



## **CREACIÓN DEL CENTRO DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA CEIUBB DE LA UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO**

Juan Carlos Figueroa B., Universidad del Bío-Bío, [jfiguero@ubiobio.cl](mailto:jfiguero@ubiobio.cl)

Andrea Garrido R., Universidad Católica de la Santísima Concepción, [andrea.garrido@ucsc.cl](mailto:andrea.garrido@ucsc.cl)

Leticia Galleguillos P., Universidad del Bío-Bío, [lgalleguillos@ubiobio.cl](mailto:lgalleguillos@ubiobio.cl)

### **RESUMEN**

La Facultad de Ingeniería de la Universidad del Bío-Bío, Chile, desde el 2014 participa en un consorcio universitario para el desarrollo del Proyecto Ingeniería 2030, iniciativa, mediante la cual las universidades estatales de Talca, Bío-Bío y de la Frontera, se unieron creando la MacroFacultad, con el fin de transformar la formación de ingenieros, capaces de enfrentar los desafíos y requerimientos actuales y futuros de la disciplina bajo un enfoque global y sostenible. Bajo este escenario surge la necesidad de especializar la enseñanza de la ingeniería desde una perspectiva científica, avanzando en la creación de un Centro de Educación en Ingeniería (CEI). El artículo tiene por objeto dar a conocer la estructura de la creación del CEI, como entidad especializada e interdisciplinaria, cuyo objetivo es otorgar soporte al quehacer de la gestión académico curricular en los ámbitos de: Innovación e investigación en Educación en Ingeniería, Habilitación docente en la disciplina, Armonización curricular de pre y postgrado, y Aseguramiento de la calidad en la formación de ingenieros/as. Este trabajo metodológicamente obedece al diseño de un caso, al tratarse de la creación de una entidad particular, en un contexto universitario específico.

**PALABRAS CLAVES:** Ingeniería, Educación en ingeniería, Habilitación docente, Acreditación.

### **INTRODUCCIÓN**

Actualmente la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Bío-Bío se encuentra organizada en cinco Departamentos, impartiendo carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería de Ejecución. A nivel de postgrado cuenta con un Magíster en Ingeniería industrial, así como también un Doctorado en Materiales y procesos sustentables y otro de reciente creación en Ingeniería con enfoque tecnológico, este último en consorcio con las Universidades de Talca y de La Frontera.

En el ámbito de la educación continua, ofrece Programas de Diplomado, en Ingeniería Industrial y Diplomado en Gestión Inmobiliaria, mientras que, en el marco de sus Escuelas de Temporadas, imparte diversos cursos de actualización y capacitación.

La Facultad, además es parte del Proyecto Nueva Ingeniería 2030, ingenieros de clase mundial, consorcio conformado por la Universidad de Talca, Universidad del Bío-Bío y Universidad de la Frontera, quienes se unieron conformando la MacroFacultad de Ingeniería, con el objetivo de formar ingenieros con competencias globales para enfrentar los desafíos y requerimientos actuales y futuros de la sociedad. A partir de esta estructura la MacroFacultad se organiza en dos unidades denominadas HUB, de carácter interuniversitario, el HUB de Innovación y transferencia y el HUB Formación. Siendo este último donde se han desarrollado una serie de proyectos en el ámbito de Educación en Ingeniería, que permiten canalizar hoy su labor en la conformación de



un Centro de Educación en Ingeniería (CEI). Lo anterior, se justifica en el contexto de la cuarta revolución industrial [1], debido a los vertiginosos cambios que enfrenta la Educación Superior según lo plantea Díaz [2], producto de la globalización, el fenómeno de las migraciones, los avances tecnológicos y la integración económica, y que tienen directa relación con la disciplina y por tanto con la formación de ingenieros. En palabras de Atienza et al. [3], la ingeniería es considerada como una de las actividades pilares en el desarrollo de las sociedades modernas. Pero también cuya razón de ser, debe implicar el aplicar los conocimientos y desarrollar técnicas y tecnologías para mejorar las condiciones de vida de la sociedad [4], lo que vuelve la tarea educativa en una actividad compleja que inevitablemente llama a replantear su paradigma de formación en función de los nuevos avances y los enfoques más interdisciplinarios [5].

