

Varas, M., Zuñiga, M., Maluenda, J., y Sylvester, M. (2017). Una experiencia en el uso del Benchmarking para la educación en ingeniería.



www.inacap.cl/regies



Vol. 2 (noviembre – 2017)
ISSN 0719-742X E-ISSN 0719-7624
Fechas de recepción: 25/07/2017
Fecha aceptación: 22/08/2017

Una experiencia en el uso del Benchmarking para la educación en ingeniería

Marcela Varas Contreras, *Universidad de Concepción, Chile*
mvaras@udec.cl

Marcela Zúñiga Sepúlveda, *Universidad de Concepción, Chile*
marcelazunigasepulveda@gmail.com

Jorge Maluenda Albornoz, *Universidad de Concepción, Chile*
jorgemaluenda@udec.cl

Matías Sylvester Steel, *Universidad de Concepción, Chile*
sylvester.matias@gmail.com

Cómo citar este artículo: Varas, M., Zuñiga, M., Maluenda, J., y Sylvester, M. (2017). Una experiencia en el uso del Benchmarking para la educación en ingeniería. *Revista de Gestión de la Innovación en Educación Superior REGIES*, 2, p.p.77-96. Issn 0719-742X.; E-Issn: 0719-7624

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo obtener un Benchmarking a nivel nacional en relación al currículo de las carreras de Ingeniería en Chile, junto con documentar y analizar una experiencia de Benchmarking como aporte a la comunidad de educación en ingeniería. El estudio se enmarcó en un diseño descriptivo, en el cual, a través de una metodología cualitativa, se analizaron documentos oficiales obtenidos de la Universidad de Chile, Universidad Federico Santa María, Universidad de Santiago de Chile, Pontificia

Universidad Católica de Valparaíso y Universidad de Concepción. En relación al currículo, se encontraron tanto consensos como diferencias sustanciales. Las universidades antes mencionadas coinciden en la duración de los planes de estudio, el período de obtención de la licenciatura, los ciclos o etapas de las carreras, la diferenciación entre áreas de conocimiento básico y áreas especializadas y los mecanismos de titulación, variando este último en la definición del instrumento final (memoria, investigaciones o asignaturas). Además, aparecen algunas asignaturas que, desde la práctica de las instituciones estudiadas, podrían considerarse nucleares de manera transversal. En cuanto a los desacuerdos, aparecen en primer lugar discrepancias en relación con lo que es considerado ciencia básica versus ciencias de la ingeniería, y aparecen diferencias importantes en la definición de áreas de especialidad, incorporación de prácticas laborales y profesionales y la articulación pre-posgrado.

Palabras clave: Benchmarking, educación en ingeniería, desarrollo curricular, ingeniería.

Abstract

This study conducted a nation-wide benchmark regarding the curriculum of Chilean engineering undergraduate programs, while documenting and analyzing the experience of benchmarking for engineering education and contributing to the engineering education community. A descriptive study was conducted, in which official documents from Universidad de Chile, Universidad Federico Santa María, Universidad de Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso and Universidad de Concepción were analyzed, through a qualitative methodology. Several points of consensus and substantial differences were found. The aforementioned universities have similar bachelor degree durations, cycles or stages in their undergraduate education, a clear distinction between basic knowledge and specialized areas, and establish similar mechanisms for obtaining an undergraduate degree. Several core classes could also be identified as universal by their institutional practices. Regarding their differences, these institutions have differences on what they consider basic science as opposed to engineering sciences, and they differ regarding the definition of specialization areas, the implementation of professional internships and accelerated undergraduate-graduate programs.

Keywords: Benchmarking, Engineering Education, Curricular Development, Engineering.

Orientar los esfuerzos de una facultad de Ingeniería para mejorar la calidad de su educación es un gran desafío, considerando los diferentes niveles de coordinación que esta tarea requiere. Ello demanda una visión de 360° que incorpore tanto el panorama interno (modelo educativo universitario, visión y misión de la facultad, diversidad de especialidades) como el ecosistema del que se rodea (competidores y colaboradores, grupos de interés, gobierno y empresa).

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción (UdeC), en colaboración con el Consorcio de Ingeniería 2030, se han planteado alcanzar estándares educacionales de excelencia, con especial énfasis en I+D aplicada, transferencia tecnológica, innovación y emprendimiento. Además, la visión institucional, acorde a la tendencia mundial, se ha enfocado

en coordinarse con los preceptos de la Educación Basada en Competencias (EBC), lo que ha implicado la necesidad de repensar el proceso formativo en su conjunto, llevando inexorablemente los esfuerzos hacia el proceso de rediseño curricular.

La Unidad de Educación en Ingeniería (UdEI) ha asumido este desafío ⁹⁵ planificando y ejecutando las acciones requeridas para efectuar dicho proceso, entendiendo el rediseño curricular como un proceso cuya finalidad es definir cada carrera de manera pertinente y adecuada a las necesidades de la sociedad, persiguiendo altos estándares de calidad, para lo que se requiere considerar las características propias de la institución y de sus estudiantes, los lineamientos de su modelo educativo y las tendencias nacionales e internacionales en educación superior (Unidad de Investigación y Desarrollo Docente, 2013).

El presente trabajo muestra parte de la experiencia de la UdEI en el trabajo de rediseño, específicamente, en cuanto a la realización y el uso de la información proveniente del Benchmarking como técnica que contribuye al desarrollo del proceso de rediseño curricular desde la visión de la EBC.

1. Análisis teórico

Existen distintas propuestas para el desarrollo de un exitoso proceso de rediseño curricular que resaltan aproximaciones distintas ante el proceso (Earnest & Melo, 2001; Chyung, Stepich & Cox, 2006; Schmal & Ruiz-Tagle, 2008; Mertens, 1997). Uno de sus aspectos comunes es la observación del entorno directamente vinculado al desarrollo de la visión educativa, su perfil y plan de estudios correspondiente. Esta observación panorámica de la situación del plan de estudios vigente implica tanto la consideración de los aspectos internos e idiosincráticos de la carrera, facultad y universidad, como la investigación acerca del ecosistema en que se inserta.

