemas de ingeniería de complejidad mediana y el 56% ha logrado presentar y discutir con espíritu crítico los resultados obtenidos, y analizar potenciales conflictos éticos.

#### **5.1.3.1 Análisis por objetivo**

**Objetivo 1):** Se ha mencionado ya en las PPI y PPII, que se ha cumplido de manera muy amplia el objetivo de vincular a los estudiantes con el contexto en que se desenvolverán en su futuro profesional. Este es un caso muy importante de destacar porque en la PPIII, un 100% de los estudiantes señalan haber logrado el objetivo de interactuar en forma profesional con el medio. La razón principal, a juicio de quien realiza este estudio, es la madurez que los estudiantes tienen con respecto al ejercicio profesional de su especialidad al finalizar su quinto año de estudios.

**Objetivo 2):** El nivel de aprobación de este objetivo respecto de los estudiantes de PPII es levemente menor. Adicionalmente, es levemente superior a 50%, no obstante, es probable que en este objetivo, al igual que en el caso de la PPII, haya ocurrido un fenómeno de diversidad de interpretación, lo que implica que los resultados para este caso no son concluyentes y se descartarán pues no es objetivo de este trabajo esclarecer esta información a tal nivel de especificidad.

**Objetivo 3):** Este objetivo, el primero que se refiere a resolución de problemas de ingeniería, ha sido ampliamente cumplido. No es posible establecer comparaciones con las demás PP, sin embargo, es posible afirmar que los estudiantes se han encontrado satisfactoriamente preparados para resolver los problemas de ingeniería de complejidad mediana que se han presentado en su Práctica Profesional.

**Objetivo 4):** El análisis de este objetivo es análogo al caso de la PPII, sin embargo, el nivel de aprobación es aún más preocupante considerando que se trata de su última Práctica Profesional, de su último contacto directo con el campo laboral, a menos que su trabajo de memoria esté asociado al ejercicio laboral. Cabe preguntarse entonces, ¿los estudiantes no se encuentran preparados para superar este objetivo? O ¿los trabajos de PP no califican para exponer al estudiante a presentar y discutir sus trabajos de la manera en que este objetivo les plantea? Quizás, el trabajo no exponga al estudiante explícitamente a la necesidad de realizar un análisis crítico, sin embargo, de ser así, ¿Es necesario que el profesional en formación realice un análisis crítico de todos modos? La respuesta a esta pregunta pareciera ser que debería ser positiva, pues, la misión de la

universidad exige que los profesionales que forma, sean, al menos, personas críticas. En este sentido, en el caso en que el estudiante no encuentre el camino para cumplir con este tipo de exigencia, es deber de la institución proporcionarle las herramientas necesarias para esta labor y seguir avanzando, con los profesionales que forma, hacia un Chile mejor.

### 5.1.3.2 Respetto de la PPIII en general

En general, en esta PP se ha cumplido satisfactoriamente los objetivos que tienen que ver con ámbitos específicos de la profesión, lo que resulta realmente positivo, pues, los estudiantes son capaces de insertarse de manera adecuada en el contexto en donde se desarrollará su ejercicio laboral futuro. Se destaca en este caso la interacción profesional de estos en su contexto. Sin embargo, tal como se señala previamente, el objetivo 4), se esperaría que se cumpliera de manera más masiva debido a la importancia que la casa de estudios otorga a este tipo de comportamiento en los profesionales que forma.

## 5.2 Respetto de la calidad de la negociación

En la Tabla V se muestra un resumen de los resultados obtenidos para cada uno de los grupos de estudiantes que se encuentran en periodo de búsqueda de su próxima Práctica Profesional como respuesta a la pregunta: *Suponga que al momento de la negociación para su próxima Práctica Profesional le preguntan sobre las características que debería tener esta, ¿Es capaz de informarle al empleador el trabajo que se requiere que realice?* Las respuestas se muestran como fracción del total de respuestas por cada nivel de Práctica Profesional.

**Tabla V** Resultados de la encuesta a estudiantes para la pregunta: *Suponga que al momento de la negociación para su próxima Práctica Profesional le preguntan sobre las características que debería tener esta, ¿Es capaz de informarle al empleador el trabajo que se requiere que realice?*

Número de Práctica	Fracción de respuestas positivas
PP0	0/14
PPI	3/13
PPII	9/11

Ninguno, es decir, un 0% de los entrevistados de PP0 es capaz de explicar a su empleador el trabajo que se requiere que realice en su primera Práctica Profesional, para los casos de PPI y PPII, estos valores corresponden a un 23% y un 82% respectivamente.

Para el caso de PP0, ninguno de los estudiantes entrevistados es capaz de explicar al empleador sobre las características de la PP requerida. Este número indica un gran desconocimiento por parte de los estudiantes que aún no han realizado PP, que dice relación con ciertos fenómenos que se han identificado previamente, como el hecho de la dicotomía que existe entre una PP que tiene característica de obrero pero se encuentra inserta en un plan de estudios de ingeniería. Al rescatar las respuestas a la pregunta que se les ha realizado sobre cuáles son los mayores problemas que han tenido al momento de buscar su PP, se ha identificado principalmente un conflicto de desinformación que al parecer no es simple de resolver por estudiantes de tercer año de ingeniería. Tal como se ha mencionado también anteriormente, se verificó la dificultad de la búsqueda de la información pertinente, la que no se encuentra en los sitios más elocuentes respecto del tipo de información que representa.

De acuerdo a la muestra de estudiantes de PPI, solo un 23% responde positivamente a la pregunta planteada, lo cual indica un problema grave, pues se trata de estudiantes que ya han realizado al menos una PP, es decir, deberían al menos saber dónde encontrar la información pertinente, sin embargo, de las respuestas a la pregunta abierta sobre los problemas que han tenido en el proceso, se repite la desinformación como un importante conflicto. Resulta evidente entonces que los estudiantes necesitan ser guiados en el proceso, al menos en lo que respecta a la PPI y a la PPII.

Finalmente, como es de esperarse en un profesional en formación que es por tercera vez parte de un proceso similar, al menos en temas burocráticos, los estudiantes de PPII han respondido positivamente en un 82% a la pregunta planteada. Esto reafirma entonces que es urgente acompañar el proceso de los estudiantes de PP0 y PPI.

### **5.3 Respecto de la forma de negociar la Práctica Profesional**

En la Tabla se muestra un resumen de los resultados obtenidos para cada una de las PP en respuesta a la pregunta: *¿Fue recomendado por otra persona en la empresa donde realizó su última Práctica Profesional?* Las respuestas se muestran como fracción del total de respuestas por cada nivel de Práctica Profesional.

**Tabla VI** Resultados de la encuesta a estudiantes para la pregunta: *¿Fue recomendado por otra persona en la empresa donde realizó su última Práctica Profesional?*

Nivel de Práctica Profesional	Fracción de estudiantes recomendados
PPI	7/13
PPII	7/11
PPIII	5/9

Un 54% de los estudiantes de PPI han sido recomendados en la empresa que realizaron su PP, para el caso de PPII y PPIII este valor corresponde a un 64% y un 56% respectivamente. Del total de los practicantes entrevistados, un 58% han sido recomendados.

No se aprecia realmente tendencia alguna respecto del nivel de práctica realizada, sin embargo, lo importante de estos resultados es que más del 50% de los estudiantes han negociado su PP contando con un intermediario que los posiciona de manera beneficiosa para obtener el trabajo requerido. Cabe destacar que las Prácticas Profesionales presentan un problema adicional y es que no todos los estudiantes se encuentran en igualdad de condiciones respecto de sus posibilidades de conseguir una práctica en una empresa, pues, quienes no cuenten previamente con una persona que pueda actuar de intermediario, verán probablemente su proceso de negociación en desmedro respecto de los estudiantes que sí cuentan con este beneficio. Es deber de la universidad otorgar a todos sus estudiantes, al menos, las mismas oportunidades de aprendizaje y en este caso, se observa que esta afirmación no se cumple.

#### 5.4 Respecto del tipo de trabajo realizado

En la Tabla VII se muestra un resumen de los resultados obtenidos para los estudiantes en respuesta a la pregunta: *¿Cuál(es) de las siguientes corresponde(n) al trabajo que realizó? Puede marcar más de una.* Las respuestas se muestran como fracciones del total de estudiantes que pertenecen al grupo en cuestión. En cada subgrupo de estudiantes, la fracción se presenta respecto del total de estudiantes pertenecientes al mismo subgrupo. Cabe destacar que se encuentra en negrita aquellos datos que corresponden a trabajos declarados por el DIQBT para el nivel de PP señalado.

**Tabla VII** Resultados de la encuesta a estudiantes para la pregunta: *¿Cuál(es) de las siguientes corresponde(n) al trabajo que realizó? Puede marcar más de una.*

<b>Tipo de trabajo</b>		<b>PPI</b>	<b>PPII</b>	<b>PPIII</b>
<b>PPI</b>	Operador de planta.	<b>5/13</b>	2/11	2/9
<b>PPI</b>	Asistente en laboratorio de investigación.	<b>4/13</b>	5/11	1/9
<b>PPII</b>	Estudios e investigación.	3/13	<b>5/11</b>	4/9
<b>PPII</b>	Balances térmicos y de materia.	1/13	<b>3/11</b>	4/9
<b>PPII</b>	Organizar inventarios de materias primas, productos terminados e insumos intermedios.	1/13	<b>3/11</b>	1/9
<b>PPII</b>	Resolver problemas específicos tales como identificación de problemas, dimensionamiento de equipos, obtención y análisis de datos, reutilización de efluentes, entre otros.	1/13	<b>3/11</b>	6/9
<b>PPII</b>	Diseño o dimensionamiento de equipos.	0/13	<b>2/11</b>	1/9
<b>PPII</b>	Análisis y optimización de etapas o procesos.	1/13	<b>0/11</b>	3/9
<b>PPII</b>	Diseño de modelos matemáticos o herramientas informáticas con aplicaciones en Ingeniería Química.	0/13	<b>0/11</b>	1/9
<b>PPII</b>	Diseño de herramientas informáticas para el apoyo en gestión, logística, procesos y/u otras áreas industriales.	0/13	<b>1/11</b>	1/9
<b>PPIII</b>	Modelos matemáticos.	0/13	0/11	<b>1/9</b>
<b>PPIII</b>	Estudio y solución de problemas específicos de la industria.	1/13	4/11	<b>5/9</b>
<b>PPIII</b>	Estudio de procesos Químicos y/o Biotecnológicos.	2/13	0/11	<b>3/9</b>
<b>PPIII</b>	Estudio de equipo y operaciones unitarias.	3/13	2/11	<b>1/9</b>
<b>PPIII</b>	Estudio técnico económico.	1/13	1/11	<b>2/9</b>
<b>PPIII</b>	Análisis de información.	3/13	6/11	<b>6/9</b>
<b>PPIII</b>	Cálculos y diseño de equipos y procesos.	0/13	1/11	<b>1/9</b>
<b>PPIII</b>	Optimización de procesos.	1/13	0/11	<b>2/9</b>

Para el caso de la PPI, los resultados muestran una inclinación por los dos primeros tipos de trabajo, que tienen relación con operador de planta y asistente de laboratorio. Al contrastar estos datos con la declaración de las PP del DIQBT, que se encuentra en el Anexo D, se puede afirmar que los estudiantes han realizado principalmente labores que tienen relación con lo que el departamento les demanda.



