



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

**MEDICIÓN DE HABILIDADES PROFESIONALES EN ESTUDIANTES DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

GERARDO DE JESÚS ROJAS OLIVARES

PROFESOR GUÍA
CARLOS VIGNOLO FRIZ

MIEMBROS DE LA COMISIÓN
OMAR CERDA INOSTROZA
ENRIQUE JOFRÉ ROJAS
SERGIO CELIS GUZMÁN

SANTIAGO DE CHILE
2015

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE: Ingeniero Civil Industrial
POR: Gerardo De Jesús Rojas Olivares
FECHA: Octubre de 2015
PROFESOR GUÍA: Sr. Carlos Vignolo Friz

MEDICIÓN DE HABILIDADES PROFESIONALES EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

Existe una tendencia mundial que valora hoy, más que en el pasado, el desarrollo de habilidades profesionales en estudiantes de ingeniería. El Departamento de Ingeniería Industrial (DII) de la Universidad de Chile es parte de esta tendencia. Sin embargo, existe un déficit en metodologías de evaluación de habilidades profesionales.

El objetivo de este trabajo de título es proponer una metodología de evaluación de habilidades profesionales, para ser utilizada en la línea de cursos denominada Talleres de Ingeniería Industrial, del DII.

Para generar la metodología se realiza una investigación bibliográfica de los esfuerzos que profesores, instituciones e investigadores realizan alrededor del mundo, para medir habilidades profesionales. Al mismo tiempo, se recopilan antecedentes sobre los esfuerzos emprendidos por el DII en la materia.

Se elige al Constructivismo Doblemente Radical Existencial (CRRE), desarrollado en el DII, como la plataforma filosófica y pedagógica sobre la cual se diseña la metodología de evaluación. Esto, en coherencia con el programa de desarrollo de habilidades que inició el DII en 1986. El foco del CRRE está puesto en el incremento de conciencia de sí y de mundo, fundamental para el diseño (invención) de sí.

Para generar la propuesta, se eligieron tres habilidades que aparecen como importantes en el Perfil de Egreso del Ingeniero Civil Industrial del DII y en la bibliografía consultada. A saber, liderar, trabajar en equipo y comunicar efectivamente. A estas se le suman dos habilidades más, aprender y escuchar, como acciones básicas a ser tomadas en cuenta en un enfoque CRRE.

La metodología de evaluación considera como métodos, instrumentos que recogen la impresión de observadores cercanos. El término se refiere a las personas que acompañan y observan al estudiante mientras desarrolla las actividades solicitadas en un curso como los Talleres de Ingeniería Industrial.

Finalmente, se discuten las implicancias de adoptar un marco CRRE en la elaboración de la metodología de evaluación, que distan de ser similares a las que se obtendrían si se hubiese optado por una base positivista tradicional.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen Ejecutivo	2
Capítulo 1. Planteamiento General del Trabajo de Título	5
1.1 Introducción	5
1.2 Objetivos	9
1.2.1 Objetivo General	9
1.2.2 Objetivos Específicos	9
1.2.3 Resultados Esperados	9
1.2.4 Alcance	10
Capítulo 2. Marco Metodológico	11
Capítulo 3. Marco Conceptual	14
3.1 Qué es una habilidad profesional	14
3.2 Enfoque Constructivista	17
3.3 Constructivismo Doblemente Radical Existencial o CRRE	21
3.4 Conciencia de sí	23
3.5 Lo que es e implica medir	25
Capítulo 4. Marco Contextual	28
4.1 Talleres de Ingeniería Industrial	28
4.2 Evaluación de habilidades profesionales en el DII	33
4.3 Conclusiones sobre los talleres y la evaluación de habilidades profesionales	33
Capítulo 5. Análisis de Experiencias Externas	35
5.1 Modelo de competencias	35
5.2 Evaluación ABET e iniciativa CDIO	37
5.3 Artículos sobre evaluación de habilidades profesionales	42
5.4 Conclusiones sobre las tendencias en metodologías de evaluación de habilidades profesionales	51
Capítulo 6. Selección de Habilidades Profesionales a Evaluar	53
6.1 Revisión de los programas de los talleres de ingeniería industrial	53
6.2 Definición de las habilidades de liderar, trabajar en equipo y comunicar efectivamente	55
6.3 Disposiciones básicas en la propuesta CRRE: escuchar y aprender	57
Capítulo 7. Diseño de una Metodología de Evaluación de Habilidades Profesionales	59
7.1 Metodología de evaluación de habilidades profesionales	60
7.2 Interpretación de los resultados	65
7.3 Propuesta de implementación de la metodología de evaluación	65
7.4 Discusión de los beneficios y riesgos de la propuesta	68

7.5 Otras formas de evaluación de habilidades profesionales.....	69
Capítulo 8. Discusiones y conclusiones	72
Bibliografía	76
Anexos.....	82

Capítulo 1. Planteamiento General del Trabajo de Título

1.1 Introducción

De acuerdo a lo señalado por diversos académicos, investigadores e instituciones, las habilidades profesionales tienen creciente relevancia para los ingenieros del mundo actual, entre las cuales destacan las capacidades de liderar, trabajar en equipo y comunicar efectivamente (Crawley et al, 2007; Adams & Felder, 2008; Sheppard et al, 2008; Sharma & Sharma, 2010; Cajander et al, 2011; Hassan, 2011; Al-Bahi, et al 2014).

En la Universidad de Chile, tanto la comunidad del Departamento de Ingeniería Industrial (DII) como de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) se suman al consenso. De hecho, el Perfil de Egreso¹ del Ingeniero Civil Industrial indica que los egresados se desenvuelven en el ámbito de la gestión de organizaciones, para lo cual demuestran ser capaces, entre otras cosas, de “desarrollar habilidades para liderar equipos de trabajo manejando las relaciones interpersonales”, “comunicar” y “trabajar en equipos multidisciplinares”.

Más aún. Ya en 1999 Rodrigo Hetz demostraba en su memoria de título que para los egresados del DII las habilidades profesionales son vectorialmente más valoradas en el lugar de trabajo que los conocimientos técnicos. En las siguientes tablas se observan las notas entregadas según importancia, en escala de 1 a 5, a una lista de ámbitos. La calificación más baja de las habilidades profesionales es superior a la más alta de las habilidades técnicas.

Tabla 1: Valoración de Habilidades Técnicas Según Egresados del DII

Ámbito	Media
Administración general	4.1
Gestión comercial	4.1
Finanzas	4.0
Gestión de operaciones	3.9
Tecnologías de información	3.9
Área Tecnológica	3.8
Economía	3.8
Gestión de RRHH	3.8
Contabilidad	3.3
Investigación de operaciones	3.3

Fuente: Hetz, 1999.

¹ Perfil de Egreso del Ingeniero Civil Industrial, DII, 2014.

Tabla 2: Valoración de Habilidades Profesionales Según Egresados del DII

Ámbito	Media
Emprender	4.7
Innovar	4.6
Comunicación	4.6
Trabajar en equipo	4.6
Administrar el tiempo	4.5
Liderar	4.5
Aprender a aprender	4.4
Investigación autónoma	4.3
Inglés	4.2

Fuente: Hetz, 1999.

A pesar del paso del tiempo, las habilidades profesionales se mantienen como un punto relevante de la agenda de la formación de ingenieros. Esto queda evidenciado en las conclusiones del Proceso de Acreditación de Carrera 2014² del DII y en el diagnóstico del proyecto de la FCFM *Una Nueva Ingeniería para el 2030*³. En este último se destaca que “nuestros ingenieros se beneficiarían del mejor desarrollo de habilidades profesionales no técnicas”⁴ (FCFM, 2014, p.12, traducción propia), y que “existe un amplio reconocimiento de la necesidad de jóvenes ingenieros de poseer una amplia gama de habilidades personales e interpersonales” (p.56, traducción propia).

Esta declaración de la importancia de las habilidades profesionales hace que sea ineludible trabajar sobre ellas. La evaluación de habilidades se presenta como una de las necesidades de desarrollo más relevantes hoy (Shuman et al, 2005). Pero no es tan simple como medir conocimiento.

Cada vez que un profesor quiere saber cuánto han aprendido sus estudiantes, aplica una prueba y la califica. Pero no es posible evaluar de la misma manera la capacidad de liderazgo. Un alumno podría conocer el modelo gerencial de Mintzberg (2008) o las características del liderazgo nivel 5 de Collins (2001), pero aunque responda excelentemente a una prueba de esos conocimientos, no ha demostrado que sea un buen líder.

Las habilidades profesionales se constituyen en las relaciones con otras personas (Robles, 2012). Esta observación abre otros dominios que deben ser considerados, como estados de ánimo, corporalidad y conciencia de sí y de mundo. Es fácil ver que un profesional trabajará mejor en equipo si es

² Resumen de Acreditación, Departamento de Ingeniería Industrial, 2014.

[<http://www.dii.uchile.cl/2014/08/14/importantes-avances-en-el-proceso-de-acreditacion-de-la-carrera-de-ingenieria-civil-industrial/>] Consultado el 31 de enero de 2015.

³ Proyecto Corfo implementado por la FCFM.

⁴ Implementation of Strategic Plan - A New Engineering for 2030.

que mantiene una actitud de apertura y cooperación, que si su estado de ánimo es de desaprobación o pesimismo por la labor que se realiza. Otro ejemplo: una persona liderará mejor a un equipo si tiene conciencia de sus limitaciones y del significado de las interacciones que se dan entre los distintos integrantes del grupo, que si simplemente da órdenes.

La relevancia de estos dominios no cognitivos está siendo reconocida. Hult International Business School, una escuela de negocios que paulatinamente se posiciona en el mundo, realizó, a través de Hult Labs (2014), una encuesta global a más de 90 líderes de negocios, preguntando cuáles son las habilidades que ellos esperan ver en quienes egresan de programas MBA. La primera habilidad es conciencia de sí. Los ejecutivos comentaron lo siguiente al respecto:

“Los graduados deberían conocer sus fortalezas y debilidades, lo que constituye una base sólida para el liderazgo futuro” (p.4).

“Las personas con mayores niveles de conciencia son más probablemente mejores líderes. Las escuelas necesitan proveer a sus estudiantes de más oportunidades para evaluar sus propias habilidades y recibir retroalimentación de sus pares” (p.4).

En el informe se cita a Courty Rogers, Director Ejecutivo de Recursos Humanos de Amgen, quien dice que “No hay nada en las escuelas de negocios que ayude realmente a los estudiantes a aprender sobre ellos mismos. Y eso que he enviado a nuestra gente a los mejores programas del mundo” (Hult Labs, 2014, p.4, traducción propia).

Por otra parte, ABET⁵, la agencia que acredita los programas de ingeniería en Estados Unidos y otras universidades del mundo, ha declarado que los egresados de los programas que revisa deben cumplir con once habilidades. De esas, seis han sido llamadas habilidades profesionales, entre las que se mencionan “entendimiento de la responsabilidad ética y profesional”, “entendimiento del impacto de soluciones ingenieriles en un contexto global, económico, ambiental y social” y “conocimiento de asuntos contingentes”. Todas estas habilidades invitan a generar una comprensión de las acciones propias en el mundo. En otras palabras, conciencia de mundo.

Aunque los profesores y equipos docentes del DII, evalúan de alguna manera el desempeño de los estudiantes en los distintos cursos, no hay en este momento un mecanismo sistemático ni transversal que mida el progreso de los alumnos del DII en los talleres de ingeniería industrial, los cursos específicos donde se desarrollan habilidades profesionales.

⁵ ABET o *Accreditation Board of Engineering and Technology*, es la agencia que acredita los programas de ingeniería en Estados Unidos y otras universidades en el mundo. La organización depende de la *American Society of Engineering Education (ASEE)*.

Medir y evaluar habilidades profesionales serviría para determinar qué metodologías de enseñanza son efectivas y cuáles deberían ser reemplazadas. Al mismo tiempo, un sistema o mecanismo de evaluación de estas habilidades serviría a los estudiantes para que ellos pudiesen gestionar sus carreras de acuerdo a sus objetivos. Un mayor entendimiento de cuáles son las brechas individuales, contribuiría a la toma de acciones para reducirlas.

Lo anterior, la evaluación, toma mayor relevancia si se piensa que el DII ha trabajado en el desarrollo de habilidades profesionales desde 1986, cuando se inició una colaboración entre académicos que dio paso a la creación del Programa de Habilidades Directivas (Vignolo & Celis, 2010). La base teórica de este emprendimiento es la biología del conocimiento, que sustenta una plataforma constructivista radical como modelo pedagógico. Bajo esta propuesta los cambios en la conciencia de sí generan cambios en el ser, lo que se torna un eje de especial importancia en la investigación que aquí se presenta.

Este trabajo de título toma el contexto actual de cambio y las intenciones del DII sobre el desarrollo de habilidades profesionales, para realizar un aporte en el dominio de medición y evaluación de estas habilidades. Se reconoce el enfoque constructivista radical presente en los emprendimientos pedagógicos de algunos cursos en el DII, como el Taller de Ingeniería Industrial I (o IN3001). **En consistencia con aquello, se toma el constructivismo para desarrollar una metodología de evaluación de habilidades profesionales para los cursos talleres de ingeniería industrial.**

El resto del Capítulo 1 plantea los objetivos y alcances del trabajo. El capítulo 2 muestra la metodología general seguida en el desarrollo de la memoria.

En el Capítulo 3 se presenta el Marco Conceptual, en el cual se explicitan las definiciones de habilidad profesional, es decir, qué es aquello que se pretende evaluar; y medir, en el entendido que medir puede ser referido como comparar. Además, se presenta en este capítulo el constructivismo radical de base biológica y el constructivismo doblemente radical existencial (CRRE). Este último corresponde a la plataforma filosófica y pedagógica planteada por Vignolo (2012) y que ha utilizado el DII en el desarrollo de algunos de sus cursos.

El Capítulo 4, Marco Contextual, describe los cursos talleres de ingeniería industrial y cómo es que la plataforma teórica mostrada en el Capítulo 3, el CRRE, aporta a la evaluación de habilidades profesionales.

El Capítulo 5 muestra una revisión bibliográfica sobre medición de habilidades. Este capítulo contiene las experiencias descritas por diversos

autores, además de las explicaciones sobre los mecanismos tradicionales de evaluación de competencias utilizados por iniciativas relevantes en educación de ingeniería, como lo es ABET.

En el Capítulo 6 se describe la elección de las habilidades profesionales a medir, focalizando los esfuerzos en cinco de ellas, dado todo lo investigado y consultado.

En el Capítulo 7 confluyen los elementos anteriores (la plataforma CRRE, los métodos consultados para evaluar habilidades profesionales y las habilidades seleccionadas) para diseñar una metodología de evaluación de habilidades profesionales.

El informe finaliza con la presentación de conclusiones y discusiones en el Capítulo 8. El enfoque CRRE difiere de la mirada tradicional positivista. Esta diferencia de base genera interpretaciones diferentes en las construcciones que se hagan a partir de cada plataforma. Con esto en mente se muestran las principales conclusiones y se discuten las implicancias de la adopción del CRRE en la formación de ingenieros.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Generar una metodología de evaluación de las habilidades profesionales a desarrollar por los estudiantes del DII en los cursos talleres de ingeniería industrial.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Aportar elementos teóricos y metodológicos sobre la evaluación de habilidades profesionales.
- Realizar un análisis de la literatura existente sobre evaluación de habilidades profesionales.
- Diseñar un instrumento de medición de habilidades profesionales para el DII.

1.2.3 Resultados Esperados

- Análisis de la literatura sobre las tendencias en metodologías de evaluación de habilidades profesionales.
- Artefacto que contribuya a medir el nivel de logro de las habilidades profesionales.

1.2.4 Alcance

El trabajo de título aquí presentado se centrará en los cursos Taller de Ingeniería Industrial I (IN3001), Taller de Ingeniería Industrial II (IN4002) y Gestión Integral de Negocios (IN6004) del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile.

No se generará una metodología de evaluación para todas las habilidades de todos los talleres, sino que se realizará una selección de acuerdo a la relevancia estratégica de las habilidades identificadas durante la investigación.

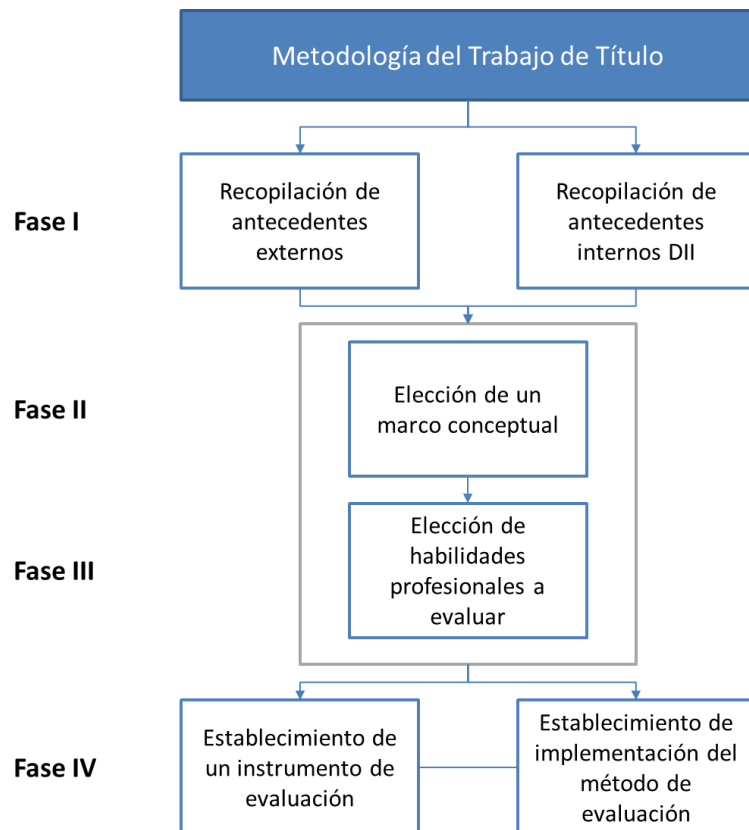
Un último punto de exclusión es el de los cursos del DII que no sean talleres de ingeniería industrial y las demás instancias que pudiesen contribuir al desarrollo de habilidades profesionales en el DII. Tal es el caso de la participación en grupos organizados, deportivos o centros de estudiantes. Esto, porque se hace necesario focalizar, en una primera instancia, los esfuerzos y recursos en los procesos formales de enseñanza, que dependen directamente del DII. Se deja para futuras investigación la incorporación de otros cursos e instancias formativas.

Capítulo 2. Marco Metodológico

La investigación contenida en este informe se desarrolló en distintas fases. En términos generales primero se identificó la necesidad que da origen a este trabajo de título; luego se revisaron antecedentes del DII y otras publicaciones externas; se determinó generar una metodología de evaluación con enfoque constructivista radical; se determinaron cuáles serían las habilidades profesionales a ser evaluadas; y, finalmente, se diseñó una metodología de evaluación de habilidades.

La presentación general de la metodología puede ser apreciada en la siguiente figura:

Figura 1: Metodología General del Trabajo de Título



Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se presentan los detalles de la metodología, en cada fase.

Fase I: Recopilación de antecedentes internos y externos

Para recopilar antecedentes internos se revisaron documentos que dieran cuenta de la formación de habilidades profesionales en el DII, como la lectura del informe "Propuesta de un Sistema De Información para la

Evaluación y el Mejoramiento Continuo de la Docencia del Pregrado” (2012) y de distintas memorias y artículos académicos.

Por otra parte, se buscó en el portal de tesis electrónicas de la Universidad de Chile. Se utilizó el filtro de Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y se revisaron las publicaciones que en sus títulos reflejaran acercamiento a *habilidades, talleres de ingeniería industrial, competencias, habilidades blandas y habilidades profesionales*.

Por último, se realizaron entrevistas a profesores de talleres del DII. El resumen de estas entrevistas puede ser consultado en los anexos 7 y 8.

Para la revisión de antecedentes externos, se generó una búsqueda de trabajos relacionados con habilidades profesionales y la evaluación de habilidades profesionales. Para ello se utilizó el buscador de HEBSCO y simultáneamente se revisaron las bases de datos Education Research Complete y Academic Research Complete. Como palabras claves de búsqueda se utilizaron: *engineering, assessment, evaluation, professional skills*.

Se seleccionaron los artículos en cuyos resúmenes se explicitara la intención de mostrar una experiencia o planteamiento de evaluación de habilidades profesionales o habilidades blandas (*soft skills*). Todo esto se realizó hasta octubre de 2014.

Adicionalmente, se utilizó el portal de revistas electrónicas de la Universidad de Chile, para acceder al *Journal of Engineering Education* y al *European Journal of Engineering Education*. Se seleccionaron las publicaciones que en su resumen indicaran la presentación de una experiencia de evaluación de habilidades profesionales o blandas. Esto también se realizó hasta octubre de 2014.

Fase II: Elección de un Marco Conceptual

Habiendo recabado información sobre lo que acontece en el DII y las tendencias mundiales sobre la evaluación de habilidades profesionales, se reconocieron los grandes marcos conceptuales sobre los cuales se construyen sistemas de medición y evaluación.

Para reconocer las alternativas se identificaron aquellas citadas con mayor frecuencia, las que han impactado en los programas de ingeniería⁶ o de acuerdo a los supuestos de la evaluación.

Identificados los distintos marcos conceptuales para medir y evaluar habilidades profesionales, se procedió a la elección de uno de ellos. En este informe se presenta sólo el marco conceptual seleccionado.

⁶ Como el Constructivismo Radical en el caso del Departamento de Ingeniería Industrial.

Para seleccionar el marco se consideraron criterios de coherencia y consistencia con las acciones emprendidas por el DII. Esto se validó en conversaciones con los Profesores Guía y Co-guía.

Fase III: Elección de Habilidades Profesionales a Evaluar

Para elegir las habilidades profesionales a evaluar, se consideraron aquellas que aparecen con mayor relevancia en:

- i. El perfil de egreso del ingeniero civil industrial de la Universidad de Chile
- ii. Los programas de los cursos Talleres de Ingeniería Industrial
- iii. Los artículos consultados

Además, se consideró la necesidad de incorporar algunas habilidades básicas, dado el marco conceptual elegido.

Fase IV: Diseño de un instrumento de evaluación

Con los antecedentes anteriores, se procedió a generar una propuesta de metodología de evaluación de habilidades profesionales.

Para construir la propuesta se identificaron los elementos comunes a las metodologías de evaluación revisadas en la recopilación de antecedentes. En conversaciones con el Profesor Co-guía se validaron los elementos mínimos.

Capítulo 3. Marco Conceptual

Para diseñar la metodología de evaluación, se considera como punto de partida la visión constructivista que poseen los talleres de ingeniería industrial (Vignolo & Celis, 2010; Flores 2010). Así, este marco conceptual presenta el Constructivismo Doblemente Radical Existencial (CRRE) propuesto por Vignolo (2012).

Evaluar habilidades profesionales es complejo en un marco positivista clásico. Pero es más complejo medir en un marco donde se considera que las personas construyen su realidad contingentemente a su estructura y circunstancias, y además si esta evaluación es realizada por alguien que también construye la realidad de manera contingente a sus circunstancias, como sucede en el CRRE.

En este capítulo se explica globalmente el concepto de habilidad profesional. A continuación, se presenta el modelo constructivista desde una perspectiva general, para converger luego en el constructivismo de base biológica y en el CRRE, dada la exploración que ha desarrollado el Departamento de Ingeniería Industrial con ese enfoque. Luego, se establecen las bases sobre qué es e implica medir dada la elección de un marco conceptual particular, para finalmente concluir la sección.

3.1 Qué es una habilidad profesional

No existe una definición canónica de habilidad profesional. Por lo tanto, en este informe se pretende construir una, de acuerdo al uso que distintos autores han dado al término y a expresiones similares.

En este trabajo, interesa considerar aquello que se ha llamado habilidad profesional, habilidad blanda o habilidad interpersonal, en el entendido que se trata de un hacer que involucra a otras personas, y que no es el conocimiento técnico que caracteriza a una determinada disciplina.

Algunos autores reconocen de formas variadas a estas habilidades. A continuación se muestra la conceptualización de los principales trabajos revisados.

Shuman, Besterfield-Sacre y McGourty (2005) dejan ver que las habilidades profesionales⁷ son aquellas características que posee un ingeniero y que le permiten ser efectivo en su campo de acción. Se trata de más que simplemente fuertes capacidades técnicas, son "habilidades en comunicación y persuasión, la habilidad para liderar y trabajar eficientemente como

⁷ En este mismo *paper* se indica que las habilidades profesionales son las habilidades anteriormente llamadas "blandas" (*soft skills*).

miembro de un equipo, y un entendimiento de las fuerzas no técnicas que afectan las decisiones ingenieriles” (p. 43).

Palma, De los Ríos y Miñán (2011) refuerzan lo anterior señalando que, en la sociedad del conocimiento, no hay dudas que el buen ingeniero debe poseer capacidad y voluntad para aprender, habilidades comunicacionales y de trabajo en equipo, además del conocimiento de ciencias naturales y de algunas áreas tecnológicas (como se cita en Palma et al, 2011, p.577). Los autores indican que “las competencias técnicas no son suficiente en el mundo actual” (p. 577).

A lo anterior se suma el aporte de Robles (2012), quien argumenta que en una sociedad que cambió su foco desde la producción industrial hacia el trabajo de oficina, pasando por la era de la información, las habilidades profesionales son aquellas que aseguran efectividad interpersonal y personal. En el artículo de este autor se señala además que de acuerdo a un estudio⁸ publicado en 2010 “el 75% del éxito de largo plazo en el trabajo depende de las habilidades, sólo 25% del conocimiento técnico” (p.454, traducción propia).

