

# Curricular Harmonization in the MacroFacultad of Engineering of Chile Project Engineering 2030 CORFO-CHILE

Juan Carlos Figueroa B, DSc<sup>1</sup>, Pamela Coronado M, Mg<sup>2</sup>, Leonardo Arborno A, Mg<sup>3</sup>, Andrea Garrido R, Dra<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad del Bío-Bío, Chile, [jfiguero@ubiobio.cl](mailto:jfiguero@ubiobio.cl)

<sup>2</sup> Universidad de la Frontera, Chile, [pamela.coronado@ufrontera.cl](mailto:pamela.coronado@ufrontera.cl)

<sup>3</sup> Universidad de Talca, Chile, [lalbornoz@utalca.cl](mailto:lalbornoz@utalca.cl)

<sup>4</sup> Universidad del Bío-Bío, Chile, [agarrido@ubiobio.cl](mailto:agarrido@ubiobio.cl)

*Abstract– The article presents the curricular management model for the MacroFacultad in the context of projects Engineering 2030-CORFO. The MacroFacultad is formed by the schools of engineering of the Universities of Talca, Bío- Bío and La Frontera, being essential a macro structure, to define a base harmonization model in order to interinstitutional address the challenges of a world-class engineer education.*

*Keywords-- Harmonization, Curriculum, Higher education, World class, Engineering*

Digital Object Identifier (DOI):<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.91>

ISBN: 978-0-9993443-1-6

ISSN: 2414-6390

# Armonización Curricular en la MacroFacultad de Ingeniería de Chile

## Proyecto Ingeniería 2030 CORFO-CHILE

Juan Carlos Figueroa B, DSc<sup>1</sup>, Pamela Coronado M, Mg<sup>2</sup>, Leonardo Arborno A, Mg<sup>3</sup>, Andrea Garrido R, Dra<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad del Bío-Bío, Chile, [jfiguero@ubiobio.cl](mailto:jfiguero@ubiobio.cl)

<sup>2</sup>Universidad de la Frontera, Chile, [pamela.coronado@ufrontera.cl](mailto:pamela.coronado@ufrontera.cl)

<sup>3</sup>Universidad de Talca, Chile, [lalbornoz@utalca.cl](mailto:lalbornoz@utalca.cl)

<sup>4</sup>Universidad del Bío-Bío, Chile, [agarrido@ubiobio.cl](mailto:agarrido@ubiobio.cl)

*Abstract—El artículo presenta los principales aspectos que constituyen el modelo de gestión curricular de la MacroFacultad de Ingeniería, creada en el contexto de los proyectos Nueva Ingeniería 2030 impulsados desde el año 2014 por la Corporación de Fomento de la Producción del gobierno de Chile (CORFO). Es importante mencionar que para desarrollar esta tarea ha sido vital, la búsqueda de puntos de encuentro entre las tres instituciones formadoras, así como también el análisis de brechas respecto de los referentes internacionales que finalmente han orientado el proceso de definir el criterio de “clase mundial”. Este proceso se ha llevado a cabo mediante un estudio documental analítico-comparativo, entre fuentes institucionales, planes de estudio de las carreras de ingeniería, marcos y acuerdos internacionales y nacionales referidos a la problemática curricular. Finalmente podemos decir que el artículo presenta la definición de los acuerdos contraídos en la MacroFacultad con el objetivo de llevar a cabo los ajustes curriculares correspondientes, en las carreras de ingeniería que forman parte del proyecto, pudiendo además identificar los principales avances y limitantes en el transcurso de este proceso.*

*Keywords — Armonización, currículo, Educación Superior, Ingeniería, Clase Mundial.*

### I. CONTEXTO DEL PROYECTO INGENIERÍA 2030

El Proyecto ingeniería 2030 convocado por CORFO-Chile, lo que se busca es dotar de capacidades tecnológicas y de capital humano avanzado para gestionar desde las universidades la ingeniería de clase mundial. En este caso, el proyecto se genera del acuerdo de las Universidades de La Frontera (UFRO) Región de La Araucanía, del Bío-Bío (UBB), Región del Bío-Bío y de Talca (UTAL) Región del Maule, quienes deciden crear el consorcio denominado MacroFacultad de ingeniería, asociación a través de la cual se adjudica la primera etapa del Programa "Nueva Ingeniería para el 2030" de INNOVA Chile, CORFO, y posteriormente el proyecto denominado "World-class Engineering at regional state Universities in the central-south of Chile", proyecto en desarrollo desde donde se levanta este trabajo. [1]

Las universidades que conforman esta alianza provienen de un mismo contexto histórico y regional, además de poseer similares condiciones de entrada de sus estudiantes, lo que permite focalizarse en esfuerzos conjuntos para resolver un

mismo tipo de problema, lo que favorece el escenario de la alianza. Los diagnósticos existentes que dieron vida al proyecto, permitieron vislumbrar algunos elementos que limitan el desarrollo hacia una Ingeniería de clase mundial, como por ejemplo: las condiciones de entrada de los estudiantes que acceden a la educación superior, insuficiente vinculación efectiva con el sector empresarial, incipiente transferencia tecnológica y apoyo al emprendimiento, débil desarrollo de competencias genéricas en los recién titulados, entre ellas el dominio del idioma inglés y la incorporación de elementos de innovación y emprendimiento. [2]

A pesar de esto, en los últimos años las tres instituciones a través de la MacroFacultad han venido avanzando en las diversas funciones universitarias (pregrado, postgrado, I+D y otras), lo cual se ve reflejado en algunos elementos notables asociados a alianzas efectivas con empresas globales para la integración universidad-empresa (Everis), alianzas académico-tecnológicas con importantes centros de investigación de clase mundial (CERN, ALMA), alianzas en el ámbito de I&D+i+e con instituciones de educación superior de relevancia mundial (Universidad de Sao Paulo, University of Nottingham, Instituto Tecnológico de Monterrey), potenciamiento de su sistema de gestión de I&D+i (incubadoras de negocios, OTLs), y actualización permanente de su oferta de programas académicos y metodología docente. [3]

Acorde a la condición de Universidad estatal y regional, la MacroFacultad asume la responsabilidad de sustentar un desarrollo país, teniendo certeza de que los esfuerzos mancomunados serán una fuente de agregación de valor a todo el quehacer de nuestras regiones, con una visión de Ingeniería de Clase Mundial.