Adicionalmente, es probable que sus respuestas estén determinadas según la interpretación personal que hayan otorgado a cada tipo de trabajo, pues por ejemplo, el estudio de un equipo y de operaciones unitarias se puede efectuar en todos los tipos de PP, sin embargo, la diferencia será el nivel de profundidad con que aborda el problema.

Para el caso de PPII ocurre un fenómeno que no corresponde a los requerimientos formativos declarados por el DIQBT (ver Anexo D). Uno de los porcentajes más altos se encuentra en un tipo de trabajo que está definido para la PPI y el porcentaje más elevado se encuentra en una labor que corresponde a la PPIII, sin embargo, al igual que lo que se ha señalado para la PPI, en este caso el análisis de información puede efectuarse en cualquiera de los trabajos realizados, en lo que difieren todos ellos es en el nivel de profundidad del problema abordado en este análisis.

Para el caso de la PPIII, los resultados se encuentran en general concentrados en los trabajos definidos para la práctica correspondiente. Sin embargo, existen ciertos fenómenos que resultan relativamente preocupantes, pues existen aún estudiantes que se encuentran realizando trabajos que corresponden a la PPI. En tanto, sin entrar en estos detalles, se podría afirmar a grandes rasgos que los estudiantes de PPIII conocen el enfoque que deben otorgar a su PP, lo que coincide con el hecho de que en su mayoría conocen y saben explicar las características que debe tener su PP (Tabla V) y también con el nivel de cumplimiento de los objetivos declarados.

Finalmente, resulta necesario prestar atención a los tipos de trabajo que se encuentran desarrollando los estudiantes en sus PP, puesto que no están actualmente desarrollando, en general, lo que la universidad les exige, lo que coincide con los resultados que han indicado que los estudiantes de PP0 y PPI, en su mayoría no saben explicar las características que debe tener su trabajo de PP. Esto nuevamente destaca la necesidad de que la universidad sea protagonista de este proceso y participe en la negociación de estas actividades curriculares.

Hasta ahora se ha analizado la concentración de los trabajos, es decir, si en general, los trabajos llevados a cabo por los estudiantes corresponden a lo propuesto por la universidad. Sin embargo, al entrar en detalles es posible notar que existen ciertos tipos de trabajo que han sido realizados por un número muy pequeño de estudiantes. No se analizará cada uno de ellos, pues, el análisis será análogo para los demás casos. Considérese los siguientes dos casos para la PPIII (cabe reiterar que el análisis es similar

para los demás niveles de práctica y sus detalles de trabajo): *Cálculo y diseño de equipos y procesos* y, *Estudio y solución de problemas específicos de la industria*, como puede notarse, el primero ha sido llevado a cabo por un estudiante de los nueve encuestados, en cambio, el segundo ha sido declarado por cinco estudiantes de los nueve. Y entonces surge la siguiente pregunta, ¿Son estos trabajos equivalentes? Es decir, ¿Cualquiera de los trabajos que se encuentran declarados por la institución son igualmente válidos para cumplir los objetivos propuestos por esta misma? De ser así, no existiría problemas en que ningún estudiante, o muy pocos, realicen un tipo de trabajo dado, pues, el cumplimiento de los objetivos no estará supeditado a esta elección.

### **5.5 Diagnóstico general de la realidad de las PP en el DIQBT**

Luego de analizar los resultados de la encuesta de diagnóstico de las PP en el DIQBT, cabe preguntarse, ¿Por qué, en general, los objetivos de las prácticas profesionales I y II no se cumplen, pero en la PPIII sí? ¿Será que operacionalmente, las PP de menor nivel están concebidas para un contexto que no es capaz de hacerse cargo de estudiantes con tal grado de preparación?

Las PP ocurren en un contexto profesional, en donde, es de suponer, el estudiante desenvolverá su carrera en el futuro. En este sentido, debería ser esperable que en la medida en que se encuentre más cercano a convertirse en profesional, se encuentre más capacitado para enfrentar la realidad laboral. Los resultados exhiben que, efectivamente, los estudiantes en PPIII han logrado satisfactoriamente, en general los objetivos propuestos, pero no solo eso, sino además se reconocen más informados acerca de la actividad profesional y la orientación que ha de tener su PP, lo que permite enfocar mucho mejor la búsqueda de la misma. Entonces, ¿Es lógico que todas las PP estén diseñadas bajo los mismos principios operacionales? En este sentido, ¿Es válido que los estudiantes negocien y realicen la búsqueda de su PP sin ayuda del equipo docente del DIQBT? ¿Es posible esperar resultados positivos, en términos de la formación profesional, de una PP que es negociada por un estudiante que no conoce los objetivos de esta actividad y que, adicionalmente, no sabe qué tipo de trabajo es el que debería realizar? No se debe olvidar que los resultados de aprendizaje no se presentarán de manera espontánea. Sumado a esto, ¿El contexto laboral es capaz de hacerse cargo del aprendizaje de los estudiantes sin el apoyo de la casa de estudios? En tanto, es posible que la explicación a este problema se encuentre en el diseño y no en la operación, en otras palabras, es posible que las empresas de las cuales se requiere trabajos de práctica

no dispongan de trabajos que correspondan a lo que desde la universidad se requiere, así, la casa de estudios esperaría que los estudiantes encuentren un espacio de trabajo en un contexto que no ha sido bien concebido. En el caso en que esta última situación expuesta explique las razones del desajuste de las prácticas, se debería pensar en una reestructuración del modelo de prácticas profesionales. En este sentido, una alternativa es que las prácticas sean pospuestas en términos cronológicos. Dado que la PPIII es coherente en términos de contexto y de coherencia para los estudiantes, otra alternativa es reemplazar las tres prácticas por solo una, ubicada alrededor del tiempo en que se realiza la PPIII. Estas alternativas deben ser analizadas con mayor profundidad para poder realizar propuestas concretas, lo que escapa de este estudio, solo se enuncian para quien se encuentre interesado en la modificación del modelo específico de las prácticas profesionales.

Tal como se ha destacado en numerosas ocasiones en este análisis, existen objetivos que apuntan a la aplicación de conocimientos y técnicas aprendidas en los años de estudio previos a la realización de la PP. Sin embargo, la enseñanza de la universidad, según demanda el modelo educativo, debe estar orientada según competencias, por lo cual, las actividades curriculares deberían estar diseñadas en función de estas competencias, que se encuentran, aún no oficialmente, declaradas en el perfil de egreso del ingeniero químico del DIQBT. Adicionalmente, si se sigue la misma lógica propuesta para el plan de estudios, una vez declaradas las competencias involucradas en cada una de las PP, debería ser más claro el tipo de trabajo de PP que responde a estas necesidades formativas. En este sentido, lo importante serán las competencias y no los condicionantes operacionales, es decir, proponiendo un ejemplo, la exigencia de realizar un trabajo de obrero para la PPI no estará por sobre el cumplimiento de la puesta en ejercicio de las competencias correspondientes a tal nivel.

Cabe destacar que en las PPI y PPII ocurre un fenómeno positivo con respecto a la vinculación con el medio externo que representan las PP. Los estudiantes que han efectuado estas prácticas profesionales, han declarado, en su mayoría, que la *vinculación con la realidad técnica y social de la actividad profesional* se ha desarrollado satisfactoriamente. De lo que se puede deducir, que estos momentos sí son favorables para que el estudiante pueda vincularse con el medio laboral, sin embargo, se debe pensar muy bien en la forma.

En suma a los aspectos positivos relacionados con las PP, resulta importante destacar que en la PPIII los objetivos se han cumplido, con excepción de algunos, de manera aceptable. Este fenómeno sugiere que esta actividad está respondiendo a una realidad coherente tanto con la realidad laboral, como con el nivel de preparación de los estudiantes.

## 6 Análisis del Plan de Estudios de Ingeniería Química

En esta sección el lector podrá encontrar un análisis de los cursos que presentan algún tipo de actividad curricular que califique como vinculación con el medio.

### 6.1 IQ3301 - Análisis de Procesos

En el siguiente listado se detallan los objetivos generales de este curso[14]:

- *Que el alumno se familiarice con diagramas de proceso y operaciones unitarias comunes.*
- *Que el alumno comprenda los factores tanto del proceso como económicos involucrados en un proceso químico exitoso y sea capaz de sugerir modificaciones y mejoras.*
- *Que el alumno integre sus conocimientos al desarrollo de metodologías para el análisis y simulación de procesos industriales químicos y biotecnológicos.*
- *Que el alumno tenga la oportunidad de practicar habilidades de comunicación oral y escrita en un tema ligado a la profesión, y trabaje en equipo.*

Este curso ha estado sometido a innumerables mejoras en su diseño y puesta en marcha, lo que ha desembocado en un curso favorablemente contextualizado en la realidad profesional de los ingenieros en formación y en una buena puerta de entrada para los estudiantes no solo al departamento sino a la vinculación con el medio en el que se desenvolverán en el futuro. Este curso entonces es el punto de partida de la conexión con el medio en el DIQBT. Si bien existe cierta inconsistencia en lo que respecta a la declaración sobre el análisis ambiental, que pareciera ser que posteriormente no es solicitado, al menos no se encuentra documentado en la información oficial, es claro que se logrará pronto incluir debido a la perseverancia del equipo docente en el mejoramiento constante de este curso, que está permitiendo cada vez disponer de un curso que permita avanzar en la formación de los estudiantes según los lineamientos de la universidad.

En este curso se desarrollan dos actividades que pueden considerarse como vinculación con el medio:

1) Proyecto de investigación de un proceso:

Esta actividad curricular se divide en tres etapas orientadas cronológicamente en serie. En primer lugar, se espera que el estudiante se familiarice con un proceso en particular y con las etapas iniciales de su ingeniería de diseño. En una segunda instancia, se busca que planteen las bases de cálculo y el modelo que describe su proceso. Finalmente, la tercera etapa incluye plantear los balances de masa y energía y realizar un análisis económico simple.