Spoerer, Vignolo, Depolo y Cociña (2005) hablan de habilidades directivas, y las categorizan en tres dominios distintos: el primero es el cognitivo, el saber de los libros; el segundo es el dominio de competencia, el “saber hacer respondiendo de manera exitosa ante situaciones complejas” (p.112); y el tercero es el actitudinal, relacionado con las emociones, el de las “predisposiciones corporales automáticas, estados de ánimo, que determinan la forma en que se experimenta el actuar” (p. 112). Una persona que posee los tres dominios incorporados y es capaz de reproducirlos automáticamente es una persona talentosa. Con todo esto se entiende *habilidad* como “el potencial de despliegue de talento en situaciones nuevas” (p.112).

Por otra parte Gibb (2014) define las habilidades blandas como “las habilidades intra e interpersonales esenciales para el desarrollo personal, la participación social y el éxito laboral” (p.455), destacando que están fuertemente asociadas con el éxito personal y profesional. Para este autor, las habilidades profesionales son un foco de creciente interés en lo que significa aprender a lo largo de toda la vida.

Finalmente, para varios investigadores que realizan trabajos en educación en ingeniería (*Engineering Education*) las habilidades profesionales corresponden a las que deben ser desarrolladas de acuerdo a los estándares de acreditación de ABET (van Hattum-Janssen & Mesquita 2011; Al-Bahi, Taha & Turkmen 2013). Estas habilidades incluyen el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, la capacidad de aprender a lo largo de la vida y un

⁸ Robles cita: Klaus, P. (2010). Communication breakdown. California Job Journal, 28, 1-9.

entendimiento sobre lo que ocurre en el mundo y cómo las acciones ingenieriles impactan en él.

Esta revisión bibliográfica sugiere que las habilidades profesionales están caracterizadas por los siguientes elementos:

- i. Son habilidades distintas a las capacidades técnicas que tradicionalmente se asocian a los ingenieros.*

Los ingenieros utilizan la técnica ingenieril, es decir, determinan problemas y piensan soluciones, aplicando herramientas, métodos y conceptos de las ciencias naturales. Las habilidades profesionales serían aquellas que no se relacionan directamente con esta técnica, en el sentido tradicional. Como se indica arriba, se trata de habilidades como comunicación, liderazgo y trabajo en equipo.

Aunque esta distinción pudiese parecer obvia, es necesaria. Alguien podría pensar con justa razón que las habilidades profesionales son aquellas que caracterizan a un profesional, las que de manera innegable incluirían la técnica profesional correspondiente. Sin embargo, en este trabajo de título se descartan las capacidades técnicas específicas y se pone énfasis en las herramientas que se demandan en la actualidad de acuerdo a lo descrito en los párrafos anteriores.

- ii. Son habilidades que involucran el relacionamiento con otras personas y con sí mismo.*

Las referencias a los ámbitos inter e intrapersonales muestran que las habilidades profesionales son aquellas necesarias para tratar con otros. Inclusive las referencias a habilidades en específico (comunicación, persuasión, liderar, capacidad de aprender, trabajo en equipo) develan el nivel relacional de las habilidades profesionales.

- iii. Las habilidades profesionales están asociadas al desempeño.*

Como varios de los autores citados lo señalan, las habilidades profesionales ayudan a los ingenieros a obtener resultados, o alcanzar un cierto nivel de desempeño. La necesidad de desarrollar habilidades profesionales en ingeniería surge de cambios en el mundo. Sin la adaptación de los programas de ingeniería, estos profesionales serían menos efectivos o adecuados para el entorno laboral, social y económico que se enfrenta.

Las habilidades profesionales se entenderán en este trabajo de título como aquellas que cumplen con las tres características.

3.2 Enfoque Constructivista

El DII ha desarrollado desde 1986 trabajos docentes y de investigación de base constructivista. A fin de entender mejor el enfoque, a continuación se presentará una revisión general del constructivismo, para luego indagar en el constructivismo radical de base biológica y en el Constructivismo Doblemente Radical Existencial (CRRE) propuesto por Vignolo, como plataforma de las iniciativas que ha emprendido el DII el desarrollo de habilidades y la gestión de sí.

El constructivismo es una plataforma epistemológica cuya premisa básica es que la realidad es construida por cada individuo, en oposición al positivismo, otra plataforma epistemológica, que sugiere que existe una relación directa entre el mundo (objetos, eventos y fenómenos), la percepción y el entendimiento que los humanos tienen de él (Baillie & Douglas, 2014, p.2). Existen distintos enfoques constructivistas, como lo explican Díaz y Hernández (2002):

“En realidad, nos enfrentamos a una diversidad de posturas que pueden caracterizarse genéricamente como constructivistas, desde las cuales se indaga e interviene no sólo en el ámbito educativo, sino también en la epistemología, la psicología del desarrollo y la clínica, o en diversas disciplinas sociales” (p.25).

“En sus orígenes, el constructivismo surge como una corriente epistemológica preocupada por discernir los problemas de la formación del conocimiento en el ser humano. Según Delval (1997), se encuentran algunos elementos del constructivismo en el pensamiento de autores como Vico, Kant, Marx o Darwin. En estos autores, así como en los actuales exponentes del constructivismo en sus múltiples variantes, **existe la convicción de que los seres humanos son productos de su capacidad para adquirir conocimientos y reflexionar sobre sí mismos**, lo que les ha permitido anticipar, explicar y controlar positivamente la naturaleza y construir la cultura. Destaca la convicción de que el conocimiento se construye activamente por sujetos cognoscentes, no se recibe pasivamente del ambiente” (p.26, negrita propia).

Gergen y Gergen (2011) escriben sobre el construccionismo social, sin distinguirlo del constructivismo (p.10). Para ellos el construccionismo es una posición epistemológica en la cual la realidad es construida en las interacciones entre personas, es decir, socialmente. En Baillie y Douglas (2014) la diferencia entre constructivismo y construccionismo yace en que el segundo se enfoca en las relaciones entre individuos, mientras el primero se enfoca en el individuo, condicionado por su ambiente.

Díaz y Hernández (2002) introducen los distintos tipos de constructivismo indicando que:

“Algunos autores se centran en el estudio del funcionamiento y el contenido de la mente de los individuos (por ejemplo, el constructivismo psicogenético de Piaget), pero para todos el foco de interés se ubica en el desarrollo de dominios de origen social [...]. Mientras que para otros más, ambos aspectos son indisociables y perfectamente conciliables. También es posible identificar un constructivismo radical, el planteado por autores como Von Glasefeld o Maturana, quienes postulan que la construcción del conocimiento es enteramente subjetiva, por lo que no es posible formar representaciones objetivas ni verdaderas de la realidad, sólo existen formas viables o efectivas de actuar sobre la misma” (p.25).

La introducción del constructivismo en el campo educacional comienza con Jean Piaget y sus teorías psicológicas sobre las capacidades cognitivas de los individuos. Este autor utiliza sus observaciones del desarrollo intelectual de los niños para determinar que el conocimiento no surge desde los objetos ni desde los sujetos, sino de la interacción entre ambos. En 1985 Piaget propone la teoría de desarrollo cognitivo, según la cual los niños construyen activamente el mundo que ven mientras lo exploran. Esto sucede mediante los procesos de asimilación y acomodación. El primero consiste en la integración de elementos exteriores a la estructura que evoluciona, en tanto el segundo se define como la modificación que se produce en las estructuras de conocimiento cuando estas se utilizan para dar sentido a nuevas experiencias (Villar, 2001).

John Dewey, en *Experiencia y Educación* (1938), realiza una crítica al sistema tradicional de educación norteamericano, proponiendo un paradigma progresivo de educación. La teoría de Dewey indica que la experiencia deriva de la interacción de dos principios: continuidad e interacción. El primero se refiere a que cada experiencia de una persona influenciará su futuro. La interacción se refiere a la influencia situacional en las experiencias de los individuos. En otras palabras, la experiencia presente de alguien es función de la interacción entre las experiencias pasadas y la situación actual.

El tipo particular de constructivismo que será considerado en este trabajo de título es el constructivismo de base biológica o radical de Maturana y Varela. Esto, porque como se mencionó anteriormente, es el enfoque que se ha utilizado en los desarrollos docentes que ha efectuado el Departamento de Ingeniería Industrial desde hace casi tres décadas, en las iniciativas que han convergido en lo que hoy se conoce como los talleres de ingeniería industrial.

El desarrollo de la propuesta constructivista radical de base biológica se encuentra explicado, principalmente, en el libro *El Árbol del Conocimiento*,

escrito por Humberto Maturana y Francisco Varela (1994). La introducción sobre lo que expresa este enfoque es la siguiente:

“Nosotros tendemos a vivir en un mundo de certidumbre, de solidez perceptual indisputada, donde nuestras convicciones prueban que las cosas sólo son de la manera que las vemos, y lo que nos parece cierto no puede tener otra alternativa. Es nuestra situación cotidiana, nuestra condición natural, nuestro modo corriente de ser humanos” (p.5).

Y luego agregan la premisa fundamental para entender la propuesta.

“[A]l fenómeno del conocer no se lo puede tomar como si hubiesen “hechos” u objetos allá afuera, que uno capta y se los mete en la cabeza. La experiencia de cualquier cosa allá afuera es validada de una manera particular por la estructura humana que hace posible “la cosa” que surge en la descripción” (p.13).

En otras palabras, la invitación a la propuesta constructivista es a suspender el juicio o la idea de que las cosas en el mundo están determinadas por sí mismas y *que son de una forma*. Son las personas, los individuos, quienes, dada su estructura, construyen el mundo de una forma determinada, contingente a su estructura, incluyendo a los mismos individuos. Esto sucede incluso cuando se piensa que el mundo objetivo (de los objetos) está científicamente comprobado o analizado, como se muestra en el siguiente ejemplo:

“Nuestra experiencia de un mundo de objetos de colores es literalmente independiente de la composición en longitudes de onda de la luz proveniente de cada escena que miramos. En efecto, si llevo una naranja del interior de mi casa al patio, la naranja sigue siendo del mismo color, sin embargo, en el interior de la casa era iluminada, por ejemplo, por luz fluorescente que tiene una gran cantidad de longitud de onda llamada azul (o corta), en cambio, el sol tiene predominancia de longitudes de onda llamadas rojas (o largas). No hay modo de poner en correspondencia la tremenda estabilidad de los colores con que vemos los objetos del mundo con la luz que viene de ellos. [...] Qué estados de actividad neuronal son gatillados por las distintas perturbaciones, está determinado en cada persona por su estructura individual y no por las características del agente perturbante” (p.8).

Aquí se plantea la radicalidad en la dimensión epistemológica. Lo que se puede conocer sólo depende de la estructura de cada persona. La propuesta tiene implicancias prácticas inmediatas, porque con eso en mente ya no se podría pensar que las personas observan mal, sino que dado la estructura que cada uno tiene y la forma de experimentar cada situación, los individuos crean un mundo tal que ese observar mal sea el adecuado para ellos, aun

cuando no lo sea para quienes evalúan las acciones de esas personas, porque desde la perspectiva del evaluador (dada su estructura), las cosas aparecen distintas.

Entonces, lo que se debe hacer es tener presente qué se puede conocer. Maturana y Varela (1994) proponen la reflexión como medio para hacer frente a esta realidad:

“El momento de la reflexión frente a un espejo es siempre un momento muy peculiar porque es el momento en que podemos tomar conciencia de lo que, de nosotros mismos, no nos es posible ver de ninguna otra manera. [...] La reflexión es un proceso de conocer cómo conocemos, un acto de volvernó sobre nosotros mismos, la única oportunidad que tenemos de descubrir nuestras cegueras, y de reconocer que las certidumbres y los conocimientos de los otros son, respectivamente, tan abrumadoras y tan tenues como los nuestros” (p.12).

Y para hacer operativa la propuesta y no caer en el solipsismo, es decir, el relativismo extremo que devela la existencia de nada, los autores invitan al lector a considerar dos aforismos claves:

El primero dice que “todo hacer es conocer y todo conocer es hacer” (p.13), mediante el cual se devela una relación indisoluble entre experiencia y reflexión.

El segundo aforismo clave es que “todo lo dicho es dicho por alguien” (p. 13). Dado que cada persona tiene una estructura propia, que determina su entendimiento del mundo exterior, lo que esa persona hace – entendiendo hacer en un sentido amplio – no puede estar dissociado de esa misma estructura.

La base biológica del enfoque se expresa en que la construcción que hacen Maturana y Varela de la propuesta constructivista nace del entendimiento particular de los seres humanos como sistemas *autopoiéticos*. Esto último quiere decir que los sistemas se crean a sí mismos, dada la estructura que tienen. El mundo exterior sólo gatillaría cambios en el interior, mas no los determinaría, pues lo que determina el cambio es la misma estructura: un mismo evento en el exterior genera distintas consecuencias al interior de dos organismos distintos, porque hay distintas estructuras.

Ahora bien, en el constructivismo radical no sucede que las personas siempre interpreten la realidad de la misma forma, porque su estructura cambia. Si cambia la estructura, cambian los efectos que el ambiente puede gatillar y por tanto cambia la forma de conocer. A estos posibles cambios los autores le llaman *plasticidad estructural*.

El ejemplo entregado por Maturana y Varela de la plasticidad estructural es el caso de las niñas lobas⁹, quienes fueron descubiertas a las edades de 3 y 5 años siendo criadas por una manada de lobos. La más pequeña murió al poco tiempo de ser adoptada por humanos. La mayor vivió diez años, pero nunca se comunicó propiamente tal y corría a cuatro patas. Quienes la conocieron declararon nunca haberla sentido completamente humana (Maturana & Varela, 1994, p.86). Estas niñas de apariencia humana no eran humanas en su comportamiento. Sus organismos, diseñados para ser "humanos", se adaptaron plásticamente al entorno en que crecieron. Esto evidencia lo notable del rango de posibilidades del constructivismo radical.

En resumen, el constructivismo radical de base biológica tiene como premisas que los organismos vivos (incluyendo a los seres humanos) están estructuralmente determinados. Su estructura biológica es la que determina qué les acontece, a partir de los cambios del entorno. El medio sólo gatilla movimientos, pero es la estructura la que determina los efectos finales.

3.3 Constructivismo Doblemente Radical Existencial o CRRE

Desde 1986 en el DII ha existido un proceso de desarrollo y aplicación de metodologías de aprendizaje con base en el constructivismo de base biológica planteado por Maturana y Varela. Vignolo y Celis (2010) reflexionan sobre lo que ha significado la introducción del enfoque en el artículo llamado *Engineering of Self*. El contexto en el cual se enmarca la experiencia dice:

"En 1986, comenzó un proceso de innovación en este contexto cultural, histórico, social y emocional. El primer autor de este *paper* (Carlos Vignolo) y el famoso biólogo chileno, el Profesor Humberto Maturana (Premio Nacional de Ciencias en 1994), iniciaron un diálogo y comenzaron a colaborar profesionalmente. Esta interacción llevó a un primer hito en el diseño e implementación del curso Biología del Conocimiento, que ha sido ofrecido como un electivo desde 1987. Es importante destacar que un grupo de académicos de jornada completa asistió, total o parcialmente, a la primera versión del curso. Ellos fueron quienes diez años después tuvieron éxito al introducir el enfoque constructivista en educación, como parte del currículum obligatorio de Ingeniería industrial" (p.3, traducción propia).

Vignolo y Celis (2010) muestran en el artículo que las bases de la propuesta son constructivistas. Se destaca el aporte de Maturana y Varela en el dominio epistemológico (sobre lo que se puede conocer) y se propone una radicalidad en el dominio ontológico (sobre las interpretaciones que tenemos respecto a cómo son las cosas). En sus palabras:

"Este supuesto epistemológico, que representa la base para cualquier constructivismo, es acompañado en la versión radical del

⁹ El acontecimiento ocurrió en India en 1922.

constructivismo por un supuesto ontológico: los seres humanos son una construcción de los seres humanos. No podemos saber quién ni cómo somos realmente. Sólo podemos saber cómo nos observamos a nosotros mismos. Y nos observamos – y por tanto construimos – de acuerdo a los paradigmas, estados de ánimo e intereses a través de los cuales nos observamos” (p.4, traducción propia).

El Profesor Vignolo (2012) llama a la propuesta Constructivismo Radical Existencial o Constructivismo Doblemente Radical Existencial. Según se indica en *Conciencia, Diseño y Gestión de Sí*, el modelo queda constituido por las siguientes premisas (p.3):

- Los seres humanos no pueden saber cómo las cosas son, sino sólo cómo las experimentan. Y las experimentan (viven), dependiendo de su estructura particular. No existe un conocer objetivo, pues lo que se conoce depende del sujeto que conoce. Ambos están “indisolublemente ligados”.
- Los ideales, principios y valores son determinantes en la construcción de realidad que se realiza.
- Los focos atencionales, emociones y estados de ánimo también determinan la realidad. Los seres humanos tienen la capacidad de modular sus estados de ánimo, para construir realidades distintas.
- Los seres humanos no son de una manera determinada. La segunda radicalidad de la propuesta indica que las personas se inventan a sí mismos e inventan a los demás en el proceso continuo de convivir con ellos y con sí mismos.
- La forma fundamental en que los seres humanos interactúan, construyen realidades y se construyen a sí mismos es la conversación, entendida como proceso de transformación en la convivencia.
- En el modelo, la validación y valoración de todas las producciones humanas, incluyendo la filosofía y las ciencias, se hacen en relación a un conjunto de valores determinados a priori por las comunidades que hacen dicha valoración. El establecimiento de estos valores determina la construcción social de la realidad. Esta es la dimensión existencial del modelo: la existencia de los valores que determina la comunidad, precede todo lo demás.

Las consecuencias de incorporar el CRRE como base de la formación de ingenieros son que no existiría enseñanza, sino sólo aprendizaje. El *ser* es

resultado de este proceso de aprendizaje, que se construye continuamente en un proceso de reflexión sobre sí mismo y la realidad (Vignolo & Celis, 2010, p.4).

Pero, sin duda, el elemento más importante a ser considerado es que el CRRE pone el foco del aprendizaje en la expansión de conciencia de sí (Vignolo, 2012, p.4) y del mundo. Vignolo define la conciencia de sí como “una comprensión profunda de sí mismo y del mundo”.

3.4 Conciencia de sí

Las premisas básicas del CRRE implican que los seres humanos son creados por ellos mismos, como consecuencia de la construcción de realidad que realizan, la que a su vez depende de su estructura, estados de ánimo, paradigmas, focos atencionales y valores.

Cuando se expande la conciencia de sí y del mundo, cambias las perspectivas y se recrea la realidad. Cambia el relato. Esto genera, literalmente, cambios en quiénes estamos siendo. Distintas construcciones sobre la realidad (incluyendo quiénes estamos siendo), se originan en distintos relatos.

Por lo tanto, conciencia de sí es un elemento central de la propuesta. Sin la posibilidad de incrementar o cambiar las perspectivas, no se aprovechan las múltiples posibilidades que abre el modelo.

En la introducción de este trabajo de título se destacaron las conclusiones del estudio de Hult Labs. Un grupo de 90 líderes de negocios en el mundo, indica que la habilidad más importante a ser desarrollada es conciencia de sí.

Daniel Goleman (1995) es otro autor que destaca este elemento. En *La Inteligencia Emocional* dice:

“La conciencia de uno mismo posee un efecto más poderoso sobre los sentimientos intensos y de aversión: la comprensión de que “Esto que siento es rabia” ofrece un mayor grado de libertad; no sólo la posibilidad de no actuar sobre ellos, sino la posibilidad añadida de tratar de librarse de ellos” (p.69).

Lo que se resalta en la siguiente oración:

“La habilidad fundamental de la inteligencia emocional, la conciencia de uno mismo, que nos permite saber lo que sentimos mientras las emociones se agitan en nuestro interior” (p.72).

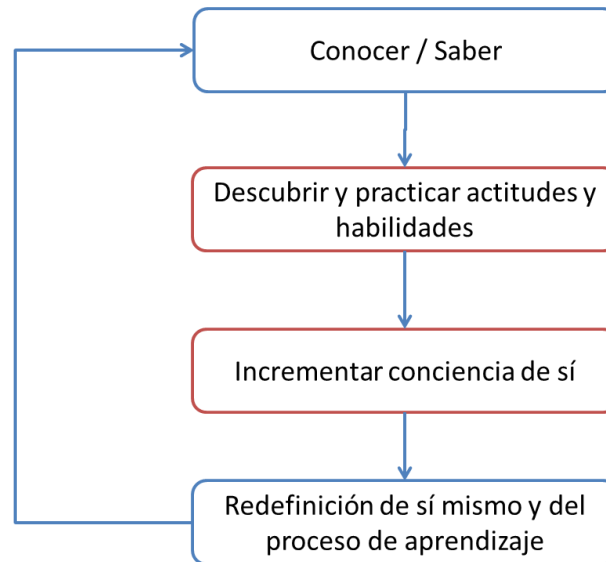
Hasta aquí se han destacado las bases teóricas de la propuesta constructivista de base biológica, las ideas del CRRE y la importancia del incremento de conciencia de sí en el dominio educacional. Con estos

elementos, el lector podrá entender mejor el modelo instruccional de Vignolo y Celis (2010), desarrollado en el DII. Sigue las siguientes etapas¹⁰:

1. Fase Cognitiva o conocer el contenido: Los participantes son invitados a aprender sobre los desarrollos filosóficos, psicológicos, sociológicos y de gestión en los cuáles se basa el PHD (Programa de Habilidades Directivas). Esta primera fase es particularmente importante en un contexto educacional ingenieril, porque los estudiantes han sido usualmente entrenados y se desenvuelven bien en la esfera cognitiva. Por lo tanto, ellos saben cómo argumentar y defenderse de los riesgos de manipulación y dependencia que aparecen cuando los componentes espiritual y emocional de la formación individual emergen.
2. Actitudes y Habilidades: habiendo llegado a un buen entendimiento de la dimensión cognitiva de la propuesta constructivista, se invita a los estudiantes a sumergirse en un conjunto de ejercicios y prácticas recurrentes con el objetivo de experimentar las actitudes, habilidades y emociones del vivir y el aprender.
3. Incremento de Conciencia de Sí: el principal objetivo de los ejercicios y las prácticas no es tanto que los estudiantes mejoren en esas dimensiones – lo que no es una tarea fácil en periodos cortos de tiempo – sino mejorarlos como observadores de sí mismos e incrementar la conciencia del nivel de competencias en el cual ellos están, y las consecuencias de esa competencia en términos de desempeño académico, como ciudadanos y futuros profesionales.
4. Rediseño: en la última fase del ciclo de aprendizaje, los estudiantes son invitados a volver a la esfera cognitiva, en la cual son usualmente competentes, para rediseñar la forma en que están diseñando y gestionando sus procesos de aprendizaje y su comportamiento en general.

¹⁰ Vignolo & Celis, 2010, p.5. Traducción propia.

Figura 2: Modelo Instruccional *Engineering of Self*



Fuente: Vignolo & Celis, 2010.

Se muestra, con lo anterior, la centralidad del incremento de conciencia de sí para el diseño de sí.

Conectando el modelo con el propósito de esta memoria, la pregunta que surge es cómo medir incrementos o niveles de habilidades profesionales. Esto se discute en la siguiente sección.

3.5 Lo que es e implica medir

Medir, en una primera aproximación, podría ser entendido como “comparar una cantidad con su respectiva unidad, con el fin de averiguar cuántas veces la segunda está contenida en la primera”¹¹. Es decir, medir es comparar unidades. Disciplinas como ingeniería, ciencias exactas y ciencias sociales utilizan la medición en sus métodos. El método científico, en la búsqueda de la objetividad, usa la medición para establecer cómo el mundo es.

Sergio Celis (2012) explica que medir o evaluar aprendizaje es, esencialmente, medir cambio en alguna dimensión cognitiva o afectiva del estudiante (Celis, 2012, p.6). Medir implica recolectar, analizar e interpretar datos. Esto se hace de manera sistemática en la dimensión cognitiva del aprendizaje, en tanto los profesores universitarios hacen que sus estudiantes respondan a una prueba en la que demuestren conocimientos, a fin de calificar su desempeño. En el ámbito de las habilidades profesionales la tarea no parece tan simple. En palabras de Celis, “[E]s en este componente (el de las habilidades) donde las nuevas líneas de investigación se están moviendo, y es aquí donde se exige mayor creatividad de los académicos y aquellos

¹¹ Real Academia de la Lengua Española.

involucrados en el proceso de medición. También es aquí donde se exige una mayor diversidad de métodos para evaluar y medir la complejidad de lo que se pretende medir" (p. 45).