En ese mismo ámbito diversas organizaciones internacionales como recoge Garrido et al. [6], han definido una serie de atributos que se deben considerar en la formación de ingenieros, donde se incluyen tanto aspectos disciplinares como genéricos, dando amplio respaldo a este último. Por ejemplo, desde la US National Academy of Engineering y Uk Royal Academy of Engineering, se reconocen como aspectos deseables el que los ingenieros puedan desarrollar competencias sociales y personales para trabajar en equipos diversos, razonar en forma crítica y creativa, ejercer liderazgo, realizar iniciativas emprendedoras, comunicarse efectivamente en lengua materna e inglés, auto gestionarse en contextos exigentes, complejos e inciertos. Por otra parte, se considera esencial el estar consciente de la naturaleza global de la profesión, de los desafíos tecnológicos, sociales, pero también de los ambientales, culturales y éticos, así como de las estrategias posibles para abordarlos.

Por su parte, la visión de la American society of Engineering Education señala dentro de los atributos requeridos, que demuestren una comprensión de las perspectivas políticas, sociales y económicas, comprensión de las tecnologías de la información, competencias digitales, una comprensión de las normas éticas y de negocios y de su aplicación de manera efectiva en diversos contextos. Así como también, que posean habilidad de pensar crítica y creativamente en forma individual y cooperativa, funcionar efectivamente en un equipo, mantener una imagen personal positiva y de autoconfianza, adoptar un compromiso con los principios y estándares de calidad y con el mejoramiento continuo. Además de adoptar perspectivas interdisciplinarias y multidisciplinarias, aplicar juicio personal y profesional para tomar decisiones efectivas y gestionar los riesgos, apoyar a otros para alcanzar las metas y realizar tareas y por último mostrar iniciativa y voluntad para emprender.

En concordancia con lo anterior, los criterios americanos para la acreditación de programas de ingeniería ABET [7], ponen el acento para la certificación de calidad en los siguientes descriptores: Capacidad de aplicar el proceso de diseño de ingeniería para producir soluciones que satisfagan necesidades específicas teniendo en cuenta la salud y la seguridad pública, los factores globales, culturales, sociales, ambientales, económicos y de otro tipo; Capacidad para comunicarse de manera efectiva con una variedad de audiencias; Capacidad de reconocer responsabilidades éticas y profesionales en situaciones de ingeniería y emitir juicios informados, que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería en contextos globales, económicos, ambientales y sociales; Capacidad de reconocer la necesidad constante de adquirir nuevos conocimientos, elegir estrategias de aprendizaje apropiadas y aplicar este conocimiento; Capacidad de funcionar eficazmente como miembro o líder de un equipo que establece objetivos, planifica tareas, cumple plazos y crea un entorno colaborativo e inclusivo, entre otros.



De esta manera durante las últimas décadas han surgido una serie de acuerdos a nivel internacional que respalden su cumplimiento. Conocido ya es el Acuerdo Bolonia (1999), que se desencadenó en la configuración del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), y que da origen al marco global para la formación, lo que posteriormente derivó a Centroamérica, al Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSUCA) a través de establecimiento de sus propios marcos de cualificaciones y a Latinoamérica a través de Tuning Latinoamérica [8] y los acuerdos del Mercosur. Desde el punto de vista disciplinar se destacan los acuerdos de Washington [9], Sidney, y Lima, como los referentes que han determinado la definición de perfiles y planes de estudios, quedando al debe en muchos casos las orientaciones y enfoques pedagógicos específicos para lograrlos y por ende dar cuenta de la efectividad de esta formación.

En ese mismo contexto, y siguiendo con el enfoque global al que se aspira con la formación de ingenieros [10], señala que hoy ya son distintas las agencias acreditadoras en Ingeniería de diversos países, que han firmado acuerdos, como el de Washington, para reconocer equivalencias substanciales en sus programas de Ingeniería, adquiriendo con ello relevancia la acreditación de programas [11], como medio para certificar y dar garantía de la calidad de los mismos [12] y [13]. Sin embargo, también es sabido que para desarrollar estos procesos se requiere de un aparataje institucional experto, que guíe y colabore en la sistematización de información durante periodos extensos, lo que hace necesario que las unidades académicas se especialicen en estos temas y puedan ejercitar una cultura de la mejora continua.

Desde lo anterior, es posible advertir que para abordar todos estos ámbitos a nivel de formación la tarea académica se vuelve compleja y requiere de una orgánica especializada que permita desarrollar cada uno de ellos. Sin embargo, las universidades aun cuando poseen estructuras genéricas para abordar los temas de calidad y de gestión curricular de planes de estudio, no poseen la expertiz necesaria que demandan las disciplinas, lo mismo sucede con la formación de académicos en temas pedagógicos-disciplinares y de investigación en educación.

