

# **OPORTUNIDADES, BRECHAS, Y ESTRATEGIAS EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS PARA EL CONTEXTO GLOBAL**

Raúl Benavente García, Facultad de Ingeniería Universidad de Concepción, [rbenaven@udec.cl](mailto:rbenaven@udec.cl)

## **RESUMEN**

El mercado mundial de los servicios globales de ingeniería constituye un área en plena expansión y se proyecta como la “promesa laboral del siglo XXI”. Después de los Estados Unidos, Chile es una de los países de América, junto a Canadá y Brasil, que está incursionando en forma creciente en los servicios de offshoring, y existe aún un enorme potencial de crecimiento en este sector. Sin embargo para ello el país debe abordar este desafío con estrategias que permitan superar las brechas de la formación de los ingenieros para desenvolverse en este ámbito. El presente trabajo efectúa un análisis de la formación de los ingenieros en el marco de los tratados internacionales, así como de la homologación internacional de los títulos de ingeniería, de los cuales nuestro país aún no forma parte. Junto a ello se presentan las brechas de los ingenieros chilenos para desenvolverse en el contexto internacional y se proponen diversas estrategias para orientar la formación de los ingenieros para una economía global.

**PALABRAS CLAVES:** Servicios globales de ingeniería, formación de ingenieros para la economía global

## 1. INTRODUCCIÓN

La globalización de los servicios de ingeniería ofrece nuevas oportunidades para el ejercicio de la profesión y se considera como la “promesa laboral del siglo XXI”. Este nuevo escenario exige la homologación de los ingenieros y de los títulos de ingeniería en el marco de los tratados internacionales, así como la formación de ingenieros capacitados para desenvolverse en el contexto internacional. Este desafío requiere del diagnóstico de la situación actual para detectar las brechas de los ingenieros chilenos, a partir del cual se pueden plantear las estrategias a llevar a cabo en la formación de ingenieros para una economía global.

## 2. DESARROLLO

### 2.1 Las nuevas oportunidades que brinda la globalización al ejercicio de la profesión del ingeniero

El principal impacto de la globalización en el ejercicio de la ingeniería ha sido la industria de los servicios globales de la ingeniería, que actualmente es un sector que se encuentra en plena expansión, tanto en los países desarrollados como en los países emergentes. El crecimiento exponencial de este mercado, que hace una década era del orden de los 10 a 15 mil millones de dólares, proyecta que los servicios globales de ingeniería alcanzarán hacia el año 2020 la cantidad de 150.000 millones de dólares en el mundo. Chile es uno de los países emergentes que ha estado incursionando en forma creciente en este mercado y, después de los Estados Unidos, es junto a Canadá y Brasil una de las tres economías de América con mayor participación en el offshoring de servicios de ingeniería. (1)

Los servicios globales en Chile comenzaron hacia final del siglo XX y desde entonces han tenido un crecimiento exponencial. Del total facturado alrededor de un tercio corresponde a servicios globales de ingeniería, los que pasaron desde los 13 millones de dólares en el año 2002 hasta llegar a superar los 250 millones de dólares en el año 2011 (figura N° 1). Los principales destinatarios de estos servicios en el año 2015 fueron: Perú 56%, Argentina 12%, Ecuador 7%, España 6%, Canadá 3%, Colombia 3%, Alemania 3% (figura N° 2).