Es en este contexto se reconoce que la MacroFacultad constituye un sistema holónico [4] en el que las universidades participantes se organizan e interactúan conformando una entidad mayor. Se expresa como un conjunto de Hub y nodos que buscan las mejores prácticas para su quehacer, en una permanente adaptación de metodologías y estrategias para avanzar hacia el óptimo cumplimiento de sus propósitos. En esta etapa de ejecución se ha pretendido fortalecer significativamente la colaboración con las empresas y los organismos públicos, en una nueva modalidad de tejido articulado e innovador, contribuyendo al desarrollo de las regiones y de su gente.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.91>

ISBN: 978-0-9993443-1-6

ISSN: 2414-6390

A objeto de aumentar significativamente su contribución a la innovación y emprendimiento en Ingeniería, como un efectivo agente de desarrollo de la meso-región centro-sur y del resto del país, incluyendo la formación de Ingenieros de clase mundial que impulsen este desarrollo, la propuesta de valor del proyecto que lidera la MacroFacultad tiene los siguientes atributos:

A. Focalización inteligente en áreas tecnológicas, sectores productivos y ámbitos específicos comunes para desarrollar actividades y proyectos de I+D aplicada en forma sinérgica y complementaria, basada en las potencialidades de la MacroFacultad y en los contextos regionales, a objeto de desarrollar soluciones locales, con un enfoque global.

B. Vinculación eficiente entre universidad y empresa para la innovación y formación de profesionales.

C. Internacionalización como mecanismo para asegurar el uso de las mejores prácticas ya validadas y la visión global del quehacer de la MacroFacultad.

D. Conformación de una estructura de apoyo profesional a los procesos de vigilancia tecnológica, vinculación con la industria, investigación y desarrollo, innovación y emprendimiento.

En este sentido, se ha definido los siguientes objetivos estratégicos de largo plazo [2]:

1. Sistema de Innovación: Implementar un ambiente inter-regional de incentivo al desarrollo basado en I+D aplicada que propicie la transferencia de tecnologías y emprendimientos pertinentes, relevantes y articulados con las estrategias regionales de La Araucanía, del Bío-Bío y del Maule.
2. Formar Capital Humano para el desarrollo de la sociedad global.
3. Gestión de la MacroFacultad: Propender a una gestión del cambio efectiva que favorezca la gobernanza, sinergia y la sostenibilidad del proyecto.
4. Vinculación nacional e internacional focalizada en el intercambio y asociación estratégica, en todas las dimensiones objetivo de la MacroFacultad, aportando al desarrollo macro-regional.

La focalización estratégica nace de un análisis interno de sinergias y capacidades de cada institución, considerando también los programas estratégicos definidos por CORFO y las estrategias de desarrollo de las regiones, en base a lo cual se determinó priorizar tres áreas de desarrollo específicas comunes para las tres Facultades, con la expectativa de alcanzar un posicionamiento internacional en estos ámbitos:

- Sistemas de Energía
- Modelación y Simulación de Sistemas Complejos
- Big Data

Adicionalmente, la MacroFacultad seleccionó los siguientes sectores industriales hacia donde orientará

prioritariamente sus capacidades tecnológicas para generar resultados transferibles: Agropecuario, Forestal-Maderero, Energía, Turismo Sustentable, Construcción Sustentable, y el Sector Público, abordando los siguientes ámbitos de acción:

A. Generación, transmisión, almacenamiento y uso eficiente de la energía.

B. Desarrollo de productos, materiales y servicios.

C. Sistemas TIC avanzados basados en Internet of Things.

D. Data analytic.

E. Optimización de cadenas logísticas.

F. Gestión sustentable de recursos naturales.

En el diseño del Plan Estratégico se han considerado plenamente los focos de priorización recomendados por CORFO, representados en seis dimensiones fundamentales: I&D aplicada y vínculo con la empresa; Capital Humano y Gestión del Cambio; Gobernanza y Sinergia; Comercialización de tecnologías y emprendimiento; Alianzas internacionales; Armonización curricular y foco en posgrados profesionales/ tecnológicos. Las acciones que forman parte del plan de trabajo están en el contexto de un trabajo colaborativo sinérgico basado en estrategias integradoras tales como movilidad de estudiantes, movilidad y cooperación de académicos, implementación y colaboración en laboratorios de punta y capacidades de infraestructura, uso masivo de plataformas digitales para la transmisión y creación de conocimiento, acceso integrado en red a las empresas y a las universidades extranjeras participantes del proyecto, establecimiento de una estructura de gestión acorde a la transformación y mecanismos de gestión efectiva del cambio, entre otras, orientadas a incentivar la participación de la comunidad académica, empresarial y del sector público.

Para lograr este desafío los tres planteles universitarios se han embarcado en el diseño de un modelo de gestión interinstitucional que permite liderar las acciones emprendidas dando respuesta a los desafíos del proyecto, contemplado iniciativas tales como: la implementación de programas conjuntos en formación de capital humano para la gestión del cambio, estadias de desarrollo científico tecnológico para académicos y estudiantes, además de proyectos que materialicen resultados en bienes, productos y servicios, con valor agregado e impacto en las economías de alcance regional, nacional y mundial.