2) Visita Industrial:

*La visita tiene por objetivo observar en terreno los componentes y factores involucrados en un proceso productivo de carácter industrial*[15]. En esta visita se provee al estudiante de un cuestionario que le permite prestar atención a ciertos puntos que son importantes en términos de ingeniería de procesos. Este cuestionario se encuentra enfocado en el alcance de la empresa, su impacto (gran o pequeña escala), la seguridad, sus operaciones unitarias y equipos involucrados, sumado a esto se les solicita prestar atención al aprovechamiento de la energía, muy particular del proceso que visitan y finalmente, se requiere que analicen una de las etapas unitarias en mayor detalle.

3) Problemas contextualizados:

Los problemas que los estudiantes deben resolver en sus *actividades* o ejercicios dicen relación con un estudio principalmente técnico, sin embargo, tiene la particularidad de estar enmarcado en un contexto realista, que le permita al estudiante hacer análisis críticos de lo que podrían significar sus decisiones. Esta discusión ética está considerada dentro de la actividad como un problema más.

## 6.2 IQ3202 - Fenómenos de Transporte

En el siguiente listado se detallan los resultados de aprendizaje del curso[16]:

- *Integra los principios de transferencia de calor, masa y movimiento, para justificar la operación de equipos de proceso y otros sistemas de interés.*
- *Crea y usa un modelo basado en variables reales, para responder un problema en contexto profesional.*
- *Analiza críticamente el impacto de sus decisiones en la solución de problemas de transferencia.*
- *Estructura sus soluciones utilizando CDIO.*

El diseño de este curso, similar a lo que ocurre con Análisis de Procesos, es el resultado de un arduo trabajo del equipo docente con el Área de Desarrollo Docente (ADD) de la FCFM.

En principio, vale la pena destacar la inclusión explícita en este listado, del contexto profesional, el análisis crítico y la metodología de CDIO.

En este curso, de las actividades que incluyen vinculación con el medio destacan dos:

### 1) Proyecto grupal:

En este caso, se utiliza Metodología Basada en Problemas. Los estudiantes, reunidos en equipos de trabajo, deben resolver un problema específico de fenómenos de transporte, utilizando las herramientas que les han sido entregadas en el desarrollo del curso. En efecto, en la medida en que en el transcurso del semestre les son entregadas nuevas herramientas, estas deben ser adicionadas a su proyecto, de manera de aumentar el nivel de complejidad del estudio. Lo particular e interesante de este proyecto, es que está diseñado dentro de un contexto realista, ya que, todo comienza con la recepción de una carta de una contraparte virtual, que simula la realidad y contextualiza el problema, por lo cual, deben ser muy críticos de lo que hacen. Deben incluir en el desarrollo de su estudio, el análisis ético.

### 2) Problemas contextualizados:

Existen tres tipos de problemas en esta categoría. Las actividades, que involucran una discusión ética respecto de las decisiones que deben tomar como ingenieros en problemas realistas específicos. En tanto, el conflicto ético, que puede incluir asuntos de salud, medio ambiente, entre otros, es siempre parte del problema. No hay resolución

válida si el análisis ético no es parte de ella. Los controles, que incluyen una sección en que se evalúa su proyecto, por lo cual se da importancia a esta labor, en que están resolviendo un importante problema contextualizado. Y finalmente, también en los controles, existe un tipo de problemas en que no solo enfrentan una situación realista, sino también otras características que rodean al problema, como lo es la falta de información. En estos, entonces, se presentan solo los problemas, y deben ser ellos los que soliciten la información necesaria para resolverlos. Parte importante de esto es que sean capaces de distinguir los supuestos más fuertes y, que se aborde la complejidad, por multivariación, de la realidad de una manera explícita.

### **6.3 IQ5306 - Reactores II**

El año 2011, este curso fue rediseñado y pasó de poseer solo clases expositivas a centrar la atención durante todo el semestre en un proyecto principalmente. El programa de este curso no ha sido aún actualizado, por lo cual, la descripción partirá desde la vivencia personal.

#### 1) Proyecto:

Desde el inicio del semestre, comienza el proyecto del curso. Para este proyecto, los estudiantes deben reunirse en equipos de trabajo compuestos por hasta tres estudiantes. El grupo debe contactarse con una empresa del área de ingeniería química y realizar una solicitud para efectuar un estudio del comportamiento de un reactor en específico. Para esto, quien los recibe en la empresa, debe ser un ingeniero de procesos.

El estudio consiste en el modelamiento progresivo (en la medida en que transcurre el semestre el modelo se hace más complejo) de lo que ocurre dentro del reactor, para así diagnosticar el comportamiento real del reactor y finalmente, con la ayuda de análisis de sensibilidad, ofrecer alternativas de optimización de la operación del reactor en cuestión.

#### 2) Visita industrial:

Los estudiantes deben negociar, en las empresas en las que están haciendo el estudio, una visita industrial guiada por un ingeniero de procesos, para sus compañeros de clase. En esta visita, uno de los objetivos principales es que los compañeros conozcan el equipo en el que se está realizando el estudio del cual han sido audiencia de presentaciones durante el transcurso del semestre. Ahí, todos podrán dimensionar el equipo en tamaño real además de poder prestar atención a la instrumentación y hacer

las preguntas que requieran tanto al ingeniero de procesos como a los estudiantes encargados del estudio.

#### **6.4 IQ5701 - Taller de Diseño de Procesos e IQ6702 - Taller de Proyectos**

En este curso, al igual que en el caso de Reactores II, la información parte de la experiencia personal, ya que el programa del curso no ha sido actualizado según la nueva modalidad que utiliza.

Cabe destacar que este es el primer curso de dos que se encuentran conectados por un mismo proyecto (el siguiente es Taller de Proyectos). Como habrá de imaginar entonces el lector, se hablará en este caso de un único proyecto grupal para ambos cursos. Efectivamente, estos dos cursos están dedicados principalmente al desarrollo de un proyecto de diseño de una planta de producción de un producto relacionado con el área de ingeniería química y/o biotecnología.

El objetivo es proyectar esta planta productiva a tamaño real, y en este sentido, diseñar los procesos que deben ocurrir, es decir, proponer todas las operaciones unitarias, el diagrama de flujos, las dimensiones de los equipos. Se debe además realizar una estimación de la magnitud del personal requerido y de las funciones que deben cumplir estos. Adicionalmente, se debe proponer políticas de RRHH y de relaciones con la comunidad. Se debe incluso realizar un análisis de los efectos en el medio ambiente que genera el proyecto y de cómo operar para poder mitigarlos. Finalmente, se efectúa también un análisis económico en el que se incluye el cálculo del VAN y otros indicadores que permiten darle validez al proyecto además de proponer el modelo de negocios.

Cabe destacar, que uno de los aspectos más relevantes de estos cursos, es el modo de trabajar. Se intenta crear en los equipos de trabajo el ambiente que pretende simular la realidad de estos equipos en un ambiente laboral, al menos parcialmente, real. Se ha creado el sistema de roles entre pares, de asesoría y evaluación inter equipos, de modo de exponer al estudiante al ejercicio del análisis crítico, las relaciones interpersonales y profesionales, el manejo de conflictos, el reconocimiento al buen trabajo, entre otros aspectos, que son muy importantes que son ejercidos en el acto de trabajar.



## 6.5 Análisis general

En el plan de formación de la carrera de Ingeniería Química, existe un cierto número de cursos, en que se ha realizado grandes esfuerzos para enfocar sus actividades curriculares dentro de un contexto que responde a la realidad del campo laboral de ingeniería de procesos. Esta articulación con el medio explícita dentro de los cursos obligatorios de la malla curricular es muy valiosa para la concepción de un modelo de conexión con el medio. Como se abordará más adelante, estos cursos pueden ser utilizados como puntos de partida para el diseño del modelo, ya que se encuentran distribuidos de manera muy favorable, en tercer año, quinto año y sexto año de carrera. En tanto, desafortunadamente, es posible declarar a partir de la experiencia personal, la información que puede ser encontrada en los documentos oficiales y por experiencia de estudiantes que han sido parte de estos en los últimos años, que no existen cursos que posean actividades que puedan calificar como vinculación con el medio en el cuarto año del plan de estudios.

Se tiene entonces, cursos que realizan principalmente visitas industriales, problemas contextualizados, proyectos de conexión directa con empresas, proyectos de enfoque realista y prácticas profesionales.

Cabe destacar que en el DIQBT se están haciendo importantes esfuerzos por el mejoramiento de la docencia; en este sentido, cabe adicionar a los equipos docentes de cursos tales como Métodos Matemáticos para Ingeniería de Procesos, Operaciones Unitarias y Procesos de Separación y, Dinámica y Control de Procesos. Esto ha implicado una revisión permanente tanto de los contenidos como de las acciones metodológicas, lo que permitiría definir líneas de acción para el modelo que se está proponiendo en este documento.

Por otro lado, resulta importante destacar los cursos electivos que han sido creados para el último semestre (primavera 2013). En primer lugar (cabe destacar que el orden en que se detallan no tiene que ver con grados de importancia) se tiene el curso Taller de enlace para Ingeniería de Procesos I – IQ3401, diseñado principalmente por estudiantes de quinto y sexto año de carrera, enfocado prioritariamente para estudiantes de niveles tempranos. En este curso se espera no solo relacionar los Balances de Masa y Energía, muy propios de la ingeniería de procesos, con aprendizajes adquiridos hasta el momento sino también con aplicaciones de ingeniería y, conectar el nivel temprano de la

carrera con el campo laboral y orientar la vocación fomentando la búsqueda de la misma por parte de los estudiantes, entre otros resultados de aprendizaje. En segundo lugar se encuentra el curso Ingeniería Integral para el Desarrollo Local Sostenible – IQ5502, diseñado principalmente por ingenieros en ejercicio, egresados del DIQBT que identificaron la necesidad de vincular la formación de los estudiantes con la realidad de la sociedad, en que los objetivos apuntan hacia el trabajo directo sobre un proceso o proyecto concreto y con una población objetivo, sobre la cual deben ser capaces de analizar los impactos de sus intervenciones y, en tercer lugar se tiene el curso Ingeniería de procesos químicos y biotecnológicos – IQ5472, en que se espera que el estudiante logre detectar problemas y necesidades industriales y, proponga *estudios que enlacen el problema industrial detectado y cursos de la carrera* integrando sus conocimientos adquiridos. Lo más interesante de este curso, que se diferencia de todos los anteriores, es que son estudiantes que están cerca de finalizar su carrera, que luego de las visitas a empresas, proponen problemas contextualizados para ser aplicados en cursos de niveles más temprano. Es decir, existe una valiosa fuente de problemas con contexto profesional para ser usado en cursos, como por ejemplo, Fenómenos de Transporte, en el cual, existen casos de problemas ya aplicados.