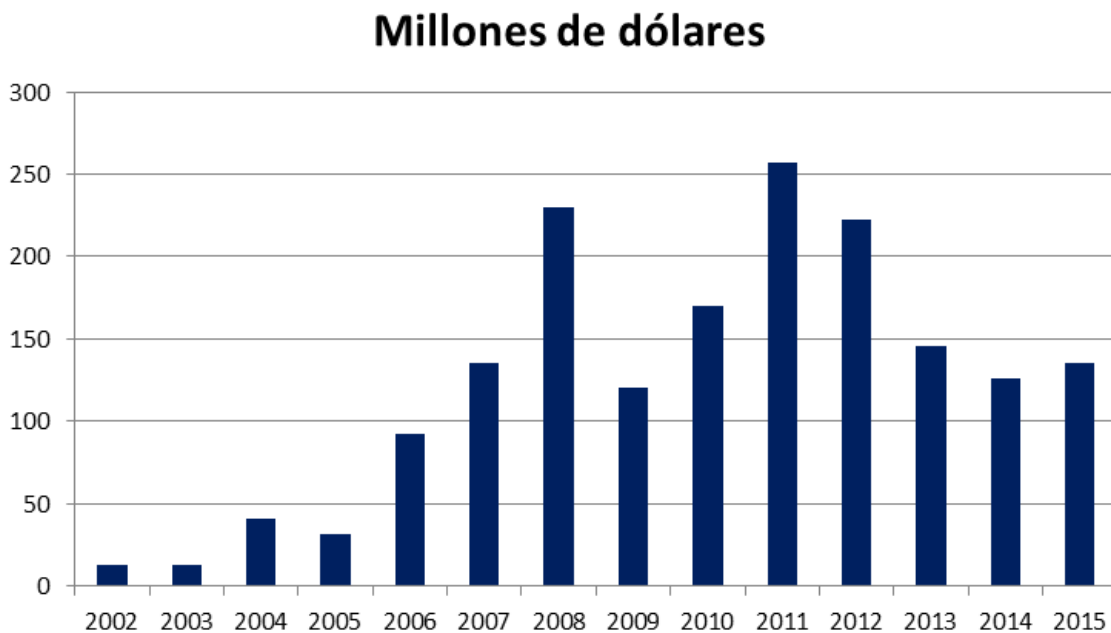


Figura N° 1: Exportaciones de Consultorías en Ingeniería en Chile en millones de dólares (2)

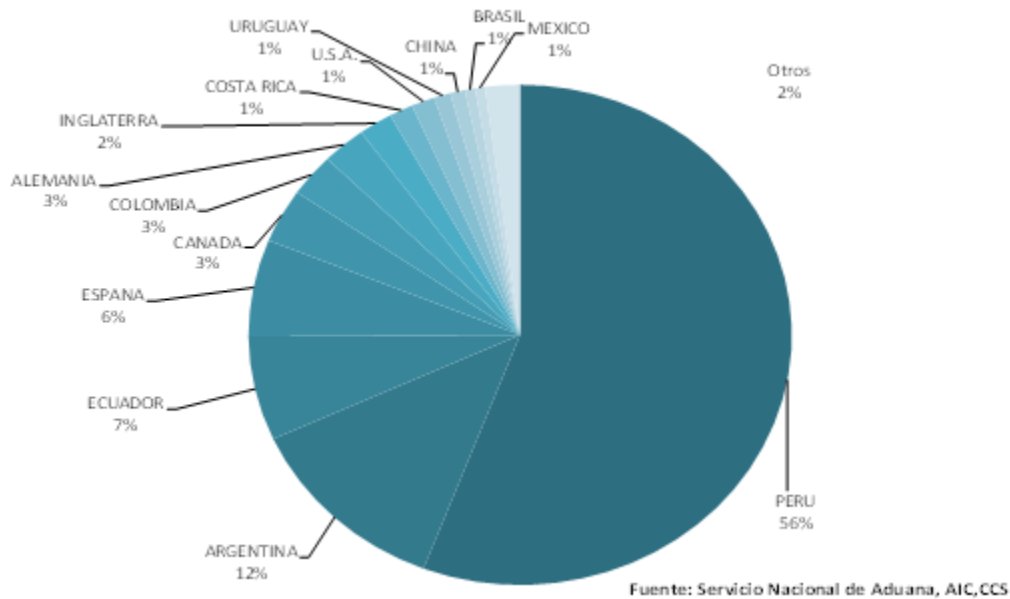


Figura N° 2: Principales destinos de las exportaciones de la Ingeniería de Consulta en Chile en el año 2015 (3)

Este escenario deja de manifiesto el gran potencial de crecimiento que se proyecta para los servicios globales de ingeniería, tanto en montos facturados como en la diversificación de los mercados y de las especialidades de la ingeniería. En particular los servicios globales plantean el desafío a la ingeniería chilena de ser un participante activo de este mercado o bien actuar bajo la tutela de empresas extranjeras instaladas en el país con empleados chilenos. Es así como actualmente existen en Chile más de medio centenar de centros extranjeros que exportan servicios y que requieren de ingenieros chilenos con habilidades para desenvolverse en contextos internacionales. En consecuencia, para enfrentar con éxito las oportunidades que brinda el contexto global, es necesario incrementar la cantidad de ingenieros altamente calificados para participar de este mercado, y con las habilidades suficientes para desenvolverse en contextos internacionales, lo que representa nuevos requerimientos y desafíos en la formación de los ingenieros para las universidades chilenas.