La pregunta central es ¿por qué evaluar la enseñanza en la educación superior es tan difícil?, a lo que Celis responde:

"Primero, al evaluar la docencia se busca medir cambio en productos intangibles (ej., cambio en conocimientos, en habilidades, actitudes y valores). Muchas evaluaciones de aprendizaje son aproximaciones a estos cambios, más o menos completos, más o menos auténticos. Segundo, los productos maduran a través de muchos años. Puede que un estudiante no identifique aprendizaje alguno al final de un curso, pero al cabo de años y de experiencias personales y profesionales sea capaz de reconocer lo aprendido años atrás. Estos momentos han sido denominados *aha! moments*, o lo que el profesor Vignolo designa en la expresión popular *caída de chaucha*. Tercero, los productos educacionales en sí son problemáticos. Hay pocas cosas que generan más controversia que la discusión sobre los valores y conocimientos que deben adquirir los jóvenes en su paso por la universidad. Basta presenciar una discusión curricular entre académicos o escuchar a un grupo de empleadores y líderes sociales, para darse cuenta que no hay productos neutrales, que al enfatizar un ámbito, necesariamente se dejan de lado otros. Estas dificultades han hecho que por mucho tiempo el foco de la evaluación de la docencia y de carreras universitarias se enfoque en los *inputs* (ej., ratio profesor/alumno, selectividad al ingreso e infraestructura) del sistema más que de los resultados" (p.9).

Y luego agrega que aun cuando sea posible encontrar una forma de medir los productos derivados de la docencia universitaria, queda pendiente la asignación de causalidad (Celis, 2012, p.9). Desde el punto de vista de la gestión educacional, es importante conocer las causas del éxito (o fracaso) de las acciones emprendidas por las unidades académicas, como el DII.

En un enfoque CRRE, medir habilidades profesionales implica medir cambios en la construcción de realidad, en otras palabras, cambios en la conciencia de sí y de mundo de los individuos y, por tanto, cambios en el ser. Esto complica más las cosas, porque podría pensarse que es infactible aislar todos los factores que no son intervenciones de los cursos en que se desarrollan habilidades. Maturana y Vignolo (2001) comentan, de hecho, que incluso las conversaciones diarias generarían cambios en el ser, porque existe transformación en la convivencia (p.254). Y como último punto de complicación, la medición es realizada por otro ser humano, que al igual que el ser observado, tiene una estructura particular que lo hace ver (construir la realidad) de una forma que no es objetiva, en los términos del positivismo.

Para no caer en una interminable cadena de subjetividades, donde cada sujeto depende de su estructura y además cambia continuamente, es preciso recordar uno de los aforismos presentados más arriba cuando se citaba a Maturana y Varela (1994): "todo lo dicho es dicho por alguien". Las personas emiten juicios (opiniones, percepciones de la realidad) y esos juicios deben ser entendidos como dichos por la persona que los emitió.

Ahora bien, es posible hacer confluir lo dicho por Maturana y Varela (1994) con lo que se entiende por evaluar. Ellos explican que una conducta, como configuración particular de movimientos, depende del ambiente en que sea descrita. Más específicamente, sobre evaluar indican que "el éxito o fracaso de una conducta queda siempre definido por el ámbito de expectativas que el observador especifica" (p.92).

Por otra parte, se podría decir que medir es asignar un modelo consistente y coherente que represente la realidad. Por ejemplo, medir cambios en temperatura implica definir qué es temperatura, cómo se mide y luego asignar un estado de la naturaleza a una representación matemática, que trabajada correctamente, muestra y predice lo que sucede en el mundo de los hechos. Así, juntar en un mismo recipiente un litro de agua a 10° C con otro litro de agua a 50° C es, según el modelo, un conjunto de dos litros de agua a 30° C. Y el instrumento lo comprueba, porque el termómetro verificará que la mezcla alcanza la temperatura promedio. Sin embargo, no sucede lo mismo con los seres humanos. Aun cuando sea posible generar un modelo que asuma inmanencia de los seres humanos y capacidad objetiva de observación, las perspectivas que abre el enfoque CRRE hacen que observaciones de ese tipo sean reduccionistas, porque no reconocen la variabilidad de dominios, motivaciones, creencias, paradigmas y relaciones interpersonales que establecen los individuos

Un último aspecto a ser considerado en este apartado es la definición de evaluación. La evaluación (*assessment*) es definida como las actividades y procesos que involucran un juicio sobre el desempeño (como se cita en Zhang, 2012, p.158). Y este es el punto de unión entre el enfoque constructivista y los objetivos planteados para el trabajo. Cuando se habla de habilidades profesionales se habla de elementos relacionales que generan un desempeño. Evaluar es emitir un juicio sobre ese desempeño. Medir es asignar una numeración a ese juicio. Así, medir es calificar cuantitativamente el cambio.

En definitiva, el desafío de medir o evaluar habilidades profesionales no es menor. Existen complicaciones que han interesado a expertos en la materia. Sin embargo, creemos que desde CRRE es posible generar una propuesta que, bien entendida y aplicada, contribuya a la evaluación y al crecimiento de los estudiantes del DII en el dominio de habilidades.

Capítulo 4. Marco Contextual

El Perfil de Egreso del Ingeniero Civil Industrial es la declaración que realiza la comunidad del DII como compromiso de resultado del proceso de formación de ingenieros. Este perfil destaca que los egresados del programa están habilitados para “desenvolverse en el ámbito de la Gestión de Organizaciones”, dentro del cual se podrán utilizar conceptos y metodologías provenientes de la gestión de operaciones, tecnologías de información, finanzas, economía y marketing. En el mismo documento se especifica que los ingenieros egresados del DII demuestran ser capaces de “Desarrollar habilidades para liderar equipos de trabajo manejando las relaciones interpersonales”. Esta corresponde a la habilidad profesional declarada por el Departamento.

En un apartado distinto se mencionan las habilidades que desarrollan los egresados de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Las que clasifican como habilidad profesional, de acuerdo a lo revisado en el Capítulo 3, son “comunicar”, “trabajar en equipos multidisciplinarios, asumiendo el liderazgo en las materias inherentes a su profesión” y “gestionar su auto-aprendizaje en el desarrollo del conocimiento de su profesión”.

Para concretizar lo anterior, se cuenta en el plan curricular de Ingeniería Industrial con una serie de cursos denominados talleres de ingeniería industrial. Este trabajo de título toma esos cursos como contexto con el fin de desarrollar la propuesta metodológica para evaluar habilidades profesionales.

En este capítulo se explica a modo general qué son los talleres de ingeniería industrial, incluyendo la metodología de enseñanza y los mecanismos de evaluación que se utilizan en la actualidad. Luego, se explican los principales hallazgos de las conversaciones con profesores del DII, sobre medición de habilidades profesionales. Finalmente, se concluye sobre la situación de los talleres, en relación a la propuesta que plantea este trabajo de título.

4.1 Talleres de Ingeniería Industrial

Los talleres de ingeniería industrial son tres cursos obligatorios del programa de Ingeniería Civil Industrial. En conjunto, tienen por objetivo que los estudiantes desarrollen habilidades e integren conocimientos de manera práctica (Flores, 2010).

Los tres talleres son: el Taller de Ingeniería Industrial I (IN3001), Taller de Ingeniería Industrial II (IN4002) y Gestión Integral de Negocios (IN6004). El primero se ubica en el quinto semestre de estudios, justo después de

finalizado el plan común. El segundo en el octavo semestre y el tercero en el décimo primero, de un total de doce semestres de duración del programa.

La Comisión de Docencia de Pregrado (COMDOC) es el organismo del DII que aprueba los programas de los cursos. Los objetivos de los talleres de ingeniería industrial están declarados en los programas. Sin embargo, la experiencia vivida por distintas generaciones de estudiantes puede ser muy distinta en un taller. Esto se debe a la naturaleza dinámica de los cursos, en los cuales la metodología particular de trabajo es adaptada por el profesor que en cada momento está a cargo. Esto no sucede con la misma intensidad en los cursos tradicionales, donde lo que importa es el traspaso de contenidos, porque el foco no está puesto en el estilo del profesor para guiar los proyectos, sino justamente en el contenido mismo. Este es un punto que debe ser tomado en cuenta: los talleres cambian la manera en que son ejecutados dependiendo de quién esté a cargo. Dado esto, a continuación se comentan los aspectos básicos de cada taller que han permanecido en los últimos cuatro semestres.

Para cada taller se especifican los objetivos de aprendizaje, la metodología de enseñanza principal, la conformación del cuerpo docente y los mecanismos de evaluación.

El **Taller de Ingeniería Industrial I** es el curso que da la bienvenida al DII. Los estudiantes deberían dedicar en promedio 10 horas semanales de trabajo al curso. Se plantean cuatro objetivos o resultados de aprendizaje, los que indican que al finalizar el curso el estudiante:

1. Conocerá y comprenderá los ámbitos de acción del Ingeniero Civil Industrial y las áreas de investigación del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, siendo capaz de adoptar decisiones fundamentadas acerca de sus opciones de especialización durante sus estudios y para su posterior carrera profesional
2. Tendrá un incrementado nivel de conciencia de sí, en lo relativo a sus intereses personales y profesionales así como en los ámbitos en que desea desarrollar capacidades distintivas y trascender como profesional.
3. Conocerá metodologías para desarrollar actitudes e incrementar habilidades en los ámbitos de: aprender, escuchar, comunicarse por escrito y oralmente, construir confianza y capital social, coordinarse a través del diseño y la gestión de compromisos, trabajar en equipo, presentar, liderar, observar y modular sus estados de ánimo y, dependiendo del involucramiento en el curso y los roles que juegue, habrá incrementado algunas de dichas habilidades.

4. Será consciente de la crucial importancia del respeto y cultivo de principios y valores en el desempeño profesional y habrá incrementado su capacidad para evaluar y tomar decisiones éticas cuando enfrente situaciones características de su situación de estudiante universitario primero e ingeniero posteriormente.

Desde el semestre Otoño 2011, este curso se desarrolla planteando desafíos complejos a grupos numerosos de alumnos (4 a 5 grupos cuyos miembros varían entre 20 y 25), lo que supone desafíos de coordinación al iniciar el curso. Durante los últimos semestres el curso ha adoptado como parte del modelo pedagógico la participación en Proyectos de Emprendimiento Social (PES). Estos proyectos han generado como resultado un incremento declarado de conciencia en los estudiantes sobre cómo se construyen a sí mismos. Vignolo y Balmaceda (2015) lo expresan como una invitación a "inventarse a sí mismo", de manera coherente con el enfoque CRRE: cuando cambia el relato (mi creencia sobre mí mismo), cambio yo.

Cada equipo cuenta con la asistencia de uno o dos Ayudantes (ex alumnos destacados del curso), quienes son llamados "Learning Assistants". Además, el equipo docente cuenta con dos Profesores Auxiliares, quienes coordinan el curso, y dos o tres Profesores de Cátedra. Este curso se organiza con una sección única.

Las evaluaciones del IN3001 son las siguientes:

- Ensayo de aprendizaje y aporte: los alumnos escriben dos veces al semestre un cuestionario con preguntas referidas a qué han aprendido y cómo es que su trabajo ha aportado al equipo. Los ayudantes de cada equipo son los encargados de leer y asignar una nota.
- Coevaluación: los estudiantes evalúan el trabajo de sus compañeros de equipo en dominios de desempeño, como aporte al equipo y aprendizaje.
- Autoevaluación: los estudiantes se autoevalúan en dominios de desempeño, como aporte al equipo y aprendizaje.
- Encuesta de entorno cercano: al inicio y al término del semestre, los estudiantes deben hacer que terceros cercanos a ellos, como familiares y amigos, completen un formulario sobre las actitudes y estados de ánimo que estos terceros perciben en el estudiante. La encuesta sirve como indicador de los propósitos que se plantea el curso.

- Desempeño en proyectos: corresponde a la nota que fija el equipo de profesores, de acuerdo al desempeño alcanzado en los proyectos.
- Controles de lectura: los estudiantes deben responder una prueba que controla la lectura de la bibliografía obligatoria del curso. Se realizan cuatro controles de lectura al semestre.
- Prácticas personales de aprendizaje: corresponden a tareas individuales orientadas al autoconocimiento, como escribir una autobiografía o proyectar un plan de carrera.

Este curso declara explícitamente el uso de la plataforma CRRE en el modelo pedagógico. Las experiencias de aprendizaje en proyectos (en los PES), la co-evaluación y un conjunto de talleres desarrollados para generar nuevas distinciones, contribuyen a que el Taller I sirva como espacio de práctica del incremento de conciencia de sí y de transformación de sí.

El **Taller de Ingeniería Industrial II** se ubica en el octavo semestre y tiene por foco el diseño de un proyecto de ingeniería. Los estudiantes deberían dedicar en promedio 10 horas semanales de trabajo al curso. Los resultados de aprendizaje del curso son:

1. Concibe y diseña proyectos en el ámbito de la Ingeniería Civil Industrial a partir de la identificación de quiebres, elaborando un diagnóstico en profundidad que permita detectar oportunidades y construir una propuesta de valor para el cliente.
2. Sustenta proyectos centrados en la creación de valor para el cliente a nivel de Perfil, mediante una primera aproximación de los beneficios y costos involucrados.
3. Reconoce la importancia de ejercitar sus habilidades cognitivas y diversas habilidades para el trabajo en equipo que inciden en la productividad y calidad de su desempeño.

El Taller II se organiza abriendo entre tres y cuatro secciones. Cada sección está a cargo de una dupla de profesores y la matrícula no supera los 25 estudiantes. Los equipos de trabajo tienen entre 4 y 6 integrantes. Todas las secciones cuentan además con la participación de un Profesor Auxiliar y un Ayudante.

Las evaluaciones del IN4002 son las siguientes:

- Nota de concepto: corresponde a una nota que representa la apreciación general del desempeño de cada estudiante. Para obtener la nota los dos profesores deben llegar a un consenso.
- Controles de lectura: al igual que en el IN3001, en tres ocasiones se controla la bibliografía obligatoria del curso mediante controles de lectura.
- Desempeño en proyectos: corresponde a la nota por los informes y las presentaciones del proyecto que diseñan los equipos de trabajo.
- Nota de reporte semanal de avance de proyecto: cada semana los estudiantes deben completar un reporte de avance. La realización de este reporte, en el cual se pide declarar avances, aprendizajes, quiebres y potenciales problemas de equipo, da origen a una nota que establecen el profesor auxiliar y el ayudante.

El último taller es el curso **Gestión Integral de Negocios**, que se ubica en el onceavo semestre de la carrera, justo antes de la realización del curso Trabajo de Título. Los estudiantes deberían dedicar en promedio 15 horas semanales de trabajo al curso. Este taller (llamado también Taller III) se enfoca en hacer que los estudiantes diseñen un emprendimiento que potencialmente continúe después del curso.

Formalmente, el objetivo del curso Gestión Integral de Negocios es:

- Lograr que los alumnos integren los diversos contenidos, conocimientos y habilidades adquiridos en la carrera, a través de la generación de ideas, diseño y evaluación de negocios en un proyecto, lo más real posible, de emprendimiento o intra-emprendimiento o innovación en una organización, ya sea privada, pública o sin fines de lucro, o en un emprendimiento personal.

Al igual que en el Taller II, el Taller III se organiza con más de una sección. Cada sección está a cargo de una dupla de profesores, pero la presencia de profesores auxiliares o ayudantes es muy poco común.

Los estudiantes conforman grupos (de entre 4 y 5 integrantes) eligiendo a sus compañeros y generando una idea de negocios (en sentido amplio) para desarrollar en el curso. Cada semana los equipos muestran avances del proyecto a los profesores, quienes actúan como mentores de los equipos.

La evaluación de este curso está centrada en el desempeño de los estudiantes. Los profesores observan el desarrollo del proyecto y lo evalúan.

4.2 Evaluación de habilidades profesionales en el DII

En la elaboración de este trabajo de título se conversó con profesores del Departamento de Ingeniería Industrial, todos relacionados con los talleres o el desarrollo de habilidades.

Las conversaciones fueron realizadas como entrevistas uno a uno. La pauta de la entrevista contenía cuatro preguntas, en las que se pedía comentar la importancia de las habilidades profesionales, definir algunas de estas habilidades y referirse al método que cada uno emplea para evaluar habilidades, en caso que declarara hacerlo.

Se encontró que para los entrevistados la evaluación de habilidades está poco formalizada, aunque evalúan. Hay dos fuentes que destacan en esta evaluación. La primera es la observación de los resultados y la segunda la observación del desempeño en los espacios formales de clases. Esto es coherente con lo mostrado en la sección 4.1, pues aunque hay evaluaciones formales en los talleres, estas se centran fuertemente en los resultados, y no necesariamente en el despliegue específico de cada habilidad.

Lo anterior no es necesariamente malo, toda vez que la motivación para desarrollar habilidades profesionales es generar buenos desempeños. Esto es, incluso, uno de los elementos que caracterizan las habilidades profesionales, de acuerdo a lo establecido en el capítulo 3.

Pero no se debe asumir siempre que el buen resultado es exclusivo de las buenas habilidades, ni que los malos resultados develan malas habilidades. Sin duda existe un nivel no menor de correlación entre ambos, pero es mejor saber qué genera los buenos resultados, gestionarlo y potenciarlo.

4.3 Conclusiones sobre los talleres y la evaluación de habilidades profesionales

La mera lectura de los objetivos de aprendizaje de cada taller evidencia que en estos cursos se busca desarrollar habilidades profesionales. No existe, sin embargo, un mecanismo que directa y aisladamente lo permita. De hecho, los tipos de evaluaciones de los cursos revelan esto. En general se utiliza más de un método para evaluar.

Ahora bien, también se puede apreciar que los tres cursos utilizan el trabajo en equipo como metodología y que en los tres cursos los estudiantes deben cumplir con un objetivo. Los contextos son distintos, porque en el Taller I se

pide cumplir con un gran desafío, en el Taller II diseñar un proyecto de ingeniería y en el Taller III diseñar un nuevo negocio, pero en todos se deben conformar equipos y existe un equipo de personas (los profesores) que actúan como mentores o instructores del proceso.

Derivado de las secciones 4.1 y 4.2 es posible observar que si los profesores hacen una evaluación de habilidades profesionales, esta quedaría reflejada en el juicio de desempeño de los estudiantes. Los distintos componentes de evaluación muestran que importan los resultados (del proyecto, del aporte al equipo).

Finalmente, se concluye que los tres talleres no necesariamente están integrados. Es decir, no aparece una coordinación inter-talleres tal que se potencie el conjunto de cursos como una línea de desarrollo, se exploten innovaciones docentes o se compartan experiencias de mejoramiento continuo.

Capítulo 5. Análisis de Experiencias Externas en Metodologías de Evaluación

En capítulos anteriores se presentó un marco conceptual que invita a entender de una manera particular la evaluación de habilidades profesionales. Luego, se revisó el contexto en el cual se enmarcan los talleres de ingeniería industrial, la línea de cursos sobre la cual se propone aplicar la metodología de evaluación que se crea en este trabajo de título. Ahora se procede a revisar lo que ha sucedido en el mundo.

En este capítulo se muestran experiencias externas sobre metodologías de evaluación de habilidades profesionales. La mayor fuente de conocimiento respecto de este tema son las publicaciones de investigadores en *Engineering Education*. En la primera parte se presentan los grandes enfoques utilizados en el mundo académico, para luego dar paso a los trabajos consultados¹². Finalmente se concluye sobre los temas más relevantes y la coherencia y consistencia con el marco conceptual elegido.

5.1 Modelo de competencias

El Modelo de Competencias es una aproximación al diseño y evaluación de planes de aprendizaje en contextos educacionales y laborales.

La Escuela de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de Chile adoptó un modelo de competencias durante el proceso de renovación curricular que se implementó en 2007. La definición adoptada de la Escuela corresponde a la del Proyecto Tuning – LA, que indica que una competencia es un conjunto dinámico de e integrado de conocimientos, habilidades y actitudes, que pueden ser inducidos durante el proceso formativo y cuyo grado de adquisición y desarrollo es susceptible de ser evaluado (Adán, 2014, p. 11).

En la literatura es reconocida la definición de Spencer y Spencer (1993), para quienes una competencia es “una característica subyacente en un individuo que está causalmente relacionada a un estándar de efectividad y/o a una performance superior en un trabajo o situación” (como se cita en Alles, 2004, p.26).

Las competencias son ampliadas y clasificadas en cinco niveles por Spencer y Spencer. Esta categorización es la que se entiende como el modelo del iceberg, según el cual los niveles más profundos son inherentes e inmanentes en un individuo, pero es difícil acceder a ellos. Sin embargo, los niveles superficiales pueden ser accedidos a través de comportamientos observables o recuerdos de situaciones concretas de los individuos. Los

¹² Para que el lector siga con mayor claridad el texto, se destacan en negrita los nombres de los autores en la presentación de cada paper.

sicólogos laborales utilizan típicamente este enfoque en la selección de personas que postulan a una empresa.

La categorización que realizaron Spencer y Spencer es la siguiente¹³:

1. Motivación: los intereses que una persona considera o desea insistentemente.
2. Características: características físicas y respuestas consistentes a situaciones o información.
3. Concepto propio o concepto de uno mismo: las actitudes, valores o imagen propia de una persona.
4. Conocimiento: la información que una persona posee sobre áreas específicas.
5. Habilidad: la capacidad de desempeñar cierta tarea física o mental.

Para estos autores, además, las competencias pueden clasificarse en dos categorías dependiendo del nivel de dificultad que requiera realizar una tarea, a saber:

- Competencias de punto inicial: son características esenciales que todos necesitan en cualquier empleo para desempeñarse mínimamente bien, como saber escribir, leer y resolver cálculos aritméticos sencillos, entre otros.
- Competencias diferenciales: son factores que distinguen a las personas de niveles superiores de desempeño.

Además de Spencer y Spencer, se plantea el aporte de Cluade Levy-Leboyer, quien destaca la dimensión conductual de las competencias, desde ahí la observación y la posterior evaluación o medición. En definitiva se indica que¹⁴:

- *Las competencias son comportamientos*; algunas personas disponen de ellas mejor que otras, incluso son capaces de transformarlas y hacerlas más eficaces para una situación dada (destacado propio).
- *Esos comportamientos son observables* en la realidad cotidiana del trabajo y en situaciones de evaluación. Esas personas aplican

¹³ Alles, 2004, p.26.

¹⁴ Como se cita en Alles, 2004, p.31.

íntegramente sus aptitudes, sus rasgos de personalidad y los conocimientos adquiridos (destacado propio).

- Las competencias son un rasgo de unión entre las características individuales y las cualidades requeridas para conducir mejor las misiones profesionales prefijadas.
- Las competencias son individuales y esas competencias individuales forman competencias de la empresa. Las competencias individuales se identifican a través del análisis de los comportamientos.

La clave de la implementación del modelo de competencias es la observación de comportamientos (Alles, 2004, p.54). Para implementar el sistema de competencias es necesario determinar qué necesidades de recursos humanos tiene la empresa y, además, contar con personal lo suficientemente experto en el dominio, tal que pueda observar comportamientos, desprender una competencia y asignar un nivel. Uno de los objetivos de la gestión por competencias es "por sobre todas las cosas, objetivar los sistemas de desempeño; por lo tanto, no valen las impresiones generales" (p.57). El modelo de competencias está mal implementado si "las percepciones y/o emociones influyen de sobremanera en el análisis de los hechos" (p. 57).

Este enfoque parece apropiado para la mayoría de los contextos en los cuales se desenvuelven los ingenieros industriales. En particular, parece ser efectivo en la selección de un profesional dados los intereses que declara una empresa para cumplir sus objetivos. No obstante, la pregunta que debería formularse es si este enfoque, el modelo de competencias, sería el mejor para un entorno educacional, donde no existe una motivación única, como por ejemplo la contratación de cierto perfil profesional, sino en la gestión de personas, que crean proyectos de vida y de carrera.

5.2 Evaluación ABET e Iniciativa CDIO

Dos de las iniciativas o proyectos más importantes en formación es ingeniería son ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology* por sus siglas en inglés) y CDIO (*Conception, Design, Implementation and Operation*). En esta sección se explica qué propone cada uno con respecto a la evaluación de habilidades profesionales.

5.2.1 ABET

ABET nace en 1932 como el "*Engineers' Council for Professional Development*" (ECPD), una organización ingenieril dedicada a la educación, acreditación, regulación y desarrollo profesional de los ingenieros y estudiantes de ingeniería de los Estados Unidos, cambiando formalmente su nombre en 2005. Actualmente es reconocida como líder mundial en el

aseguramiento de la calidad y la estimulación de la innovación en los campos que le competen. La Pontificia Universidad Católica de Chile acredita algunos de sus programas de ingeniería mediante ABET¹⁵.

En noviembre de 1996 ABET comenzó a desarrollar un nuevo sistema de acreditación de los programas de ingeniería, que consideraba que los estudiantes de la disciplina al egresar debían poseer once habilidades fundamentales. Cinco de esas habilidades se conocen como las tradicionales habilidades duras (*hard skills*), e incluyen¹⁶:

- (a) la habilidad para aplicar conocimientos de matemática, ciencia e ingeniería;
- (b) la habilidad para diseñar y ejecutar experimentos, como así también analizar e interpretar datos;
- (c) la habilidad para diseñar un sistema, componentes o procesos con el fin de lograr un resultado deseado;
- (e) la habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; y
- (k) la habilidad para utilizar técnicas, competencias y herramientas modernas en la resolución de problemas de ingeniería.

Adicionalmente ABET determinó seis habilidades blandas (*soft skills*), hoy llamadas habilidades profesionales (*professional skills*). Estas habilidades son:

- (d) habilidad para trabajar en equipos multidisciplinarios;
- (f) entendimiento de la responsabilidad ética y profesional;
- (g) habilidad para comunicarse efectivamente;
- (h) entender el impacto de soluciones ingenieriles en un contexto global, económico, ambiental y social;
- (i) reconocimiento y entendimiento de la necesidad de mantener un proceso de aprendizaje constante a lo largo de la vida, o habilidad para aprender; y
- (j) conocimiento de asuntos contingentes, es decir, mantenerse informado de los hechos relevantes que ocurren en el mundo.