Existe un inconveniente identificado en el desarrollo de este estudio y se refiere a la conexión que es posible observar en el diseño de los cursos. Los equipos docentes de cada uno de los cursos han trabajado por separado en el mejoramiento de las asignaturas que dictan, sin embargo no han sido pensados como un equipo docente general, que pueda coordinar y organizar el aprendizaje de los estudiantes con una mirada curricularmente más amplia, que abarque a todo el plan de formación. Esto provoca que en algunas ocasiones los cursos sean repetitivos, al menos en contenido, para un mismo estudiante. El plan de estudios debería estar diseñado para acompañar el proceso de aprendizaje y no debe ser el estudiante el que se acomoda a un plan de estudios que no es capaz de reconocer la necesidad de articular las etapas de este proceso para ejecutarlo como un conjunto interrelacionado que debe actuar como tal red para conseguir el objetivo final de plasmar en el sus profesionales el perfil de egreso que el departamento declara.

Finalmente, como un aspecto valioso del proceso de aprendizaje de los estudiantes pertenecientes al Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología, se debe destacar un punto que hasta el momento no ha sido tratado. En el DIQBT ocurren actividades

que son propias del departamento, generalmente organizadas por estudiantes, tales como aquellas desarrolladas a través de la Comisión de Docencia, el Bloque Departamental, el Taller de Auxiliares, entre otros, que han ido logrando que estos mismos desarrollen competencias que no son tratadas necesariamente en el currículo que declara el departamento. Sería interesante estudiar la realidad de estas competencias y una forma de establecerlas como parte importante en la formación explícita, de manera que puedan ser aprovechadas en el proceso, además de fortalecer este tipo de actividades. No obstante, como en otros casos, esto no se analiza profundamente en este estudio, se señala para que quien esté interesado pueda prestar atención a este fenómeno.

## **7 Criterios para levantar un modelo que vincule teoría y práctica**

De acuerdo a la información previamente analizada, es posible declarar que un diseño curricular de un programa, en este caso de Vinculación con el Medio, debe considerar como base, al menos, las siguientes declaraciones:

- Misión de la institución (en este caso, la Universidad de Chile),
- Modelo Educativo (Universidad de Chile),
- Renovación de planes de estudio (Comisión de Desarrollo Docente),
- Perfil de Egreso (Ingeniería civil Química - Universidad de Chile).

De igual forma es importante considerar insumos de los mismos actores. Para el caso de este estudio los recogidos en encuestas a estudiantes en práctica.

### **7.1 Criterios propuestos por la Misión de la Universidad de Chile**

Como se ha mencionado en secciones previas, la misión de la institución, ha puesto como objetivos de su quehacer ciertos aspectos que debería ser necesario postular como base al diseñar una propuesta de modelo de vinculación con el medio para una carrera de esta casa de estudios. En este sentido, los componentes de la Misión de la Universidad de Chile que se refieren a la formación de sus profesionales, se han extraído como criterios independientes a continuación:

- La formación de personas se debe asumir con vocación de excelencia.
- La contribución al desarrollo material de la Nación se debe asumir con vocación de excelencia.
- La Universidad debe responder a los requerimientos de la Nación.

- Los profesionales se deben caracterizar por una conciencia social, crítica y éticamente responsable.
- La Universidad debe atender los problemas y necesidades del país.
- La Universidad debe conocer la realidad nacional de la manera más completa.

## **7.2 Criterios propuestos por el Modelo Educativo de la Universidad de Chile**

En el Modelo Educativo de la Universidad de Chile, se posiciona como los aspectos más destacados, los siguientes:

- La formación debe orientar su pedagogía centrada en el estudiante,
- El plan de estudios debe valorar el tiempo del estudiante Valorar el tiempo del estudiante y adoptar el sistema de créditos transferibles (SCT-Chile),
- Se debe privilegiar métodos activo-participativos,
- La formación se debe adoptar orientada por competencias como elemento conductor del currículo,
- La formación debe desarrollar las competencias genéricas sello,
- Se debe promover estrategias metodológicas y dispositivos evaluativos adecuados para las competencias a desarrollar,
- Toda la formación debe estar orientada por el Perfil de Egreso como referente.

## **7.3 Criterios propuestos por la Comisión de Desarrollo Docente**

Como se ha mencionado anteriormente, la Comisión de Desarrollo Docente planteó como criterios orientadores de la reforma de planes de estudio de la Facultad, aquellos que se encuentran detallados a continuación:

- El proceso debe estar centrado en el estudiante y en su aprendizaje, en que el estudiante se transforma en un protagonista activo y el profesor crea las condiciones para que el alumno aprenda,
- El plan de formación debe estar basado en competencias,
- La universidad debe exponer al estudiante al contacto temprano con el diseño en ingeniería,
- El plan de formación debe desarrollar habilidades interpersonales.

#### **7.4 Criterios propuestos por el Perfil de Egreso**

En lo que refiere al Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología, se tiene los criterios específicos para la profesión, que se encuentran detallados en el Perfil de Egreso. Estos criterios se encuentran expuestos a continuación:

- El profesional debe comprender su rol en la sociedad,
- El profesional debe reconocer la importancia de un comportamiento ético en el ejercicio de su profesión,
- La formación se enfoca en la identificación y solución de problemas complejos de transformación sustentable de materia y energía para el beneficio de la sociedad,
- El profesional puede integrar o liderar equipos de multidisciplinarios en Ingeniería de Procesos,
- El profesional se puede desempeñar en la evaluación y gestión de proyectos, en la investigación y desarrollo en ingeniería, y en el diseño y gestión de la operación de procesos industriales.

#### **7.5 Criterios a partir del análisis de la encuesta a estudiantes**

Finalmente, en un gran nivel de importancia, se ha de considerar los criterios que es posible extraer a partir del análisis de la encuesta que recoge la vivencia de los estudiantes acerca del proceso de Prácticas Profesionales. Estos criterios se encuentran detallados a continuación:

- El Modelo debe ser coherente con los criterios planteados,
- La Universidad debe mantener a los estudiantes informados acerca de todo el proceso,
- El Modelo debe permitir la interacción profesional,
- La Universidad debe ser la entidad que gestiona las Prácticas Profesionales.

#### **7.6 Definición de criterios para el modelo**

Al hacer un cruce de los criterios que se presentaron, se ha notado que muchos de ellos apuntan en la misma dirección, es por esto que se han reducido a los que se declaran en este punto. Así, los criterios sobre los que se posiciona esta propuesta, se detallan separados según quién debe cumplir con ellos.

La universidad debe:

- Asumir con vocación de excelencia la formación de personas,
- Atender los problemas y necesidades del país,

- Adoptar la formación orientada por competencias,
- Promover la enseñanza centrada en el estudiante y en su aprendizaje, en que el alumno se transforma en protagonista activo y el profesor crea las condiciones para que el alumno aprenda.

El profesional debe:

- Comprender su rol en la sociedad,
- Reconocer la importancia de un comportamiento ético en el ejercicio de su profesión.

## 8 Propuesta

En esta sección, como el título lo indica, se encuentra la propuesta del modelo de vinculación con el medio para la carrera de Ingeniería Química. Cabe destacar, que esta propuesta ha sido concebida para un plan de formación de Ingeniería y no estrictamente para Ingeniería Química, es por esto que el lector no encontrará alusiones específicas a la carrera en cuestión, sino generalizaciones a la disciplina de ingeniería. Otro aspecto a tomar en cuenta es que el modelo incluye solo aspectos de vinculación con el medio y momentos de evaluación de competencias, sin embargo, no se incluye metodologías de enseñanza de competencias ni formatos específicos de evaluación de las mismas pues escapa de los límites del trabajo. Para esto se supone la existencia de un equipo docente encargado de mirar el plan de estudios en su plenitud, pensando en el progreso de los estudiantes que cursan el mismo, de manera que las etapas de formación tengan coherencia unas con otras y mantengan efectivamente un fin común orientado hacia el perfil de egreso. Desafortunadamente esta última declaración es solo un supuesto para el diseño, ya que en la realidad no ocurre.

Al cruzar las declaraciones antes señaladas, es posible identificar ciertos criterios como el contacto temprano con la realidad profesional, la aplicación de herramientas teóricas, el desarrollo de habilidades blandas, el vínculo con la realidad nacional, entre otros. Esto, contrastado con la estructura actual del plan de formación, analizada previamente, permite proponer una nueva estructura que se articule con el plan existente a fin de procurar una conceptualización que no sea disruptiva y que permita que los docentes puedan apropiarse de ella.

## **8.1 Estructura del Modelo de Vinculación con el Medio**

En primer lugar, se propone la existencia de una línea base de cursos en el plan de estudios que sirva de plataforma para el modelo y que permita darle continuidad a la vinculación entre teoría y práctica a lo largo de todo el proceso de formación. Esta línea base, debe estar compuesta por, al menos, un curso en cada uno de los semestres que explicita algún contenido o aprendizaje vinculado con el medio. Estos cursos se asocian a las Prácticas Profesionales, que se encuentran al final de cada año, permitiendo efectivamente otorgar continuidad a la conexión con el medio.

## **8.2 Cursos que se vinculan con el medio**

Los cursos que se vinculan con el medio, como se señaló en el punto anterior, deben estar ubicados en todos los semestres, al menos uno por cada semestre. Estos cursos deben tener actividades de conexión explícita con el medio. Un ejemplo de ello para el DIQBT, es el caso, ya mencionado en secciones anteriores, de Reactores II, que cuenta con un proyecto asociado a una empresa real.

Resulta sensato poseer estos cursos en el plan de estudios de manera de mantener al estudiante de manera continua conectado con el contexto laboral en el que corresponderá trabajar en el futuro. Adicionalmente, las actividades de conexión con el medio, asociadas a los cursos, permiten valorar el tiempo del estudiante, otorgando Unidades Docentes (créditos) a su trabajo.

## **8.3 Prácticas Profesionales y Perfiles Parciales**

Las Prácticas Profesionales se encuentran situadas en momentos que resultan claves para el diseño del plan de formación, pues se ubican al final de cada año de estudio. Entonces, se propone que en este punto se diseñe un *Perfil Parcial* anual que detalle los niveles de logro de aprendizaje de las competencias declaradas en el Perfil de Egreso. Así, tanto el estudiante como el departamento disponen de un marco de referencia sobre el cual basarse al momento de evaluar y que permite orientar la vinculación con el medio año a año. En otras palabras, esto también permitirá, en términos concretos, que el estudiante pueda saber qué es capaz de hacer al finalizar cada año, lo que, por ejemplo, le entrega los insumos necesarios para orientar de mejor manera la búsqueda de su práctica.