Con lo anterior, lo que se busca es fortalecer la competitividad y el desarrollo regional, mediante el mejoramiento continuo en infraestructura y equipamiento destinado a la investigación, el fortaleciendo de la innovación y de emprendimientos locales desde la articulación del sector privado, público y académico, con una activa participación de la sociedad, así como también consolidar esta estructura macro interinstitucional en su rol de agente de cambio para el desarrollo regional y nacional, en un contexto de sustentabilidad económica, social y ambiental, realizando aportes al desarrollo de la zona centro-sur del país. Lo anterior requiere de una estructura organizacional la cual será

dotada de la gobernanza pertinente para asegurar su operación en el modo interinstitucional requerido por la MacroFacultad. Esta estructura deberá apoyar la transformación y garantizar la sustentabilidad del proyecto.

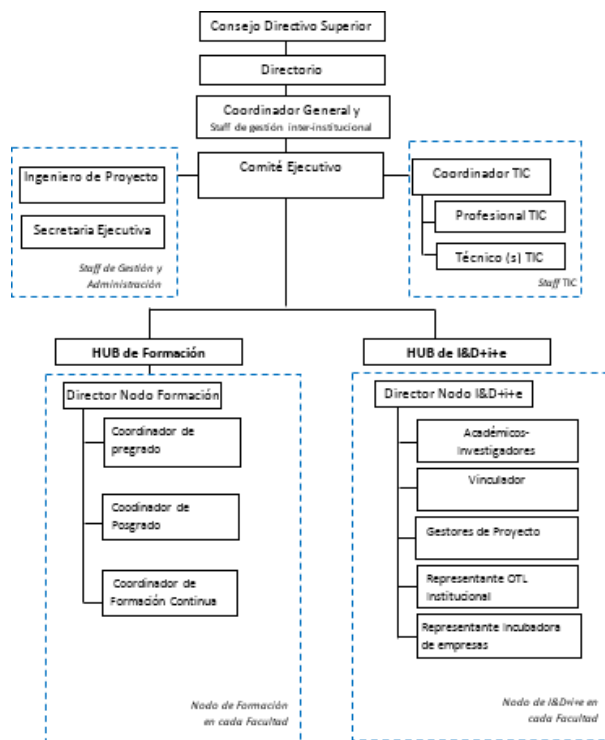


Fig. 1 Organigrama de la MacroFacultad.  
(Fuente: Proyecto Ingeniería 2030)

Dicho lo anterior, la línea estructural principal del proyecto contempla dos HUBs o Núcleos integradores de los diferentes actores involucrados. A través de ellos se realiza la articulación permanente entre los agentes participantes del proyecto, generando una coordinación de esfuerzos sustentada en el intercambio de conocimiento entre éstos, la macro-región y el mundo. De acuerdo a los principales objetivos estratégicos de la MacroFacultad, se considera un Hub de Investigación, Desarrollo, Innovación y Emprendimiento (I+D+i+e), y un Hub de Innovación de la Formación de Capital Humano en Ingeniería (Formación).

Desde la Fig. 1 es posible ver que desde los Hubs se implementarán también dos Nodos en cada Facultad: Nodos de I+D+i+e y Nodos de Formación. Estos nodos cuentan con un Director de Nodo Institucional y personal asignado para colaborar en el logro de los objetivos planteados. Estos Directores serán coordinados por un Comité Ejecutivo y un directorio del proyecto.

Ahora bien, considerando que uno de los principales desafíos del proyecto es la formación de ingenieros con competencias globales, lo que necesariamente pone a las tres universidades a revisar desde el Hub de Formación, la oferta formativa entregada hasta el momento por cada plantel, logrando visualizar desde una perspectiva interinstitucional y

multidisciplinaria los principales ejes de actuación. Desde esta perspectiva el objetivo de esta propuesta es presentar el diseño de un modelo de armonización al interior de la MacroFacultad que permita gestionar curricularmente los ajustes de planes de formación para el propósito antes descrito, en consideración de los criterios del consorcio y del marco internacional.

Bajo este escenario el concepto de armonización en la MacroFacultad de ingeniería se entiende como el grado de convergencias, homologaciones y/o compatibilidades entre los distintos elementos que conforman los planes de formación [5]. Lo anterior implica asumir un enfoque sistémico, que integre tanto los aspectos internos, como los externos asociados a la conformación de los mismos planes, desde lo macrocurricular a lo microcurricular. Es decir, la mirada de homologación junto con definir acuerdos respecto a títulos, competencias, perfiles, créditos, duración de los planes, nivel de profundización de las áreas o ciclos formativos, debe considerar cuestiones a nivel del entorno, ya sea este nacional o internacional [6].

## II. ARMONIZACIÓN CURRICULAR A NIVEL GLOBAL

Es importante señalar a modo de contexto que hoy prácticamente todos los procesos de innovación o renovación curricular en Educación terciaria a nivel global, se encuentran situados en un enfoque de armonización curricular. La que según plantea Díaz (2007) [5], es reflejo de diversos factores entre los que destacan: la globalización, el fenómeno de las migraciones, los avances tecnológicos y la integración económica. Debido a esto hoy se puede constatar que prácticamente todo el sistema de educación en el mundo ha sido influenciado a partir de los acuerdos acontecidos desde el proceso europeo de Bolonia [7], que desencadenó en la configuración del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) [8], el que se materializó específicamente en las universidades a través de Tuning Educational Structures in Europe [9] dando origen al marco global base para la formación, así como también a una estimación de tiempos para alcanzarlo, a través del Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos (ECTS) [10], lo que posteriormente derivó a Centroamérica (CSUCA) a través de establecimiento de sus propios marcos de cualificaciones y a Latinoamérica a través de Tuning Latinoamérica [11] y los acuerdos del Mercosur.