## 2.2 Homologación internacional de los títulos de ingeniería

En la medida que ha ido avanzando la integración y la globalización, han ido surgiendo distintos acuerdos y convenios de estandarización y de reconocimientos mutuos de los títulos de ingeniería en el concierto internacional. Así por ejemplo, en el año 1956 se forma la Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Ingenieros (FEANI), que agrupa a cerca de ochenta asociaciones de ingenieros de treinta y un países europeos, y que representan a varios millones de ingenieros. Los principales objetivos de esta Federación son, entre otros, afirmar la identidad de los ingenieros europeos asegurando que las cualificaciones profesionales de los ingenieros de los países miembros sean reconocidas en Europa y en todo el mundo, promover una sola voz de la profesión de la ingeniería en Europa, reconociendo al mismo tiempo la diversidad, y representando a los ingenieros europeos en las organizaciones internacionales. Este organismo emite además un título denominado EUR ING, que constituye una garantía de competencia profesional para los ingenieros y facilita la movilidad de ellos dentro y fuera de la zona

geográfica que comprende la Federación, estableciendo un marco mutuo de cualificaciones, de modo que los ingenieros que deseen ejercer fuera de sus propios países puedan llevar consigo una garantía de competencia.

En los últimos años se han establecido otros acuerdos internacionales que permiten el reconocimiento de los graduados de programas acreditados y que se basan en el principio de equivalencia substancial, en lugar de la correspondencia exacta de los contenidos de los planes de estudios. Estos acuerdos son:

*El Acuerdo de Washington*, firmado en 1989 entre agencias responsables de acreditación de programas de ingeniería, y que reconoce la equivalencia substancial de los programas acreditados por ellas, lo que permite que los programas acreditados por una de estas agencias sean reconocidos por las otras.

*El Acuerdo de Sidney*, firmado en el año 2001, y que es un acuerdo similar al anterior válido para los ingenieros tecnológicos.

*El Acuerdo de Dublín*, firmado en el año 2002, igual a los anteriores y se refiere a los ingenieros técnicos o técnicos de nivel superior.

Estos tres acuerdos establecen y describen los elementos diferenciadores para los tres tipos de ingenieros en doce ámbitos de la formación de los ingenieros.

En el año 1999 los ministros de educación de los países de la Unión Europea firman el Acuerdo de Bolonia, que lleva a cabo un proceso de convergencia en la formación de los profesionales cuyo objetivo principal es facilitar el intercambio de los titulados. En el ámbito de la ingeniería este Acuerdo propone una estructura de 240 créditos ECTS, correspondiente a cuatro años de duración, de los cuales tres corresponden a estudios formales y uno a proyectos y prácticas en empresas. En el marco del proceso de Bolonia, la Comunidad Europea inicia en el año 2001 el Proyecto Tuning, con el propósito de facilitar la convergencia en la educación superior europea a través de la comparabilidad y la transparencia de las formaciones, incentivando a las universidades a desarrollar estrategias para el logro de las competencias generales y específicas. A partir del año 2004 el proyecto Tuning se extiende a América Latina en quince áreas, entre ellas la ingeniería civil y la informática, y en el que participan 182 universidades de 18 países, entre ellas 13 universidades chilenas. En los años siguientes el proyecto Tuning se extendió a África, Asia y a los Estados Unidos, representando el mayor esfuerzo efectuado hasta ahora para facilitar la comparabilidad de las titulaciones entre los países participantes.

En los Estados Unidos se crea en el año 1932 el Consejo de Ingenieros para el Desarrollo Profesional (ECPD), cuyo propósito es la acreditación de las carreras de ingeniería. Más tarde toma la denominación de ABET y, a partir del año 1989, inicia sus actividades internacionales como evaluador de programas extranjeros, habiendo acreditado hasta ahora más de 3.000 programas de ingeniería de alrededor de 700 universidades de un total de 23 países, entre ellas la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Entre los acuerdos y tratados que Chile ha suscrito en los últimos quince años, el Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico APEC, ha establecido estándares mínimos para reconocer la equivalencia substancial de la competencia profesional en ingeniería, a través del Acuerdo de Ingenieros APEC, y que ha sido suscrito por un total de trece países entre los cuales Chile no está incluido.