#### **8.4 Evaluación progresiva de las competencias**

A partir de las competencias declaradas en el Perfil de Egreso, se propone la existencia de una metodología de evaluación del avance del estudiante en el desarrollo de estas competencias. Esta evaluación que se propone es paralela al desarrollo de los cursos de cada semestre. La evaluación de la que se habla en este punto, se refiere a una evaluación integrada, en el ejercicio de la profesión, que incluya todas las competencias que han sido parte de la formación hasta el momento de su aplicación, es decir, que sea transversal a todos los cursos. En este último sentido, y en el de aplicación profesional, se destaca la existencia de las Prácticas Profesionales al final de cada año de estudio.

Entonces, se propone la existencia de una metodología de evaluación del nivel de progreso de las competencias del plan de formación, implementada en el contexto profesional. Este contexto habla precisamente acerca de las prácticas profesionales, se propone que el estudiante sea evaluado en el ejercicio, durante el desarrollo de su práctica. En esta metodología de evaluación entonces se exige la presencia de la Universidad dentro del contexto de la práctica, tal como ocurre en los planes de formación de otros profesionales, como el caso de los médicos, que son evaluados durante el ejercicio de su profesión mientras aún son estudiantes.

#### **8.5 Gestión del nexo Universidad - Campo laboral**

Se propone la gestión continua del Nexo Universidad – Campo laboral, denominado en algunas publicaciones como Nexo *Universidad – Empresa*. En este caso, no se habla de *Empresa* debido a que los egresados de ingeniería están capacitados para llevar a cabo el ejercicio de su profesión en actividades que no están ligadas necesariamente a una empresa privada, que es el tipo de empresa al que se hace alusión generalmente al hablar de *empresa*. Esta gestión, materializada en lo que se declara en el punto siguiente, tiene por objetivo mantener actualizada a la universidad respecto de la realidad del campo laboral, de modo de ajustar la formación de sus estudiantes de manera efectiva hacia la habilitación profesional.

En este sentido, la gestión se efectuará en dos dimensiones: una, la actualización del contexto laboral que permita diseñar las actividades de los cursos de acuerdo a una realidad cambiante en el tiempo. Esta labor debería llevarse a cabo de manera periódica, al menos una vez al año, de modo de proveer de insumos a los cursos, para actualizar estos mismos en cada generación; y la otra, la negociación de las PP, a fin de asegurar



que los estudiantes realizan el trabajo correspondiente a su nivel de formación y el cumplimiento de los objetivos declarados por la universidad y, adicionalmente, coordinar de manera efectiva la puesta en marcha de las evaluaciones *in situ*.

## **8.6 Creación de una Unidad de Vinculación con el Medio (UVM)**

Previamente se ha mencionado nuevas tareas que se deberían encontrar a cargo del departamento de la ingeniería correspondiente, sin embargo, no se ha declarado específicamente quién debe tomar la responsabilidad de estas. En tanto, adicionalmente, en los inicios de este texto se ha hecho hincapié en que la disponibilidad de tiempo de los académicos es escasa para las labores que escapan de sus principales responsabilidades.

Dado lo anterior, se hace necesaria la creación de una nueva unidad al interior del departamento, la Unidad de Vinculación con el Medio, que deberá cumplir las siguientes funciones:

- **Diseño y aplicación de instrumentos de evaluación de progreso de las competencias:** El diseño de estos instrumentos no debe estar alejado de la realidad operativa en que las Prácticas Profesionales son llevadas a cabo, es necesario que estén concebidas en un contexto realista. Es por esta razón, que el diseño de estas nuevas mediciones y la gestión de las Prácticas Profesionales, debe estar dentro de la misma unidad.
- **Caracterización permanente del Campo Laboral:** Identificación constante de las necesidades que plantea este campo laboral respecto de las competencias presentes en los profesionales del área, sumado a una caracterización de los puestos de trabajo ocupados por los profesionales en ejercicio, de manera de disponer de un sustento permanente para el perfil de egreso.
- **Apoyo al diseño de metodologías de conexión con el medio laboral:** La UVM deberá asesorar a los equipos docentes de los cursos que incluyan la conexión con el medio como parte del currículo. Esta asesoría deberá estar orientada a la entrega del contexto laboral realista a las actividades diseñadas para el ramo. Como se explicó previamente, el modelo de vinculación con el medio propuesto, consta de cursos obligatorios que suponen la existencia explícita de contextualización respecto del medio profesional. Análogo al caso del diseño de

metodologías de evaluación gradual de competencias, al tratarse de actividades de vinculación con el medio, estas deben ser diseñadas con el apoyo de la unidad a cargo de este nexo, ya que en una sociedad de cambios, al menos, económicos y tecnológicos muy acelerados, resulta necesaria la actualización constante de las metodologías utilizadas. En este sentido, la asesoría de la Unidad a los equipos docentes sería clave, pues su trabajo es precisamente la vinculación con el medio. Adicionalmente, debe ser la Unidad la encargada de la coherencia que debe existir entre los cursos que componen la línea base del modelo.

- **Gestión de las Prácticas Profesionales:** La UVM deberá gestionar la realización de las PP. En este sentido, lo más importante es la negociación, la que debe ser efectuada entre la Unidad y el empleador de PP independientemente del origen del empleador. De esta manera, se podrá asegurar que la PP es coherente con los requerimientos de la universidad. Finalmente, es necesario que además, se realice un seguimiento del trabajo en la medida en que este está siendo efectuado, de manera de apoyar durante el proceso al profesional en formación.

## **9 Recomendaciones**

### **9.1 Cursos que articulan el plan de vinculación con el medio**

Como se explicó en la sección anterior, el modelo contempla la existencia de al menos un curso que contenga conexión con el medio de manera explícita. Así entonces, es necesario definir estos cursos como primera etapa de la implementación del modelo.

En el caso del DIQBT, existe una ventaja respecto de este punto, ya que los equipos docentes de ciertos cursos del plan han dedicado grandes esfuerzos en la contextualización de estos. En este sentido, lo más favorable sería considerar esos cursos como los componentes de la línea base de la vinculación con el medio. De esta forma, se tiene los cursos que han sido analizados previamente, en que se ha destacado en detalle las actividades de vinculación que presentan, sin embargo, existen dos semestres en que los currículos de los cursos no presentan conexión con el medio, que corresponden a los semestres séptimo y octavo.

En el caso del séptimo semestre, debido al currículo de los cursos que se encuentran en esa etapa, el curso en que debería resultar más evidente la vinculación con

el medio, es en Operaciones Sólido Fluido, sin embargo, la realidad del DIQBT, sugiere que el curso que debiera ser utilizado en este caso como base, es Métodos Matemáticos para Ingeniería de Procesos. Este curso presenta ciertas ventajas que permiten su selección, el programa da cuenta de objetivos que permiten orientar los estudios que involucra, en conexión con el ejercicio profesional, en tanto, la ventaja más importante es el equipo docente, que, liderado por el profesor, dedica considerables esfuerzos en la renovación de las metodologías tanto de enseñanza como de evaluación.

En el caso del octavo semestre, los tres cursos obligatorios, Operaciones Unitarias y Procesos de Separación, Laboratorio de la Ingeniería Química y, Reactores Químicos y Bioquímicos, califican de la misma manera como candidatos para cursos en que se implemente la vinculación con el medio. En este caso, cabe recordar lo que puede parecer una sutileza: se ha propuesto para la línea del modelo de vinculación con el medio que debe existir al menos un curso, lo que no quiere decir que deba ser como máximo uno, puede ser más de uno. Entonces, se puede seleccionar los tres cursos del semestre y, cabe destacar las características más favorables de cada uno de ellos, en el caso del curso de Operaciones Unitarias y Procesos de Separación, el equipo docente, en el último tiempo, ha realizado destacables innovaciones en sus metodologías de enseñanza. El caso de Laboratorio de la Ingeniería Química, el profesor a cargo trabajó parte de su carrera en el campo laboral de ingeniería química, donde conoció el contexto desde cerca. Finalmente, en Reactores Químicos y Bioquímicos, el profesor a cargo es un ingeniero en ejercicio en el campo laboral, a cargo de una empresa. En estos casos, es necesario que los equipos docentes comprendan y adopten el modelo que se propone, aprovechando las potencialidades, en términos de vinculación con el medio, que poseen los miembros de los respectivos cuerpos docentes.

Sumado a lo anterior, es recomendable que los cursos que se integren a la línea base del modelo, utilicen como referencia los cursos que ya han implementado la conexión con el medio.

## **9.2 Prácticas Profesionales y Perfiles Parciales**

Una vez que el Perfil de Egreso de Ingeniería Química sea oficializado, las competencias que este declara serán también oficiales y se podrá definir posteriormente las metodologías de enseñanza. Del mismo modo, la evolución que estas tendrán en el curso de la formación podrá ser expuesta y evaluada.

Luego de definir esta evolución, se podrá definir, para los periodos de prácticas profesionales, hitos parciales de evaluación de competencias. Se recomienda plantear de manera clara los objetivos de aprendizaje que deben estar cumplidos en los semestres previos a la PP, de manera de permitir la declaración de un perfil parcial que facilite el diseño de las metodologías de evaluación en estos hitos.

### **9.3 Evaluación progresiva de las competencias**

Una vez definidos los perfiles parciales, se debe proceder al diseño de las metodologías de evaluación, este trabajo se visualiza como uno de los ámbitos de competencia del equipo de la Unidad de Vinculación con el Medio, para lo cual, esta debe contar con profesionales capaces de diseñar estas metodologías. No se debe olvidar que esta evaluación debe ser en contexto

### **9.4 Gestión del nexo Universidad - Campo laboral**

Como se mencionó previamente, esta gestión se lleva a cabo en dos líneas, por lo cual, las recomendaciones se harán también respecto de estas:

- Actualización del contexto laboral: En este sentido, se puede comenzar con entrevistas periódicas a ingenieros que se encuentran en el ejercicio de la profesión. Posteriormente, una vez que el modelo se encuentre operando de manera estable, debería ser suficiente la información que se adquiere en la gestión y evaluación de las prácticas profesionales. Este continuo contacto de la universidad con el campo laboral permitirá que el departamento esté siempre nutrido de conocimiento del contexto.
- Negociación de las prácticas profesionales: Debido al conocimiento personal de la dificultad de establecer contacto entre la universidad y los profesionales en ejercicio, se propone comenzar con una metodología de negociación que involucre a los exalumnos del departamento, pues ellos deberían ser quienes más comprometidos se encuentren con la labor de la universidad. Se recomienda implementar un plan piloto, que no involucre a todos los estudiantes de todas las prácticas, definir en conjunto con los empleadores de PP las características que tendrá el trabajo y la metodología de implementación de las evaluaciones a las que se someterá el estudiante.