En el caso del ecosistema, la recolección de información tanto de la industria general y el mercado laboral, como de los competidores y pares, han pasado a ser aspectos comunes en distintos enfoques (tabla 1). Incluso, para Valle (2005), la primera actividad de modernización curricular suele ser la visualización de la actual situación del plan de estudios de la carrera, a partir de la comparación con otros planes similares, lo que permite destacar las principales diferencias y falencias o debilidades no observadas en el análisis del plan de estudios.

Tabla 1.
Incorporación del ecosistema en modelos de rediseño curricular.

Modelo	Etapas que incorporan el ecosistema
IPT (Instructional Performance Technology)	Análisis de la industria y egresados, estándares profesionales y Benchmarking curricular.

TTTI	Identificación del mercado objetivo, datos del sector y necesidades de la sociedad.
DACUM (Developing Curriculum)	Perfil profesional; ámbitos de desempeño, competencias y capacidades: análisis ocupacional con prospección de los entornos universitario, profesional, laboral y tecnológico.

En cualquier caso, la observación del entorno, en especial de los pares y competidores, es una práctica necesaria y muy provechosa frente al proceso. Necesaria porque permite crear una visión acerca de la situación actual (estado del arte) y las tendencias educativas en el área disciplinar que permita trazar objetivos de corto, mediano y largo plazo, además de una estrategia de mejoramiento continuo; y provechosa porque permite optimizar los recursos y el tiempo requerido en esta empresa mediante la referencia en estándares alcanzables, prácticas exitosas / menos exitosas y, sobre todo, experiencias (Know What & Know How).

El Benchmarking, concepto extendido en la década de los ochenta en el ámbito de la industria computacional como un método para perfeccionar las prácticas empresariales mediante el estudio de la competencia, ha sido extrapolado a distintas áreas de estudio, incluida la educación de ingenieros, como una herramienta que permite esta observación del ecosistema.

Spendolini (1992) concibe el Benchmarking como procesos sistemáticos y continuos para evaluar productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidos como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar mejoras organizacionales. Fisher (1994) lo define destacando la importancia del desempeño. Para ello, señala el Benchmarking como un proceso para encontrar puntos de referencia —medidas de rendimiento— que permiten analizar las mejores prácticas y adaptar su uso. Clemente y Balmaseda (2010) destacan su importancia para la evolución continua de las organizaciones y su rol en la innovación de la gestión. Del Giorgio (2012) sintetiza señalando que el Benchmarking corresponde a un proceso continuo de medición de productos, servicios y tecnologías, para compararlos con los de una organización modelo, líder o ejemplar. Ello permite obtener conclusiones, dependientes del objetivo del Benchmarking, útiles al mejoramiento del funcionamiento propio.

En este punto, la presente investigación se propone realizar un importante aporte desde el Benchmarking al desarrollo de la EBC. El Benchmarking, como técnica, enfatiza la importancia de reconocer el valor intrínseco del contexto para el perfeccionamiento continuo de las prácticas en torno a productos, servicios y tecnologías (educativas en este caso). Adicionalmente, reconoce la importancia de contar con estándares basados en resultados o su aplicación en un contexto real. El análisis de los productos, servicios y tecnologías educativas desde el Benchmarking produce resultados y conclusiones empapados de aquello que ocurre, que se requiere y que efectivamente funciona en contexto real para educar en una determinada disciplina.

El concepto *competencia* intenta responder al actual proceso de cambio educacional que, justamente, pretende reconocer y agregar relevancia a las necesidades y demandas de la

sociedad —incluida la industria—, lo que transforma la concepción del “educar” y del “ser competente” (Navarro, Maluenda & Varas, 2016). Denota la capacidad aprendida para realizar de manera adecuada tareas, funciones o roles (estándares), para lo que es necesario integrar conocimientos, habilidades y actitudes (Carreras & Perrenoud, 2005). La capacidad efectiva de los estudiantes para desenvolverse en contexto real se transforma entonces en la prueba del efectivo desarrollo de las competencias profesionales necesarias.

En otras palabras, la EBC requiere que la formación de los estudiantes se base en estándares y prácticas contextualizadas (Navarro *et al.*, 2016; Carreras & Perrenoud, 2005) para lograr desempeñarse de manera realmente competente (González & González, 2008), tarea a la que el Benchmarking puede contribuir de forma potente.

Del Giorgio (2012) integra propuestas de distintos autores para presentar una clasificación sobre los tipos de Benchmarking existentes: Interno, Competitivo, Funcional, Genérico, Operativo, de Gestión y Estratégico (tabla 2).

Tabla 2.
Tipos de Benchmarking

Interno	Identifica los estándares de desarrollo de la organización, destacando los procesos más eficientes y eficaces para establecer patrones de comparación (Benchmark) y utilizarlos como guía para la mejora continua.
Competitivo	Identifica, recaba información y analiza procesos, productos y servicios de la competencia, para compararlos con los de la propia organización. Por ello, sirve a las mejoras en el contexto del mercado.
Funcional	Analiza funciones y procesos que pertenecen a un mismo sector pero que no compiten. Su foco está en la evaluación comparativa de funciones respecto de otras organizaciones de excelencia.
Genérico	Se enfoca en reconocer acciones y procesos que pueden ser idénticos o muy similares en organizaciones que pertenecen a rubros y sectores diferentes. La comparativa permite adoptar mejoras desde estas fuentes.
Estratégico	Evalúa las alternativas, ejecuta estrategias y mejora la <i>performance</i> , mediante la comprensión y adaptación de estrategias exitosas de las organizaciones externas con las que se trabaja.
Operativo	Se enfoca primordialmente en la mejora permanente, a través de procesos de autoevaluación continua respecto de procesos primarios en unidades territoriales de la misma administración, entre administraciones bajo la misma legislación y a nivel internacional.
De Gestión	Aborda proceso de gestión que involucran procesos de dirección, control, facilitación y apoyo, inherentes al personal, la gestión y el control.