### **2.3 Las brechas de la formación de los ingenieros en Chile para desempeñarse en el contexto internacional**

La formación de los ingenieros en el país presenta diversas brechas que dificultan su inserción laboral en el contexto global, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- a) *Déficit de ingenieros*: Considerando que la matrícula actual de las carreras de ingeniería civil en el país es del orden de las 14.500 vacantes y estimando una tasa de titulación del 30%, se obtiene una tasa de 1 ingeniero titulado al año cada 3.900 habitantes (4). Aunque este es uno de los valores más altos en América Latina, está muy por debajo de índices tales como 1 cada 625 habitantes en Corea del Sur, 1 cada 2.000 en China, 1 cada 2.800 en India, y 1 cada 2.300 en Alemania y Francia.
- b) *Aseguramiento de la calidad*: En diversos países desarrollados la calidad de los profesionales está regulada a través de los mecanismos de acreditación de las carreras y de las universidades, de la certificación de los conocimientos adquiridos y de la habilitación profesional. En Chile desde hace varios años se implementaron los procesos de acreditación, sin embargo no existe la certificación de los conocimientos de los egresados, tal como ocurre con los egresados de medicina a través del Examen Médico Nacional, y la habilitación profesional es otorgada en forma automática con el título profesional por las propias universidades, a diferencia de otros países en que ésta debe ser obtenida a través de organismos externos. Estas diferencias representan una dificultad para la inserción de los ingenieros chilenos en diversos medios internacionales, al no poder exhibir sistemas equivalentes de aseguramiento de la calidad.
- c) *Homologación internacional*: Chile aún no ha suscrito convenios internacionales para reconocer la equivalencia de los títulos de ingenieros, tal como el Acuerdo de Ingenieros de la APEC, o el Acuerdo de Washington, por ejemplo. Por otra parte son escasas las carreras de ingeniería que se han sometido a una acreditación internacional, a través de organismos reconocidos como la ABET u otros, y sólo recientemente algunas agencias acreditadoras han establecido convenios con agencias extranjeras con miras a llevar a cabo acreditaciones internacionales. Estos factores constituyen una barrera para la inserción de los ingenieros chilenos en el contexto internacional.
- d) *Déficit de habilidades para desenvolverse en contextos internacionales*: En general la formación de los ingenieros no contemplaba la componente de las habilidades para desenvolverse en contextos multiculturales, ni tampoco se apreciaba una plena conciencia de la importancia de esta dimensión. En el proyecto Tuning América Latina, esta competencia obtuvo el último lugar en el grado de importancia entre las veintisiete competencias genéricas en las encuestas aplicadas (año 2005) a académicos, empleadores, estudiantes y egresados, tanto en Chile como en América Latina (5). En los últimos años, en forma creciente se ha estado incorporando el idioma inglés en los planes de estudio, y se ha comenzado a implementar actividades de movilidad internacional de estudiantes de pregrado, asociado en algunos casos con convenios de doble titulación.

### **2.4 Actividades recientes relacionadas con la internacionalización de la formación de los ingenieros en Chile**

De las brechas enumeradas en el punto anterior, algunas tales como el aseguramiento de la calidad y la homologación internacional, son materias que deben ser abordadas a nivel del gobierno central. En cambio el déficit de ingenieros y el desarrollo de las habilidades para

desenvolverse en contextos internacionales, son tareas que deben ser resueltas en las universidades. Las políticas públicas, tales como los proyectos Mecesusup y los proyectos ingeniería 2030, son instancias que las universidades pueden aprovechar para acelerar la implementación de estas tareas. Sin embargo de los 119 proyectos aprobados en los dos últimos concursos Mecesusup de los años 2013 y 2014, sólo hay un Plan de Mejoramiento (PM) aprobado en el área de la internacionalización de carreras de ingeniería, titulado: "*Hacia la certificación internacional CDIO: mejorando el nivel de logros de estándares en las carreras de ingeniería de la Facultad de Ingeniería UCSC*". La situación es más auspiciosa en los Convenios de Desempeños Institucionales (PMI), ya que de los 24 aprobados en los concursos de los años 2012, 2013 y 2015, cinco de ellos contemplan la internacionalización de la ingeniería como objetivo central, de acuerdo al siguiente detalle:

- "*Internacionalización en la formación de las áreas de ingeniería y ciencias agrarias de universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de Chile en cooperación con Instituciones de Educación Superior Francesas*". Convenio en Red liderado por la Universidad del Bio Bio.
- "*El ingeniero global: diseño e implementación de un modelo de formación de ingenieros para un mundo globalizado*", de la Universidad Adolfo Ibáñez.
- Tres Convenios de Desempeños de Internacionalización de Programas de Doctorado en Ingeniería, de las Universidades de Concepción, Federico Santa María, y Pontificia Universidad Católica de Chile.

En cuanto a las iniciativas de Ingeniería 2030, los cinco proyectos aprobados contemplan el eje de la internacionalización de la formación de los ingenieros, lo que involucra a un total de diez facultades de ingeniería del país.

A lo anterior se debe destacar el aporte de la Sociedad Chilena de Educación en Ingeniería, la que en el presente año, ha coordinado la realización de dos eventos relacionados con el tema:

- *Seminario de Acreditación Internacional de Carreras de Ingeniería*, organizado por la Universidad Mayor el 29 de julio de 2016
- 
- *XXIX Congreso Chileno de Educación en Ingeniería, "Formación de capital humano en ingeniería en el contexto de una sociedad global"*, organizado por la Universidad de La Frontera entre el 5 y el 7 de octubre de 2016.

Estos antecedentes y actividades dan cuenta de que la formación de ingenieros para el contexto global es un tema que en los años recientes ha comenzado a instalarse como uno de los objetivos importantes de las facultades de ingeniería, revirtiendo la tendencia señalada por el proyecto Tuning hace una década atrás.

## **2.5 Estrategias para orientar la formación de los ingenieros al contexto global**

La formación de ingenieros para una sociedad global requiere de la incorporación de diversas estrategias y actividades, las que en general no se traducen en recarga ni extensión de los planes de estudio. Las principales estrategias a implementar serían las siguientes:

- a) *Mejorar los índices de titulación*: Frente a la mayor demanda de ingenieros, en general las universidades, en particular las privadas, han respondido con un aumento del número de vacantes. Sin embargo considerando que estos incrementos en la mayoría de los casos

logran la captación de estudiantes con puntajes ponderados en el rango de los 400 a 500 puntos, la retención de ellos en los primeros años es prácticamente nula y no se traduce en un mayor número de titulados. Paralelamente las facultades de ingeniería pierden una cantidad importante de estudiantes que ingresan con puntajes superiores a los 600 puntos, los que en general sí tienen las capacidades para terminar con éxito sus estudios. En consecuencia la estrategia para incrementar la cantidad de titulados, es realizar mayores esfuerzos para mejorar la retención de estos estudiantes, en particular en los dos primeros años de estudio.