Aunque algunas de las habilidades listadas por ABET como profesionales puedan ser entendidas como competencias cognitivas (puntos f,h y j), podría decirse que se consideran como habilidades profesionales porque no son propias de la técnicas ingenieril, determinan la relación con otros y su buen manejo está asociado a un alto desempeño.

¹⁵ <https://www.ing.puc.cl/nuestra-escuela/acreditaciones/internacionales/> [consultado el 30 de abril de 2015].

¹⁶ El criterio ABET es conocido por las letras que se aginan a cada habilidad. Este listado respeta esa referencia.

Para ABET las habilidades se miden utilizando métodos de evaluación (*assessment methods*), los que pueden ser¹⁷:

- Métodos directos: incorporan la observación directa de las habilidades o conocimientos de un estudiante, en contraste con indicadores claramente identificados. Ejemplos de estos métodos son el desarrollo de tareas específicas, presentaciones, exámenes y portafolios de estudiantes.
- Métodos indirectos: incorporan la opinión o el auto-reporte de la experiencia de aprendizaje. Ejemplos de estos métodos son encuestas, *focus groups*, entrevistas de cierre y reuniones de consejo para los estudiantes.

De acuerdo a la Dra. Ashley Kranov, Managing Director of Professional Services en ABET, los métodos de evaluación deben ser relevantes, precisos y útiles. Es decir, se debe medir el resultado de aprendizaje tan precisamente como sea posible, tan correctamente como sea posible y se deben tener las implicancias tan claras como sea posible, de hacer dicha evaluación (Kranov, 2011).

ABET propone el uso de rúbricas para medir el resultado de aprendizaje (*Learning Output*). De acuerdo a la agencia, las rúbricas deben contar con tres componentes: dimensiones o la habilidad a evaluar; escala, o los rangos en que se clasifica esa habilidad; y descriptores, lo que corresponde al detalle de qué se espera en cada nivel para la habilidad.

En una rúbrica un profesional experto evalúa un comportamiento observable. Es importante en el uso de este tipo de instrumentos que quienes evalúen hayan sido calibrados. Es decir, que las evaluaciones no difieran significativamente, en tanto lo que se evalúa es apreciable por todos los calificadores de una manera similar.

Por último, es relevante notar que las habilidades “duras” están bien especificadas para la acreditación de ABET. No obstante, cada institución puede interpretar las habilidades profesionales de acuerdo a su contexto particular.

5.2.2 CDIO

La propuesta CDIO es una iniciativa conformada por una red global de escuelas de ingeniería liderada por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y el Royal Institute of Technology (KTH). La premisa fundamental es

¹⁷ Kranov, 2011.

que los ingenieros conciben, diseñan, implementan y operan sistemas complejos, tecnológicos o sociales (Crawley et al 2007).

La iniciativa plantea tres objetivos generales, los que son formar alumnos capaces de:

1. Dominar un profundo conocimiento operativo de los fundamentos técnicos.
2. Ser líderes en la creación y la operación de nuevos productos y sistemas.
3. Comprender la importancia y el impacto estratégico de la investigación y del desarrollo tecnológico en la sociedad.

El enfoque CDIO se basa en aprendizaje experiencial, y tiene sus orígenes en el constructivismo y la teoría de desarrollo cognitivo. Se reconoce a Jean Piaget como el constructivista más importante en el enfoque.

La iniciativa CDIO opera determinando un conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes – el CDIO Syllabus –, que se adecúa a cada contexto particular. A partir de esta determinación de objetivos se articulan los programas de ingeniería y sus evaluaciones (Celis, 2012, p.13; Estándares CDIO 2010, p.2).

El Syllabus considera cuatro dominios que se dividen hasta llegar a un tercer nivel de detalles. Los cuatro dominios son¹⁸:

1. Conocimiento técnico y razonamiento.
2. Atributos y habilidades personales y profesionales.
3. Habilidades interpersonales: trabajo en equipo y comunicación.
4. Concebir, diseñar, implementar y operar sistemas en la empresa y el contexto social.

Cada uno de estos dominios se identifica por un número, tal como se presentan en la lista.

De acuerdo a la definición de habilidad profesional desarrollada anteriormente, las habilidades del Syllabus que interesan para este trabajo de título aparecen en los dominios 2 y 3. En específico las siguientes, desplegadas hasta el tercer nivel de aprendizaje¹⁹:

¹⁸ Armstrong, 2007, p.55-56.

¹⁹ En el Anexo 3 encontrará el syllabus CDIO completo.

Tabla 3: CDIO Syllabus – Habilidades Seleccionadas de los Dominios 2 y 3

2. Habilidades y atributos personales y profesionales	3. Habilidades interpersonales: comunicación y trabajo en Equipo
<p>2.4. Habilidades y actitudes personales</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.4.1. Iniciativa y disposición de aceptar riesgos 2.4.2. Perseverancia y flexibilidad 2.4.3. Creatividad 2.4.4. Pensamiento crítico 2.4.5. Conciencia de competencias personales 2.4.6. Curiosidad y disposición a aprender de por vida 2.4.7. Gestión del tiempo y recursos <p>2.5. Habilidades y actitudes profesionales</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.5.1. Ética profesional, integridad y responsabilidad 2.5.2. Comportamiento profesional 2.5.3. Planificación proactiva de su carrera profesional 2.5.4. Disposición a mantenerse actualizado en el mundo de la ingeniería 	<p>3.1. Trabajo en equipo</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.1.1. Capacidad de formación de equipos efectivos 3.1.2. Capacidad de gestión de equipos 3.1.3. Identificar y desarrollar habilidades para el crecimiento y evolución del equipo 3.1.4. Capacidad de liderazgo de equipos 3.1.5. Capacidad de trabajar en distintos tipos de equipos y colaborar técnicamente <p>3.2. Comunicación efectiva</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.2.1. Analizar situaciones y elegir estrategias comunicacionales 3.2.2. Construir estructuras comunicacionales adecuadas 3.2.3. Capacidad de comunicación escrita efectiva 3.2.4. Capacidad de comunicación por medios Electrónicos/Multimedia 3.2.5. Capacidad de comunicación por medios gráficos 3.2.6. Capacidad de comunicación por presentaciones orales <p>3.3. Comunicación en idiomas extranjeros</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.3.1. Capacidad de comunicarse de forma oral y escrita en inglés 3.3.2. Capacidad de comunicarse de forma oral y escrita en otros idiomas

Fuente: CDIO Syllabus.

CDIO enfoca el aprendizaje desde la experiencia. Los laboratorios y proyectos toman relevancia con esta propuesta, lo que genera cambios en algunos programas de ingeniería, como sucedió en la Universidad de Chile en 2007 (Aguirre, 2010). En el aprendizaje experiencial importan el conocimiento, las habilidades, las actitudes, los valores, las emociones, las creencias y los sentimientos.

Para medir cada una de las habilidades establecidas en un enfoque CDIO, se fijan rúbricas de evaluación. La rúbrica CDIO posee una escala de seis puntos. Los criterios de cada nivel se basan en la fundamentación de cada estándar, construido a partir de la convergencia de opiniones de los

stakeholders de un programa o universidad en particular, donde además del cuerpo docente se considera a alumnos y empleadores (Celis, 2012, p.13; Estándares CDIO 2010, p.2). Dado esto último, se dice que en CDIO se realizan autoevaluaciones de cumplimiento.

La rúbrica general, que se muestra a continuación, marca el estándar CDIO y sirve para la evaluación de programa.

Tabla 4: Rúbrica General de Estándares CDIO

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

Fuente: Estándares CDIO.

En definitiva, la iniciativa CDIO consiste en el planteamiento de una forma de entender la enseñanza de la ingeniería desde el ejercicio profesional. Se fijan criterios generales en el Syllabus, que luego sirven para que cada escuela asociada a la red evalúe sus programas. En el enfoque CDIO se consideran habilidades profesionales, lo que refuerza la idea de la necesidad de enseñar y evaluar estas características en estudiantes de ingeniería.

5.3 Artículos sobre evaluación de habilidades profesionales

En esta sección se describen trabajos desarrollados y publicados por investigadores y profesores sobre educación en ingeniería (*Engineering Education*).

Cajander, Daniels, McDermott y von Konsky (2011) desarrollan una experiencia de evaluación de habilidades profesionales en un curso de proyectos, similar a los Talleres de Ingeniería Industrial del DII, en una universidad australiana. Estos académicos destacan la importancia del desarrollo de habilidades profesionales en el mundo contemporáneo, y especulan sobre la falta de mecanismos para evaluarlas, poniendo de relieve la falta de preparación de los instructores. En sus palabras:

“Otro problema es que los educadores tienen un entendimiento intuitivo de qué son las habilidades profesionales, pero tienen dificultades para dar una definición clara de las mismas, y por tanto para generar una rúbrica de evaluación” (p.145, traducción propia).

Lo que constituye un punto relevante, en tanto se evidencia que los profesores no están necesariamente preparados para guiar en el proceso de desarrollo de habilidades, como sí lo están para enseñar contenidos tradicionalmente llamados “duros”. Esta falta de recursos es clave, por cuanto no contar con ellos directamente implica la imposibilidad de aplicar mecanismos complejos de evaluación.

Como método central de medición de habilidades, se utiliza la reflexión, a través de la cual los estudiantes deben autoevaluar el aprendizaje de habilidades profesionales. Según los autores:

“Reflexión y autoevaluación son características que distinguen a los expertos de los novatos, por lo tanto, el desarrollo de una capacidad para reflexionar sobre la práctica de la profesión debería ser un elemento esencial en cualquier preparación para una carrera profesional” (p.146, traducción propia).

Existe una relación entre reflexión y autoevaluación y desarrollo de habilidades profesionales. Esto, porque la reflexión es parte del proceso de aprendizaje que pudiese emprender cualquier individuo. Cualquier espacio o registro para reflexionar es valioso. En particular, los autores relatan la experiencia de uso de un blog, que además de permitir la reflexión genera conversaciones entre los estudiantes y los tutores del curso. Es decir, cada semana los estudiantes debían agregar entradas a un blog, abierto a sus compañeros y al equipo docente, sobre los aprendizajes de la semana. Cajander et al destacan un vínculo entre la reflexión exitosa y el incremento de autonomía en el proceso de aprendizaje (2011, p.148)

Entre los beneficios de uso del blog se destacan los siguientes:

- Una retroalimentación regular permite a los estudiantes discernir sobre sus fortalezas y debilidades en el desempeño, lo que permite tomar decisiones sobre qué mantener y qué cambiar en el trabajo que se desarrolla.
- La acción de comentar el trabajo hecho por los pares provee a los estudiantes con la oportunidad de hacer comentarios con referencia a objetivos prefijados por los profesores.
- La conversación permanente estudiantes-estudiantes y profesores-estudiantes sirve para clarificar los criterios sutiles y a veces implícitos

de qué cuenta como buen desempeño en el contexto de una tarea particular.

- Los estudiantes pueden monitorear el entendimiento que ellos mismos tienen de alto desempeño y compararlo con el que poseen profesores y otros estudiantes. Este es un factor significativo para los estudiantes en el desarrollo de modelos mentales apropiados en el proceso de aprendizaje.
- En un lado práctico, el consejo y el apoyo académico dado por los pares puede ser articulado a un nivel tal que no sea apreciado como una amenaza a la autoestima de los estudiantes.
- La perspectiva diferente que provee el *feedback* puede servir para motivar la perseverancia en el desarrollo de tareas y entregar un grado de soporte mental y validación de los esfuerzos realizados.

La evaluación de la reflexión es compleja, porque no existe un consenso sobre la determinación de los procesos reflexivos y, además, no hay una práctica de reflexionar. Para ello, los autores proveen una tabla de criterios de reflexión, en la cual se identifican conductas y se asigna un nivel de reflexión. Por ejemplo, en el nivel 1 (Escritura Descriptiva) los estudiantes simplemente describen su experiencia, sin considerar esfuerzos significativos por analizar lo que les pasó. Aunque no hay reflexión, este contenido puede servir como material para reflexiones posteriores. En el nivel máximo de la tabla, que corresponde a 4 (Reflexión Crítica), se describen experiencias, pero además se reflexiona sobre las decisiones tomadas y se aprecia un entendimiento de los factores que influyen en el proceso de aprendizaje.

Por otra parte, **Aimao Zhang (2012)** utiliza la evaluación de pares para medir habilidades profesionales y habilidades duras. Esta profesora destaca que los grupos de trabajo se han vuelto una práctica habitual como mecanismo de aprendizaje en proyectos de ingeniería, que provee mejores espacios de aprendizaje que los ensayos o las evaluaciones de selección múltiple. Sin embargo, existe un desafío en la evaluación de cursos con más estudiantes de los que el profesor puede observar con detenimiento. En palabras de Zhang:

“Mientras los grupos de proyectos proveen excelentes oportunidades para el entrenamiento en habilidades blandas, el desempeño individual de cada miembro del grupo es difícil de evaluar. Las actividades grupales comúnmente se desarrollan fuera de la sala de clases y los instructores no mantienen comunicación en estas instancias. El problema del *free-rider* aparece cuando algunos estudiantes trabajan menos, pero son recompensados con las mismas notas que aquellos que contribuyen más” (p.158, traducción propia).

Sobre la evaluación de pares, Zhang destaca que:

“Varios estudios confirman la validez y el valor de la evaluación de pares. Este sistema ha demostrado ser más efectivo prediciendo el éxito de los estudiantes de primer año de postgrados que la prueba de admisión (GRE), encuestas demográficas o geográficas y encuestas de opinión, actitud e interés. La evaluación de pares está altamente correlacionada con la evaluación del instructor y genera un típico grado de distribución y un alto nivel de consistencia interna [...] Se ha concluido que la evaluación de pares provee una forma única de evaluar los comportamientos de los estudiantes y que los pares pueden percibir e interpretar con precisión el comportamiento y desempeño de los otros” (p.159, traducción propia).

Lo que valida como mecanismo la evaluación de pares.

Zhang genera una escala de evaluación y la valida con un análisis de factores. El estudio contempla una muestra pequeña de 24 estudiantes, lo que no es generalizable. Sin embargo, se evidencia la utilidad de la evaluación de pares.

Fernades et al (2009) se refieren al uso de evaluación de pares en un curso de proyectos. Destacan las ventajas de la evaluación de pares, como el dar a los estudiantes una mayor sensación de autonomía, incentivarlos a ser parte del proceso evaluativo y por tanto a que se sientan dueños del mismo, incrementar el involucramiento de los estudiantes con el curso, aumentar la motivación y profundizar el aprendizaje (p.126). Sumándose a Zhang, los autores indican que:

“La evaluación de los proyectos en equipo comúnmente incluye la evaluación de los integrantes del grupo sobre su contribución y la contribución de otros. Los procesos de la evaluación de pares son, en este sentido, una manera única y valiosa de evaluar el proyecto, más aún en consideración de las habilidades genéricas, que se profundizan en esta metodología de enseñanza [la formación de equipos de trabajo]. Así, los estudiantes pueden evaluar críticamente su propio trabajo y el de sus compañeros, dando y recibiendo *feedback* sobre el trabajo y sobre formas para mejorar el desempeño. La evaluación de pares también ayuda a los estudiantes a desarrollar las habilidades necesarias para una autoevaluación efectiva y la habilidad para hacer juicios, la que puede ser considerada una habilidad esencial para la vida, tanto en los estudios como en el ejercicio profesional” (p.126, traducción propia).

En la experiencia presentada, la evaluación de pares sirve para obtener un factor de corrección, que representa el aporte relativo de los integrantes del equipo al proyecto. El factor de corrección afecta la calificación final del estudiante en el curso, haciendo que quienes, a juicio de sus compañeros aportaron más, reciban mayor nota que aquellos que aportaron menos.

Pero no todo es bueno en la evaluación de pares. Aparecen algunos asuntos que deben ser considerados como riesgos, como que los estudiantes evalúen influenciados por las relaciones de amistad, o que se incrementa el trabajo del profesor al tener que dejar claro los criterios de evaluación a los estudiantes. Otro riesgo mencionado, es que a juicio de los profesores los estudiantes en un grupo no siempre reconocen el aporte de algunos miembros. Este punto queda para ser reflexionado, pues entendiendo que son los alumnos quienes pasan más tiempo en el desarrollo del proyecto y tienen más contacto con sus compañeros, ellos son quienes podrían tener un juicio mejor fundado sobre los aportes individuales al trabajo grupal. Esto es, de alguna manera, reconocido por los autores. Ellos dicen:

“El tiempo de contacto entre los miembros del equipo es intenso y extendido a lo largo del semestre. De hecho, el trabajo en equipo es una característica clave del PLE²⁰ y por esa razón se justifica la evaluación entre los integrantes del equipo. La evaluación del equipo se hace, principalmente, mediante la observación del resultado final del proyecto” (Fernandes et al, 2009, p.128).

La evaluación de pares no sirve sólo para medir contribución al trabajo en equipo o desempeño de habilidades profesionales. Fernandes et al destacan que el mecanismo también sirve para mejorar el desempeño del equipo, es decir, intervenir:

“En otra edición, un grupo de primer año reveló que la primera sesión de *feedback* al interior del grupo fue el evento más importante que gatilló un buen desempeño” (2009, p.132).

Natascha van Hattum-Janssen (2009) busca responder a preguntas generales sobre la evaluación: qué medir, cómo, cuándo y quién, en un contexto donde se utiliza el trabajo en proyectos. La autora se refiere al uso común, hoy en día, de los proyectos como mecanismo de enseñanza en carreras de ingeniería, indicando que el cambio respondió a las nuevas necesidades que se demandaban de los ingenieros. En especial, destaca van Hattum-Janssen, “una de las razones más evidentes para hacer el cambio es la demanda creciente por competencias genéricas” (p.69, traducción propia). La autora pone de manifiesto que es el trabajo en equipo donde se pueden desarrollar esas competencias genéricas (o habilidades blandas o profesionales), espacio que está orientado a las *habilidades* y no al *conocimiento*, porque lo que importa no es *saber*, sino *saber hacer*.

La autora se refiere también al efecto de la evaluación en el proceso de enseñanza. Para ella evaluar no implica sólo tomar una medida de algo, sino que:

²⁰ PLE: Project Led Education. Se refiere al uso de proyectos en los cursos de ingeniería.

“El modo en que se desarrolla la evaluación influye la aproximación de los estudiantes hacia el aprendizaje y hacia los proyectos. Una aproximación superficial, que enfatiza la evaluación como un mecanismo externo para poner calificaciones llevará a aprendizajes superficiales. Un enfoque que mira la evaluación como parte del proceso y del resultado del aprendizaje de un estudiante, incentivará, con mayor probabilidad, una aproximación profunda al aprendizaje” (p.70, traducción propia).

Lo que es relevante para la construcción de cualquier mecanismo de evaluación o de enseñanza. Esta premisa implica que para generar un sistema de evaluación, necesariamente se debe tener en mente cómo se está enseñando.

Sobre el caso particular de habilidades profesionales, van Hattum-Janssen (2009) indica que se deben utilizar autoevaluación y coevaluación. Esto tiene el efecto de involucrar al estudiante, además de rescatar la experiencia única que cada alumno tiene al observar de cerca el desempeño de sus compañeros. La académica indica que la evaluación en curso de proyectos debe ser distinta a la que se realiza en los cursos tradicionales, porque suceden fenómenos distintos. En un curso tradicional el estudiante puede estar menos involucrado que en un curso de proyectos, donde lo que más importa es su participación. Por otra parte, se indica que algunas habilidades profesionales sólo pueden ser evaluadas por el conjunto de estudiantes, como el trabajo en equipo, para las cuales es complicado que un observador externo evalúe (p.73).

Por último, la autora destaca que es importante la existencia de un grupo de personas orientadas a facilitar la reflexión. En el caso del *paper* presentado, se trataba de un grupo de profesores instructores sin influencia sobre las notas de los estudiantes. En el caso de los Talleres de Ingeniería Industrial, podría tratarse de profesores auxiliares y ayudantes entrenados para aquello, o los mismos profesores que guían el curso.

En otro trabajo, la misma **van Hattum-Janssen junto a Mesquita (2011)** investigan la opinión de los profesores respecto al desarrollo y la medición de habilidades profesionales. Esta investigación se realiza en la Universidad de Minho, Portugal, donde existe el programa de *Industrial Management Engineering* o IME²¹.

Los autores destacan el rol de la evaluación en habilidades profesionales como uno distinto al de meramente asignar un número. Indican que el desarrollo de habilidades profesionales está fuertemente ligado a la evaluación de las mismas habilidades, porque los mecanismos de evaluación

²¹ Ese es el mismo contexto donde se desarrollan los trabajos de van Hattum-Janssen (2009) y Fernandes et al (2009). Ambos se citan en este mismo capítulo.

pueden ser utilizados como métodos de aprendizaje. Además, resaltan el hecho que en un proyecto las habilidades profesionales y técnicas están entrelazadas, no sólo respecto del desarrollo, sino también sobre la evaluación (p.463).

También se mencionan las dificultades para medir habilidades profesionales. Las tres que se destacan son:

- El desempeño logrado en un contexto de evaluación explícita puede ser distinto al que se muestra en un espacio no evaluativo, lo que genera la inquietud por si se está evaluando lo que se quiere evaluar.
- El alcance para desarrollar y evaluar habilidades profesionales es poco claro (en general, no existe un consenso en el mundo académico sobre este punto).
- Los profesores no están, y no se sienten, necesariamente preparados para evaluar habilidades profesionales, por cuanto están fuera de su ámbito de competencias. Estos profesores son, mayoritariamente ingenieros.

Por último, se muestran las principales conclusiones del estudio. Los profesores que fueron entrevistados destacaron que la actividad de coevaluación es realmente útil (van Hattu-Janssen & Mesquita, 2011, p. 468). Se dice lo mismo sobre la evaluación formativa. Por último, aparece la percepción de poca capacidad por parte de los instructores para evaluar habilidades profesionales. Se cree que las rúbricas ayudan a que los profesores tengan más confianza y evalúen (van Hattu-Janssen & Mesquita, 2011, p.471).

Otra experiencia es la que se documentó en la Universidad de Bristol. **Wanous, Procter y Murshid (2009)**. En esa universidad los estudiantes de todas las especialidades de ingeniería deben aprobar un programa que se distribuye a lo largo de la carrera, llamado *Professional Studies* (PS o Estudios Profesionales). El programa está orientado a hacer que los estudiantes comprendan aspectos del mundo profesional, no ligados directamente con su especialidad. Por ejemplo, deben aprender de gestión, marco legal, estrategias de negocios y economía o impacto de las acciones emprendidas y conducta ética y conciencia profesional (*professional awareness*). El trabajo de estos autores muestra el cambio de un sistema de evaluación centrado en la toma de pruebas sobre lecturas y clases, a uno centrado en la retroalimentación y el aprendizaje. La premisa para este cambio es que "la evaluación tiene una gran incidencia en la calidad del aprendizaje" (p.77, traducción propia). La restricción que motivó el diseño del antiguo sistema de evaluación es la masividad de los cursos del PS (300 a 400 estudiantes).

El nuevo enfoque es un sistema de evaluación de pares, que promueve el *feedback* y el mayor involucramiento de los estudiantes en las unidades del

programa. Se forman equipos de trabajo para que los estudiantes trabajen en un proyecto que consiste en la preparación de un caso estudio. Para los autores, el cambio de sistema permite que los estudiantes compartan sus conocimientos, reflexiones sobre el desempeño de los demás y el propio y, además, disminuye la carga de trabajo del equipo docente (2009, p.84).

Pardo et al (2009) presentan una propuesta de evaluación que motiva el desarrollo de competencias genéricas (habilidades profesionales). Se trata de actividades que permiten a los estudiantes interactuar entre sí, principalmente mediante la coevaluación. Este sistema no se utiliza sólo para trabajos en equipos de proyectos, sino para desarrollar actividades académicas típicas, como la elaboración de un informe. Los autores destacan el uso de la coevaluación. Los estudiantes siempre evalúan de acuerdo a una rúbrica, muy estricta.

Las principales conclusiones del trabajo de Pardo et al son consistentes con el mejoramiento del nivel académico de los estudiantes. La realización de las actividades generó como resultado un mayor rendimiento académico general y un mayor involucramiento de los alumnos con el aprendizaje propio y de los demás compañeros (Pardo et al, 2009, p.146-147).

Kranov, Hauser, Olsen y Girardeau (2008) generan una metodología que evalúa, al mismo tiempo, todas las habilidades profesionales ABET. Para lograrlo formulan problemas de ingeniería complejos, los que son presentados a grupos de 8 estudiantes. Las conversaciones y las respuestas a estos problemas son transcritos y luego evaluados por expertos en evaluación (*Assessment Specialists*), mediante una rúbrica. Se cree que el método es muy útil, porque mide al mismo tiempo lo que en otros programas se mide por separado.

Esta experiencia reportó buenos resultados desde el punto de vista de poder generar una evaluación de habilidades profesionales de un estudiante. Sin embargo, la presentación del *paper* apunta más a la evaluación de un programa (por eso se eligen al azar ocho estudiantes), que a la evaluación de las habilidades de cada estudiante.

Jeffers, Beata y Strassman (2014) documentan cualitativamente el desarrollo de un proyecto de ingeniería en un contexto real. Un grupo de estudiantes debía diseñar y construir un puente para peatones en una comunidad en Bolivia, para lo cual contaron con cuatro semanas. Los estudiantes fueron asesorados por la organización Bridges to Prosperity, una ONG que tiene por misión conectar con puentes a personas aisladas por ríos turbulentos.