Fuente: Basado en la propuesta de Del Giorgio (2012)

El Benchmarking, en términos generales, suele comenzar con una etapa de planificación, el relevamiento de los datos útiles, el análisis de las desviaciones, para finalizar en la implementación de las mejoras que provienen de los análisis efectuados (Del Giorgio, 2012).

Existen diversos modelos para su desarrollo, los que enfatizan distintos aspectos. Sin embargo, al revisar los principales modelos para la realización del Benchmarking se aprecian similitudes considerables en cuanto a los elementos fundamentales del proceso.

Spendolini (1992) y Camp (1995) proponen tres modelos diferentes, con cantidad de fases y subetapas distintos. A pesar de ser aparentemente diversos, se observan aspectos comunes en los elementos que cada modelo enfatiza o considera fundamentales. En primer lugar, existe una fase de aproximación en la que se determina el objetivo y se circunscribe el campo de investigación, especificando el objeto del Benchmarking y su contexto. Una segunda etapa establece fuentes de información, colaboradores y un método con el cual realizar, con la mejor calidad y precisión posible, el levantamiento de información respecto de los referentes. En una tercera etapa se recoge, analiza e integra la información recopilada con el fin de obtener conclusiones y propuestas que permitan acciones concretas para la mejora de los propios resultados. En una etapa final se realiza seguimiento a los resultados, se analizan los efectos para corregir y perfeccionar los productos, procesos o servicios en cuestión.

Bajo esta base de aspectos comunes, la presente investigación toma el Benchmarking Funcional para realizar una investigación con foco en el mejoramiento de la calidad de la experiencia curricular en la Facultad de Ingeniería UdeC.

Los objetivos del presente trabajo de investigación son:

- a) Obtener un Benchmarking en relación al currículo de las ingenierías a nivel nacional (análisis de referentes y pares nacionales).
- b) Documentar y analizar la experiencia con fines de perfeccionamiento continuo y aporte a la comunidad de educación en ingeniería.

2. Método

2.1. Muestra

La muestra estuvo compuesta por documentos oficiales obtenidos de las universidades reconocidas como referentes y pares nacionales de la UdeC, en cuanto al desarrollo de las Ingenierías. Estas son la Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad Federico Santa María; además de las universidades que pertenecen al Consorcio Nueva Ingeniería 2030: Universidad de Santiago de Chile y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. El criterio para seleccionar a los referentes fue la referencia a distintos rankings internacionales (OECD, QS, Shanghái), mientras que, para los pares, se consideró a las universidades que forman parte del Consorcio Nueva Ingeniería 2030.

2.2. Diseño y procedimiento

El diseño de la investigación corresponde a un modelo descriptivo —en tanto pretende caracterizar la situación de los referentes y pares nacionales en torno a las Ingenierías, además de describir la experiencia del Benchmarking en el caso de la Facultad de Ingeniería UdeC— y se considera transversal debido al corte de tiempo específico en que se realiza el levantamiento de información.

Se realizó un Benchmarking de tipo Funcional puesto que este se desarrolla en torno a las funciones y procesos de organizaciones que pertenecen a un mismo sector, pero que no necesariamente compiten entre sí (Del Giorgio, 2012). En este caso también se incluye los pares del Consorcio.

El objeto de estudio para el Benchmarking fue principalmente el currículo de los referentes y pares nacionales en Ingeniería.

Se utilizó, como fuente de información, los documentos oficiales emitidos por las facultades de Ingeniería de las universidades en cuestión. Estos documentos comprenden: mallas curriculares de las carreras de Ingeniería Civil, modelos educativos de las universidades, reglamentos de docencia de las facultades de Ingeniería, reglamentos de pregrado y de titulación.

Cronológicamente se siguió el siguiente procedimiento para trabajo con los datos:

1. Definición de referentes y pares basado en criterio comparativo de ranking.
2. Definición del objeto del currículo como objeto de análisis. Especificación de aspectos del currículo a considerar (tabla 3).
3. Recopilación de información.
4. Registro de información en base de datos.
5. Análisis de la información a partir de matriz de comparación.
6. Organización de resultados y conclusiones.

Tabla 3.
Especificación de aspectos del currículo para el análisis

Duración de los estudios	Estructura curricular	Áreas del conocimiento declaradas
Presencia de asignaturas de práctica	Enseñanza del idioma inglés	Mecanismos de titulación
Mecanismo de articulación con	Asignaturas comunes entre referentes y	

posgrado	pares nacionales
----------	------------------

2.3. Análisis de datos

El análisis de datos utilizó una metodología principalmente cualitativa, a partir del análisis de contenido temático. Este permite establecer grandes temas y sus subtemas asociados, lo que facilita la clasificación de la información en torno a criterios de inclusión y exclusión de dichas categorías (Mieles, Tonon y Alvarado, 2012).

El procedimiento consistió en: a) levantamiento de los documentos necesarios para abordar los componentes curriculares indicados en la tabla 3; b) primera revisión y codificación de información en base a cada componente curricular entre las distintas instituciones; c) organización y clasificación de temáticas comunes; d) definición de temáticas; y e) definición de discrepancias y divergencias.

El análisis señalado se complementó, en algunos casos, con datos cuantitativos —basado en el uso de porcentajes— para tener una medida de comparación respecto al consenso entre áreas de especialidad, debido al gran volumen de datos. Se consideró ocho especialidades de la ingeniería que forman el campo común de las cinco universidades valoradas como referentes.