En Chile actualmente existe un sólo centro de Educación en Ingeniería perteneciente a la Universidad de Talca. Sin embargo, cada vez más las Facultades desde hace ya algunos años han avanzado en el desarrollo de unidades especializadas en el área, poniendo énfasis en distintos focos, es el caso de la Universidad de Concepción, Universidad de Chile, Universidad de Santiago de Chile, entre otras, con lo que se pone en evidencia la necesidad de formación de unidades contextualizadas en la disciplina, avalado en gran medida por los análisis respecto al tratamiento del conocimiento pedagógico del contenido [14] con el propósito de ser más efectivo a la hora de implicarse en la compleja labor docente [15].

Debido a lo anterior, este trabajo aborda los temas referidos a la creación del Centro de Educación en Ingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Bío-Bío, dando respuesta a las siguientes interrogantes:

¿Cuáles han sido los aspectos que definieron la creación del CEI?

¿Cuál ha sido el proceso para la definición del CEI??

¿Cuáles son los propósitos del CEI?

¿Cuáles son las áreas que conforman el centro?



¿Qué acciones desarrollará el centro?

¿Quiénes estarán a cargo del centro?

¿Cómo se determinará el éxito de sus acciones?

A continuación, se presentará la narración del caso en el siguiente orden: Etapas del proceso de diseño del Centro de Educación en Ingeniería de la Universidad del Bío-Bío, misión y objetivos, áreas de desarrollo, estructura organizacional y parte del plan estratégico de desarrollo. Concluyendo con algunos aprendizajes y recomendaciones que surgen a partir de la experiencia.

## DESARROLLO

### A. El diseño del Proyecto CEI de la Universidad del Bío-Bío

Como primera aproximación a la descripción del caso se presenta en el siguiente diagrama las etapas del diseño implementado para la conformación del Centro de Educación de Ingeniería de la Universidad del Bío-Bío.

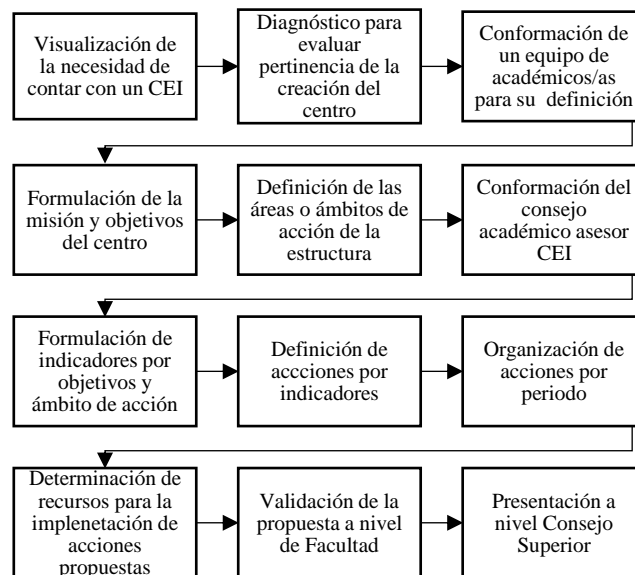


Fig. 1 Diagrama de diseño Centro de Educación en Ingeniería UBB.

Como primer punto, es importante mencionar que la discusión respecto de la necesidad de contar con el Centro de Educación en Ingeniería, propio de los pasos 1 y 2 del diagrama, se fundamentaron, en gran medida, en los antecedentes expuestos en el apartado anterior. Respecto a la conformación del equipo de académicos para la definición del Centro, es el Nodo Formación UBB, perteneciente al HUB Formación, quien invita a participar a académicos de los distintos departamentos, cuyo ámbito de desarrollo académico se ha asociado a la Educación en Ingeniería. Entre ellos se encuentran directores de escuela y académicos adscritos a cada



departamento. Estos mismos académicos han sido quienes han participado en la definición de la misión y los objetivos del Centro, desde donde emanarán las siguientes etapas. De esta manera la misión del centro se definió como:

El Centro de Educación en Ingeniería (CEI) es un organismo interdisciplinario integrado a la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Bío-Bío, cuya misión es constituirse en un soporte a la gestión académico curricular en los ámbitos de Docencia, Innovación e Investigación en Educación en Ingeniería, Habilitación docente contextualizada a la disciplina, Armonización curricular de pre y postgrado, Mejora continua y aseguramiento de calidad.