La entrada en vigencia de todos estos proyectos, lo que hace es establecer una serie de marcos internacionales para regular la Educación Superior en todo el mundo y con ello, entre otras cosas, equiparar las condiciones de formación que permitan la movilidad estudiantil y profesional bajo un criterio estándar. En Chile, la intervención al currículo, entendida como innovación curricular se inicia el año 2002, en el contexto de los proyectos MECESUP, y posterior a ello, a partir de la decisión del Consejo de Rectores, en el año 2003, de establecer un sistema de créditos académicos común a todas las universidades, materializándose el año 2006 como Sistema de Créditos Académicos Transferibles SCT-Chile

[12] y [13], proceso que hoy incluye pregrado y postgrado en prácticamente todas las universidades chilenas.

Cabe destacar que durante todos estos años las universidades del Consejo de Rectores de las universidades chilenas [14], han iniciado una serie de procesos modernizadores de su oferta formativa, dando respuesta a las necesidades del entorno, los marcos de calidad establecidos por el sistema nacional de acreditación y los referentes de las disciplinas. Estos procesos han sido acompañados de una serie de reflexiones en las mismas universidades, que las han llevado a configurar acuerdos para determinar mecanismos y ejes de actuación respecto a la materialización de la armonización curricular a nivel institucional, instancias que han permitido construir una experticia en este ámbito. Sin embargo, el recién pasado 2016 se pone en vigencia el Marco nacional de cualificaciones [15], a partir del cual se formaliza a nivel de Educación superior, una estructura base de ciclos formativos, a la luz de los referentes de la mayoría de los acuerdos internacionales lo que necesariamente dará lugar a un nuevo proceso de ajuste de los planes de formación vigentes en virtud de armonizar nuestro core currículo con

lo dispuesto en este marco, ya que al ser creados antes de la emisión del mismo pudiesen no contemplar o diferir en algunos de sus criterios.

Por otra parte, si observamos el fenómeno de la certificación de calidad de los planes de estudio en la formación de ingenieros universitarios, vemos como estos procesos de armonización también cobran relevancia, ya que se convierten en el criterio estándar a la base para otorgar certificación por parte de las instituciones acreditadoras. Al respecto, Porcell (2010) [16], señala que entre 1989 y el 2009 distintas agencias acreditadoras en Ingeniería de 13 países entre ellos Australia, Canadá, Irlanda, Nueva Zelanda, Reino Unido y Estados Unidos, China Taipei, China Hong Kong, Japón, Corea, Malasia, Singapur y Sur África, han firmado el Acuerdo de Washington [17], para reconocer la equivalencia substancial de sus programas de Ingeniería acreditados entre ellas, extendiendo el reconocimiento por cualquier agencia a egresados de los programas que han cumplido con los requerimientos académicos para practicar la Ingeniería. Proceso que continúa con nuevas solicitudes desde Alemania, India, Rusia y Sri Lanka. Por lo tanto, también desde el punto de vista de la certificación se visualiza cómo el criterio global se plantea como una exigencia. Estos y otros antecedentes relativos a la situación en Latinoamérica [18], refuerzan la necesidad de revisión y ajuste de los planes formativos de las universidades nacionales a la luz de responder a los desafíos de las próximas décadas [19], bajo la consideración de los marcos globales para Ingeniería [20].

Desde esta perspectiva, el modelo de armonización curricular de la MacroFacultad de Ingeniería [6], surge como respuesta a la necesidad de revisar los marcos internos en términos de ajustar los criterios vigentes a las políticas universitarias establecidas a nivel país e internacionales bajo el criterio de ofrecer una formación de ingenieros de clase

mundial, en el contexto de las definiciones realizadas por las tres universidades en consorcio, garantizando con ello la coherencia y pertinencia en los distintos niveles de concreción del currículum con miras a generar puntos reales de internalización que permitan potenciar capitales locales.

### III. MODELO DE ARMONIZACIÓN CURRICULAR EN LA MACROFACULTAD DE INGENIERIA DE CHILE

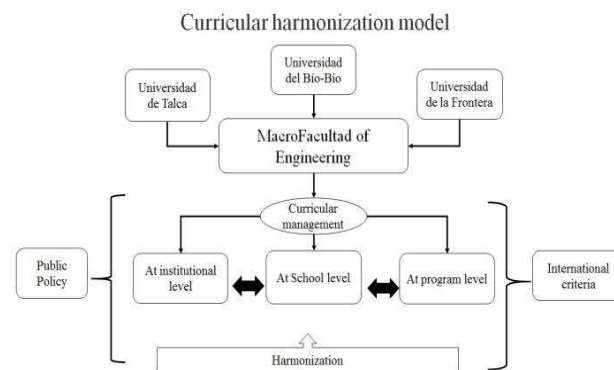


Fig. 2 Esquema Modelo de Armonización Curricular. (Fuente: Garrido, A. y Figueroa, J. 2017)

#### A. Descripción del Modelo

El modelo se caracteriza por ser una orgánica tripartita, sistémica, flexible y dinámica [6], tendiente a facilitar los cursos de acción para la materialización del proyecto de definir un plan de formación de clase mundial para el ingeniero/a del 2030 al interior de la MacroFacultad. En definitiva, lo que se pretende al conformar una estructura de este tipo, es delinear una ruta o trayecto a través de distintas fases que se han previsto como necesarias para alcanzar los resultados deseados, bajo la consideración de ciertos criterios y principios que actuarán como orientadores en la toma de decisiones durante el proceso de innovación o ajuste curricular.

Respecto de las particularidades del modelo los autores señalan que es tripartita, en tanto que se conforma a partir de las facultades de ingeniería de cada casa de estudios, dando vida a una MacroFacultad, lo que permite una mayor sinergia en la definición de intenciones asociadas a la práctica curricular, constituyéndose esto en una fortaleza al haber un mayor número de actores involucrados en la toma de decisiones. El ser sistémico, permite la consideración de los distintos factores interviniente en el plan de formación, ya sean estos externos e internos, lo que otorga un mayor equilibrio y a la vez control entre la demanda global y las capacidades locales. Por su parte, la flexibilidad, es requerida ya que la definición de la MacroFacultad es entendida como una estructura alojada en tres universidades con un proyecto independiente y por ende, requiere de una mirada abierta que permita la construcción de acuerdos sobre este mismo criterio, es decir sin perder lo identitario. Así también el dinamismo es propio de la orientación 2030, lo que se corrobora en los nuevos escenarios profesionales, cada vez

más complejos y envueltos en vertiginosos cambios, por tanto, se necesita de una mayor agilidad, adaptabilidad y eficacia estando abiertos a la incorporación de nuevos retos en el sector de la ingeniería.