La información obtenida para los análisis procede, principalmente, de las mallas curriculares de las carreras de Ingeniería Civil, modelos educativos de las universidades, reglamentos de docencia de las facultades de Ingeniería, reglamentos de pregrado y de titulación de las universidades. Todos estos documentos (vigentes en agosto de 2016) fueron obtenidos a partir de la información oficial publicada por las universidades correspondientes. En el caso de las universidades pares pertenecientes al consocio Nueva Ingeniería para el 2030, compuesto por las Universidad de Concepción, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y Universidad de Santiago de Chile, la información fue obtenida directamente a través de las unidades vinculadas a educación en ingeniería.

3. Resultados

A partir del levantamiento de información se observan los siguientes resultados organizados en torno a los ejes considerados fundamentales en el estudio del currículo de referentes y pares nacionales en ingeniería, para la presente facultad. Estos son: Duración de los estudios, Estructura curricular, Áreas del conocimiento declaradas, Presencia de asignaturas de práctica, Enseñanza del idioma inglés, Mecanismos de titulación y articulación con posgrado, y Asignaturas comunes en universidades referentes nacionales.

3.1. Duración de los estudios

Al respecto, los resultados muestran una duración media que oscila entre los 11 y 12 semestres para la mayoría de las Ingenierías, en las diferentes universidades (tabla 4).

Se observó que, en la totalidad de los casos, los estudiantes obtienen al cuarto año el grado de licenciado, lo que les permite incorporarse al mundo laboral. Este aspecto introduce flexibilidad, permitiendo a su vez a los estudiantes que desean continuar sus estudios para obtener el título profesional o continuar con estudios de posgrado, un plazo de tres años máximo para iniciarlos.

Tabla 4.
Duración de las carreras

		USM	UC	USACH	PUCV
Civil	12	12	11	12	12
Eléctrica	12	12	11	12	12
Mecánica	12	12	11	12	12
Química	12	12	*	12	12
Informática o Ciencias de la Computación	12	11	11	12	12
Industrial	12	11	11	12	12
Metalúrgica	12	12	*	12	12
Minas	12	*	*	12	12
Electrónica	12	12	*	*	*
Biomédica	12	*	*	*	*
*Universidades que no cuentan con la carrera					

3.2. Estructura curricular

En general, las distintas facultades presentan tres etapas que calzan con un ciclo básico, uno de licenciatura y uno de finalización. El eje común en todos los casos es el ciclo básico, compuesto por asignaturas de las ciencias básicas, en algunos casos combinadas con asignaturas introductorias a la ingeniería (tabla 5).

Los demás aspectos referidos a la estructura difieren en todos los casos. Sin embargo, se pueden observar algunos aspectos comunes entre universidades en cuanto a: Articulación con posgrado (USACH y UC), nivel medio centrado en cursos de la especialidad (UChile y USM).

Tabla 5.
Estructura curricular

Universidad	Estructura curricular
UChile	<p>Organiza sus estudios de pregrado en tres niveles:</p> <p><i>Plan Común</i> (cuatro primeros semestres de ciencias básicas). <i>Licenciatura</i> (quinto a octavo semestre de ciencias de la ingeniería y especialización).</p> <p><i>Plan profesional.</i></p>
USM	<p>Se organiza en tres niveles:</p> <p><i>Nivel Básico:</i> corresponde a los primeros semestres de todas las carreras, en donde se imparten las asignaturas de ciencias básicas y actividades formativas. La práctica pedagógica se encuentra centrada en el profesor (aprendizaje tradicional).</p> <p><i>Nivel Intermedio:</i> cursos propios de la especialidad en donde se estimula a analizar situaciones y desarrollar respuestas a partir de los conocimientos teóricos analizados en las cátedras (aprendizaje centrado en el estudiante).</p> <p><i>Nivel Avanzado:</i> cursos de formación final en donde el rol del profesor es estimular el cuestionamiento de planteamientos por parte de los estudiantes, lo que es acompañado por prácticas de laboratorio y taller, en las cuales se les entrega un problema profesional que ellos deben comprender y buscar soluciones que incorporen la síntesis, la evaluación y propuesta.</p>
UC	<p>Cuenta con un currículo flexible e interdisciplinario (Modelo T y ciclos de formación) que promueve las ciencias aplicadas, tecnología, investigación, innovación y emprendimiento y movilidad internacional. Se divide en:</p> <p><i>Ciclo Inicial:</i> licenciatura en Ciencias de la Ingeniería (cuatro primeros años).</p> <p><i>Ciclo de Articulación:</i> desde el noveno semestre, momento en que el estudiante puede articular con un Título Profesional UC o con otros grados académicos superiores, como también con el empleo temprano y el emprendimiento.</p> <p>Además, los alumnos pueden escoger <i>major</i> y <i>minor</i> de acuerdo a sus intereses, logrando un perfil casi único.</p>

USACH	<p>Cuenta con un currículum con ciclos de formación, lo cual promueve una formación especializada, flexible e interdisciplinaria, con una proporción importante de créditos destinada a la formación obligatoria que considera los lineamientos para el desarrollo integral del estudiante, espacios para fortalecer el sello institucional y el dominio del idioma inglés.</p> <p><i>Ciclo Licenciatura</i> (cuatro primeros años y otorga el grado de licenciado).</p> <p><i>Ciclo Profesional</i> (del noveno al doceavo semestre).</p> <p><i>Ciclo Articulación con Posgrado</i> (posterior al título profesional).</p>
PUCV	<p>Cuenta con un currículum basado en competencias en donde se considera la existencia de asignaturas clave que muestra el cumplimiento de una parte significativa y progresiva de las competencias del perfil de egreso a través de evidencias del logro del aprendizaje de los estudiantes. Se reconocen tres ciclos, cada uno de ellos con sus niveles de logro con respecto al perfil de egreso formalmente definidos:</p> <p><i>Ciclo Bachiller</i> (dos primeros años).</p> <p><i>Ciclo Licenciatura</i> (del quinto al octavo semestre).</p> <p><i>Ciclo Título</i> (del noveno al doceavo semestre).</p>

3.3. Áreas del conocimiento declaradas

En este punto, es posible observar como un aspecto común la existencia de formación básica, general y especializada como clasificaciones generales.