- b) *Movilidad estudiantil*: Es una estrategia que ha sido implementada en forma masiva y exitosa en los países europeos a través del Programa Erasmus Mundus, así como también por otros países del primer mundo, tal como los Estados Unidos. En todos los casos estas universidades han comprobado que la mejor manera de desarrollar las habilidades de insertarse en medios multiculturales, es a través de estadías cortas (un semestre y hasta un año) en universidades extranjeras durante los estudios de pregrado, lo que compensa con creces la menor exigencia académica a la que pudiera verse expuesto el alumno en algunos casos. En Chile existe un interés creciente, tanto de las universidades como de los propios estudiantes, por incorporar la movilidad durante los estudios, sin embargo hasta ahora las principales barreras son el financiamiento, el dominio del idioma respectivo y la escasez de convenios internacionales. Actualmente las universidades están efectuando esfuerzos y aplicando estrategias para superar paulatinamente estas dificultades y, particularmente los convenios de desempeños del Mecesup en el ámbito de la internacionalización, tienen orientados sus objetivos en este sentido.
- c) *Dominio del idioma inglés*: Asociado con el punto anterior, las universidades están conscientes de la necesidad de reforzar el dominio del idioma inglés y paulatinamente los planes de estudio han ido generando espacios para incorporar asignaturas para ello. Sin embargo pese a que los estudiantes las aprueban sin mayor dificultad, ello no se traduce en el nivel de dominio que se desea. Al respecto los mejores resultados lo han estado obteniendo algunas universidades que han utilizado plataformas computacionales en lugar de la enseñanza tradicional, y asociado con una certificación del nivel adquirido a través de instrumentos internacionales reconocidos.
- d) *Reforzamiento de la formación práctica*: La tendencia en los países europeos, y también en los países asiáticos, es reforzar la formación práctica a través de proyectos con el sector productivo y de estadías supervisadas en las empresas de hasta un semestre como parte de la formación de los ingenieros. En Chile esta modalidad se reduce a prácticas de verano, en muchos casos sin una adecuada supervisión, e incluso son numerosas las carreras que aún no contemplan la práctica pre profesional en forma obligatoria.
- e) *Desarrollo de competencias emprendedoras*: El ejercicio de la ingeniería en el medio global requiere competencias propias del emprendimiento, tales como desenvolverse en un medio altamente competitivo, asumir riesgos en forma permanente, sobreponerse a escenarios desventajosos y a situaciones imprevistas, entre otras. La incorporación temprana de las competencias emprendedoras en la formación de los ingenieros, es una herramienta indispensable para que el futuro profesional pueda enfrentar con éxito su inserción en el medio global.
- f) *Desarrollo de la capacidad de trabajo interdisciplinario*: En el medio global el ingeniero se ve enfrentado a interactuar con una diversidad mucho mayor de profesionales de distintas

especialidades que lo que en general sucede en un sector productivo específico, por lo que en este caso se requiere una mayor capacidad de trabajo interdisciplinario. Considerando que debido al avance del conocimiento en las últimas décadas la formación de los ingenieros en las universidades ha transitado hacia una mayor especialización y a la creación de nuevas carreras, el trabajo interdisciplinario emerge como una necesidad que cobra cada vez mayor relevancia, por lo que las actividades académicas deben considerar esta modalidad de trabajo entre los estudiantes, de manera tal que adquieran tempranamente la habilidad para interactuar con otras disciplinas.

g) *Desarrollo de los postgrado*: Los ingenieros de los países desarrollados que participan en el mercado global en general poseen estudios de postgrado, la mayoría de ellos a nivel de doctorado. Ello exige de parte de los ingenieros chilenos el mismo nivel de perfeccionamiento para desenvolverse adecuadamente en este medio. Para aumentar la cantidad de magister y doctores en ingeniería, es indispensable reducir la duración de los estudios de pregrado, tanto real como nominal, ya que el excesivo tiempo promedio de permanencia en las carreras desincentiva a los recién egresados a incorporarse a programas de postgrado.

### **3. CONCLUSIONES**

Los servicios globales de ingeniería constituyen una mega tendencia, en plena expansión, y se proyecta como la “promesa laboral del siglo XXI” para los ingenieros. Este escenario representa una oportunidad para la inserción en el contexto internacional de los ingenieros chilenos. Sin embargo existen varias brechas que dificultan esta participación, tales como el aseguramiento de la calidad de los profesionales, la homologación de los títulos de ingeniería y el desarrollo de competencias para desenvolverse en ambientes multiculturales. Las universidades tienen un importante desafío para superar buena parte de estas brechas, orientando la formación de los ingenieros para el mercado global.

### **4. BIBLIOGRAFÍA**

1. “La globalización de los servicios de ingeniería originados en Chile”, Comisión Globalización de los Servicios de Ingeniería del Instituto de Ingenieros de Chile (J. Yutronic, J.C. Barros, B. Behn, R. Benavente, L. Cárcamo, R. Epstein, A. López, G. Reinke, J.M. Robles, M. Terán), 2011.
2. “Ingeniería de Exportación”, AIC, Asociación de Empresas Consultoras de Chile A.G., 2014
3. “Exportaciones chilenas en ingeniería repuntan por primera vez en tres años”, Revista Minería Chilena, junio 2016.
3. “Capital humano para la competitividad, el caso de la Ingeniería Civil”, Comisión Capital Humano del Instituto de Ingenieros de Chile (I. Álvarez, R. Benavente, L. Hevia, H. Kaschel, X. Vargas), 2013
4. Tuning Universidades Chilenas, Comparación de los resultados del conjunto de América Latina, Programa Mecesusup, Ministerio de Educación, 2006.