Por otra parte, Garrido y Figueroa (2017) mencionan que en este modelo también se han incluido una serie de otros principios que se requieren al interior de esta macroestructura para abordar la toma de decisiones en el ámbito curricular, entre los que se encuentran: Interdependencia, mirada de futuro y enfoque global, perspectiva inter y multidisciplinaria y por último potenciación de lo local desde la particularidad de agregar valor.

Respecto del funcionamiento del modelo este se estructura en tres niveles, pudiendo ser independiente o simultánea la ejecución de tareas en cada uno de ellos. El componente principal es la definición de un plan formativo que dé respuesta al ingeniero con enfoque global. Siendo fundamental, desde esta perspectiva, conocer que habían realizado las universidades del consorcio para acercarse a dicho estándar. Esta definición a su vez involucró un doble proceso, por un lado, caracterizar al estándar *ingeniero de clase mundial* y por otro identificar las brechas entre dicho estándar y la formación actual. A partir de ello, se pudo definir qué elementos de la MacroFacultad de ingeniería estaban en condiciones de ser armonizados para llegar al estándar deseado. Para lo anterior el modelo dispuso un ciclo de armonización que se presenta a continuación.

#### B. El Ciclo de Armonización Curricular Acorde al Modelo

El ciclo de armonización curricular utilizado se encuentra constituido por las siguientes fases e hitos:

TABLA I  
ETAPAS DE IMPLEMENTACIÓN DEL  
MODELO

PROCESO DE ARMONIZACIÓN CURRICULAR
FASE 1: ANÁLISIS SISTÉMICO
1.- Hito 1: Firma de protocolo y conformación Comité de armonización.
1.1.- Organización del plan de acción de armonización.
2.-Hito 2: Diagnóstico curricular y definición del estándar.
2.1.- Diagnóstico curricular por plan formativo y entre planes.
2.2.- Definición del estándar de Ingeniero de Clase Mundial.
3.- Hito 3: Definición de los aspectos a armonizar y firma del acuerdo
FASE 2: AJUSTE CURRICULAR
4.- Hito 4: Ajuste de competencias.
5.- Hito 5: Ajuste de perfiles de egreso y validación.
6.- Hito 6: Ajuste de la estructura curricular y SCT.
7.-Hito 7: Ajuste y diseño de programas de actividades curriculares y Carga académica (Fuente: Garrido, A. y Figueroa, J. 2017) del estudiante.

Cabe destacar que dicho proceso se articuló básicamente en dos momentos, el diagnóstico o puesta en evidencia del estado de los aspectos a armonizar, lo que se desencadena en realización del ajuste para la consecución del estándar. Respecto a este proceso es importante mencionar que se

efectuó tomando en cuenta los plazos institucionales de cada universidad y considerado los acuerdos de la MacroFacultad. Lo anterior es un aspecto interesante de mencionar debido a que las tres universidades se encuentran en etapas distintas de los procesos de renovación e innovación curricular en las carreras involucradas de ingeniería, por tanto, la práctica de implementación del ajuste exige una dinámica distinta de la forma en que han abordado la gestión curricular las tres instituciones hasta antes de iniciar el proyecto.

## IV. IMPLEMENTACIÓN DE LAS FASES DEL MODELO DE ARMONIZACIÓN

### A. Fase N°1: Análisis sistémico.

- *La conformación del comité de armonización.*

Las universidades del consorcio han dispuesto la conformación de un Comité curricular para la armonización de carreras en la MacroFacultad. Lo anterior permitió, por una parte, entregar un soporte colegiado y representativo de las unidades académicas asociadas a la definición de la armonización de los programas de ingeniería que se van armonizar, con respaldo participativo en la toma de decisiones en el marco de la normativa dispuesta para dichos fines en cada institucionalidad universitaria y en consideración del consorcio interinstitucional y por otra, propender a la definición y ejecución de acciones que den respuesta a las necesidades de armonización de los planes de estudio, en virtud del logro del proyecto y con miras a la obtención de una acreditación internacional.

En ese contexto el comité de armonización curricular quedó integrado por los directores de escuela de las carreras a armonizar (Ingeniería Civil Mecánica e Ingeniería Civil Industrial), uno o dos académicos del plan común, como representante de las Ciencias básicas, dos académicos de distintas especialidades de las Ciencias de la ingeniería, el director(a) del Nodo Formación de cada universidad, además de académicos representantes de otras especialidades de ingenierías. Por otra parte, la estructura cuenta con el apoyo de un asesora pedagógica de la Unidad de Gestión Curricular (canal institucional) y una asesora curricular del Proyecto Ingeniería 2030. Quedando definidas como funciones generales las siguientes: a) Desarrollar el proceso de armonización curricular de las carreras involucradas, b) proponer, organizar y validar acciones de consulta interna y externa, c) evaluar las acciones implementadas asociadas a perfil y plan de formación, d) socializar la información en las Escuelas y unidades respectivas, además de otros aspectos dispuestos por el mismo comité durante el proceso en curso.