Los estudiantes que participaron en el proyecto llevaron bitácoras, en las cuales escribían sus experiencias. Para motivar la escritura, a los estudiantes

se les entregó una serie de preguntas. Cada una de estas preguntas apuntaba a recoger una habilidad en particular. Aunque el estudio es preliminar, las conclusiones son que los estudiantes efectivamente se enriquecieron del trabajar en un contexto real, con una comunidad real, aprendiendo de habilidades técnicas y también de trabajo en equipo, entendimiento de otra cultura y habilidades comunicativas.

Beard, Schwiger y Surendran (2008) motivan su trabajo desde la necesidad de hacer que las universidades demuestren que están cumpliendo con la promesa hecha a sus estudiantes: que aprendan lo que deben aprender para desenvolverse en el ambiente profesional. Los autores desarrollan un sistema de evaluación de todos los resultados de aprendizaje de los estudiantes en un programa de ingeniería en Sistemas de Información en Southeast Missouri State University. Este sistema considera múltiples fuentes de datos a partir de los cuales se generan evaluaciones. Las fuentes de información para habilidades comunicativas son los reportes escritos, las presentaciones y una prueba escrita y un profesor evalúa usando una rúbrica. Para medir habilidades de trabajo en equipo y liderazgo se considera el desempeño de los estudiantes en equipos de trabajo, y quienes evalúan son los integrantes del equipo y el profesor, usando una rúbrica.

Se considera que la evaluación debe ser sistemática y continua, que la información debe ser útil para tomar decisiones y generar cambios en la forma en que los programas se enseñan. La evaluación debería involucrar a todos los interesados (estudiantes, profesores, administrativos), debería fluir desde la misión institucional y debería estar basada en múltiples mecanismos particulares de recogimiento y análisis de datos. Los métodos de evaluación en sí mismos deben ser sometidos al escrutinio de la comunidad cada cierto tiempo y el sistema en general debe ser mínimamente intrusivo para los profesores y los estudiantes (Beard et al, 2008, p.232).

Al-Bahi, Taha y Turkmen (2013) generan un mecanismo de evaluación consistente con los criterios de acreditación de ABET, para la King Abdulaziz University de Arabia Saudita.

Los autores generan KPI²² desde un enfoque integrado del currículum. Revisan los programas de ingeniería y luego piensan qué habilidad ABET debería ser desarrollada en qué curso. Crean indicadores y luego rúbricas. Se intenciona que los estudiantes logren el mayor nivel de desarrollo de las habilidades hacia los cursos de proyectos, que se ubican al final de los programas. Estos proyectos son desarrollados en una empresa. El tutor de la empresa debe evaluar el desempeño del alumno y este último debe generar una autoevaluación.

²² Un KPI es un indicador clave de desempeño (*Key Performance Indicator*). Un número que representa el avance de algo, de acuerdo a estándares predefinidos.

Finalmente, se presenta el trabajo de **Ahn, Cox, London, Cekic y Zhu (2014)**, quienes crean un instrumento para medir tres habilidades: liderazgo, síntesis (entendida como la capacidad para integrar conocimiento) y cambio (entendido como la capacidad para adaptarse al cambio).

Los autores realizan un estudio en dos etapas. Primero entrevistan a doce ingenieros, empleadores o académicos para preguntarles cuáles son, a su juicio, los componentes principales de las habilidades a medir. Con esta información se genera una encuesta que es aplicada a los estudiantes de ingeniería. Mediante un análisis de factores se determina finalmente qué características son las que según la comunidad son las relevantes para cada habilidad. No se explica si la herramienta ha sido utilizada, pero sí queda evidenciado que el instrumento es creado a partir de la opinión de varios *stakeholders*.

5.4 Conclusiones sobre las tendencias en metodologías de evaluación de habilidades profesionales

Se mostraron algunos de los marcos conceptuales más importantes, como el modelo de competencias y la acreditación ABET, además de las acciones descritas en los artículos consultados.

La presentación de modelo de competencias muestra como premisas que las competencias son comportamientos y que estos comportamientos son observables. ABET indica que existen métodos directos e indirectos para evaluar habilidades. Es específico, es posible ver que la evaluación o medición de habilidades se centra en un conjunto particular de métodos. A continuación se clasifican según lo expuesto en la parte 5.3:

Tabla 5: Resumen de Métodos de Evaluación de Habilidades Profesionales

Método de evaluación	Referencias
Reflexión y autoevaluación	<ul style="list-style-type: none"> •Cajander, Daniels, McDermott y von Korskys2011 •Fernandes, Mesquita, Lima, Faria, Fernandes y Ribeiro 2009 •Jeffers, Beata y Strassman 2014
Autoevaluación	<ul style="list-style-type: none"> •Al-Bahi, Taha y Turkmen 2013
Evaluación de pares	<ul style="list-style-type: none"> •Zhang 2012 •Pardo et al 2009 •Beard, Schwiger y Surendran 2008
Evaluación de pares para generar reflexión	<ul style="list-style-type: none"> •Wanous, Procter y Murshid 2008 •van Hattu-Janssen 2009
Rúbricas y expertos	<ul style="list-style-type: none"> •Kranov, Hauser, Olsen y Girardeau 2008 •Al-Bahi, Taha y Turkmen 2013

Fuente: Elaboración Propia.

Una de las metodologías clave, que no sólo sirve para medir, sino también para aprender, es la autoevaluación. A partir de ella se plantea la reflexión como espacio para el aprendizaje.

También se podría concluir que es importante la interpretación de los observadores que observan el desempeño del estudiante en los proyectos, aun cuando estos observadores no sean expertos. A partir de esta conclusión se puede notar, además, que hay dos enfoques desde la calificación del observador: (i) **Evaluación de Experto**, entendido como el evaluador que ha sido preparado para observar y calificar, y (ii) **Evaluación de Observador Cercano**, entendiendo a este último como el compañero, profesor o tutor.

En específico, se podría decir que la Evaluación de Experto involucra la participación de un observador experto, generalmente para evaluar a una muestra de estudiantes en el proceso de acreditación de un programa. Esta forma de evaluación involucra, necesariamente, el uso de una rúbrica.

Por otra parte, la Evaluación de Observador Cercano incluye a personas que observan el desempeño de los estudiantes en un contexto de aprendizaje cualquiera, que generalmente es el desarrollo de un proyecto en un curso. Esta forma de evaluación involucra la realización de autoevaluaciones, coevaluaciones y heteroevaluaciones (las que realiza un tutor).

En otra arista, algunos autores (Cajander et al, 2011; van Hattu-Janssen & Mesquita, 2011) destacan entre las dificultades para evaluar la falta de preparación de los docentes. Esto impone, más bien, una restricción: generar sistemas de evaluación simples, poco complejos.

También se hace mención al problema de evaluar el desempeño de los estudiantes en un contexto distinto al que naturalmente utilizarían (van Hattu-Janssen y Mesquita, 2011). Se podría concluir que es mejor que un alumno se desempeñe en el trabajo que desarrolla con su equipo y observarlo ahí, más que simular una situación.

Por último, se resalta que en los artículos consultados los autores no especifican el marco conceptual desde el cual deciden medir. En todos se asume que las habilidades están, se pueden aprender y se demuestran mediante el comportamiento (lo que se captura en la observación). En este sentido, no hay necesariamente una contradicción con el enfoque CRRE, pues este último puede adoptar un mecanismo, teniendo siempre en mente que lo que se está haciendo es evaluar desde la perspectiva de observadores estructuralmente determinados.

Capítulo 6. Selección de Habilidades Profesionales a Evaluar

La comunidad académica no ha definido un conjunto estándar de habilidades profesionales. Esto tiene sentido, justamente porque las tendencias mundiales que motivan el desarrollo de habilidades profesionales son el cambio acelerado y la globalización. Fijar un grupo de habilidades es desconocer, en la práctica, la naturaleza cambiante del entorno y cerrar las posibilidades de adaptación en él.

A pesar de lo anterior, sí hay un grupo de habilidades que por recurrencia parecen ser importantes. Hay otras, que son relevantes desde el enfoque CRRE.

En este capítulo se selecciona un conjunto de habilidades, en las cuales se centrará la evaluación. Para ello, se revisaron los programas de los cursos talleres de ingeniería industrial, se consideró la bibliografía revisada y se entrevistó a profesores del DII. Hacia el final se muestran las cinco habilidades profesionales seleccionadas.

6.1 Revisión de los programas de los talleres de ingeniería industrial

En cada programa de curso, los talleres indican resultados de aprendizaje generales y resultados de aprendizaje en cada unidad o módulo. En coherencia con la definición dada de habilidad profesional, se detallan las habilidades profesionales que promete desarrollar cada curso.

Tabla 6: Habilidades a Desarrollar en el Taller de Ingeniería Industrial I

Taller de Ingeniería Industrial I	
Resultados de Aprendizaje General	<ul style="list-style-type: none">• El alumno tendrá un incrementado nivel de conciencia de sí• Conocerá metodologías para desarrollar actitudes• Conocerá metodologías para incrementar habilidades en los dominios de Aprender, Escuchar empático, Comunicarse por escrito y verbalmente, Construir confianza y capital social, Coordinarse a través del diseño y la gestión de compromisos, Trabajar en equipo, Presentar, Liderar, Observar y modular sus estados de ánimo• Será consciente de la crucial importancia del respeto y cultivo de principios y valores en el desempeño profesional
Resultados por unidad	<ul style="list-style-type: none">• Será capaz de diseñar y gestionar programas de aprendizaje• Tendrá una interpretación fundada acerca de sus ideales, pasiones, intereses, capacidades y anhelos en función de

- diseñar su opción de especialización profesional
- Será consciente y valorará el rol de los principios y valores éticos en el desempeño profesional
- El estudiante será consciente y valorará el rol de las habilidades profesionales (sociales y directivas) en el desempeño profesional
- Será consciente y valorará la necesidad de un proceso permanente de diseño, gestión, evaluación y rediseño de sí mismo, en función de lograr eficacia, eficiencia, y bienestar en su desempeño laboral y personal.

Fuente: Programa IN3001, Primavera 2014.

Tabla 7: Habilidades a Desarrollar en el Taller de Ingeniería Industrial II

Taller de Ingeniería Industrial II	
Resultados de Aprendizaje General	<ul style="list-style-type: none"> • El alumno desarrollará la capacidad para sustentar proyectos • Reconoce la importancia de ejercitar sus capacidades cognitivas y habilidades como comunicación efectiva y trabajo en equipo
Resultados por unidad	<ul style="list-style-type: none"> • Coordina de modo efectivo las acciones necesarias para lograr un trabajo colaborativo eficiente y de calidad (liderazgo) • Distingue y valora la importancia de las habilidades colaborativas para la formación y el ejercicio profesional • Presenta y defiende sus ideas ante audiencias críticas, demostrando habilidades de un Ingeniero Civil Industrial, poniendo énfasis en saber escuchar y cumplir sus compromisos • Practica y valora la importancia de concebir y diseñar proyectos en el ámbito de la Ingeniería Civil Industrial • Practica y valora la negociación como medio para generar soluciones. • Distingue y valora la importancia del liderazgo y la comunicación asertiva para generar un equipo de alto desempeño

Fuente: Programa IN4002, Primavera 2014.

Tabla 8: Habilidades a Desarrollar en Gestión Integral de Negocios

Gestión Integral de Negocios	
Resultados de Aprendizaje General	<ul style="list-style-type: none"> • Lograr que los alumnos integren los diversos contenidos, conocimientos y habilidades adquiridos en la carrera, a través de la generación de ideas, diseño y evaluación de negocios en un proyecto, lo más real posible, de emprendimiento o intra-emprendimiento o innovación en una organización, ya sea privada, pública o sin fines de lucro, o en un emprendimiento personal
Resultados por unidad	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar y utilizar las habilidades de trabajo en equipo • Fortalecer las aptitudes comunicacionales (orales y escritas) y la seguridad en la presentación de ideas. • Desarrollar la capacidad de recibir críticas y de distinguir las dirigidas al trabajo de aquellas referidas a la persona • Desarrollar capacidad de hacer críticas constructivas y aportadoras. • Contribuir a formar y utilizar las capacidades para innovar, liderar y desarrollar el carácter emprendedor • Aprender a buscar y obtener ayuda interna y principalmente externa para la consecución de los objetivos establecidos • Evaluar y rediseñar planes de trabajo, según el ámbito de interés, demostrando autocrítica y auto aprendizaje • Demostrar asumir el comportamiento ético como un fundamento de la vida profesional. • Identificar quiebres, plantear soluciones y evaluar viabilidad, resultados e impactos • Tomar acción en focos de interés declarados

Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede apreciar, las habilidades declaradas en cada curso no siguen necesariamente un nivel progresivo. Es decir, los cursos no están integrados desde el punto de vista de mejoramiento continuo de las habilidades. Sin embargo, en todos los cursos aparecen tres habilidades (que también se muestran en el syllabus CDIO): Trabajar en Equipo, Comunicar Efectivamente y Liderar. Por lo tanto, estas tres habilidades serán consideradas en la metodología de evaluación, sin perjuicio de la posibilidad de agregar otras que la comunidad del DII determine como relevantes.

6.2 Definición de las habilidades de liderar, trabajar en equipo y comunicar efectivamente

Para determinar qué se entiende por cada una de las habilidades antes declaradas, se hace un ejercicio de triangulación. Se realizaron entrevistas a profesores y expertos del DII²³, se consultó el *Diccionario de*

²³ Se puede consultar el resumen de las entrevistas en Anexos 7 y 8.

*Comportamientos*²⁴ de Martha Alles (2004) y se consideró la definición de las habilidades dadas por los cursos del Programa de Innovación y Sociotecnología del DII. Las siguientes tablas muestran cada fuente, la descripción y luego una propuesta de interpretación común.

Tabla 9: Definición de Liderar

Liderar	
Programa de Innovación DII	Capacidad para generar, participativamente, proyectos de desarrollo e innovación que generan entusiasmo y compromiso en los equipos de trabajo dirigidos.
Alles	Habilidad para orientar la acción de los grupos humanos en una dirección determinada, inspirando valores de acción y anticipando escenarios de desarrollo de la acción de esos grupos. Habilidad para fijar objetivos, seguir dichos objetivos y dar <i>feedback</i> integrando las opiniones de los otros.
Entrevistas	Generar un desplazamiento de terceros, hacia un lugar o meta común. Lograr objetivos. Influenciar a otros.
Interpretación común	Habilidad para movilizar a un grupo de personas al cumplimiento de un objetivo determinado. El líder integra la opinión de los miembros del equipo en la consecución del objetivo.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10: Definición de Trabajar en Equipo

Trabajar en Equipo	
Programa de Innovación DII	Capacidad para diseñar y llevar adelante proyectos y todo tipo de coordinaciones, en forma eficaz, eficiente y con bienestar, en condiciones de alta diversidad de los miembros del equipo, en términos de formas de ver, ser y hacer.
Alles	Es la habilidad para participar activamente de una meta común, incluso cuando la colaboración conduce a un objetivo que no está directamente relacionado con el interés personal. Supone facilidad para las relaciones interpersonales y capacidad para comprender la repercusión de las propias acciones en el éxito de las acciones del equipo.
Entrevistas	Reconocerse parte de una organización. Actitud de colaboración dentro del equipo. Contribuir a un grupo. Cumplir objetivos grupales. Ponerse a disposición del equipo. Coordinación con sentido de pertenencia.
Interpretación común	Capacidad y actitud de sentirse parte de una comunidad y llevar a cabo acciones coherentes con el cumplimiento de objetivos de esa comunidad.

Fuente: Elaboración Propia.

²⁴ Aquí se presentan las definiciones de las competencias en nivel inicial, que corresponde al nivel de entrada al mundo laboral.

Tabla 11: Definición de Comunicar Efectivamente

Comunicar Efectivamente	
Programa de Innovación DII	Capacidad de generar acción efectiva y coordinaciones de acciones efectivas en los equipos de trabajo que se dirigen.
Alles ²⁵	Es la capacidad de demostrar una sólida habilidad de comunicación y asegurar una comunicación clara. Alienta a los otros a compartir información, habla por todos y valora las contribuciones de los demás (tipo de vínculo, nivel de vocabulario, lenguaje verbal y no verbal, persuasión).
Entrevistas	Lograr acción a partir del habla. Que las cosas ocurran, considerando a la otra persona (escuchándola, siento empático, leyendo cuerpo, etc). Adecuarse al contexto. Tener claridad de propósito. Comunicación que produce acción.
Interpretación común	Capacidad para comunicar, escuchar, adecuarse al contexto y generar acciones. Se debe tener claridad de propósito, empatizar con el receptor y hacer que él o ella haga o no haga, dependiendo del propósito declarado.

Fuente: Elaboración Propia.

6.3 Disposiciones básicas en la propuesta CRRE: escuchar y aprender

Este trabajo de título busca proponer una metodología de evaluación de habilidades profesionales para el DII, partiendo de una base constructivista radical. Como recordará el lector o lectora, las premisas del CRRE son que la realidad es construida por los individuos, quienes no pueden saber cómo las cosas son, sino sólo cómo las ven y viven, y que ellos cambian en la convivencia con otras personas.

Evaluar aprendizaje en una perspectiva constructivista radical es evaluar cambios en la conciencia de sí (y por tanto en el ser), especialmente si se hace en el terreno de las habilidades profesionales. Para evaluar estos cambios se considera necesario introducir dos habilidades básicas: Escuchar y Aprender.

Se propone que escuchar es la capacidad de generar interpretaciones útiles a mis objetivos y a los de la comunidad de la cual formo parte. Esta propuesta es entregada por Carlos Vignolo²⁶, quien nombra la habilidad como *obscurchar*. Para obscurchar es necesario hacerse cargo de los intereses,

²⁵ Esta habilidad aparece nombrada como "Modalidades de Contacto".

²⁶ Desde conversaciones, apuntes de clases (Taller de Ingeniería Industrial I, IN3001 Otoño 2011, Seminario de Innovación y Sociotecnología, IN78M Primavera 2014) y talleres.

quiebres, preocupaciones, paradigmas, prácticas y discursos de las demás personas.

Por otra parte, aprender es incorporar nuevas habilidades que posibilitan logran objetivos, que hasta el momento se hallaban fuera de alcance (Kofman, 2001). Para aprender es necesario declarar ignorancia en un dominio en el que se desea aprender algo; luego dar autoridad a alguien y comprometerse con prácticas para adquirir la nueva habilidad.

Sin estas dos habilidades, es difícil entender el enfoque constructivista. Una persona que evalúa debe escucharse y escuchar a los demás, en la construcción de realidad que está realizando. La evaluación que se haga desde ahí deberá considerar las premisas de la propuesta, pues es allí donde se abren los beneficios de la adopción del CRRE. Por otra parte, la capacidad de aprender cobra sentido en consideración de la segunda radicalidad del CRRE, la ontológica, especialmente en un entorno cambiante como el mundo actual. ABET, CDIO y el Perfil de Egreso del Ingeniero Civil Industrial también mencionan y destacan a Aprender²⁷ como una habilidad relevante.

Por lo tanto, las habilidades que se consideran en este informe, y que deberían ser evaluadas en primera instancia, son liderar, trabajar en equipo y comunicar efectivamente, y se añaden escuchar y aprender, como acciones básicas necesarias del CRRE.

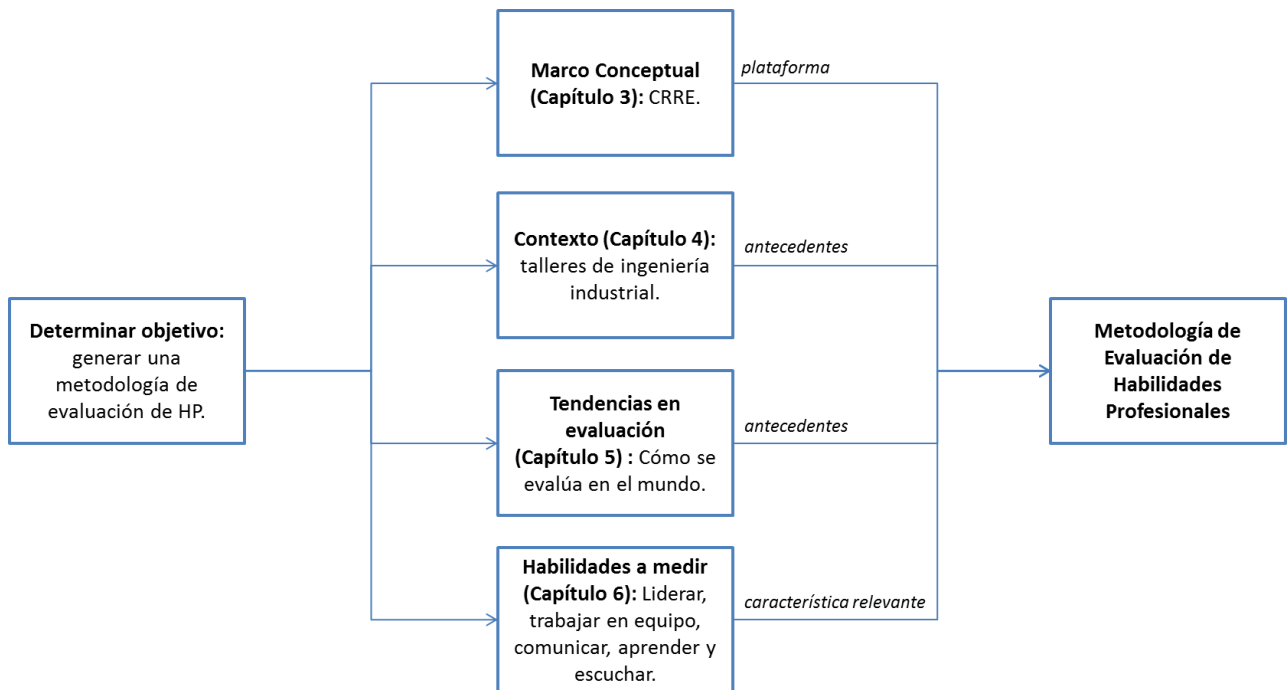
²⁷ ABET profundiza en esto, diciendo que los egresados de ingeniería deberían tener la capacidad de aprender a lo largo de la vida (*engage in life-long learning*).

Capítulo 7. Diseño de una Metodología de Evaluación de Habilidades Profesionales

El recorrido de este informe comienza con la presentación de un marco conceptual que destaca las definiciones de habilidad profesional, medir y presenta al CRRE como la plataforma desde la cual se abordará el trabajo. Luego se muestran los talleres de ingeniería industrial en el marco contextual. Estos cursos son el espacio para el cual se diseña la metodología de evaluación. La presentación continúa con el análisis de experiencias externas, donde destacan los trabajos de varios investigadores además de los avances desarrollados por ABET y la iniciativa CDIO. Con eso presente, la metodología de evaluación comienza a tomar forma. Falta el qué medir, para lo cual se presenta en el Capítulo 6 una selección de habilidades profesionales. En este capítulo confluyen las principales conclusiones de todos los anteriores, en el diseño de una metodología que contribuya a evaluar algunas de las habilidades profesionales que deberían desarrollar los estudiantes de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad de Chile.

Para clarificar la estructura del informe, se presenta la Figura 3.

Figura 3: Presentación del Trabajo de Título



Fuente: Elaboración Propia.

Es decir, se han determinado los elementos contextuales, los instrumentos y el marco conceptual adecuado para converger en el diseño de la metodología de evaluación.

7.1 Metodología de evaluación de habilidades profesionales

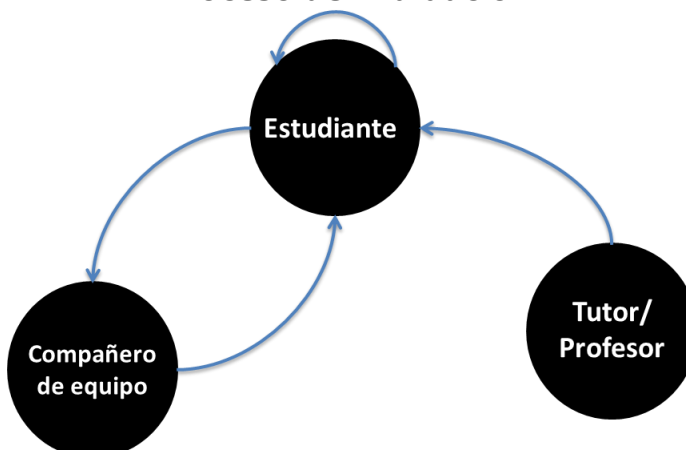
Una metodología de evaluación define la forma en que algo será evaluado o medido.

Se propone una metodología de evaluación práctica, sencilla y fácil de aplicar en el contexto actual del DII. El lector o lectora recordará que en los tres talleres se utiliza como metodología de enseñanza el trabajo en equipos para desarrollar un proyecto. Los actores involucrados en ese proceso son estudiantes y profesores o tutores.

De entre los métodos explorados, se eligen los mecanismos de Evaluación de Observadores Cercanos, que incluyen autoevaluación, coevaluación y evaluación de tutores.