Posteriormente, se formularon los siguientes objetivos específicos:

Impulsar y fortalecer la innovación e investigación en educación en ingeniería dando respuesta a las problemáticas emanadas desde la gestión pedagógica curricular de los planes de formación.

Potenciar el diseño, desarrollo, actualización y gestión de los planes de estudio de pregrado, postgrado y educación continua, considerando los criterios vigentes a nivel institucional, nacional e internacional.

Fortalecer los sistemas de medición, seguimiento y control de las fases que comprenden el proceso de armonización de los programas de pregrado y postgrado acorde al modelo educativo institucional.

Apoyar el desarrollo de procesos de autoevaluación permanente para lograr y mantener la acreditación de la totalidad de los programas de pregrado y postgrado de la Facultad según criterios nacionales e internacionales.

Implementar un sistema de habilitación y fortalecimiento de la docencia a través de una oferta de capacitación pedagógica permanente, acorde a las necesidades del cuerpo académico y los referentes internacionales, como por ejemplo International Society for Engineering Pedagogy (IGIP).

Una vez organizados los objetivos, se definieron los ámbitos que permitirían albergar el quehacer de cada uno de ellos, quedando estructuradas en las siguientes cuatro áreas:

**Innovación e Investigación en Educación en Ingeniería:**

Esta área aborda el desarrollo de proyectos académicos asociados al diseño, implementación y evaluación de actividades de innovación e investigación en Educación en ingeniería que permitiría retroalimentar la gestión de planes de estudio con un enfoque centrado en la calidad. Del mismo modo, el área a través de su quehacer se propone generar conocimiento en Educación en ingeniería convirtiéndose en un referente especializado en dicho ámbito.

**Formación y habilitación docente en Ingeniería:** El área busca generar un espacio que promueva la capacitación y perfeccionamiento pedagógico específico y continuo de los académicos a partir de la implementación de diversas estrategias entre las que destacan: programa de inducción para docentes nóveles, especialización para docentes experimentados, así como certificaciones para docentes seniors que los reconozcan como docentes mentores.

En este ámbito también cobra relevancia la necesidad de certificar a los docentes en la enseñanza de la ingeniería, considerando los referentes internacionales existentes. El área considera en su gestión el desarrollo de ciclos de charlas, cursos cortos en vinculación con la oferta institucional, cursos específicos y el desarrollo de un diplomado en formación en ingeniería, además del soporte para el desarrollo de la virtualización de actividades curriculares. En este

ámbito se considera central la definición de un perfil del académico de Ingeniería a modo de orientar la formación de los académicos en los distintos niveles (nóveles y experimentados).

**Aseguramiento de calidad y análisis estratégico:** El área de aseguramiento de calidad constituye un soporte de la Facultad para el seguimiento de los planes de mejora de las carreras acorde a los compromisos adquiridos en los procesos de acreditación, constituyéndose en un apoyo permanente para las escuelas y programas de posgrado en torno a la gestión de calidad de los planes formativos en el contexto de internacionalización.

**Armonización curricular de pre y postgrado:** Esta área se focaliza en la evaluación, diseño e implementación de los procesos de renovación, innovación y armonización curricular de los planes de estudio, considerando los lineamientos de la institución, el medio (nacional e internacional) y los requerimientos emanados de las propias unidades. Lo anterior permite la generación de una estructura vinculadora y de soporte permanente entre los organismos institucionales, las definiciones de la política pública y el medio industrial.

A partir de lo anterior, se definió una estructura organizacional para velar por el desempeño de cada área, quedando conformada como se muestra a continuación:

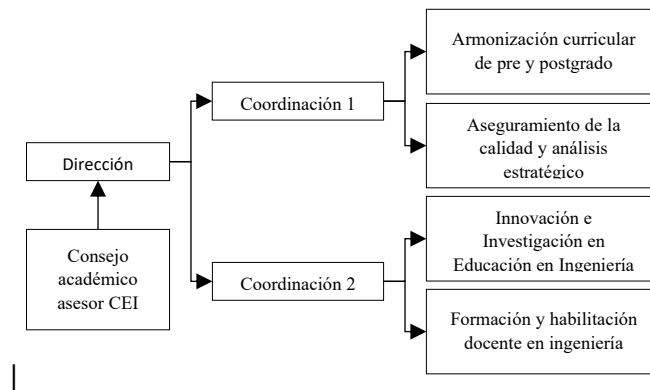


Fig. 2 Estructura Organizacional del CEI UBB.