- *Diagnóstico curricular y definición del estándar.*

El diagnóstico quedó conformado por dos aspectos: Por una parte, la definición del estándar base: Ingenieros de clase mundial o con enfoque global, según los marcos y referentes universitarios internacionales, nacionales y de potenciación regional, además de aquellos aspectos diferenciadores por institución. Y por otra, el diagnóstico situacional estructurado

por la evidencia que hay a nivel de: Instituciones, a través de los Planes Generales de Desarrollo Universitario (PGDU); Facultades considerando sus Planes de Desarrollo; Escuelas, a partir de la definición de planes operativos, incluidos en ellos: misión, visión, perfiles, áreas, estructura curricular, valor del crédito, articulación con posgrados, por nombrar algunos. En esta etapa además se aplicaron diversos mecanismos para la recogida de información entre los que se destacan instrumentos de evaluación curricular, análisis de detección de brechas, análisis comparativos inter institucionales, entre otros.

Considerando la metodología propuesta, se organizó un proceso de recogida de información interinstitucional, que permitió la comparación de los aspectos curriculares contenidos en cada nivel descrito. En esta etapa se identificaron los elementos comunes o con potencial a armonizar a nivel MacroFacultad, así como también las acciones a realizar para materializarlo, dejando consignado los responsables encargados de solicitar o gestionar la tramitación de su reconocimiento institucional. Lo anterior finalmente es lo que permitió determinar el acuerdo de los aspectos a armonizar a nivel de MacroFacultad. Cabe destacar que para poder establecer los criterios de búsqueda se dispuso de la siguiente matriz orientadora:

TABLA II  
NIVELES DE CONCRECIÓN CURRICULAR PARA LA ARMONIZACIÓN.

Nivel curricular	Ámbito curricular
<b>Prescriptivo</b> (Incluye Nivel institucional y Facultad y carrera)	-Objetivos. -Perfiles. -Planes de formación/Estructura curricular.
<b>Implementación</b> (Incluye plan de estudio)	-Modelo de aprendizaje-enseñanza. (Metodologías) -Modelo evaluativo. (Instancias evaluativas).

(Fuente: Garrido, A. y Figueroa, J. 2017)

Es importante señalar que esta fase terminó con la aprobación del acuerdo que permitió orientar formalmente los procesos de ajuste, renovación o innovación de programas al interior de las facultades de Ingeniería que conforman la MacroFacultad.

- *Acuerdo de armonización curricular de la macrofacultad de ingeniería de Chile*

A continuación se presenta el contenido del Acuerdo de Armonización Curricular generado por las tres Universidades estatales: Universidad de Talca, Universidad del Bío- Bío y Universidad de la Frontera, con el que se da respuesta a la necesidad de abordar de manera institucionalizada la gestión curricular de los planes de formación, con criterio estándar de clase mundial, favoreciendo con ello la movilidad estudiantil entre las universidades mencionadas y validando desde la implementación curricular el espacio colegiado del HUB de formación en la estructura de la MacroFacultad.

La metodología que dio origen al acuerdo se organizó en tres momentos. El primero tiene relación con la definición de un Modelo de Armonización en la MacroFacultad [5]. El segundo se materializa en un proceso de consulta y registro de antecedentes en las tres instituciones asociados a las materias curriculares definidas, dando lugar a la detección de aspectos coincidentes y con potencialidad de armonizar a nivel de declaraciones oficiales o prescriptivas. De lo anterior, se origina un tercer momento de consulta donde a partir del análisis del consolidado de cada Nodo se proponen al interior del HUB, los aspectos a considerar, dando lugar con ello al Acuerdo de Armonización con la firma de respaldo de las tres universidades.

A continuación, se presentan los aspectos a armonizar arrojados por el proceso de análisis de información interinstitucional anteriormente descrito:

- *A nivel de contexto institucional*

El acuerdo se formula considerando los aspectos institucionales coincidentes en cuanto a:

- La explicitación en el discurso común del ideal proyectado en los planes de desarrollo, referido tanto al

#### NIVELES DE ARMONIZACIÓN EN LA MACROFACULTAD

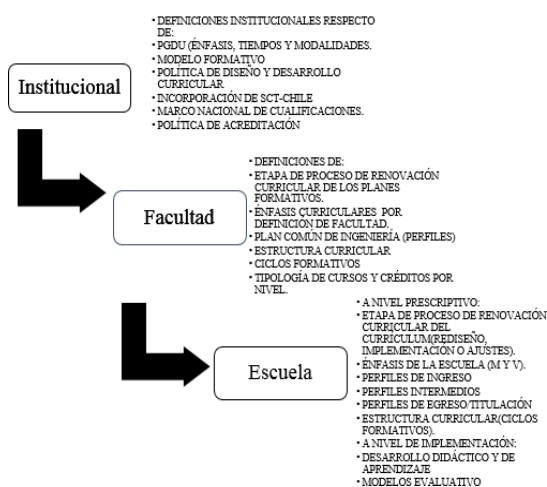


Fig. 3 Ruta de elementos a incluir en el diagnóstico curricular.  
(Fuente: Garrido, A. y Figueroa, J. 2017)

- *Resultados del diagnóstico y toma de decisión*  
*¿Qué es posible de armonizar en cada nivel?*

Una vez realizado el análisis de los elementos que arrojó el diagnóstico sistémico, fue posible determinar los elementos a nivel curricular que se armonizarían en los distintos niveles de concreción según la estructura que se plantea en la siguiente tabla:



reconocimiento internacional como al aporte al desarrollo regional considerando en ello como valor esencial el respeto y potenciación de las particularidades de las regiones donde están insertas las universidades.

- Desde el punto de vista formativo las tres universidades se adscriben a un enfoque centrado en el estudiante que se expresa en un modelo de formación por competencias o que se orienta al desarrollo de competencias y resultados de aprendizaje.

- Así también las tres instituciones se han adscrito a la implementación del Sistema de Créditos Transferibles (SCT-Chile) en toda la trayectoria formativa.

- Por último, las tres universidades contemplan dentro de su lineamiento la incorporación del Marco Nacional de Cualificaciones (MNC), en el trabajo curricular que están desarrollando, específicamente la incorporación de ciclos formativos.