## **9.5 Creación de una nueva Unidad de Vinculación con el Medio**

Esta UVM debe ser exclusiva para el departamento, debe ser una unidad dentro del departamento, ya que su labor es muy específica respecto de la carrera en cuestión. Asimismo, debe estar liderada por un ingeniero del área correspondiente, con dedicación exclusiva a la unidad, integrada por profesionales capacitados en diseño de planes y metodologías de enseñanza y evaluación y, mantener continua y fluida comunicación con los equipos docentes de los cursos que componen la línea base del modelo.

En tanto, en un comienzo, reconociendo las limitaciones del DIQBT, se propone la implementación gradual, que considera una escala piloto, que permita adecuar el modelo según la realidad. En este sentido, será posible un comienzo en que se involucre a los equipos docentes que hoy están a cargo de las PP, pues son hasta ahora los únicos que podrían hacerse cargo de dicha labor. Se puede considerar el apoyo de un número mayor de estudiantes en la implementación y operación del modelo, en que su tiempo sea valorado con Unidades Docentes.

## **9.6 Formato de las Prácticas Profesionales**

Como se destacó en el análisis sobre las prácticas profesionales a partir de la vivencia de los estudiantes, las prácticas I y II, se encuentran con un vacío no solo en términos del cumplimiento de objetivos, sino también en operatividad. Tal parece que el modelo de prácticas no se ha logrado diseñar de forma óptima. En este sentido, se propone una evaluación de este formato en conjunto con profesionales del área en ejercicio, al menos para estas dos prácticas, que permita un formato de prácticas coherente tanto con el modelo de vinculación con el medio, como de inserción operativa en el contexto laboral.

## **9.7 Evaluación del Modelo**

La propuesta que se plantea en este documento, no ha sido evaluada. Es por esto que se recomienda realizar una evaluación que contemple, al menos, los aspectos técnicos, económicos, éticos y sociales, previo a su implementación. Así, en alguno de los aspectos, el modelo podrá ajustarse a los requerimientos del departamento y, en otros, se podrá cuantificar los recursos de los que se deberá disponer para su implementación.

Adicionalmente, es necesario avanzar más profundamente en las etapas de diseño de este modelo, de modo de facilitar su implementación, lo que en primera instancia

significa la previa aprobación del departamento de ingeniería en cuestión, que permita otorgar recursos, al menos, humanos para la siguiente etapa.

Finalmente, es necesario que se efectúe una evaluación periódica del plan de vinculación, con el objetivo de ajustar de manera continuada el modelo de acuerdo a las necesidades de, al menos, el campo laboral. De esta manera, se propone seguir la ruta de evaluación y rediseño continua, ya que así, se podrá obtener un modelo siempre adaptado a la realidad laboral.

## **10 Conclusión**

En Ingeniería civil Química, el plan de estudios hasta ahora no da cuenta de la formación de sus estudiantes en función de su Perfil de Egreso y de la habilitación profesional. Hasta hoy, las Prácticas Profesionales son las actividades casi exclusivas en que se lleva a cabo principalmente la conexión con el medio en el plan de estudios.

A partir de una encuesta que revela la vivencia de los estudiantes respecto de las Prácticas profesionales, se ha determinado que no se encuentran diseñadas de manera coherente con el plan de formación y con el Perfil de Egreso. Adicionalmente, se ha identificado, gracias a un diagnóstico del plan de estudios, la existencia de cursos que incluyen dentro de su currículo, actividades articuladas con el contexto profesional.

Con esta información, adicionada a los lineamientos propuestos tanto por la Misión de la Universidad de Chile, el Modelo Educativo de la Institución, la propuesta de renovación de planes de estudio de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y el Perfil de Egreso de Ingeniería Química, se ha determinado que el modelo de vinculación con el medio profesional que la carrera ha de implementar, debería cumplir con los siguientes estándares mínimos:

La universidad debe:

- Asumir con vocación de excelencia la formación de personas,
- Atender los problemas y necesidades del país,
- Adoptar la formación orientada por competencias,
- Promover la enseñanza centrada en el estudiante y en su aprendizaje, en que el alumno se transforma en protagonista activo y el profesor crea las condiciones para que el alumno aprenda.

El profesional debe:

- Comprender su rol en la sociedad,
- Reconocer la importancia de un comportamiento ético en el ejercicio de su profesión.

Así, se logra proponer un modelo que considere actividades de articulación en cada uno de los semestres, que presente coherencia entre el curso y el plan de formación en general tanto en el semestre correspondiente como con los otros semestres y con el medio laboral. Asimismo, se propone la implementación de evaluaciones *in situ* durante el desarrollo de las Prácticas Profesionales. De manera de poseer parámetros de evaluación de avance de las competencias, se propone la creación de perfiles parciales que detallen el nivel de desarrollo de las competencias que se debería alcanzar luego de, al menos, cada año. Adicionalmente, el departamento debe redefinir los objetivos de sus Prácticas Profesionales de acuerdo a lo que se ha planteado. Finalmente, para cumplir con todo lo anterior, es necesaria la implementación de una Unidad de Vinculación con el Medio que permita cumplir con todos los objetivos que se han planteado al modelo.

La tarea que hoy se deja en manos del Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología es ardua. Sin embargo, cabe notar que, al avanzar gradualmente hacia la implementación del modelo, no debería resultar imposible la ejecución de este, sobretodo, si esta labor se asume utilizando planes piloto de implementación.

Finalmente, es necesario prestar atención a la seriedad con que la institución ha asumido la formación de sus profesionales y, en este sentido, resulta urgente que la Universidad comience a tomar medidas para reenfocar la enseñanza en el sentido que su misión exige, para así poder asegurar y ser responsable de que la formación profesional que imparte no solo es de excelencia, sino que además le permite entregar al país, personas capaces de enfrentar los desafíos que tanto la realidad nacional como internacional imponen y, en este contexto, sus profesionales ejercerán su labor en pro de una sociedad mejor.

## 11 Bibliografía

- [1] U. de Chile, “Misión y Visión de la Universidad de Chile.” pp. 2–4.
- [2] E. Crawley, J. Malmqvist, S. Ostlund, and D. Brodeur, *Rethinking Engineering Education, The CDIO Approach*. 2007, p. 302.
- [3] V. de A. Académicos, “Modelo Educativo Universidad de Chile.” Santiago de Chile, p. 29, 2010.
- [4] J. Dulhoste, *Teoría de control*. Mérida, Venezuela.
- [5] U. de Chile, “Reglamento general de los estudios universitarios de pregrado.” Santiago de Chile, 2008.
- [6] C. D. D. Docente, *Proposición de Nuevos Planes de Estudios*. Santiago de Chile, 2006.
- [7] Comisión Nacional de Acreditación, “ACUERDO DE ACREDITACIÓN N° 448 - Carrera de Ingeniería Civil Química Universidad de Chile.” Santiago de Chile, 2007.
- [8] C. de A. DIQBT, “Perfil de egreso del Ingeniero Civil Químico del Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología de la Universidad de Chile.” Santiago de Chile, pp. 4–6, 2012.
- [9] P. Poblete, “Presentación de iniciativa CDIO en la FCFM,” 2012. [Online]. Available: <http://www.uchile.cl/multimedia/79438/presentacion-de-iniciativa-cdio-en-la-fcfm>.
- [10] Red para la Excelencia Docente, “FCFM liderará el Centro Regional CDIO para América Latina,” 2011. [Online]. Available: <http://www.red.uchile.cl/?p=1288>.
- [11] “Prácticas Profesionales Ingeniería Civil Química e Ingeniería Civil en Biotecnología - Guía de Práctica.” Santiago de Chile, 2012.
- [12] O. Jerez, “Las Prácticas en la Educación Superior: Sentido y Modelos.” Centro de Enseñanza y Aprendizaje. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- [13] Dirección de Pregrado, “Guía de orientaciones para el proceso de innovación curricular.” Red para la Excelencia Docente. Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2012.
- [14] Z. Gerdtzen, “Programa de curso: Análisis de Procesos.” Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología. Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2009.



- [15] Z. Gerdtzen and M. Colet, “Visita Industrial IQ3301- Análisis de Procesos - Preguntas Visita Watt ’ s.” Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología. Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2013.
- [16] F. Díaz and D. Adán, “Programa de curso: Fenómenos de Transporte.” Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología. Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2014.

## 12 Anexos

### 12.1 Anexo A

#### Perfil de Egreso FCFM

El objetivo del nuevo Plan de Estudios -que comenzó a regir desde el 2007- es preservar y robustecer los aspectos positivos que han caracterizado y destacado tradicionalmente a los profesionales de la Facultad (rigurosidad, amplio conocimiento teórico y práctico, pensamiento crítico, capacidad de resolver problemas, entre otros) y además desarrollar habilidades adicionales que fortalezcan su condición de profesional global, innovador y de excelencia.

La labor formativa que se realiza en la Facultad se concentra mayoritariamente en carreras profesionales que incluyen geología y 9 especialidades de ingeniería civil y un número no menor de estudiantes que elige otras opciones de formación a nivel de licenciatura, incluyendo Física, Geofísica y Astronomía. Estas dos orientaciones, una enfocada hacia el ámbito profesional y la otra hacia el ámbito científico/académico tienen una base de formación compartida en Plan Común.

En relación a la formación de sus ingenieros, la Facultad busca asegurar los siguientes logros:

- 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 se requieran.
- Adquirir una fuerte formación en ciencias de la ingeniería y tener dominio de la tecnología actual y adaptarse a los cambios que ella experimente.
- 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.

De la misma forma todos los profesionales que egresan de la Facultad deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Desarrollar tanto la capacidad de invención, innovación y emprendimiento, así como el pensamiento crítico.
- 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.

- Comunicarse efectivamente en forma oral, escrita y gráfica, tanto en español como en inglés. Esta capacidad debe ejercitarse a lo largo de todo el plan de estudios.
- Adquirir competencia en análisis económico y administración, independientemente de la especialidad que sigan.
- 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.