Como muestra la Fig. 2, el Centro de Educación de Ingeniería UBB, posee una dirección académica, de la que es asesorada por un consejo, constituido por un representante académicos de cada área y que tiene la misión de apoyar a los académicos de la Facultad en materias de ámbitos específicos. De la dirección, se desprenden dos coordinaciones que agrupan dos áreas cada una, por una parte, Armonización curricular de pre y posgrado y Aseguramiento de calidad y análisis estratégico y por otra, Formación y habilitación docente e Innovación e investigación en Educación en Ingeniería, decisión que se adopta dada la vinculación entre los temas que abordan. Es importante destacar que tal como muestra la gráfica el área que incluye Investigación se debe visualizar transversal al quehacer del centro.

Una vez definida la estructura se ha solicitado a los académicos, que de acuerdo a su perfil y a voluntad puedan identificar una o dos áreas a las que adscribirse, con el fin de constituir el Consejo Académico Asesor del Centro.

A partir de ello, los académicos, por área, organizaron de acuerdo a los objetivos propuestos, el plan estratégico, definiendo para ello: indicadores, acciones y temporalidad, para las cuatro



áreas. A continuación, se presenta un extracto del plan de desarrollo para el área de Investigación e Innovación en Educación en Ingeniería.

## B. Plan de desarrollo estratégico del Centro (CEI)

TABLA 1: PLAN DE ÁREA 1

Área de Investigación e Innovación en Educación en Ingeniería		
Objetivo específico	Indicadores	Acciones por indicador ( )
Impulsar y fortalecer la innovación e investigación en educación en ingeniería dando respuesta a las problemáticas emanadas desde la gestión pedagógica curricular de los planes de formación	1 Número de proyectos postulados a fondos innovación e investigación.	(1, 6) Postulación a convocatorias disponibles
	2 Número de proyectos adjudicados.	(1, 2, 3, 6) Potenciar las postulaciones a proyectos, mediante distintos medios, tales como: Charlas, Mentoría, Exposición de resultados, Café de la Innovación de Educación en Ingeniería, entre otros.
	3 Porcentaje de académicos involucrados en proyectos.	(4, 1) Contratar asesoría metodológica para levantamiento, desarrollo y publicación en educación en ingeniería para el envío de artículos a revistas de la especialidad vinculadas a proyectos adjudicados.
	4 Número de publicaciones generadas a partir de proyectos vinculados.	(4, 2) Construir catastro de revistas especializadas en educación en ingeniería.
	5 Número de participación en congresos, encuentros, seminarios, talleres, etc. Generados a partir de proyectos nacionales e internacionales.	(5) Establecer un protocolo de información sobre las distintas Convocatorias a Congresos y eventos académicos externos.
	6 Número de proyectos inter-universidad postulados a fondos nacionales.	(5) Canalizar fondos e incentivos para los trabajos aceptados fuera de la universidad.
	7 Número de proyectos inter-universidad postulados a fondos internacionales.	(5) Presentar proyectos de investigación en educación en ingeniería nacionales e internacionales. Revisión del estado del arte de la innovaciones y avances en Educación en Ingeniería (observatorio pedagógico en ingeniería).
	8 Número de cursos intervenidos con buenas prácticas o innovación pedagógica.	(7) Generar vínculos con universidades referentes para postular proyectos conjuntos.
	9 Mejora de indicadores académicos de los cursos intervenidos. (rendimiento, satisfacción, retención, otro)	(9) Intervención de cursos con buenas prácticas de innovación pedagógica, desarrollo de catastro de cursos intervenidos. (8, 9) Desarrollo de encuentros, coloquios, seminarios.



Es importante mencionar que, para asegurar la efectividad del Centro, la planificación estratégica para las cuatro áreas, ha contemplado además la identificación del estado situacional base, definiendo a partir de ello los requerimientos para cada una, así como también la estimación en tiempos, recursos y responsables de su ejecución.

## CONCLUSIONES

La conformación del Centro de Educación en Ingeniería (CEI) ha permitido consolidar con intencionalidad manifiesta los esfuerzos de la Facultad de Ingeniería por potenciar aspectos relativos a: Investigación en Educación en Ingeniería, Habilitación docente contextualizada, gestión curricular de planes de estudio y aseguramiento de calidad.