La UC muestra la particularidad de presentar *major* y *minor* como alternativas para prefigurar áreas de especialidad y conectar con la continuidad de estudios en posgrado. La USACH presenta la particularidad de no publicar definiciones concretas para cada área. En el caso de la PUCV, las áreas de especialidad son definidas por carrera. Además, la información se observa disponible solo para algunas carreras (Ingeniería Industrial, Informática y Química).

Tabla 6. Áreas de conocimiento declaradas

Universidad	Áreas
UChile	<ul style="list-style-type: none"> -<i>Formación General</i>: orientada a la formación integral de los estudiantes. -<i>Formación Básica</i>: plan común de cuatro semestres en donde se organizan las ciencias básicas. -<i>Formación Especializada</i>: se organizan del quinto al octavo semestre y corresponden a las propias por cada especialidad. -<i>Programa de Inglés</i>: orientado a garantizar un nivel de inglés adecuado a todos los estudiantes. Se compone de un diagnóstico, cursos de inglés y pruebas de suficiencia al séptimo y onceavo semestre.
USM	<ul style="list-style-type: none"> -<i>Nivel Básico</i>: primeros semestres de todas las carreras con asignaturas de ciencias básicas y actividades formativas. -<i>Nivel Intermedio</i>: cursos propios de la especialidad cuyo propósito está centrado en el análisis de situaciones. -<i>Nivel Avanzado</i>: cursos de formación final de sus carreras. Se fortalece con actividades de práctica de resolución de problemas reales.
UC	<ul style="list-style-type: none"> -<i>Plan Común Ciencias Básicas</i>: con bases en física, biología, química y matemática. -<i>Base General de Major</i>: cimienta las bases para desarrollar las ciencias de la ingeniería. -<i>Formación General</i>: cursos en disciplinas diferentes. -<i>Concentración Principal (Major)</i>: programa que entrega profundidad en un área disciplinar o interdisciplinar. -<i>Concentración Menor (Minor)</i>: programa que permite ampliar o profundizar en un área disciplinar o interdisciplinar.
USACH	<p>En la descripción de algunas carreras mencionan las siguientes áreas disciplinares, sin embargo, no se observan definiciones o delimitaciones concretas de cada una de ellas en las distintas mallas curriculares: Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Administración, Economía, de la Especialidad.</p>
PUCV	<p>Se observa que las diferentes carreras son autónomas en la definición de sus áreas. Además, existen carreras que no declaran áreas disciplinares en sus mallas curriculares.</p>

3.4. Presencia de asignaturas de práctica

Se observa una situación ampliamente disímil entre las distintas casas de estudio e, incluso, entre carreras de la misma casa de estudios. En algunos casos existen asignaturas prácticas, en otros casos no. Más aún, no se observa diferenciación entre prácticas laborantes y prácticas de nivel profesional. Tampoco existe una relación clara entre las prácticas y el cumplimiento de ciclos, ni su vinculación con la habilitación profesional que otorga la titulación. Tampoco se aprecian definiciones institucionales respecto de las prácticas relacionadas con su necesidad, orientación

u obligatoriedad, al contrario, se observa libertad de cada carrera en estas definiciones, donde la mayoría carece de este tipo de actividades.

Tabla 7. Asignaturas de práctica

Universidad	Prácticas
UChile	Las carreras analizadas tienen dos prácticas en sus respectivas mallas curriculares entre el séptimo y el noveno semestre.
USM	No se observan asignaturas de práctica en las mallas curriculares de esta universidad.
UC	Se exigen dos prácticas como requisito adicional a la malla curricular. Una que debe ser cursada para obtener el grado de licenciado y la otra para poder dar el examen de titulación conducente a algún título profesional.
USACH	Solo la carrera de Ingeniería Civil en Electricidad declara una asignatura práctica en su malla curricular, la que corresponde a una práctica profesional que se cursa en el último semestre de la carrera.
PUCV	Las únicas carreras que contemplan asignaturas prácticas en sus mallas curriculares son las de Ingeniería Civil e Informática con Práctica 1 y 2 en el sexto y décimo semestre, respectivamente, y la carrera de Ingeniería Civil con Práctica Profesional 1, 2 y 3 en los semestres séptimo, noveno y onceavo, respectivamente.

3.5. Enseñanza del idioma inglés

Se aprecian diferencias entre las diferentes universidades donde, en algunos casos, la incorporación de idioma inglés es una decisión institucional adoptada por cada carrera, mientras que, en otros casos, la decisión es libre, donde suelen existir diferencias entre las carreras. La UC muestra la particularidad de incorporar test de suficiencia en inglés, utilizado para orientar el nivel del curso de inglés que sus estudiantes deben asumir. Ello implica estándares consensuados por la institución en torno al idioma, requeridos para sus estudiantes.

Tabla 8. Enseñanza del idioma inglés

Universidad	Inglés
UChile	Las carreras analizadas tienen dos asignaturas de inglés. Inglés 1 en el tercer semestre e Inglés 2 en el cuarto semestre. Junto con lo anterior, existen dos exámenes de suficiencia en inglés, uno en el séptimo semestre y otro en el noveno semestre.
USM	No todas las carreras analizadas contemplan la enseñanza del idioma inglés en sus mallas curriculares y, de las carreras que sí lo incorporan, no todas incorporan el mismo programa.