Así, la interacción entre actores que propone la metodología de evaluación es la siguiente:

Figura 4: Relación de los Actores Involucrados en el Proceso de Evaluación

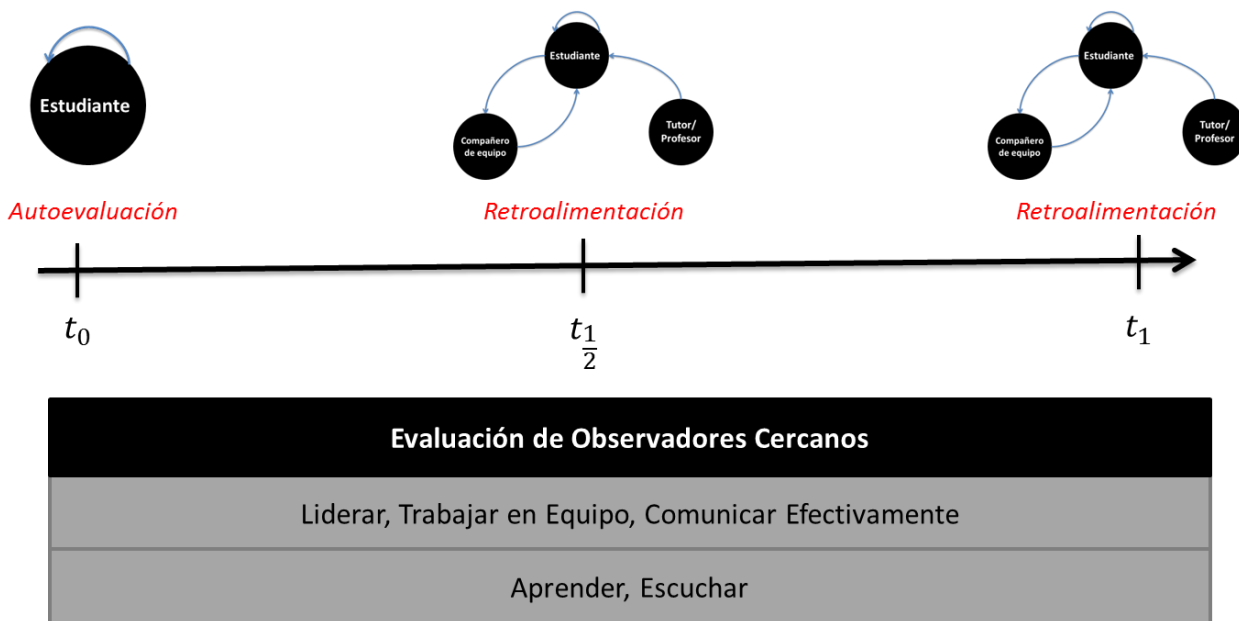


Fuente: Elaboración Propia.

Las flechas azules indican quién evalúa a quién. El estudiante se evalúa a sí mismo (autoevaluación), es valorado por sus compañeros de equipo (coevaluación) y por el profesor o tutor.

Dada esa estructura de interacciones, se presenta la metodología general.

Figura 5: Metodología de Evaluación de Habilidades Profesionales



Fuente: Elaboración Propia.

El método consiste en generar instancias de evaluación entre los actores involucrados, en distintos periodos del semestre. Estas instancias recogen la siguiente información:

- Autoevaluación: dados los criterios especificados en el formulario, el estudiante que diligentemente realiza el ejercicio reflexiona sobre su desempeño en las habilidades que miden. El estudiante contrasta su ideal con el desenvolvimiento real y se ubica en concordancia. Al estudiante no se le pide que comente para terceros la justificación de su autoevaluación.
 - La autoevaluación inicial gatilla la reflexión sobre lo que los estudiantes pueden hacer. La evaluación final contiene como evidencia lo desarrollado en el curso. Ambas reflexiones generarán un incremento de conciencia de los estudiantes sobre su desempeño en el dominio de habilidades profesionales.
 - Una autoevaluación final de menor puntuación que la autoevaluación inicial no necesariamente refleja un retroceso. Es posible que el estudiante haya generado cambios en el estándar de lo que él considera deseable en la habilidad determinada.
- Evaluación de pares: en una comunidad en particular, el estudiante es observado en el trabajo que exigen los talleres por sus compañeros. Dados los objetivos del grupo y los estándares de cada integrante, se

ubica al estudiante en un ranking. Esto también genera un incremento de conciencia en el dominio de habilidades.

- Evaluación de tutor: en los casos que sea posible, los tutores (profesores, profesores auxiliares y ayudantes) observarán el trabajo del estudiante. El tutor observa el resultado, pero en este caso también es formador, por lo que genera una interpretación del proceso que lleva al resultado. El tutor posee estándares sobre el trabajo de los estudiantes, y en su rol necesariamente debe justificar sus comentarios. Es parte del proceso formativo.

Estas instancias se materializan con el llenado de una encuesta como la que se muestra a continuación, que considera las definiciones de las habilidades discutidas anteriormente.

Autoevaluación						
A continuación te pedimos autoevaluar tu desempeño en las siguientes cinco habilidades. Se presenta una definición de cada habilidad. Debes marcar un círculo o cruz sobre el nivel en cual consideras que te encuentras. 1 representa un nivel inicial, en tanto 6 un nivel de alta competencia.						
Autoevaluación de:						
Liderar: Habilidad para movilizar a un grupo de personas al cumplimiento de un objetivo determinado. El líder integra la opinión de los miembros del equipo en la consecución del objetivo.						
1	2	3	4	5	6	
Trabajar en Equipo: Capacidad y actitud de sentirse parte de una comunidad y llevar a cabo acciones coherentes con el cumplimiento de objetivos de esa comunidad.						
1	2	3	4	5	6	
Comunicar Efectivamente: Capacidad para comunicar, escuchar, adecuarse al contexto y generar acciones. Se debe tener claridad de propósito, empatizar con el receptor y hacer que él o ella haga o no haga, dependiendo del propósito declarado.						
1	2	3	4	5	6	
Aprender: Incorporar nuevas habilidades que posibilitan lograr objetivos, que hasta el momento se hallaban fuera de alcance. Para aprender es necesario declarar ignorancia en un dominio en el que se desea aprender algo; luego dar autoridad a alguien y comprometerse con prácticas para adquirir la nueva habilidad.						
1	2	3	4	5	6	
Escuchar: Generar interpretaciones o ideas de lo que está pasando, respecto de lo que dicen los otros. Es necesario hacerse cargo de los intereses, quiebres, preocupaciones, paradigmas, prácticas y discursos de las demás personas.						
1	2	3	4	5	6	
Comentarios sobre mi desempeño :						

Coevaluación

A continuación te pedimos evaluar el desempeño de tus compañeros de equipo en las siguientes cinco habilidades. Se presenta una definición de cada habilidad. Debes marcar un círculo o cruz sobre el nivel en el cual calificas a tu compañero. 1 representa un nivel inicial, en tanto 6 un nivel de alta competencia.

Evaluador:	Evaluada/o:				
Liderar: Habilidad para movilizar a un grupo de personas al cumplimiento de un objetivo determinado. El líder integra la opinión de los miembros del equipo en la consecución del objetivo.					
1	2	3	4	5	6
Trabajar en Equipo: Capacidad y actitud de sentirse parte de una comunidad y llevar a cabo acciones coherentes con el cumplimiento de objetivos de esa comunidad.					
1	2	3	4	5	6
Comunicar Efectivamente: Capacidad para comunicar, escuchar, adecuarse al contexto y generar acciones. Se debe tener claridad de propósito, empatizar con el receptor y hacer que él o ella haga o no haga, dependiendo del propósito declarado.					
1	2	3	4	5	6
Aprender: Incorporar nuevas habilidades que posibilitan lograr objetivos, que hasta el momento se hallaban fuera de alcance. Para aprender es necesario declarar ignorancia en un dominio en el que se desea aprender algo; luego dar autoridad a alguien y comprometerse con prácticas para adquirir la nueva habilidad.					
1	2	3	4	5	6
Escuchar: Generar interpretaciones o ideas de lo que está pasando, respecto de lo que dicen los otros. Es necesario hacerse cargo de los intereses, quiebres, preocupaciones, paradigmas, prácticas y discursos de las demás personas.					
1	2	3	4	5	6
Comentarios sobre el desempeño : del/la evaluado/a					

De acuerdo a lo consultado en Colton y Covert (2007)²⁸, un instrumento de evaluación como la encuesta, posee idealmente un rango de opciones de entre 3 y 7. Se propone evaluar con base en 6 puntos porque así se evita el punto medio, y por tanto, se fuerza la reflexión sobre el desempeño, además de generar la cantidad de espacios suficientes para que los observadores cuenten con un rango amplio de evaluación.

Los tutores, como genéricamente se llama a profesores, profesores auxiliares y ayudantes, también deben evaluar el desempeño de los estudiantes. Esta evaluación depende de las posibilidades de observación que se tengan. La encuesta es similar a las anteriores y se muestra a continuación:

²⁸ En Designing and Constructing Instruments for Social Research and Evaluation.

Evaluación de Tutor

A continuación te pedimos evaluar el desempeño de los estudiantes en las siguientes cinco habilidades. Se presenta una definición de cada habilidad. Debes marcar un círculo o cruz sobre el nivel en el cual calificas a tu compañero. 1 representa un nivel inicial, en tanto 6 un nivel de alta competencia.

Tutor:	Estudiante Evaluada/o:					
Liderar: Habilidad para movilizar a un grupo de personas al cumplimiento de un objetivo determinado. El líder integra la opinión de los miembros del equipo en la consecución del objetivo.						
1	2	3	4	5	6	
Trabajar en Equipo: Capacidad y actitud de sentirse parte de una comunidad y llevar a cabo acciones coherentes con el cumplimiento de objetivos de esa comunidad.						
1	2	3	4	5	6	
Comunicar Efectivamente: Capacidad para comunicar, escuchar, adecuarse al contexto y generar acciones. Se debe tener claridad de propósito, empatizar con el receptor y hacer que él o ella haga o no haga, dependiendo del propósito declarado.						
1	2	3	4	5	6	
Aprender: Incorporar nuevas habilidades que posibilitan lograr objetivos, que hasta el momento se hallaban fuera de alcance. Para aprender es necesario declarar ignorancia en un dominio en el que se desea aprender algo; luego dar autoridad a alguien y comprometerse con prácticas para adquirir la nueva habilidad.						
1	2	3	4	5	6	
Escuchar: Generar interpretaciones o ideas de lo que está pasando, respecto de lo que dicen los otros. Es necesario hacerse cargo de los intereses, quiebres, preocupaciones, paradigmas, prácticas y discursos de las demás personas.						
1	2	3	4	5	6	
Comentarios sobre el desempeño : del/la evaluado/a						

Después de cada instancia evaluativa, cada estudiante debería recibir un resumen que retroalimente su desempeño. Se propone que los estudiantes siempre conozcan los resultados de su evaluación, agregados por actor (compañeros o profesores). Esto puede ser presentando un promedio de las evaluaciones realizadas en cada habilidad y una tabla de frecuencias de cada una de las cinco habilidades. Esto indicaría al estudiante como es que su entorno lo percibe, y la interpretación debería tomar en cuenta lo que significan los números en la escala de evaluación. Así, una cifra más cercana a 1 implica que el entorno percibe un nivel bajo de desarrollo de la habilidad, en tanto un número más cercano a 6 significa que los observadores cercanos reconocen niveles competentes de desempeño en el dominio.

Promediar las cinco habilidades tiene menos sentido, porque no se ha especificado que todas ponderen exactamente lo mismo.

Ahora bien, sobre la posibilidad de incorporar una rúbrica de evaluación, se comenta lo siguiente: la diferencia entre una rúbrica y la encuesta propuesta es que la primera tendría un desglose de cada habilidad, identificando seis estados posibles, uno para cada nivel. La propuesta aquí presentada busca ser simple, de fácil de implementación, adaptable en el tiempo. Los costos de actualización de una rúbrica podrían ser mayores a la posibilidad de fácil acceso que otorgan evaluaciones sistematizadas, que recogen el nivel de desempeño apreciado por los distintos actores. Este nivel de desempeño apreciado no es necesariamente erróneo, porque muestra lo que la comunidad piensa del estudiante en el contexto en que se trabaja. Por cierto, una rúbrica podría ser coherente con el enfoque CRRE.

7.2 Interpretación de los resultados

A lo largo del proceso de evaluación, se debe tener presente que el mecanismo busca recoger las opiniones de quienes observan el comportamiento de un estudiante. La propuesta que desarrolla este trabajo de título no funciona como un termómetro, entregando total certeza de cuál es la temperatura.

Dado lo anterior, cada vez que un estudiante reciba el *feedback*, deberá ver en él el resultado de cómo se ha desempeñado a ojos de su equipo de trabajo y sus profesores.

Las variaciones entre los resultados de la primera encuesta y de la segunda y tercera también deben ser consideradas de acuerdo a la plataforma en que se desarrolla esta propuesta. Así, un aumento del nivel de habilidades profesionales podría significar un incremento en el desempeño. Sin embargo, una disminución no necesariamente implica que alguien bajó su nivel de habilidades profesionales, porque también podría significar que el estándar del equipo subió, o, desde la autoevaluación, que alguien tomó mayor conciencia de cómo estaba actuando.

En cualquiera de los casos anteriores, es muy importante que los profesores y tutores ayuden a los estudiantes a generar conversaciones en el equipo de trabajo y personalmente con los estudiantes, para que se inicie un proceso formal de mejoramiento de habilidades profesionales.

7.3 Propuesta de implementación de la metodología de evaluación

Uno de los beneficios de la metodología de evaluación es su poca complejidad operacional. A diferencia de una evaluación de expertos, no requiere la contratación de un tercero externo, ni la simulación de una situación distinta de la realidad. En el método propuesto, se utiliza el desarrollo de proyectos y trabajo en equipo de cada taller de ingeniería industrial.

En este apartado se entrega un plan de implementación para utilizar la metodología de evaluación.

I. Aplicación inicial en semana 2

En la semana 2 del semestre se aplica la autoevaluación, que se contesta en un formulario online. Considerando que en los talleres I y II hay ayudantes asignados a un grupo de trabajo, cada ayudante puede procesar la autoevaluación de un conjunto de estudiantes. Esto significa descargar el material, guardarlo en lugar accesible para el equipo docente y resumir las principales brechas que el estudiante detecta en sí mismo. Es importante que los profesores anuncien y soliciten la contestación de la autoevaluación. Para incentivar el ejercicio, se propone ofrecer un informe detallado de avance, en habilidades profesionales, que será entregado al final del semestre. Los alumnos que no contesten la autoevaluación no podrían recibir el informe.

Después de responder a la autoevaluación, los estudiantes deben entregar un breve reporte donde reflexionen sobre la autoevaluación. Las preguntas que guían esta reflexión podrían ser:

- ¿Cuáles son mis debilidades en términos de habilidades profesionales?
- ¿Cómo lo evidencio?
- ¿En qué me gustaría mejorar?
- ¿En qué me gustaría trabajar durante este curso?
- ¿Con qué recursos cuento y cuáles necesito para trabajar en el mejoramiento de mis habilidades? (tiempo, entrenadores, feedback, etcétera).

II. Aplicaciones posteriores en las semanas 7 y 16 (o 5, 10 y 16)

Dependiendo de la cantidad de entregas del proyecto²⁹, las que varían en cada curso, se propone realizar evaluaciones intermedias una o dos veces en el semestre, además de la evaluación final.

Se resalta la idea de hacer la evaluación en conjunto con las entregas, pues se trata de hitos en el curso, de entrega de resultados y por tanto de momentos para evaluar un ciclo del trabajo.

En esta instancia, los estudiantes completan la autoevaluación y coevalúan a los integrantes de su equipo. Esto es directo en el caso de los Talleres II y III. Para el Taller I, donde los grupos están conformados por 20 personas, se propone que los estudiantes evalúen a sus compañeros cercanos, es decir, a

²⁹ Instancia formal de presentación de avances. Típicamente es una presentación ante el curso.

aquellos que pertenecen a la misma área de trabajo. Típicamente las áreas de trabajo del IN3001 tienen entre tres y siete alumnos.

En este momento los ayudantes, auxiliares y profesores deberán hacer una evaluación de los estudiantes. Para cada curso, se propone:

- Taller I: los ayudantes (learning assistants) evalúan a los estudiantes de los equipos.
- Taller II: los auxiliares evalúan a los estudiantes de los equipos.
- Taller III: los profesores evalúan a los estudiantes de cada equipo.

Para las evaluaciones de ayudantes y profesores existirá la opción de marcar "no observado", si es que el evaluador no ha tenido la oportunidad de registrar el desempeño de algún alumno en particular.

En un tiempo no superior a una semana, los ayudantes, auxiliares o profesores de cada curso deberán procesar los resultados de la evaluación. Esto implica:

- Recoger los datos, verificar que todos los actores del grupo hayan realizado la evaluación (el alumno, sus compañeros, ayudantes, auxiliares y profesores).
- Para cada estudiante, filtrar los comentarios ofensivos de sus compañeros. Esto se realiza con el fin de cuidar a los alumnos.
- Para cada estudiante, agregar los comentarios y obtener un promedio y desviación estándar de cada habilidad.
- Para cada estudiante, escribir un informe de evaluación en el que se muestren: (i) una tabla con las notas de autoevaluación, promedio de coevaluación y promedio de evaluación de tutores; y (ii) un agregado de los comentarios, además de la invitación a realizar una conversación posterior.
- Entregar el informe a cada estudiante.

Posterior a la entrega de los informes de evaluación, se pide como parte de la metodología, que los grupos se reúnan con el tutor (ayudante, auxiliar y/o profesor) para conversar sobre los resultados de la evaluación. El tutor está presente para facilitar la conversación.

Lo anterior supone que los ayudantes y auxiliares, quienes son alumnos que destacaron en los cursos, tengan la capacidad para guiar una conversación respetuosa, abierta y que genere valor, a partir de los resultados de la evaluación.

La conversación debe ser reportada con un informe de evaluación de equipo. Para guiar la conversación, se proponen las siguientes preguntas:

- ¿De acuerdo a mi parecer, qué es lo que indican los resultados de la evaluación?
- ¿Qué fortalezas veo o ven los otros en mí, y que puedo utilizar a mi favor?
- ¿Qué es aquello que me convendría mejorar?
- ¿Cómo aportan las habilidades profesionales a que el equipo haga un mejor trabajo?
- Si hemos tenido buenos resultados, ¿cómo seguimos mejorando?

Además del reporte grupal, cada estudiante debe entregar un reporte individual en el plazo de una semana después de haber recibido su informe de evaluación. Para ello, puede guiarse con las preguntas de la conversación de equipo.

Los informes de evaluación individual, los reportes de reflexión de equipo y reportes de reflexión individual deberán ser guardados en carpetas para cada estudiante, de manera tal que la información esté disponible para él o ella en el futuro.

Además, esta información será entregada a la Oficina de Gestión de Carrera del DII.

7.4 Discusión sobre beneficios y riesgos de la propuesta para medir habilidades profesionales

Entre los beneficios de la propuesta se cuenta la coherencia y consistencia con las acciones que ha emprendido el DII en el plano de formación de ingenieros. Esto no es sólo consistente con la evaluación, sino con las metodologías de enseñanza y planteamiento general de los cursos.

La propuesta es, además, menos costosa comparado con el uso de rúbricas u otros mecanismos de evaluación de expertos, porque se considera el uso de recursos actuales: los equipos de trabajo, los estudiantes y el tiempo de los ayudantes. Desde este punto también deriva el beneficio colectivo, pues en la evaluación de experto por lo general se evalúa sólo a una muestra de estudiantes. Aquí, todos tienen la posibilidad de ser evaluados y recibir retroalimentación.

Por último, se usa el estándar de la comunidad. Es labor de los profesores expandir las perspectivas profesionales de sus estudiantes, no de las habilidades profesionales como fin, sino como medio y cómo es que éstas ayudan al desempeño profesional de excelencia.

En términos de comparación con el estado actual, se tiene que el valor de la propuesta estaría en la sistematización y posibilidad de recibir *feedback*

continuamente. A modo de ilustración, se presenta la siguiente tabla sobre los mecanismos de evaluación de habilidades profesionales:

Tabla 12: Comparación de Metodologías de Evaluación de Habilidades Profesionales en los Talleres de Ingeniería Industrial

Curso	Instrumento de Evaluación	Tiempos de Evaluación	Presencia de Retroalimentación
Taller de Ingeniería Industrial I	Coevaluación, Ensayo, Autoevaluación	Co y autoevaluaciones tres veces al semestre	Se evidencia
Taller de Ingeniería Industrial II	No formalizada. Sólo con base en resultados.	-----	No formalizada
Gestión Integral de Negocios	No formalizada. Sólo con base en resultados.	-----	No formalizada
Propuesta de Metodología	Coevaluación, Autoevaluación, Evaluación de tutor	Tres o más veces al semestre	Se pide generar retroalimentación

Fuente: elaboración Propia.

Entre los riesgos asociados se cuenta la posible falta de seriedad con que algunos estudiantes hagan la evaluación. Aun cuando la evaluación no estará asociada a una nota, alguien podría no tomarse en serio el ejercicio y evaluar de manera poco comprometida.

Otro riesgo es que los ayudantes y auxiliares no fomenten la reflexión a partir de los resultados de la evaluación, o que los estudiantes no reflexionen. Esto refuerza la necesidad de los profesores de comprometerse con el proceso de aprendizaje de cada alumno, motivando en cada instancia la reflexión sobre sí mismo.

7.5 Otras formas de evaluación de habilidades profesionales

El incremento de conciencia de sí también puede ser realizado si se utilizan otras herramientas, como las encontradas en la revisión bibliográfica.

1. Uso de blog para escribir experiencias y recibir comentarios

Cajander et al (2011) describen la experiencia de uso de blog. Los estudiantes pueden escribir lo que han aprendido en distintos niveles, desde descripción a reflexiones sobre la descripción.

Es importante que se generen entradas periódicamente y que los estudiantes del curso escriban comentarios a sus compañeros. Con esto se recibe

feedback constantemente y se fuerza la reflexión sobre el desempeño propio. Incluso si la entrada es solamente descriptiva, ya existe un esfuerzo por identificar el dominio de habilidades y pensar sobre él. Considerando las posibilidades disponibles en la web, un blog no requeriría de una gran inversión monetaria. Inclusive, se puede aprovechar el espacio de blog personal disponible en u-cursos³⁰.

Para implementar el blog como metodología de evaluación de habilidades, es necesario entregar a los estudiantes la distinción de habilidad profesional y solicitar una primera entrada de diagnóstico. Los alumnos (y los profesores) podrán evaluar el avance contrastando los comentarios y reflexiones generadas avanzado el semestre, contra el autodiagnóstico.

2. Bitácoras

Las bitácoras funcionan como el blog, al generar reflexión sobre aquello que se realiza diariamente. Una desventaja de este método, respecto al blog, es que no se recibe retroalimentación de parte de los compañeros de equipo. Sin embargo, una ventaja es que el mecanismo privado invita a generar reflexiones que no se quieren compartir públicamente.

Para implementar el sistema los profesores y demás miembros de los equipos docentes deberán asegurar un mecanismo de escritura diaria o semanal, como revisar si hubo o no más páginas escritas, sin necesariamente leer el contenido.

Los estudiantes deberían escribir ensayos de aprendizaje al inicio, medio y término del semestre, con sus conclusiones sobre su desempeño en habilidades profesionales.

3. Rúbricas ABET

Las rúbricas de ABET, u otras instituciones, también sirven como mecanismo de evaluación de habilidades profesionales, modificando la mirada respecto al instrumento.

La rúbrica muestra una descripción de las dominios a evaluar, niveles y una descripción por cada nivel. La principal metodología propuesta en este trabajo de título es muy similar a una rúbrica. Lo importante, es que tanto estudiantes como profesores entiendan el lenguaje contenido en el instrumento, y que el mecanismo pueda ser aplicado a cada alumno.

³⁰ u-cursos es el sistema de intranet de la Universidad de Chile.

Para utilizar rúbricas puede ser conveniente aprovechar el espacio de autoevaluación, coevaluación y evaluación de profesores. Los resultados pueden ser procesados y se debe solicitar un reporte de aprendizajes.

4. Prácticas personales de aprendizaje (PPA)

En el Taller de Ingeniería Industrial I se utilizan PPA's o Prácticas Personales de Aprendizaje, que corresponden a actividades de autodescubrimiento. Se plantean preguntas sobre los paradigmas propios, intereses o ambiciones. Generando preguntas referidas a habilidades profesionales, una PPA puede aumentar el nivel de conciencia de un estudiante.

Dependiendo del diseño, una PPA podría pedir que los estudiantes compartan sus reflexiones, para recibir comentarios. Una segunda parte de una misma PPA es que se pida una reflexión sobre los comentarios.

Capítulo 8. Discusiones y conclusiones

Este trabajo de título se trata de la medición de habilidades profesionales en el DII, para lo cual se adopta como plataforma al CRRE. Se propone una metodología específica de evaluación de habilidades.

En este capítulo se destacan las principales conclusiones y se abren discusiones sobre la evaluación de habilidades profesionales y las implicancias de adoptar un enfoque CRRE en educación en ingeniería.

Sobre metodologías de evaluación en el mundo

Para diseñar la metodología de evaluación, se revisó bibliografía sobre evaluación en ingeniería y sobre habilidades profesionales en ingeniería. Al mismo tiempo se recabó información sobre las acciones emprendidas por el DII en la materia. La metodología propuesta se alimenta del contexto actual de una serie de cursos – los talleres de ingeniería industrial – y de las experiencias publicadas por investigadores y docentes de ingeniería de distintas partes del mundo.