El proceso de definición del Centro con participación de académicos/as de los distintos departamentos ha otorgado representatividad al interior de la Facultad, lo que favorecería el logro de los objetivos propuestos.

El principal desafío del Centro hoy se encuentra en la posibilidad de generar como estructura, las bases que permitan consolidar la práctica de la Educación en Ingeniería como un ámbito con reconocimiento institucional para la carrera académica.

Cómo recomendación al desarrollo de otros centros especializados se enfatiza en dos ámbitos, Por una parte, la necesidad de definir un diseño como se presenta en el desarrollo de este artículo y por otra, en la representatividad en la conformación de equipos

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Proyecto Ingeniería 2030, "World- class Engeneering at regional state universities in the central-south of Chile", código 14ENI2-26866. CORFO [16]

## REFERENCIAS

- [1] Buisán, M., & Valdés, F. (2017). La industria conectada 4.0. Información Comercial Española, ICE: Revista de economía, (898).
- [2] Díaz, A (2007) Armonización curricular en la Educación Superior. Revista Electrónica Educare, X.13-28. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194119261002>.
- [3] Atienza, Miguel, Lufín, Marcelo, & Romaní, Gianni. (2016). Un análisis espacial del emprendimiento en Chile: Más no siempre es mejor. EURE (Santiago), 42(127), 111-135. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612016000300005>
- [4] Ramallo, M., Repetto, E. C., Gayoso, M. C., & Giacomino, R. (2019). Ingeniería y sociedad: aportes de los estudios CTS a la formación de los ingenieros. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS, 14(41).



- [5] Villa, C. F. H., Arango, D. A. G., Mesa, E. D. A., García, A. G., Aconcha, R. B., Movilla, J. G. S., & Lopez, A. P. A. (2017). Multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en la formación para la investigación en ingeniería. *Revista Lasallista de Investigación*, 14(1).
- [6] Garrido, A., Soto, C., & Blanc, P. (2019). Discurso Académico e Industrial respecto a las Competencias Genéricas de la práctica profesional en la carrera Ingeniería Civil Eléctrica UBB. En *Conceptualización, investigación y experiencias de educación en la formación transversal de personas. Educación transversal y responsabilidad social: III Encuentro de Educación de Competencias en Educación Superior. X Encuentro Internacional de Educación Superior para la Responsabilidad, Social.* © 2019 Universidad de Concepción, ISBN 978-956-227-457-9
- [7] ABET, (2018). Obtenido el 19 de marzo de 2019, de: <http://www.abet.org/accreditation/>
- [8] 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.
- [9] Washington Accord 1989, International Engineering Alliance, 2000. Disponible en <http://www.icacit.org.pe/web/icacit/reconocimiento-internacional/acuerdo-de-washington.html>
- [10] Porcell, N. (2010). Modelo de Acreditación Internacional para la Facultad de Ingeniería, Eighth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology "Innovation and Development for the Americas", June 1-4, 2010, Arequipa, Perú.
- [11] Coruhlu, Y. E. & Uzun, B. (2018). Investigation the accreditation process and development an object-oriented database: case study for department of geomatics engineering. *Sigma: Journal of Engineering & Natural Sciences/Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 36(4).
- [12] Uziak, J., Oladiran, M. T., Walczak, M. & Gizejowski, M. (2013). Is accreditation an opportunity for positive change or a mirage?. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 140(1), 02513001.
- [13] Sheahan, T. C., Mason, E. J., Qualters, D. M., Poblete, P. V. & Vargas, X. (2011). Cross-National Evaluation of Learning Assessment in First-Year Engineering Students: US Experience Applied at Two Universities in Chile. *The International Journal of Engineering Education*, 27(5), 933-944.
- [14] Verdugo-Perona, J. J., Solaz-Portolés, J. J., & Sanjosé-López, V. (2017). El conocimiento didáctico del contenido en ciencias: estado de la cuestión. *Cadernos de Pesquisa*, 47(164), 586-611.
- [15] Rodríguez, J. C. C., & Contreras, J. S. (2011). La calidad de la educación en ingeniería: un factor clave para el desarrollo. *Ingeniería e Investigación*, 31(1), 40-50.
- [16] Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Implementación del Plan Estratégico Nueva Ingeniería para el 2030, Resolución 43, 2013.