UC	Los estudiantes de Ingeniería de la UC deben, durante el primer semestre de sus estudios, rendir un test de suficiencia en inglés en el grado ALTE 3 y, dependiendo de su resultado, deben cursar un determinado programa de asignaturas de inglés hasta alcanzar 700 puntos o más en el TOEIC.
USACH	Todas las carreras analizadas tienen las asignaturas de Inglés 1, 2, 3 y 4 en el tercer, cuarto, quinto y sexto semestre, respectivamente. Adicionalmente, la carrera de Ingeniería Civil en Electricidad contempla cuatro asignaturas de inglés (Inglés Comunicativo 1, 2, 3 y 4) a partir del octavo semestre.
PUCV	La mayoría de las carreras de ingeniería de la PUCV contemplan Inglés 1, 2, 3 y 4. Las carreras de Ingeniería Civil Industrial, Ingeniería Civil Mecánica e Ingeniería Civil no contemplan asignaturas de inglés en sus mallas curriculares.

3.6. Mecanismos de titulación y articulación con posgrado

Respecto de los mecanismos de titulación, es posible señalar que existe cierto grado de consenso entre las distintas universidades. Estas tienen como mínimo común la aprobación de las asignaturas del plan de estudios y, a excepción de las universidades católicas, la aprobación de un trabajo final de titulación, ya sea con carácter de memoria o investigación. En el caso de las universidades católicas se requiere el cumplimiento de asignaturas adicionales de titulación, tal como se observa en la tabla 9.

En cuanto a la articulación con posgrado, existen situaciones ampliamente diversas en las universidades analizadas, que fluctúan desde universidades con mecanismos de articulación directa hasta universidades sin formas de articulación declaradas.

Tabla 9. Mecanismos de titulación y articulación con posgrado

Universidad	Mecanismo de titulación
UChile	Para obtener el título profesional, los estudiantes deben tener el <i>grado de licenciado, tener aprobadas todas las actividades curriculares de la especialidad y aprobar el Trabajo de Titulación</i> . Este último corresponde a un proyecto profesional o una investigación. Los alumnos que, posterior a la titulación, deseen optar a un posgrado, podrán solicitar la convalidación o equivalencia de asignaturas realizadas con anterioridad a su ingreso a la Escuela de Posgrado.

UC	<p>Los estudiantes que lo deseen pueden salir al mundo del trabajo al término del octavo semestre con el <i>grado de licenciado en Ciencias de la Ingeniería</i>. Luego de esto el estudiante puede decidir trabajar, emprender o bien estudiar algún posgrado en cualquier parte del mundo. Estos estudiantes tienen un espacio de tres años para regresar y seguir alguna línea establecida por la Universidad (título profesional, magíster o doctorado).</p> <p>Los alumnos que continúan estudiando luego del octavo semestre tienen las opciones de optar a un Título Profesional, al término del onceavo semestre, o bien al grado de magíster o doctor al término del doceavo y decimosexto semestre, respectivamente.</p> <p>Para obtener el título profesional, el estudiante debe cumplir con todos los requisitos de egreso y aprobar un examen de titulación que consta de dos partes: Competencias Fundamentales, común para todos los títulos de pregrado, y Competencias de Especialización, específica para cada uno de los títulos profesionales.</p>
USACH	<p>Para que un estudiante de Ingeniería termine su carrera y tenga derecho al título respectivo, debe <i>aprobar la totalidad de las asignaturas contenidas en su plan de estudios, incluyendo las asignaturas asociadas al Trabajo de Titulación</i>.</p> <p>El Trabajo de Titulación tiene por finalidad que el alumno demuestre su capacidad para abordar problemas en el ámbito de la ingeniería, investigando el dominio de un problema específico, aplicando conocimientos adquiridos y desarrollando una solución al problema en un nivel profesional de acuerdo con los objetivos de su carrera. Además, el alumno debe reflejar, en el desarrollo de su Trabajo de Titulación, capacidad de análisis, de síntesis y de exposición.</p>
PUCV	<p>Para titularse, el estudiante debe haber dado cumplimiento a los requisitos académicos de titulación que cada currículo determine. Dentro de las carreras de Ingeniería existen <i>diferentes actividades de titulación</i>. En algunas se ofrece como única actividad el último semestre de la carrera y, en otras, una o más asignaturas.</p>
USM	<p>Para obtener el título profesional, los estudiantes deben tener <i>aprobados todas las asignaturas de su plan de estudios y aprobar la Memoria de Titulación</i>. Esta corresponde a la resolución de un problema del campo profesional a partir de los conocimientos adquiridos a través de la carrera.</p>

3.7. Asignaturas comunes en universidades referentes nacionales

En este punto, el interés es observar el nivel de consenso en asignaturas de las ciencias de la ingeniería, entre áreas de especialidad, de las universidades referentes.

Existe una importante cantidad de asignaturas, de este tipo, comunes a todos los planes de estudio de las distintas ingenierías en las diversas universidades referentes. Estos aspectos podrían ser considerados como Conocimiento Core de la Ingeniería, observados en el análisis de referentes, es decir, basados en “lo que las carreras implementan realmente”.

Este Conocimiento Core está compuesto, principalmente, de asignaturas de las áreas de la matemática, la física y la química, además de asignaturas de introducción a la ingeniería. Este

análisis persiste, si se excluyen las carreras de Ingeniería Metalúrgica y Minas por razón de su existencia solamente en algunas universidades.

La comparativa permite observar un grado similar de consenso en relación a las asignaturas que, por área de especialidad, componen el conocimiento central. En otras palabras, las mismas asignaturas componen la mayor proporción de acuerdo al compararse las áreas de especialidad de modo interno que al compararse entre áreas de especialidad distinta.

Desde el punto de vista de lo que las carreras realmente implementan, las demás asignaturas, en diferente grado, representan menor consenso, con una amplia variedad de acuerdo al área de especialidad.

4. Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, es posible concluir en base a los dos objetivos planteados para la presente investigación: a) obtener un Benchmarking en relación al currículo de las Ingenierías a nivel nacional y b) documentar y analizar la experiencia con fines de perfeccionamiento continuo y aporte a la comunidad de educación en ingeniería.

Respecto al primer objetivo, es posible indicar conclusiones relacionadas con los siete aspectos considerados relevantes al contexto de la universidad investigadora para el análisis de currículo.

En términos generales, es posible indicar que existen consensos entre las prácticas de los referentes estudiados para algunos aspectos y diferencias sustanciales en otros. Aquellos aspectos de consenso conforman una clara línea de trabajo que sirve como referencia al estudio de la educación en ingeniería basada en la realidad actual de aplicación. Aquellos aspectos en discrepancia parecen representar, en algunos casos, aspectos idiosincráticos de las instituciones, y, en otros, aspectos que no han sido plenamente resueltos por ellas.

Se observa un consenso general interinstitucional respecto a la duración de los planes de estudio, el período de obtención de la licenciatura, los ciclos o etapas de las carreras, la diferenciación entre áreas de conocimiento básico y áreas especializadas, y los mecanismos de titulación, si bien este último punto muestra matices en la definición del instrumento final (memorias, investigaciones, asignaturas).

En relación con la diferenciación entre áreas de conocimiento básico y especializado, aparece un aspecto no resuelto absolutamente respecto a lo que se considera ciencias básicas versus ciencias de la ingeniería, observándose disenso en la práctica de las distintas instituciones. Ello puede ser producto de un desacuerdo más bien disciplinar global relacionado con el tema, más que un problema atribuible a cuestiones propias de cada casa de estudios.

En otro punto, la definición de áreas de especialidad, la incorporación de prácticas laborales y profesionales, así como la articulación pre-posgrado, son aspectos en los que se observan profundas diferencias entre carreras y universidades.

El caso de las prácticas laborales y profesionales llama la atención puesto que su diferenciación no es clara, su existencia oficial es casi nula y la vinculación entre estas y la habilitación

profesional no es directa, debido a la importancia otorgada en el concierto internacional a la incorporación de este tipo de mecanismos para el mejoramiento de las competencias profesionales (IEA, 2014; ABET, 2016).

A diferencia de lo antes planteado en referencia a la diferenciación ciencia básica y ciencia de la ingeniería, pareciera que las diferencias en la definición de prácticas, áreas de especialidad y la articulación pre-posgrado, guardan más relación con la política institucional o con la cultura de cada organización. Una evidencia de ello es la diferencia en cuanto a la capacidad de decisión autónoma de las decanaturas, departamentos y carreras. En algunos casos esta es bastante libre, en otros, más restringido producto de la existencia de lineamientos de nivel institucional más definitorios y, por lo tanto, restrictivos. Algo similar ocurre en el caso del idioma inglés, donde para la generalidad de las universidades forma parte de una decisión institucional, la que presumiblemente adquiere esta condición por su relación con estándares internacionales o con la forma de suministro de este tipo de educación, en general tipo prestación de servicios desde facultades de idiomas.

En referencia al contraste entre carreras, universidades y asignaturas, se observa un importante grado de consenso en relación a algunas asignaturas que podrían considerarse Core desde la práctica de estas instituciones. El tronco de asignaturas común para todas las carreras e instituciones se compone de: cálculo / cálculo 1, introducción a la ingeniería / desafío de la ingeniería, química / química general, cálculo 2 y termodinámica, si bien, este se puede abarcar computación / programación, física 2 / estática-dinámica y cálculo 3, si incorporamos aquellas con muy alto consenso, pero no absoluto.

En la observación de los consensos intracarrera, también se aprecia un set de asignaturas que podría considerarse Core desde la práctica, cuyo caso es distinto para cada especialidad. En la tabla 10 se muestra un resumen del porcentaje de consenso entre asignaturas compartidas intracarrera.

Tabla 10. Resumen del porcentaje de asignaturas compartidas intracarrera

Especialidad	Absoluto consenso	Absoluto y alto consenso
Civil	35,2%	52,9%
Eléctrica	32,4%	38%
Química	20,5%	32,4%
Informática	26,5%	32,4%
Industrial	26,5%	41,2%

Metalúrgica	41,2%	-
Minas	50%	-
<p>Porcentajes respecto de un total de 34 asignaturas.</p> <p><i>Absoluto consenso:</i> todas las universidades poseen esta asignatura en la carrera.</p> <p><i>Absoluto más alto consenso:</i> al menos un 80% de las universidades poseen esta asignatura en la carrera.</p>		

Un matiz importante de introducir respecto al consenso entre asignaturas y su definición como un posible conocimiento Core que surge desde la práctica de las instituciones, se relaciona con el factor de política institucional. Sería peligroso asumir que estas asignaturas representan directamente el consenso disciplinar entre las instituciones referentes sobre aspectos troncales de educación en ciencias de la ingeniería porque, si bien no hay duda de que la discusión teórica y ética sobre la educación disciplinar son factores que influyen en la política de las instituciones al respecto, existen otros aspectos relacionados con aristas que no contemplan una deliberación basada en estos criterios. Por ejemplo, factores relacionados con el marketing institucional, decisiones institucionales para el aprovechamiento —y enriquecimiento— de las fortalezas disciplinares de las facultades de Ingeniería, factores políticos y religiosos de carácter ideológico, y ajustes respecto de la política pública nacional, son factores intervinientes, de gran impacto, cuyo efecto es difícil de medir.

Respecto del segundo objetivo planteado, es posible llegar a interesantes asunciones que surgen desde la experiencia de observación de los referentes y pares nacionales en vinculación con la reflexión teórica frente a la técnica.