De la lectura de los artículos se extraen algunas conclusiones esperables, como la destacada importancia que dan los investigadores y profesores a las habilidades profesionales en la formación de ingenieros. Es por esta misma relevancia que surge la necesidad de generar mecanismos de evaluación, que permitan determinar qué herramientas pedagógicas funcionan y cuáles no lo hacen.

Pero además hay otros hallazgos. Uno importante es la clasificación de métodos de evaluación y medición de habilidades profesionales, que se extrae de la lectura. Se identificaron dos tipos de métodos: (i) Evaluación de Expertos, que tiene como elementos distintivos el uso de una muestra de la población de estudiantes, que son observados por especialistas en evaluación. El otro métodos es (ii) la Evaluación de Observadores Cercanos, que posee como característica principal que los actores del proceso son personas del entorno del estudiante. Adicionalmente, de forma recurrente con el último método, se incluye la reflexión y autoevaluación del estudiante sobre su desempeño.

Otro aspecto relevante es que en los artículos no se detecta una explicitación de los marcos conceptuales sobre los cuáles se desarrolla el mecanismo de evaluación de habilidades profesionales.

Por otra parte, el mundo académico no está necesariamente de acuerdo en la existencia de *un único y correcto* método de evaluación y medición de habilidades profesionales. Sin estar explícitamente en desacuerdo, se nota

que cada escuela desarrolla sus propias herramientas. En la misma línea anterior, los métodos de evaluación que se fijan desde los programas de acreditación ABET y la iniciativa CDIO dejan un amplio margen para que cada institución determine qué evaluar y cuál es la escala.

Evaluar vs medir

Al inicio del informe se determinó qué se entendería por evaluar y por medir. Evaluar es generar un juicio, en tanto medir corresponde a asignar un valor numérico a ese juicio. En la metodología de evaluación propuesta se recogen juicios y percepciones de los observadores cercanos a un estudiante, pero se debe tener presente que la medición de habilidades no tiene sentido por sí misma. Dado que la metodología recoge los juicios, son los juicios la principal fuente de evaluación.

Sobre la aplicación del modelo a los talleres de ingeniería industrial

La propuesta de evaluación generada busca ser simple, de fácil implementación y útil. Para crearla se utilizaron elementos encontrados en la revisión bibliográfica, tales que la implementación sea factible en el contexto actual de los talleres.

El modelo instruccional propuesto por Vignolo y Celis (2010) destaca el incremento de conciencia de sí como resultado y una etapa, en un proceso de aprendizaje recursivo, sobre el cual el estudiante realiza prácticas y actividades y luego se conoce a sí mismo. La sistematización de procesos de evaluación, como el que se propone en este trabajo, contribuiría a resaltar la etapa de reflexión del modelo, y por tanto contribuiría al incremento de conciencia de sí. Es decir, la metodología es coherente con el marco constructivista.

¿La propuesta de evaluación mide cambios en el ser?

Un planteamiento muy relevante del trabajo de título es la adopción del CRRE para diseñar la metodología de evaluación. Esto implica entender el proceso de aprendizaje y de evaluación como uno en el cual los estudiantes no son sujetos que aprenden porque tienen más información, sino porque cambian. Ese cambio es producto de un incremento de la conciencia de sí. Una petición natural sobre la propuesta de metodología de evaluación es si esta mide cambios en el ser. No podemos afirmar que esto suceda. Pero sí se postula que estamos más conscientes de que se gatillan reflexiones. La reflexión sobre los cambios amplía las posibilidades de acción de los estudiantes, para que sigan los cursos de acción que ellos determinen más apropiados. De todas formas, la discusión queda abierta.

Declaración de éxito de los procesos de evaluación

Cuando se evalúa un programa académico o a un estudiante en un curso tradicional, en el que debe dar pruebas para aprobar, se entiende que el éxito de la evaluación es que se reconozca el nivel de conocimiento del estudiante. Si el nivel está por debajo del especificado por el profesor, el alumno reprueba. ¿Es aplicable esa misma lógica en un entorno que tiene el CRRE a la base? Lo cierto es que un primer objetivo al evaluar puede ser comprender si un estudiante es lo suficientemente competente en, por ejemplo, trabajar en equipo. Pero en el CRRE un incremento de conciencia que haga a una persona no preocuparse por cultivar el liderazgo puede ser considerado un éxito, si es que ese estudiante ha decidido que su rol en los equipos en los que quiere estar es otro. En este sentido se amplía la mirada sobre qué objetivos se cumplen y cuáles no.

No obstante lo anterior, no se pueden descuidar a estudiantes que reciban sistemáticamente malas evaluaciones generales, o cuya autoevaluación diste en varios puntos de la percepción del entorno. En ambos casos, la metodología de evaluación muestra incongruencias entre el ser que se está siendo y la adaptabilidad al mundo. La evaluación puede servir como instancia reflexiva, pero es mejor aprovechar las instancias formales de la universidad para ofrecer ayuda al estudiante, como la Oficina de Gestión de Carrera o la Unidad de Calidad de Vida Escolar.

Sobre la asignación de causalidad

En ciencias sociales hay un consenso sobre la imposibilidad de asignar causalidad a dos eventos correlacionados. Sí se aceptan buenas historias o interpretaciones que, junto a la correlación, permitirían entender ciertos fenómenos como si hubiese causa y efecto.

Este trabajo sólo considera tres cursos en un ambiente donde la participación de estudiantes es grupos organizados no es baja. Una primera aproximación podría ser que la metodología, al no asegurar un mínimo de causalidad, no serviría realmente a los intereses del DII. Sin embargo, existen otras perspectivas que harían atractiva la propuesta. Una es que se considere que el compromiso del DII con la formación de ingenieros está en los resultados. Así, si los estudiantes van demostrando ser competentes en algunas habilidades, no importa realmente desde dónde se desarrollan esas habilidades, porque se puede atribuir a toda la gama de experiencias universitarias. Esto obvia la necesidad de los profesores de los talleres por conocer qué metodologías funcionan y cuáles no. Surge, entonces, otra perspectiva, que es que la retroalimentación que se genera en la aplicación de la metodología es relevante para analizar toda la experiencia de los estudiantes, por tanto ellos podrían reflexionar sobre las acciones que toma el curso y compararlas con lo que realizan en otros cursos o actividades

extraacadémicas. La conversación se vuelve un espacio esencial desde esta perspectiva.

Por último, se plantea que un indicador de éxito podría ser la cantidad y calidad de las reflexiones, y las reflexiones que culminan en acciones efectivas de aprendizaje. Al igual que los comentarios anteriores, esto es una posibilidad de avance y discusiones de futuros trabajos.

Seguramente, el lector o lectora verá otras implicancias de la adopción del CRRE como plataforma pedagógica en el proceso de formación de ingenieros y, en particular, en el diseño de una metodología de evaluación de habilidades profesionales. Lo importante es que la discusión no se cierre y que lo que se plantea aquí permita a los y las estudiantes conocerse a sí mismos, incrementar su nivel de conciencia, para así tener la amplitud de mirada que les permita elegir y tomar acciones en los caminos que a su juicio sean los más convenientes.

Bibliografía

- Adams, R. S., & Felder, R. M. (2008). Reframing Professional Development: A Systems Approach to Preparing Engineering Educators to Educate Tomorrow's Engineers. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 239-240.
- Adán, D. (2014). Diseño de un Modelo de Evaluación de Competencias Específicas y Genéricas a partir de un Perfil de Egreso. Caso Estudio: Carrera de Ingeniería Civil Química de la Universidad de Chile. Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología, Universidad de Chile.
- Aguirre, F. (2010). Propuestas Metodológicas para el Desarrollo de Competencias Genéricas en la Formación de Pregrado. Caso: Plan de Estudio de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- Ahn, B., Cox, M. F., London, J., Cekic, O., & Zhu, J. (2014). Creating an Instrument to Measure Leadership, Change, and Synthesis in Engineering Undergraduates. *Journal of Engineering Education*, 103(1), 115-136.
- Al-Bahi, A. M., Taha, M. A., & Turkmen, N. (2013). Teaching and Assessing Engineering Professional Skills. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 3(S3), pp-13.
- Alles, M. A. (2004). *Diccionario de comportamientos*. Ediciones Granica SA.
- Armstrong, P. J. (2007). The CDIO Syllabus: Learning outcomes for engineering education. In *Rethinking engineering education* (pp. 45-76). Springer US.
- Baillie, C., & Douglas, E. P. (2014). Confusions and Conventions: Qualitative Research in Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 103(1), 1-7.
- Beard, D., Schwieger, D., & Surendran, K. (2008). Integrating soft skills assessment through university, college, and programmatic efforts at an AACSB accredited institution. *Journal of Information Systems Education*, 19(2), 229-240.

- Borrego, M., Karlin, J., McNair, L. D., & Beddoes, K. (2013). Team Effectiveness Theory from Industrial and Organizational Psychology Applied to Engineering Student Project Teams: A Research Review. *Journal of Engineering Education*, 102(4), 472-512.
- Cajander, Å., Daniels, M., McDermott, R., & von Konsky, B. R. (2011, January). Assessing professional skills in engineering education. In *Proceedings of the Thirteenth Australasian Computing Education Conference-Volume 114* (pp. 145-154). Australian Computer Society, Inc.
- Chegade, C. (2014). Estudio del Self-Efficacy en los Estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- Celis, S. (2012). Propuesta de un sistema de información para la evaluación y el mejoramiento continuo de la docencia de pregrado. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- Colton, D., & Covert, R. W. (2007). *Designing and constructing instruments for social research and evaluation*. John Wiley & Sons.
- Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., & Brodeur, D. (2007). *Rethinking engineering education*. Spring, 2.
- Díaz-Barriga Arceo, F., & Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. 2ª. ed.) México: McGraw Hill.
- Drucker, P. F. (2005). *Managing Oneself* (HBR Classic). *Harvard Business Review*, 100, 0017-8012.
- Echeverría, R. (2003). *Ontología del lenguaje*. Santiago: JC Sáez editor.
- Echeverría, R. (2009). *Escritos sobre Aprendizaje: Recopilación*. Santiago: JC Sáez Editor.
- Fernandes, S., Flores, M. A., & Lima, R. M. (2009, May). Engineering students perceptions about assessment in project-led education. In *Proceedings of the International Symposium on Innovation and Assessment of Engineering Curricula*. Valladolid, Spain:[sn] (pp. 161-172).

- Fernandes, S., Mesquita, D., Lima, R. M., & Faria, A. (2009). The Impact of Peer Assessment on Teamwork and Student Evaluation: A Case Study with Engineering Students. *Innovation and Assessment Of Engineering Curricula*, 125.
- Flores, H. (2010). Propuesta de Diseño para los Cursos de Taller de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- Freidman, T. (2005). *The world is flat*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Gibb, S. (2013). Soft skills assessment: theory development and the research agenda. *International Journal of Lifelong Education*, (ahead-of-print), 1-17.
- Goleman, D. (1995). *La Inteligencia Emocional*. España: Ediciones B.
- Gnanapragasam, N. (2008). Industrially sponsored senior capstone experience: Program implementation and assessment. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 134(3), 257-262.
- Guerra, A., & Kolmos, A. (2011). Assessing Learning Outcomes and Engineering PBL Project Reports. In SEFI annual conference 2011.
- Hassan, O. A. (2011). Learning theories and assessment methodologies—an engineering educational perspective. *European Journal of Engineering Education*, 36(4), 327-339.
- Hattum-Janssen, N. van. (2009). Assessment of Project based learning approaches: who assesses and who does not?. *Innovation and Assessment of Engineering Curricula Symposium*, Valladolid.
- Hattum-Janssen, N. van, & Mesquita, D. (2011). Teacher perception of professional skills in a project-led engineering semester. *European Journal of Engineering Education*, 36(5), 461-472.
- Hetz, R. (1999). La Vinculación de los Ex Alumnos de la Carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad de Chile. Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
-

- Hughes, R. L., & Jones, S. K. (2011). Developing and assessing college student teamwork skills. *New Directions for Institutional Research*, 2011(149), 53-64.
- Hult Labs Report 1. (2014). *The Future of Business Education and the Needs of Employers*. Hult International Business School
- Jeffers, A. E. (2014). A Qualitative Study to Assess the Learning Outcomes of a Civil Engineering Service Learning Project in Bolivia. !21st ASEE Annual Conference & Exposition.
- Kranov, A. K., Hauser, C., Olsen, C., & Girardeau, L. (2008). A direct method for teaching and assessing professional skills in Engineering programs. In *Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference*.
- Kranov, A. (2011). "Accreditation and Sustainable Assessment", Seminario Organizado por Acredita CI, Santiago.
- Kofman, F. (2001). *Metamanagement, la nueva conciencia de los negocios*. Tomo I, principios, capítulo3. Editorial Granica, México.
- Maturana, H., & Varela, F. (2003). *El árbol del conocimiento*. Santiago: Editorial Universitaria.
- Maturana, H., & Vignolo, C. (1998). *Conversando sobre educación*. Estudios Públicos, 70.
- Miller, R. (2005). *Defining and Assessing the Competencies of Olin Graduates*. Olin College.
- Palma, M., de los Ríos, I., & Miñán, E. (2011). Generic competences in engineering field: a comparative study between Latin America and European Union. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 576-585.
- Pardo, F. et al. (2009). "Proposal Activities and Evaluation for the Competencies Development", *Innovation and Assessment of Engineering Curricula Symposium*, Valladolid.
- Passow, H. J. (2012). Which ABET competencies do engineering graduates find most important in their work?. *Journal of Engineering Education*, 101(1), 95-118.

- Pulgarín, L., Valencia, J. (2012). Propuesta de evaluación por competencias con base en un enfoque constructivista. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Industrial.
- Robles, M. M. (2012). Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace. *Business Communication Quarterly*, 75(4), 453-465.
- Schwartz, D. L., Lindgren, R., & Lewis, S. (2009). Constructivism in an age of non-constructivist assessments.
- Sharma, G., & Sharma, P. (2010). Importance of Soft skills development in 21st century Curriculum. *International Journal Of Education & Allied Sciences*, 2(2).
- Sheppard, S., Pellegrino, J.W. & Olds, B. (2008). "On Becoming a 21st Century Engineer". *Journal of Engineering Education*, 97(3), 231-234.
- Shuman, L. J., Besterfield-Sacre, M., & McGourty, J. (2005). The ABET "professional skills"—Can they be taught? Can they be assessed? *Journal of Engineering Education*, 94(1), 41-55.
- Spoerer, S., Vignolo, C., Depolo, S., & Cociña, M. (2005). Desafiando la Competitividad: Transformación organizacional, Innovación y Desarrollo Directivo. *Trend Management*, edición especial.
- Sull, D.N., Spinosa, C.. (2007). *Gestión Basada en Promesas*", HBR, Agosto.
- Van Hattum-Janssen, N., & Mesquita, D. (2011). Teacher perception of professional skills in a project-led engineering semester. *European Journal of Engineering Education*, 36(5), 461-472.
- Varela, O., Burke, M., & Michel, N. (2013). The development of managerial skills in MBA programs: A reconsideration of learning goals and assessment procedures. *Journal of Management Development*, 32(4), 435-452.
- Vignolo, C. (2012). *Conciencia, Diseño y Gestión de Sí: una Aproximación Constructivista Radical a la Formación de Ingenieros Integrales*. World Engineering Education Forum, Argentina, Buenos Aires.

- Vignolo, C., Balmaceda, S. (2015). Proyectos de Emprendimiento Social: un contexto para educar ingenieros conscientes de sí mismos y del mundo. International Joint Conference on the Learner in Engineering Education, España, San Sebastián.
- Vignolo, C., Celis, S. (2010). Engineering of Self: Twenty-Five Years of Experience Developing New Skills and Expanding Boundaries for Chilean Engineers. Global Colloquium in Engineering Education, Singapore.
- Vignolo, C., Celis, S. (2007). Learning to Start Starting by Learning. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- Vignolo, C., Celis, S., Gussisberg, I. (2007). Active Learning as a Source of Continuous Innovation in Courses. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- Vignolo, C., Celis, S., Ramírez, A. (2006). Continuous Innovation Model in an Introductory Course to Industrial Engineering. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile.
- Villar, F. (2001). Proyecto Docente: Psicología Evolutiva y Psicología de la Educación. Capítulo 5, El Enfoque Constructivista de Piaget. Universidad de Barcelona.
- Villena, M. (2014). Informe de Autoevaluación de Ingeniería Civil Industrial. Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Adolfo Ibáñez.
- Vrasidas, C. (2000). Constructivism versus Objectivism: Implications for Interaction, Course Design, and Evaluation in Distance Education. International Journal of Educational Telecommunications, 6(4), 339-362.
- Wanous, M., Procter, B., & Murshid, K. (2009). Assessment for learning and skills development: the case of large classes. European Journal of Engineering Education, 34(1), 77-85.
- Zhang, A. (2012). Peer assessment of soft skills and hard skills. Journal of Information Technology Education: Research, 11(1), 155-168.

Anexos

Anexo 1: Perfil de Egreso del Ingeniero Civil Industrial de la Universidad de Chile

PERFIL DEL INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

El Ingeniero Civil Industrial de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, es un profesional que concibe, diseña, implementa, optimiza y gestiona sistemas y procesos que agregan valor.

La formación de los egresados de Ingeniería Civil Industrial los habilita para desenvolverse en el ámbito de la "**Gestión de Organizaciones**", dentro del que podrá utilizar conceptos y metodologías provenientes de la gestión de operaciones, tecnologías de información y comunicaciones, finanzas, economía y marketing; alcanzando soluciones eficaces, eficientes e innovadoras en organizaciones privadas, públicas y en organismos sin fines de lucro.

Al egresar, el Ingeniero Civil Industrial demuestra ser capaz de:

- Identificar los diferentes elementos de los problemas complejos que surgen en las organizaciones, y que son claves para resolverlos.
- Concebir soluciones a los problemas que surgen en las organizaciones, utilizando los conocimientos provenientes de la gestión de operaciones, tecnologías de información y comunicaciones, finanzas, economía y marketing.
- Modelar problemas de gestión para encontrar soluciones óptimas.
- Emplear los conocimientos de las distintas disciplinas constitutivas de la ingeniería industrial: gestión de operaciones, tecnologías de información y comunicaciones, finanzas, economía y marketing, en las respectivas áreas funcionales de las organizaciones.
- Diseñar, seleccionar y aplicar en las organizaciones los desarrollos científicos y tecnológicos relacionados con la ingeniería industrial, utilizando conceptos provenientes del plan común de las ciencias de la ingeniería.
- **Desarrollar habilidades para liderar equipos de trabajo manejando las relaciones interpersonales.**
- Crear oportunidades de negocio a través de un emprendimiento.

Además la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile ha enfatizado la formación en las siguientes competencias reconocidas como genéricas o transversales:

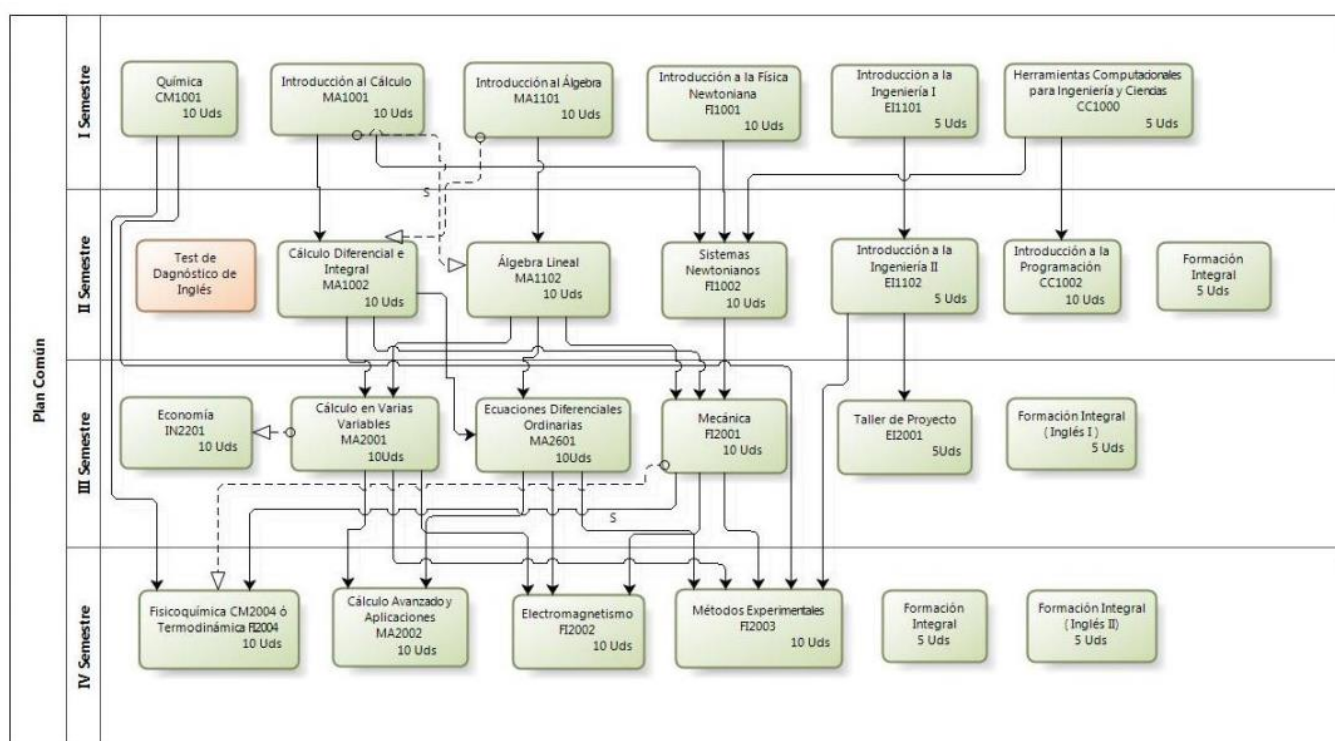
- **Comunicar ideas y resultados de trabajos profesionales o de investigación, en forma escrita y oral, tanto en español como en inglés.**
- **Trabajar en equipos multidisciplinarios, asumiendo el liderazgo en las materias inherentes a su profesión en forma crítica y autocrítica.**

- Demostrar compromiso ético en su vida profesional, basado en la probidad, responsabilidad, solidaridad, respeto y tolerancia a las personas, al entorno sociocultural
- y al medio ambiente.
- Emprender e innovar en el desarrollo de soluciones a problemas de ingeniería, demostrando iniciativa y capacidad de toma de decisión.
- **Gestionar su auto-aprendizaje en el desarrollo del conocimiento de su profesión, adaptándose a los cambios del entorno.**
- El egresado de Ingeniería Civil Industrial, se caracteriza por una fuerte formación cuantitativa, analítica y un enfoque de procesos, que lo habilita para liderar respuestas sistémicas a los desafíos en organizaciones y emprendimientos. Es parte esencial de su formación la capacidad para enfrentar la toma de decisiones en ambientes complejos.
- Su formación garantiza un fuerte dominio de las ciencias básicas, la preparación para la formación continua, el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo y liderazgo, así como un pensamiento crítico y auto-crítico.
- El egresado de la Universidad de Chile se destacará por su compromiso ético, el respeto al medio ambiente y la responsabilidad social y ciudadana.

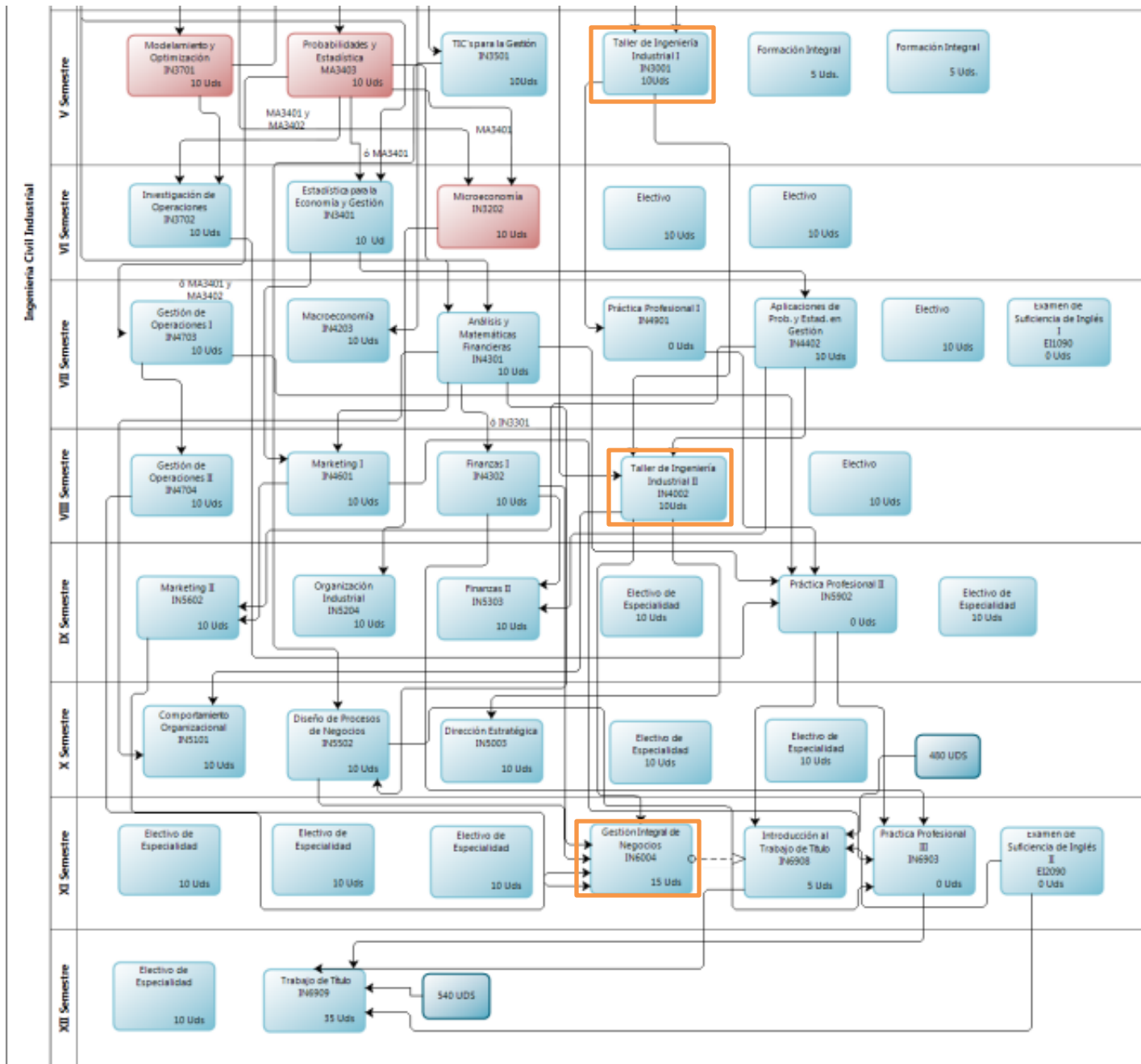
Anexo 2: Plan Común de Ingeniería y Ciencias e Ingeniería Civil Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile

El plan común de la FCFM recibe cada año a más de 700 estudiantes, seleccionados por la Prueba de Selección Universitaria (PSU). El plan se estructura en 4 semestres. Posterior a este periodo los estudiantes pueden elegir su especialidad de ingeniería entre Civil, Eléctrica, Química, Biotecnología, Computación, Matemática, Minas, Mecánica o Industrial; o bien seguir sus estudios en Geología o una de las tres licenciaturas en ciencias que ofrece la Escuela: Astronomía, Física o Geofísica.