• *A nivel de Facultad:*

- Se consideran como valores compartidos los que dan sustento a la MacroFacultad, especialmente los referidos al reconocimiento internacional de sus planes formativos, los que deberán explicitarse en las actividades formativas curriculares y extracurriculares que se desarrollen.

- Para el posicionamiento internacional las Facultades de Ingeniería de las tres instituciones a través de la gobernanza de la MacroFacultad reconocen como criterios referentes, los declarados en el acuerdo de Washington y que han sido reconocidos por ABET, lo que no será excluyente de la consideración de otros estándares.

- Para dar respuesta al criterio clase mundial, surge como acuerdo de armonización que las tres Facultades incorporen los aspectos contenidos en los descriptores del estándar internacional a nivel de perfiles de egreso de las carreras de ingeniería, los que deberán ser validados e integrados a los planes de estudio respectivos.

- Cada Facultad supervisará el cumplimiento del presente acuerdo de armonización, en las carreras de su dependencia.

• *A nivel de carrera:*

En cuanto al diseño curricular se espera:

- La formalización del estándar común (criterios declarados en el acuerdo de Washington y reconocidos por ABET [21]) para la redefinición del perfil de egreso. Lo anterior conlleva la evaluación y posterior adecuación de perfiles de las carreras, acorde a los descriptores del estándar internacional y en la consideración de los nuevos criterios definidos por la Comisión Nacional de Acreditación (CNA-Chile) para la formación de ingenieros.

- La adecuación al Marco Nacional de Cualificaciones (MNC), lo que implica la organización de una estructura de tres ciclos, expresada en la definición de grados y perfiles según su especificación, vale decir: Bachiller, Licenciado y Magíster. Perfiles de ingreso, intermedio(s) y profesionales.

Contemplando en ello, de manera explícita, la vinculación con el tercer ciclo de formación posgradual.

- A nivel de distribución de áreas, en el plan de formación se contemplan las siguientes: Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, ingeniería aplicada y formación fundamental o humanística. Respecto de la presencia de dichas áreas en los planes de formación se señala la definición de los siguientes créditos mínimos por área: Ciencias Básicas, 60 SCT, Ciencias de la ingeniería, 60 STC, ingeniería aplicada, 100 SCT y formación fundamental, 20 SCT.

- Respecto de la organización del plan de formación por áreas, se acuerda asegurar presencia de cada una de ellas a lo largo de la carrera considerando trayectorias de aprendizajes.

- En este mismo aspecto se propone la incorporación de actividades curriculares integradoras por nivel, ciclo u otro, que permitan materializar en hitos concretos la consecución de los perfiles declarados.

- Así también un porcentaje de estas actividades (práctica industrial) se desarrollará en la industria productiva y/o de servicios, lo que otorgará sentido de contexto profesional a los planes formativos.

- La incorporación de los aspectos definidos por CNA-Chile, ABET y el acuerdo de Washington en cuanto a dimensiones formativas, deberán ser considerados en forma explícita en los programas de actividad curricular.

- Para favorecer la movilidad al interior de la MacroFacultad se acuerda establecer tabla de equivalencias entre actividades curriculares que permita agilizar el proceso, así como también el reconocimiento de trayectoria de aprendizajes.

- Para favorecer la articulación de las carreras con posgrados, se acuerda avanzar en la definición de programas profesionales y científicos de posgrado en la MacroFacultad que cuenten con estructura curricular flexible y homologable a nivel interinstitucional.

- Respecto al tiempo formativo, la MacroFacultad declara la disminución de la duración de los planes de estudio de las carreras de Ingenierías Civiles, considerando un máximo de 330 SCT incluyendo la actividad de titulación. Lo anterior, se fundamenta en los estudios del Colegio de ingenieros de Chile y la duración de los planes formativos a nivel internacional referenciados por CORFO a los proyectos Ingeniería 2030.

- Este proceso que deberá ser materializado a partir del ajuste o rediseño de los planes de estudio.

En cuanto al desarrollo curricular se espera:

- Que el modelo de aprendizaje considere una caracterización de su perfil de ingreso y un desarrollo didáctico acorde, incluyendo la virtualización y el uso de recursos tecnológicos de nivel avanzado. Dicho proceso quedará sujeto a la nomenclatura de cada institución.

- El establecimiento de una secuencia progresiva de niveles de logro por ciclo formativo del plan, incluido en este ámbito un dominio digital superior en los egresados de



ingeniería.

- La identificación y/o diseño de actividades curriculares homologables tendientes a generar movilidad al interior de la MacroFacultad. Lo que se complementa con un compromiso de reconocimiento, por parte de cada institución de los créditos que los estudiantes pudieran cursar en las distintas universidades del consorcio, a partir de la elaboración de una tabla de equivalencia de actividades curriculares.
- El diseño e implementación de un plan piloto de pasantías o actividades curriculares en el extranjero tendiente a generar y promover movilidad internacional.

### B. Fase N°2 El ajuste curricular

Esta fase actualmente en desarrollo, se construye en función de la adecuación al estándar establecido a nivel del acuerdo, permitiendo implementar institucionalmente las modificaciones a los planes de estudio que el documento considera para los distintos niveles. Lo que implica para cada casa de estudios reorganización de perfiles con su correspondiente validación, adecuación del plan de formación para dar respuesta a los perfiles definidos o modificados, o bien una adecuación a nivel de desarrollo curricular de manera tal de conseguir a través del trayecto formativo el ideal del ingeniero 2030 propuesto como desafío.