En la presente experiencia, se observa el poder del Benchmarking aplicado al contexto de la educación superior —en este caso, el análisis de las Ingenierías—, sobre todo por su capacidad para transitar entre distintos niveles de abstracción y generalidad (Marúm y cols., 2016). Esto permite observar, a la vez, el panorama general entre los referentes y pares, junto con profundizar en aspectos vinculados a las especialidades, permitiendo un rango de visión interesante. Dicha observación es un instrumento útil para construir puntos de referencia que permitan cotejar la propia práctica y analizarla, tanto en perspectiva de conjunto como en detalle. Sin embargo, es crucial señalar que esta no debe constituirse como un ideal (ni la práctica de un referente ni la del conjunto) en tanto que, como también se indicó previamente, existen aspectos de la política institucional y la cultura organizacional que afectan decisoriamente en ello. Será entonces importante construir una propia visión ideal donde el Benchmarking es uno entre varios puntos de referencia, como los valores y principios, la estrategia, la cultura organizacional, los recursos, etcétera. De cualquier modo, al igual que en otras experiencias de uso del Benchmarking, se observa su capacidad para establecer una visión clara sobre las brechas que permite establecer caminos para su reducción (Parado, Comseña y Calero, 2011).

Una transferencia directa de los resultados del Benchmarking a la realidad institucional propia, sin considerar lo anterior, puede significar un error y un problema más que una solución. Sin perjuicio de lo anterior, el valor principal observado en el Benchmarking para la presente investigación es su poder para la obtención de una medida de la práctica actual y concreta que las instituciones mantienen, lo que constituye un excelente punto de contraste para el análisis teórico disciplinar típico, respecto a la educación en ingeniería, en las instituciones de educación superior.

Una mirada al contexto general desde las prácticas concretas permite considerar variables que intermedian en la ejecución exitosa de cambios y mejoras en el contexto de la educación. La posibilidad de observar diferencias institucionales que intervienen en dichos procesos da luces importantes no solo acerca de cómo distintos factores internos pudieron intervenir en las prácticas de una institución o un conjunto de ellas, sino que también cómo factores externos comunes a la educación superior pueden significar barreras o aceleradores en la propia institución. Estos aspectos son clave al momento de planificar la estrategia y la táctica a seguir luego del análisis del contexto de la institución, de modo de alcanzar, de la forma más óptima posible, los resultados deseados.

Referencias

- ABET (2016). *Accreditation policy and procedure manual*. Recuperado de <http://www.abet.org/wp-content/uploads/2016/12/A001-17-18-AccreditationPolicy-and-Procedure-Manual-11-29-16.pdf>
- Camp, R. (1995). *Business Process Benchmarking: Finding and Implementing Best Practices*. Milwaukee, WI: Amer Society for Quality.
- Carreras, J. y Perrenoud, P. (2005). *El debat sobre les competéncies a l'ensenyament universitari*. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Chyung, S., Stepich, D. & Cox, D. (2006). Building a Competency-Based Curriculum Architecture to Educate 21st-Century Business Practitioners. *Journal of Education for Business*, 81(6), 307-314. DOI <http://dx.doi.org/10.3200/JOEB.81.6.307-314>
- Clemente, G. y Balmaseda, E. (2010). El benchmarking aplicado a la gestión de la innovación. *Dirección y Administración de Empresas*, 17, 33-46.
- Del Giorgio, F. (2012). *Benchmarking en el sector público: aportes y propuestas de implementación para la provincia de Buenos Aires*. Buenos Aires: Industry Consulting Argentina.
- Earnest, J. & Melo, F. (2001). Competency-Based Engineering Curricula – an innovative approach. *International Conference on Engineering Education*. Recuperado de <http://www.ineer.org/Events/ICEE2001/Proceedings/papers/439.pdf>

- Fischer, R. (1994). An overview of performance measurement. *Public management*, 9(76), 2-8.
- González, V. y González, R. (2008). Competencias genéricas y formación profesional: un análisis desde la docencia universitaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 47, 185-210.
- International Engineering Alliance, IAE (2014). 25 years Washington Accord. Recuperado de <http://www.ieagreements.org/assets/Uploads/Documents/History/25YearsWashingtonAccord-A5booklet-FINAL.pdf>
- Marúm, E., Rosario, V., Robles, M., Sandoval, A. y Villaseñor, M. (2016). El Benchmarking como instrumento para la comparación y mejora de la calidad de programas educativos. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Mertens, L. (1997). DACUM y sus variantes SCID y AMOD. Recuperado de <http://www.leonardmertens.com/showcontent.php?id=4&cmd=content>
- Mieles, M., Tonon, G. y Alvarado, S. (2012). Investigación cualitativa: el análisis temático para el tratamiento de la información desde el enfoque de la fenomenología social. *Universitas humanística*, 74, 195-225.
- Navarro, G., Maluenda, J. y Varas, M. (2016). Diferencias en empatía según sexo y área disciplinar en estudiantes universitarios chilenos de la provincia de Concepción, Chile. *Educación*, 25(49), 63-82. DOI: <http://dx.doi.org/10.18800/educacion.201602.004>
- Parado, J., Comseña, J. y Calero, M. (2011). Benchwood: una experiencia de Benchmarking para la mejora continua. Recuperado de http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2011/administracion_de_empresas/114-123.pdf
- Schmal, R. y Ruiz-Tagle, A. (2008). Una metodología para el diseño de un currículo orientado a competencias. *Ingeniare*, 16(1), 147-158. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052008000100004>
- Spendolini, M. (1992). The Benchmarking book. New York, NY: Anacom.
- Unidad de Investigación y Desarrollo Docente (2013). *Manual de Rediseño Curricular*. Concepción: Editorial Universidad de Concepción.
- Valle, M. (2005). Base de comparación de mallas curriculares de carreras de Ingeniería Civil. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(6), 1-12.