El plan de estudios es el siguiente:



La malla curricular de Ingeniería Civil Industrial es la que se muestra a continuación. Se destacan los talleres de ingeniería industrial.



Anexo 3: Syllabus CDIO

1. CONOCIMIENTOS TÉCNICOS

- 1.1. Conocimientos en ciencias básicas
- 1.2. Conocimientos en los fundamentos de la especialidad
- 1.3. Conocimientos avanzados de la especialidad

2. HABILIDADES Y ATRIBUTOS PERSONALES Y PROFESIONALES

- 2.1. Solución de problemas y razonamiento ingenieril
 - 2.1.1. Identificar y formular problemas
 - 2.1.2. Crear y usar modelos
 - 2.1.3. Estimar y analizar problemas de forma cualitativa
 - 2.1.4. Analizar problemas bajo condiciones de incertidumbre
 - 2.1.5. Solución de problemas y recomendaciones
- 2.2. Experimentación y conducción de investigaciones
 - 2.2.1. Formular hipótesis
 - 2.2.2. Realizar búsqueda de literatura impresa y electrónica
 - 2.2.3. Conducir investigaciones experimentales
 - 2.2.4. Probar y defender hipótesis
- 2.3. Pensamiento sistémico
 - 2.3.1. Pensar holísticamente
 - 2.3.2. Analizar la interacción de componentes y nuevos elementos
 - 2.3.3. Priorizar y sintetizar
 - 2.3.4. Análisis dinámico
 - 2.3.5. Resolver realizando juicio crítico y alcanzando balance entre los trade-off
- 2.4. Habilidades y actitudes personales
 - 2.4.1. Iniciativa y disposición de aceptar riesgos
 - 2.4.2. Perseverancia y flexibilidad
 - 2.4.3. Creatividad
 - 2.4.4. Pensamiento crítico
 - 2.4.5. Conciencia de competencias personales
 - 2.4.6. Curiosidad y disposición a aprender de por vida
 - 2.4.7. Gestión del tiempo y recursos
- 2.5. Habilidades y actitudes profesionales
 - 2.5.1. Ética profesional, integridad y responsabilidad
 - 2.5.2. Comportamiento profesional
 - 2.5.3. Planificación proactiva de su carrera profesional
 - 2.5.4. Disposición a mantenerse actualizado en el mundo de la ingeniería

3. HABILIDADES INTERPERSONALES: COMUNICACIÓN Y TRABAJO EN

1. EQUIPO

- 3.1. Trabajo en equipo
 - 3.1.1. Capacidad de formación de equipos efectivos
 - 3.1.2. Capacidad de gestión de equipos

- 3.1.3. Identificar y desarrollar habilidades para el crecimiento y evolución del equipo
- 3.1.4. Capacidad de liderazgo de equipos
- 3.1.5. Capacidad de trabajar en distintos tipos de equipos y colaborar técnicamente
- 3.2. Comunicación efectiva
 - 3.2.1. Analizar situaciones y elegir estrategias comunicacionales
 - 3.2.2. Construir estructuras comunicacionales adecuadas
 - 3.2.3. Capacidad de comunicación escrita efectiva
 - 3.2.4. Capacidad de comunicación por medios Electrónicos/Multimedia
 - 3.2.5. Capacidad de comunicación por medios gráficos
 - 3.2.6. Capacidad de comunicación por presentaciones orales
- 3.3. Comunicación en idiomas extranjeros
 - 3.3.1. Capacidad de comunicarse de forma oral y escrita en inglés
 - 3.3.2. Capacidad de comunicarse de forma oral y escrita en otros idiomas

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

- 4.1. Contexto social y externo
 - 4.1.1. Comprender el rol y responsabilidad del ingeniero
 - 4.1.2. Comprender el impacto de la ingeniería en la sociedad
 - 4.1.3. Conocer las regulaciones sociales sobre la ingeniería
 - 4.1.4. Conocer el contexto histórico y cultural
 - 4.1.5. Comprensión de la actualidad y valores contemporáneos
 - 4.1.6. Desarrollar una perspectiva global
- 4.2. Contexto organizacional y de negocios
 - 4.2.1. Apreciar diferentes culturas organizacionales
 - 4.2.2. Reconocer la estrategia empresarial, metas y sistema de planificación
 - 4.2.3. Emprendimiento
 - 4.2.4. Trabajo efectivo en organizaciones
- 4.3. Concebir y aplicar ingeniería a los sistemas
 - 4.3.1. Definir requerimientos y metas del sistema
 - 4.3.2. Definir funciones, conceptos y arquitectura del sistema
 - 4.3.3. Desarrollar modelos del sistema que permitan su evaluación
 - 4.3.4. Desarrollar la planificación del proyecto
- 4.4. Diseño
 - 4.4.1. El proceso de diseño
 - 4.4.2. Conocer las fases y enfoques alternativos de diseño
 - 4.4.3. Utilización del conocimiento técnico en el diseño
 - 4.4.4. Diseño disciplinario
 - 4.4.5. Diseño multidisciplinario
 - 4.4.6. Diseño multi-objetivo
- 4.5. Implementación
 - 4.5.1. Diseñar el proceso de implementación

- 4.5.2. Concebir el proceso de fabricación de Equipos
- 4.5.3. Concebir el proceso de Implementación de Software
- 4.5.4. Diseñar la implementación e integración de los procesos
- 4.5.5. Probar, Verificar, Validar y Certificar
- 4.5.6. Gestión de la implementación
- 4.6. Operación
 - 4.6.1. Diseñar y optimizar operaciones
 - 4.6.2. Entrenamiento y capacitación de las operaciones
 - 4.6.3. Soporte durante el ciclo de vida del sistema
 - 4.6.4. Reconocer la evolución y mejoramiento del sistema
 - 4.6.5. Manejo de fin de vida útil y desechos
 - 4.6.6. Gestión de operaciones

Anexo 4: Resultados de Aprendizaje del Curso Taller de Ingeniería Industrial I (IN3001)

Al término del curso, el alumno que haya realizado rigurosamente todas las actividades que se le soliciten:

1. Conocerá y comprenderá los ámbitos de acción del Ingeniero Civil Industrial y las áreas de investigación del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile, siendo capaz de adoptar decisiones fundamentadas acerca de sus opciones de especialización durante sus estudios y para su posterior carrera profesional
2. Tendrá un incrementado nivel de conciencia de sí, en lo relativo a sus intereses y pasiones personales y profesionales así como en los ámbitos en que desea desarrollar capacidades distintivas y trascender como profesional
3. Conocerá metodologías para desarrollar actitudes e incrementar habilidades en los ámbitos de: aprender, escuchar empático, comunicarse por escrito y verbalmente, construir confianza y capital social, coordinarse a través del diseño y la gestión de compromisos, trabajar en equipo, presentar, liderar, observar y modular sus estados de ánimo y, dependiendo del involucramiento en el curso y los roles que juegue, habrá incrementado algunas de de dichas habilidades
4. Será consciente de la crucial importancia del respeto y cultivo de principios y valores en el desempeño profesional y habrá incrementado su capacidad para evaluar y tomar decisiones éticas cuando enfrente situaciones características de su vida como estudiante universitario primero e ingeniero posteriormente.

Anexo 5: Resultados de Aprendizaje del Curso Taller de Ingeniería Industrial II (IN4002)

El estudiante demuestra al término del curso que:

1. Concibe y diseña proyectos en el ámbito de la Ingeniería Civil Industrial a partir de la identificación de quiebres, elaborando un diagnóstico en profundidad que permita detectar oportunidades y construir una propuesta de valor para el cliente.
2. Posee las capacidades para sustentar proyectos centrados en la creación de valor para el cliente a nivel de Perfil, mediante una primera aproximación de los beneficios y costos involucrados.
3. Reconoce la importancia de ejercitar sus capacidades cognitivas y habilidades como comunicación efectiva y relaciones colaborativas, para el trabajo en equipo, que inciden en la productividad y calidad de su desempeño.

Anexo 6: Resultados de Aprendizaje del curso Gestión Integral de Negocios (IN6004)

El objetivo fundamental del curso es lograr que los alumnos integren los diversos contenidos, conocimientos y habilidades adquiridos en la carrera, a través de la generación de ideas, diseño y evaluación de negocios en un proyecto, lo más real posible, de emprendimiento o intra emprendimiento o innovación en una organización, ya sea privada, pública o sin fines de lucro, o en un emprendimiento personal.

Objetivos específicos

- a. En relación a contenidos y conocimientos
 - Aplicar conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en la generación de ideas, el diseño y la evaluación de un negocio.
 - Investigar para adquirir y aplicar nuevos conocimientos cuando éstos sean necesarios para el diseño del emprendimiento e innovación escogido.
 - Utilizar las metodologías y tecnologías en planteamientos y soluciones de problemas de la ingeniería industrial.
 - Conocer y aplicar metodologías para el modelamiento de negocios.
 - Conocer y elaborar planes de negocios, incluyendo la evaluación económica.
- b. En relación a habilidades personales
 - Desarrollar y utilizar las habilidades de trabajo en equipo.
 - Fortalecer las aptitudes comunicacionales (orales y escritas) y la seguridad en la presentación de ideas.

- Desarrollar la capacidad de recibir críticas y de distinguir las dirigidas al trabajo de aquellas referidas a la persona.
- Desarrollar capacidad de hacer críticas constructivas y aportadoras.
- Contribuir a formar y utilizar las capacidades para innovar, liderar y desarrollar el carácter emprendedor.
- Aprender a buscar y obtener ayuda interna y principalmente externa para la consecución de los objetivos establecidos.
- Evaluar y rediseñar planes de trabajo, según el ámbito de interés, demostrando autocrítica y auto aprendizaje.
- Demostrar asumir el comportamiento ético como un fundamento de la vida profesional.
- Identificar quiebres, plantear soluciones y evaluar viabilidad, resultados e impactos.
- Tomar acción en focos de interés declarados.

Anexo 7: Pauta de Entrevista a Profesionales.

Pauta de Entrevista a Profesores DII

Gerardo D. Rojas O.
gerardorojas@ing.uchile.cl

Objetivo: recoger la opinión de expertos en la elaboración de una metodología de evaluación de habilidades profesionales. Realizar Benchmark en los casos que corresponda. Validar la operativización de las habilidades elegidas.

En este trabajo se consideran cinco habilidades: liderazgo, trabajo en equipo, comunicación efectiva, aprender y escuchar.

Preguntas:

1. ¿Cuál es la importancia (absoluta y relativa) que usted asigna a las habilidades a medir? (escala 1 a 5)
2. Dada su experiencia, ¿cuál es el vínculo o relación que usted observa entre las habilidades a medir y el mundo profesional?
3. ¿Cómo describe usted las habilidades a medir? ¿Cómo operativiza las habilidades?
 - a. Liderazgo
 - b. Trabajo en equipo
 - c. Comunicación efectiva
 - d. Aprender
 - e. Escuchar
4. En los cursos que usted dicta, ¿cómo evalúa estas habilidades profesionales?

Adjuntar:

- Habilidades CDIO (desagregadas)
- Descripción propia de habilidades
- Habilidades ABET
- Competencias

Acciones importantes:

- Solicitar permiso para grabar la conversación
- Solicitar otros contactos para continuar la investigación

Anexo 8: Resumen de Entrevistas a Profesores DII

En la siguiente tabla se muestra el conjunto de entrevistados, ordenados alfabéticamente. Los resúmenes se presentan en el orden en que las entrevistas fueron hechas, lo que no necesariamente coincide con el orden de la tabla.

Nombre	Trabajo Actual	Relación con el DII	Profesión
Cristian Binimelis	Director Académico CIO	Profesor del MBA DII. Consultor del CIO.	Psicólogo. Máster en Dirección de Recursos Humanos.
Paula Cabrera	Encargada de Oficina de Gestión de Carrera DII	Profesora Part-time. Directora OGC.	Psicóloga. Educadora. Magíster en Psicología Organizacional.
Omar Cerda	Consultor	Profesor de Trabajo de Título. Ex Coordinador de Taller de Ingeniería Industrial.	Ingeniero Civil Industrial
Sebastián Conde	Director del Centro de Ingeniería Organizacional DII	Profesor Adjunto DII. Director CIO.	Economista
Juanita Gana	Consultor Independiente. Coach Ontológico.	Profesora de Trabajo de Título	Ingeniero Civil Industrial. Master in Public Affairs. Coach Ontológico
Enrique Jofré	Consultor Independiente	Profesor Coordinador de Taller de Ingeniería Industrial.	Ingeniero Civil Industrial MBA. Magíster en Ingeniería Económica.
Juan Carlos Sáez	Empresario Editorial	Profesor de Talleres de Ingeniería Industrial	Ingeniero Civil Industrial. Magíster en Ingeniería Económica.
Juan Pablo Zanolungo	Director del Programa Cluster y Territorio DII	Profesor de Trabajo de Título	Ingeniero Civil Industrial

Entrevistado 1	
Importancia	Importancia máxima de las 5 habilidades
Vinculación con el mundo profesional	Son habilidades muy importantes, que se requieren en el mundo profesional.
Definición	Liderazgo En el contexto de una organización, liderar a otros es entender el entorno, los desafíos a alcanzar y mover al grupo con dirección y propósito. Para liderar se necesita tener valor, voluntad y coraje.
	Trabajo en Equipo Reconocer que se es parte de un equipo, para lograr objetivos de la organización.
	Comunicación Efectiva Comunicar es hacer que el otro haga. Involucra hacerse cargo del otro, empatizar con él o ella.
	Aprender Identificar ceguera, reconocer ignorancia y dar autoridad.
	Escuchar <i>Escuchar es parte del proceso de comunicar, es empatizar con el otro.</i>
Ranking (de básica a compleja)	Aprender, escuchar-comunicar, trabajo en equipo, liderazgo.
Evaluación	Medir: viendo que una persona lo hace o no lo hace. Se detecta si un alumno aprendió, porque hace cosas. Hizo taller de presentaciones y utilizó <i>self-efficacy</i> .
Otros hallazgos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aprender es "hacer lo que antes no podía hacer". La habilidad de aprender es reconocer ignorancia y dar autoridad. ✓ Existen dimensiones para aprender. ✓ Para ser líder, se necesita alta conciencia de sí ✓ No todos los alumnos parten igual en los talleres

Entrevistado 2		
Importancia	Son habilidades mínimas. Les asigna valor 5 a todas en escala de 1 a 5.	
Vinculación con el mundo profesional	La principal habilidad del mundo profesional es la comunicación, de la cual derivan las demás. Todo comunica.	
Definición	Liderazgo	Capacidad de lograr objetivos, usando recursos, desplegado en un contexto.
	Trabajo en Equipo	Definido en términos de la acción. Mirar cuál puede ser mi aporte, dar apoyo y complementariedad al equipo en la convivencia, con sentido de pertenencia.
	Comunicación Efectiva	Lograr lo que te planteas al hablar con otros. Comunicar un objetivo y hacer que ese objetivo se entienda. Es la capacidad de estar en un proceso recíproco de entrega de información, en términos de contenido, emocional, racional, corporal, para lograr un objetivo.
	Aprender	Flexibilizar las estructuras cognitivas. Incorporar y hacer una visión significativa para mí. Cambiar con base en la experiencia, dado el sentido que uno le otorga a la experiencia.
	Escuchar	Conectarse con lo que a uno le está pasando, dado lo que dice el otro. Involucra tener apertura genuina hacia el otro, en términos de actitud corporal.
Ranking (de básica a compleja)	Comunicar, Trabajar en equipo, Liderar. Aprender y Escuchar.	
Evaluación	La metodología del curso es conversar. Portafolio con las experiencias del curso. La evaluación se hace en el hacer	
Otros hallazgos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lo más básico es comunicar, es lo que siempre se hace: sesgo lingüístico. ✓ Uno es en potencia, pero despliega en un contexto. ✓ La comunicación, para que sea efectiva, tiene que estar ligada al contexto. 	

Entrevistado 3		
Importancia	Todas las habilidades son muy importantes.	
Vinculación con el mundo profesional	Muy importantes. Las empresas las requieren hoy en día. Las universidades, en general, enseñan poco de estas habilidades.	
Definición	Liderazgo	Potencial de liderazgo. Capacidad de mover a los otros y de gestionar el cambio.
	Trabajo en Equipo	Es una técnica para trabajar. Consiste en asignar roles y cumplir objetivos.
	Comunicación Efectiva	Es comunicar, adecuándose al contexto, para alcanzar un objetivo.
	Aprender	Se dice que la persona está siempre aprendiendo. La persona que no aprende se queda quieta y pierde competitividad dentro de la organización.
	Escuchar	Involucrarse en la conversación con otro, generar interpretaciones. Algunos lo llaman <i>escucha activa</i> .
Ranking (de básica a compleja)	---	
Evaluación	Las empresas evalúan en la conversación, recogiendo experiencias pasadas que demuestren el despliegue de cada habilidad.	
Otros hallazgos	✓ Las empresas buscan <i>potencial</i> de liderazgo.	

Entrevistado 4	
Importancia	Todas son muy importantes.
Vinculación con el mundo profesional	Existen dos tendencias sobre habilidades profesionales: (i) están de moda, se dice que son importantes; y (ii) estas habilidades distinguen y sirven en la vida diaria. La separación entre habilidades profesionales y habilidades técnicas es una distinción académica.
Definición	Liderazgo Capacidad para movilizar de un lugar o situación a otro. Se debe imaginar el nuevo lugar, convocar y seducir.
	Trabajo en Equipo Es ponerse a disposición del equipo. Ir con la disposición a ser convencido, más que imponer.
	Comunicación Efectiva Hacer que las cosas pasen.
	Aprender Escuchar Hacer cosas nuevas. Ponerse en el lugar del otro, tener empatía. Se distinguen tres niveles: (i) poner atención; (ii) empatizar; e (iii) innovar, escuchar los asuntos no resueltos de los demás.
Ranking (de básica a compleja)	Aprender, comunicación efectiva, trabajo en equipo, escuchar, liderazgo.
Evaluación	Se evalúa en la conversación. Se utiliza el sentido común, se escucha la experiencia de las personas.
Otros hallazgos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las habilidades se expresan de manera natural, transparente en la cotidianidad. ✓ Cuando se mide, se mide la capacidad de distinguir de esas habilidades.

Observación personal: Tiene sentido que cuando uno mida, esté midiendo la capacidad para distinguir. No porque no incluyamos una habilidad o un aspecto de la relación entre las personas, ese aspecto no está siendo evaluado (necesariamente). Pensemos que el contexto es personas que interactúan entre sí. Las personas toman decisiones y actúan. En este contexto, se debe lograr un objetivo colectivo. El proceso y el cumplimiento del objetivo determinan los juicios que las personas formulan sobre el desempeño de alguien. Si les preguntamos por el desempeño en algún dominio, nos responderán en ese dominio, pero no es que sólo haya juicios en ese aspecto en particular.

Entrevistado 5	
Importancia	Todas son muy importantes.
Vinculación con el mundo profesional	Estas habilidades son centrales. Sirven para alcanzar los objetivos dentro de la organización. Tienen que ver con cómo me relaciono con los otros.
Definición	Liderazgo Tomar responsabilidad, hacerse cargo, relacionarse con los otros de una manera que produzca alineamiento, con foco y se contribuya a la eficacia.
	Trabajo en Equipo Capacidad de contribuir a un grupo de personas, aprovechando las sinergias. Lograr que un equipo converse, escuche y genere sinergias. Hacer que un grupo de personas se alinee energéticamente. Motivación que al equipo le vaya bien.
	Comunicación Efectiva Tener claro un foco y comunicarlo.
	Aprender Capacidad de adaptarse.
	Escuchar Hacerse cargo de los quiebres de los otros.
Ranking (de básica a compleja)	Escuchar, aprender, comunicar, trabajar en equipo, liderar.
Evaluación	Evalúa intuitivamente.
Otros hallazgos	✓ ---

Entrevistado 6	
Importancia	Todas son muy importantes.
Vinculación con el mundo profesional	Se presentan todas en el mundo profesional. Son habilidades que se requieren.
Definición	Liderazgo Capacidad de influenciar en los demás, para cumplir los objetivos de la organización. Alinear las metas y expectativas personales con las de la organización.
	Trabajo en Equipo Coordinación para alcanzar un propósito común, con sentimiento de pertenencia y responsabilidad compartida.
	Comunicación Efectiva Capacidad para coordinar acciones, que ocurran. Negociación en la coordinación de acciones.
	Aprender --- Aprender como hacer cosas que antes no se podía hacer.
	Escuchar --- Escuchar como interpretar lo que dice el otro.
Ranking (de básica a compleja)	Aprender – Escuchar, comunicar efectivamente, trabajar en equipo, Liderazgo.
Evaluación	Evalúa liderazgo y trabajo en equipo en jornadas completas de día sábado o domingo. Evaluación de identidad, feedback de colaboradores y pares. Percepción y autopercepción.
Otros hallazgos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Una habilidad más compleja se construye sobre el conjunto de habilidades menos complejas. ✓ Estas habilidades se construyen en un espacio maduracional. Se maduran. ✓ Trabajo en equipo: sentimiento de éxito sólo cuando a todo el equipo le va bien. Si a mí me va bien, pero al equipo no, no estamos trabajando en equipo.

Los equipos pasan por etapas de desarrollo. Los equipos funcionan.

Entrevistado 7		
Importancia	Son habilidades básicas. Las cinco son habilidades clave en el mundo profesional.	
Vinculación con el mundo profesional	Tienen mucho que ver con el mundo profesional. Estamos sujetos a eventos y situaciones distintas cada vez.	
Definición	Liderazgo	Capacidad de guiar procesos y lograr resultados.
	Trabajo en Equipo	Capacidad de trabajar con otros, cumplir lo que se acuerda, respetar los acuerdos y contribuir.
	Comunicación Efectiva	--- Se expresa en la interacción con otras personas. Comunicar. Forma de comunicar tal que se logra el objetivo planteado.
	Aprender	Disposición básica. Actitud frente a un tema nuevo.
	Escuchar	Disposición básica. Actitud frente a un tema nuevo.
Ranking (de básica a compleja)	Aprender – escuchar, trabajo en equipo, comunicación efectiva, liderazgo.	
Evaluación	Percepción de lo que hacen los estudiantes en el curso. Negociar, presentar, auto-liderazgo.	
Otros hallazgos	✓ ---	

Entrevistado 8		
Importancia	Habilidades fundamentales en el siglo XXI.	
Vinculación con el mundo profesional	---	
Definición	Liderazgo	Capacidad de inspirar a los otros a actuar. Integración de personas. Escuchar, actuar democráticamente.
	Trabajo en Equipo	Comprensión empática, profunda, de todos los miembros de un equipo de trabajo. Los resultados dependen sinérgicamente de todos. Actitud de disponerse a lograr el éxito del equipo.
	Comunicación Efectiva	Comunicación que produce acción, cambio, transformación.
	Aprender	Lograr hacer de forma natural, algo que antes no podía hacer.
	Escuchar	Oír más interpretar.
Ranking (de básica a compleja)	---	
Evaluación	Liderazgo: de acuerdo a cuánta gente moviliza. Trabajo en equipo: depende de los resultados. Comunicación efectiva: resultados. Aprender: se mide en los actos transparentes. Escuchar: resultados.	
Otros hallazgos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evalúa observando todo lo que puede de los estudiantes. ✓ La habilidad relevante es aprender a aprender, más que aprender. ✓ Se requiere de escucha efectiva, un escuchar que interprete dado el contexto. 	