## V. COMENTARIOS FINALES

Los distintos análisis construidos a nivel de diseño e implementación del proceso permiten hoy identificar algunos elementos que habría que considerar en el plano de los aciertos y dificultades para avanzar en un proceso de armonización desde una estructura Macro. Dentro de los aciertos cabe destacar la ventaja de trabajar colaborativamente entre tres instituciones de un mismo tipo (estatales) desde donde emana la MacroFacultad, lo anterior ha permitido reflexionar de forma participativa y crítica respecto de cada uno de los aspectos que se han incluido en este proceso, lo que suele seguir un camino distinto cuando la mirada se hace desde una sola entidad. Desde este mismo punto de vista, el aprender de las buenas prácticas ya implementadas en forma independiente por cada una, va ejerciendo una realimentación positiva en el desarrollo del proceso. Desde esta perspectiva se reconoce como positivo el carácter incluyente del proyecto al nutrirse de diferentes miradas institucionales para la toma decisiones favoreciendo en el enfoque una mayor apertura.

Por otra parte, desde el punto de vista técnico, la existencia de un modelo de armonización, sobre el que se construye el acuerdo a nivel de MacroFacultad, constituyó una herramienta fundamental para direccionar el avance del proyecto y a la vez poder avanzar en la ejecución de los procesos de ajuste curricular.

Así también dentro de los principales hitos críticos se identificaron la disparidad de etapas de desarrollo en que se encontraban las renovaciones e innovaciones curricular de las carreras de ingeniería de las tres facultades, además de existir algunas diferencias en la conformación del proyecto curricular de cada institución, agregando una dificultad temporal para la unificación de acuerdos, ya que la dinámica interuniversidad requiere de tiempos distintos que juegan en contra de lo planificado para el logro de los propósitos del Proyecto Ingeniería 2030 en la MacroFacultad.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad del Bío-Bío, Universidad de Talca y Universidad de la Frontera por el apoyo prestado a esta publicación, a través del Proyecto Ingeniería 2030, "World-class Engineering at regional state universities in the central-south of Chile", código 14ENI2-26866

## REFERENCIAS

- [1] Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Implementación del Plan Estratégico Nueva Ingeniería para el 2030, Resolución 43, 2013.
- [2] MacroFacultad de Ingeniería, Informe Técnico de Avance Proyecto 14ENI2-26866. "World-class Engineering at regional state universities in the central-south of Chile", 2015.
- [3] MacroFacultad de Ingeniería, Informe de Hito Crítico Proyecto 14ENI2-26866. "World-class Engineering at regional state universities in the central-south of Chile", 2015
- [4] Giraldo, G., Arboleda, A., Zapata, G., 2013. Enfoque ontológico para detectar conceptos holónicos en las organizaciones. Revista facultad de ingeniería. Universidad de Antioquia 69, 53-66. URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43029812004>
- [5] Díaz A. Armonización curricular en la Educación Superior. *Revista Electrónica Educare*, X.13-28. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194119261002>, 2007.
- [6] Garrido, A y Figueroa, J. Modelo de armonización curricular en la MacroFacultad de Ingeniería en el contexto del proyecto Ingeniería 2030, CORFO. VII Congreso internacional Riaíces 2017. Impacto de la investigación en la docencia e innovación en la calidad de la formación en Educación superior. 2,3,4 de noviembre. Chillán. Chile. 2017.
- [7] EEES. Declaración de Bolonia para la Constitución del Espacio Europeo de Educación Superior. Disponible en <http://ec.europa.eu/education/policies/educ/bologna/bologna.pdf>, 1999.
- [8] De Miguel, M. (COORD.). Modalidades de Enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el marco del EEES. Asturias: Ediciones Universidad de Oviedo. ,2006
- [9] UNIVERSIDAD DE DEUSTO. Una introducción. Tuning Educational structures in Europe. La contribución de las universidades al proceso de Bolonia. Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deusto. 2006
- [10] ECTS. Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos. Disponible en [http://ec.europa.eu/education/programmes/socrates/ects/index\\_es.html](http://ec.europa.eu/education/programmes/socrates/ects/index_es.html) 2006
- [11] Beneitone, P. E., César, G., Julia, M., Maida Marty, S., & Gabriela, W. Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina: informe final, proyecto Tuning América Latina 2004-2007 (No. 281.8 BEN). 291-303, 2007.
- [12] PEY, R Y CHAURIYE, S. Proceso de innovación curricular en las universidades del Consejo de Rectores. Ediciones Consejo de rectores: Santiago. Disponibe en [www.consejodirectores.cl](http://www.consejodirectores.cl), 2011.

- [13] Kri, F., Marchant, E., del Valle, R., Sánchez, T., Altieri, E., Ibarra, P., Vásquez, M. Manual para la implementación del Sistema de Créditos Académicos Transferibles SCT-Chile. CRUCH, Santiago, Chile. Segunda edición: mayo 2014 ISBN: 978-956-7581-05-4. ,2013.
- [14] CONSEJO DE RECTORES. Innovación Curricular en las Universidades del Consejo de Rectores. Ediciones consejo de rectores: Santiago. Disponible en [www.sct-chile.cl](http://www.sct-chile.cl) , 2012.
- [15] DIVISIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Marco Nacional de Cualificaciones para la Educación Superior. Chile., 2016.
- [16] Porcell, N. Modelo de Acreditación Internacional para la Facultad de Ingeniería, LACCEI'2010, Arequipa,Peru, 2010
- [17] Washington Accord 1989, International Engineering Alliance, 2000.
- [18] Alvarez del Castillo, Javier (2000). "Evaluation and accreditation of engineering programmes in Latin America", en *European Journal' Engineering Education*, vol. 25, No. 3, September.
- [19] Palma, C. Nuevos retos para el ingeniero en el siglo XXI. Revista Innovación, (4), 61 – 65. , 2012.
- [20] Dettmer, Jorge. Convergencia, divergencia y acreditación en la enseñanza de la ingeniería: el caso de Europa. *Rev. educ. sup* [online]. 2008, vol.37, n.147, pp.89-105. ISSN 0185-2760.
- [21] Abet (2001). *Criteria for Accrediting Engineering Programs, 2002–2003*, Engineering Accreditation Commission, November 3.