## 12.2 Anexo B

### Malla Curricular de Ingeniería Civil Química

<b>SEMESTRE 1</b>	<b>UD</b>	<b>SEMESTRE 2</b>	<b>UD</b>
CC1001 Computación I	10	FI1002 Sistemas Newtonianos	10
FI1001 Introducción a la Física Newtoniana	10	MA1102 Álgebra Lineal	10
MA1101 Introducción al Álgebra	10	MA1002 Cálculo Diferencial e Integral	10
MA1001 Introducción al Cálculo	10	CM1001 Química	10
EI1101 Introducción a la Ingeniería I	5	EI1102 Introducción a la Ingeniería II	5
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>Formación Integral</b>	<b>5</b>
<b>SEMESTRE 3</b>	<b>UD</b>	<b>TOTAL</b>	<b>50</b>
IN2201 Economía	10	<b>SEMESTRE 4</b>	<b>UD</b>
FI2001 Mecánica	10	FI2002 Electromagnetismo	10
MA2001 Cálculo en Varias Variables	10	FI2003 Métodos Experimentales	10
MA2601 Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	10	CM2004 Físicoquímica	10
EI2001 Taller de Proyecto	5	MA2002 Cálculo Avanzado y Aplicaciones	10
Formación Integral	5	Formación Integral	10
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>TOTAL</b>	<b>50</b>
<b>SEMESTRE 5</b>	<b>UD</b>	<b>SEMESTRE 6</b>	<b>UD</b>
MA3403 Probabilidades y Estadística	10	MA3701 Optimización	10
IQ3201 Termodinámica Aplicada	10	IQ3202 Fenómenos de Transporte	10
IQ3301 Análisis de Procesos	10	IQ3203 Físicoquímica Aplicada	10
IQ3204 Química Orgánica	10	IQ3205 Química Inorgánica	10
Formación Integral	10	Electivo Licenciatura	10
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>TOTAL</b>	<b>50</b>
<b>SEMESTRE 7</b>	<b>UD</b>	<b>SEMESTRE 8</b>	<b>UD</b>
IQ4101 Métodos Matemáticos para Ingeniería de Procesos	10	IQ4303 Operaciones Unitarias y Procesos de separación	10
IQ4302 Operaciones de Transferencia I	10	IQ4801 Laboratorio de Ingeniería Química I	10
IQ4304 Operaciones Sólido/Fluido	10	IQ4305 Reactores Químicos y Bioquímicos	10
IQ4901 Práctica Profesional I	0	Electivos Licenciatura	20
Electivos Licenciatura	20	<b>TOTAL</b>	<b>50</b>
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>SEMESTRE 10</b>	<b>UD</b>
<b>SEMESTRE 9</b>	<b>UD</b>	IN4703 Gestión de Operaciones	10
IN3301 Evaluación de Proyectos	10	IQ5307 Dinámica y Control de Procesos	10
IQ5802 Laboratorio de Ingeniería Química II	10	IQ5701 Taller de Diseño de Procesos	10
IQ5306 Reactores II	10	Electivos Especialidad	20
IQ5901 Práctica Profesional II	0	<b>TOTAL</b>	<b>50</b>
Electivos Especialidad	20	<b>SEMESTRE 12</b>	<b>UD</b>
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	IQ6909 Trabajo de Título	35
<b>SEMESTRE 11</b>	<b>UD</b>	IQ6910 Trabajo de Memoria de Título	5
IQ6702 Taller de Proyectos	10	Formación Integral Especialidad	5
IQ6908 Introducción al Trabajo de Título	5	Electivos Especialidad	5
IQ6901 Práctica Profesional III	0	<b>TOTAL</b>	<b>45</b>
Formación Integral Especialidad	5	<b>TOTAL CARRERA</b>	<b>580</b>
Electivos Especialidad	20		
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>		

## LISTADO DE PREREQUISITOS

FI1002 Sistemas Newtonianos	CC1001, FI1001, MA1001
MA1102 Álgebra Lineal	MA1001(S), MA1101
MA1002 Cálculo Diferencial e Integral	MA1001, MA1101(S)
CM1001 Química	-
EI1102 Introducción a la Ingeniería II	EI1101
IN2201 Economía	-
FI2001 Mecánica	FI1002, MA1002, MA1102
MA2001 Cálculo en Varias Variables	MA1002, MA1102
MA2601 Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	MA1002, MA1102
EI2001 Taller de Proyecto	EI1102
FI2002 Electromagnetismo	FI2001, MA2001, MA2601
FI2003 Métodos Experimentales	FI2001, MA2601, CM1001, EI1102
CM2004 Físicoquímica	CM1001, MA2001, FI2001
MA2002 Cálculo Avanzado y Aplicaciones	MA2001, MA2601
MA3403 Probabilidades y Estadística	MA2001
IQ3201 Termodinámica Aplicada	CM2004, EI2001
IQ3301 Análisis de Procesos	CM2004, EI2001
IQ3204 Química Orgánica	CM1001
MA3701 Optimización	MA2002, EI2001(S)
IQ3202 Fenómenos de Transporte	CM2004/FI2004, MA2601
IQ3203 Físicoquímica Aplicada	CM2004/FI2004, IQ3204(S)
IQ3205 Química Inorgánica	CM2004/FI2004, FI2003
IQ4101 Métodos Matemáticos para Ing. de Procesos	IQ3301, MA3701
IQ4302 Operaciones de Transferencia	IQ3301
IQ4304 Operaciones Sólido/Fluido	IQ3201, IQ3301
IQ4901 Práctica I	IQ3202, IQ3203
IQ4303 Operaciones Unitarias y Procesos de Separación	IQ3201, IQ3301
IQ4801 Laboratorio de Ingeniería Química I	IQ3202, IQ3301
IQ4305 Reactores Químicos y Bioquímicos	IQ3201, IQ3301, IQ3202
IQ5802 Laboratorio de Ingeniería Química II	IQ4302, IQ4304, IQ4801
IQ5306 Reactores II	IQ3203, IQ4305
IQ5901 Práctica Profesional II	IQ4901, IQ4305, IQ4801
IN3301 Evaluación de Proyectos	-
IQ5307 Dinámica y Control de Procesos	IQ4101, IQ4305, IQ4801
IQ5701 Taller de Diseño de Procesos	IQ4305, IQ4303, IQ4801
IN4703 Gestión de Operaciones	(IN3701/MA3701/ME5300),(MA3403/(MA3401,MA3402))
IQ6702 Taller de Proyectos	IQ5306, IQ5701, IQ5307
IQ6908 Introducción al Trabajo de Título	UD480, Inglés, Autor
IQ6901 Práctica Profesional III	IQ5901, IQ5701, IQ5307
IQ6909 Trabajo de Título	IQ6908, Inglés, Autor
IQ6910 Trabajo de Memoria de Título	

VIGENCIA: 2013.

### 12.3 Anexo C

#### Encuesta a estudiantes. Diagnóstico de las Prácticas Profesionales en el DIQBT

##### Objetivo general:

Investigar y examinar la realidad de las prácticas profesionales del DIQBT desde el punto de vista de los estudiantes.

##### Cuestionario Estudiantes

1. Edad
2. Género
3. Año efectivo de estudio (explicación de qué significa el año efectivo: El que corresponde al año de los cursos que tiene inscritos)
4. ¿Ha realizado alguna práctica profesional?
  - a) Sí.
  - b) No.

##### **Nivel de Conocimiento de las PP**

5. ¿Cuál es el objetivo de realizar prácticas Profesionales durante la carrera?  
*Objetivo: identificar si los estudiantes conocen por qué se realizan prácticas profesionales durante la carrera.*
6. De los siguientes pasos que debe seguir en el proceso de la práctica profesional, marque aquellos que usted conoce.  
*Objetivo: identificar el conocimiento de los estudiantes el proceso que involucra la realización de una práctica profesional.*
  - a) Realizar primer contacto con la empresa.
  - b) Validar práctica con el profesor de práctica del departamento.
  - c) Elaborar currículum.
  - d) Solicitar carta de presentación en secretaría de estudios.
  - e) Solicitar documento de seguro estudiantil
  - f) Formalizar práctica con empresa.
  - g) Realizar la práctica durante el tiempo estipulado por el departamento.

- h) Pedir a la empresa que complete el formulario de evaluación y emita un certificado de realización de la práctica.
  - i) Elaborar informe.
  - j) Realizar presentación oral (sólo prácticas II y III)
7. Suponga que al momento de la negociación para su Práctica Profesional le preguntan sobre las características que debería tener esta, ¿Es capaz de informarle al empleador el trabajo que se requiere que realice?
- Objetivo: conocer si lo estudiantes son capaces de describir el trabajo que deben/pueden realizar.*

### **Dificultades del contacto previo**

Preguntas diferenciadas para alumnos de tercer año

8. En este momento, ¿Se encuentra buscando su Práctica Profesional?
- Objetivo: Identificar la situación personal desde la que responde.*
- a) Sí
  - b) No
9. Si la respuesta es no, ¿por qué?
- a) No cumpliré los requisitos de cursos aprobados.
  - b) Decidí realizar otras actividades durante el verano.
  - c) No sé cómo hacerlo.
  - d) No conozco los periodos y/o procesos de postulación a las Prácticas Profesionales de las empresas.
  - e) Otro \_\_\_\_\_
10. Si la respuesta es sí, ¿Cuál es el mayor problema que ha debido enfrentar?

Preguntas diferenciadas para alumnos de cuarto año o más que no han realizado una práctica profesional

11. ¿Por qué no ha realizado su práctica profesional? (Puede marcar más de una)
- Objetivo: conocer las dificultades que puedan haber tenido los estudiantes, y una posible opinión crítica del proceso.*
- a) No cumplo los requisitos de cursos aprobados.
  - b) Decidí realizar otras actividades durante el verano.

- c) No sé cómo hacerlo.
- d) Otro\_\_\_\_\_

Preguntas diferenciadas para alumnos que han realizado al menos una práctica profesional

12. ¿Qué práctica(s) profesional(es) ha realizado?

- a) Práctica I.
- b) Práctica II.
- c) Práctica III.

13. ¿Fue recomendado por otra persona en la empresa donde realizó su última práctica profesional?

*Objetivos: conocer si los estudiantes siguen procedimientos regulares de postulación a empresas o son recomendados y aceptados rápidamente.*

- a) Sí
- b) No

14. Si su respuesta anterior fue No, ¿Cuánto tiempo tardó en conseguir su última práctica profesional? Considere el tiempo desde que realizó el primer contacto con la empresa hasta que concretó el acuerdo.

- a) Menos de 1 mes.
- b) Entre 1 y 2 meses.
- c) Entre 2 y 3 meses.
- d) Más de 3 meses.

### **Características del ejercicio laboral**

Para las siguientes preguntas, agradeceríamos que conteste en relación a su última Práctica Profesional realizada.

15. ¿Cuál (es) de las siguientes opciones corresponde (n) al trabajo que realizó? Puede marcar más de una.

*Objetivo: Identificar el tipo de trabajo realizado para poder contrastar con los requerimientos del DIQBT.*

- a) Operador de planta.
- b) Asistente en laboratorio de investigación.



- c) Estudios e investigación.
  - d) Balances térmicos y de materia.
  - e) Organizar inventarios de materias primas, productos terminados e insumos intermedios
  - f) Resolver problemas específicos tales como identificación de problemas, dimensionamiento de equipos, obtención y análisis de datos, reutilización de efluentes, entre otros.
  - g) Diseño o dimensionamiento de equipos.
  - h) Análisis y optimización de etapas o procesos.
  - i) Diseño de modelos matemáticos o herramientas informáticas con aplicaciones en Ingeniería Química.
  - j) Diseño de herramientas informáticas para apoyo en gestión, logística, procesos y/o otras áreas industriales.
  - k) Modelos Matemáticos.
  - l) Estudio y solución de problemas específicos de la industria.
  - m) Estudio de procesos Químicos y/o Biotecnológicos.
  - n) Estudio de equipo y operaciones unitarias.
  - o) Estudio técnico económico.
  - p) Análisis de información.
  - q) Cálculos y diseño de equipos y procesos.
  - r) Optimización de procesos.
  - s) Otro \_\_\_\_\_
16. Elija entre las alternativas los objetivos que considera logrados en su última práctica profesional.

*Objetivos: conocer los objetivos de las prácticas profesionales que se cumplen efectivamente en la realización de éstas.*

*Práctica I (objetivos)*

- a) Aplicar técnicas y conocimientos aprendidos en los primeros años de estudio.
- b) Estar bajo supervisión profesional.
- c) Vincularse con la realidad técnica, social y económica de la actividad profesional.
- d) Desarrollo de labores de operarios.

- e) Observación de los procesos desarrollados en la empresa.
- f) Otro \_\_\_\_\_

*Práctica II (objetivos)*

- a) Aplicar conocimientos aprendidos durante el segundo año de estudio.
- b) Estar bajo supervisión profesional.
- c) Ser ayudante de supervisor en la planta o empresa.
- d) Interactuar en forma profesional con el medio donde lo corresponderá trabajar a futuro.
- e) Comprender el funcionamiento de los procesos de la industria y las operaciones que lo conforman.
- f) Realizar una presentación oral de su trabajo.
- g) Presentar y discutir con espíritu crítico los resultados obtenidos, y analizar potenciales conflictos éticos que pudieran surgir del trabajo realizado.
- h) Otros \_\_\_\_\_

*Práctica III (Objetivos)*

- a) Interactuar en forma profesional con el medio donde le corresponderá trabajar a futuro
- b) Comprender el funcionamiento de los procesos de la industria a partir del conocimiento adquirido en el quinto año de la carrera.
- c) Proponer soluciones a problemas de ingeniería de complejidad mediana.
- d) Presentar y discutir con espíritu crítico los resultados obtenidos, y analizar potenciales conflictos éticos que pudieran surgir del trabajo realizado.
- e) Otro \_\_\_\_\_

**Conocimientos, habilidades y competencias involucradas**

17. De la siguiente lista de competencias, ¿Cuál o cuáles de ellas puso en ejercicio durante su trabajo?

*Objetivo: Reconocer las necesidades de competencias en las Prácticas Profesionales*

- a) Conocimientos teóricos.
- b) Manejo de herramientas de ingeniería.

- c) Diseñar y conducir experimentos.
- d) Diseño de sistemas, componentes o procesos.
- e) Trabajar en equipos multi-disciplinarios.
- f) Implementar soluciones.
- g) Responsabilidad laboral.
- h) Ética profesional.
- i) Comunicación.
- j) Identificar impactos.
- k) Reconocer necesidades de formación.
- l) Autoaprendizaje.
- m) Estar actualizado.
- n) Gestión.
- o) Relaciones interpersonales.
- p) Liderazgo.
- q) Otro \_\_\_\_\_

18. De las competencias mencionadas anteriormente, ¿En cuál (es) de ellas se sintió más fuerte?

- a) Conocimientos teóricos.
- b) Manejo de herramientas de ingeniería.
- c) Diseñar y conducir experimentos.
- d) Diseño de sistemas, componentes o procesos.
- e) Trabajar en equipos multi-disciplinarios.
- f) Implementar soluciones.
- g) Responsabilidad laboral.
- h) Ética profesional.
- i) Comunicación.
- j) Identificar impactos.
- k) Reconocer necesidades de formación.
- l) Autoaprendizaje.
- m) Estar actualizado.
- n) Gestión.
- o) Relaciones interpersonales.

p) Liderazgo.

19. De las competencias mencionadas anteriormente, ¿En cuál (es) de ellas se sintió más débil?

- a) Conocimientos teóricos.
- b) Manejo de herramientas de ingeniería.
- c) Diseñar y conducir experimentos.
- d) Diseño de sistemas, componentes o procesos.
- e) Trabajar en equipos multi-disciplinarios.
- f) Implementar soluciones.
- g) Responsabilidad laboral.
- h) Ética profesional.
- i) Comunicación.
- j) Identificar impactos.
- k) Reconocer necesidades de formación.
- l) Autoaprendizaje.
- m) Estar actualizado.
- n) Gestión.
- o) Relaciones interpersonales.
- p) Liderazgo.

### **Consecuencias de las PP**

20. Luego de realizar la práctica profesional, ¿Se siente usted más preparado para enfrentar el mundo laboral? Evalúe del 1 al 3, donde 1 significa que se encuentra igual de preparado como si no la hubiese realizado, y 3 que fue imprescindible para su preparación.

*Objetivo: conocer la opinión respecto a la utilidad de las prácticas profesionales en su rol de vinculación con el medio.*

- a) 1
- b) 2
- c) 3

21. ¿Qué experiencia consideró valiosa durante el desarrollo de su práctica profesional?

*Objetivo: reconocer la importancia que los estudiantes dan a las prácticas profesionales, y si está alineada con los objetivos que el departamento plantea.*

Pregunta abierta.

## 12.4 Anexo D

### Prácticas Profesionales en IQBT

#### **GUÍA DE PRÁCTICA**

##### **Resultados de aprendizaje de los cursos de Práctica Profesional**

La finalidad básica que se persigue es que el alumno(a) obtenga el mayor beneficio posible en estos primeros contactos con la industria, en los cuales puede aplicar los conocimientos y técnicas aprendidas en sus años de estudios. Así la Práctica Profesional es el primer vínculo con la realidad técnica, social y económica de la actividad profesional elegida.

Al finalizar la Práctica I se espera que el estudiante:

- Aplique conocimientos y técnicas aprendidas en sus primeros años de estudio, bajo supervisión profesional, vinculándose con la realidad técnica, social y económica de la actividad profesional elegida, mediante el desarrollo de labores de operario y la observación de los procesos desarrollados en la empresa.
- Interactúe en forma profesional con el medio donde le corresponderá trabajar a futuro, reconociendo cómo funcionan las instalaciones de la industria y sus procesos, para formarse un esquema de conjunto observando las materias primas y su transformación en las distintas etapas de elaboración, e identificando posibles dilemas éticos.

Al finalizar la Práctica II se espera que el estudiante:

- Aplique conocimientos y técnicas aprendidas en el segundo año de la especialidad (cuarto año de ingeniería) bajo supervisión profesional, desarrollando un trabajo de ayudante supervisor en la planta o empresa.
- Interactúe en forma profesional con el medio donde le corresponderá trabajar a futuro a fin de comprender el funcionamiento de los procesos de la industria y las

operaciones que lo conforman.

- Realice una presentación oral de su trabajo, discuta con espíritu crítico los resultados obtenidos y analice potenciales conflictos éticos que pudieran surgir en el trabajo realizado.

Al finalizar la Práctica III se espera que el estudiante:

- Interactúe en forma profesional con el medio donde le corresponderá trabajar a futuro.
- Comprenda el funcionamiento de los procesos de la industria y las operaciones que los conforman, aplicando conocimientos de ingeniería de procesos adquiridos en el cuarto y quinto año de la carrera para proponer soluciones a problemas de ingeniería de complejidad mediana.
- Presente en forma escrita y oral su trabajo, y discuta con espíritu crítico los resultados obtenidos.
- Comprenda las etapas de un proceso de investigación biotecnológica, involucrándose en él activamente.
- Identifique y describa potenciales conflictos éticos que surjan en el ámbito profesional, considerando los conceptos éticos al proponer soluciones a problemas de ingeniería.

## **Características de los trabajos de Práctica Profesional**

### **Práctica I**

Esta primera práctica tiene por objeto poner al estudiante en contacto directo con el personal obrero de una planta, por lo que se supone trabajará como un operario más, aplicando conocimientos y técnicas aprendidas en sus primeros años de estudio, bajo supervisión profesional.

El alumno deberá visitar detenidamente todas las instalaciones de la industria y hacer un estudio general de sus procesos, para formarse un esquema de conjunto observando las materias primas y su transformación en las distintas etapas de elaboración. El estudiante deberá desarrollar un trabajo de:

- Operador de planta.
- Asistente en laboratorio de investigación.
- Similares

## **Práctica II**

Dado que el estudiante ya tiene conocimientos básicos en el área de Ingeniería Química, deberá desarrollar un trabajo de ayudante supervisor en la planta, abordando proyectos en las siguientes áreas:

- Estudios e investigación.
- Balances térmicos y de materia.
- Organizar inventarios de materias primas, productos terminados e insumos intermedios
- Resolver problemas específicos tales como identificación de problemas, dimensionamiento de equipos, obtención y análisis de datos, reutilización de efluentes, entre otros.
- Cálculos de equipos.
- Análisis y optimización de etapas o procesos.
- Diseño de modelos matemáticos o herramientas informáticas con aplicaciones en Ingeniería Química.
- Diseño de herramientas informáticas para apoyo en gestión, logística, procesos y/o otras áreas industriales.

## **Práctica III**

El estudiante está en condiciones de desempeñarse como ayudante de jefe de planta, realizando trabajos tales como:

- Modelos Matemáticos
- Estudio y solución de problemas específicos de la industria
- Estudio de procesos Químicos y/o Biotecnológicos
- Estudio de equipo y operaciones unitarias
- Estudio técnico económico
- Análisis de información
- Cálculos y diseño de equipos y procesos
- Optimización de procesos