

CURSOS DE PROYECTOS APLICADOS EN INGENIERÍA CIVIL ACÚSTICA Y SU APOORTE A COMPETENCIAS PROFESIONALES.

Enrique Suárez; Rodrigo Torres; Jorge P. Arenas; Jorge Cárdenas.
Instituto de Acústica, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile
Campus Miraflores, Valdivia. enriquesuarez@uach.cl

RESUMEN

La carrera de Ingeniería Civil Acústica pertenece a una escuela que ha tenido tres carreras en sus 50 años de historia: Ing. Ejecución en Sonido, Ing. Acústica y desde 2001 Ing. Civil Acústica. El desarrollo y adaptación al campo laboral incentivó buscar estrategias de enseñanza-aprendizaje con metodologías activas en el plan de estudios. En especial, desde el año 2009 se ha incorporado el aprendizaje por proyectos en diferentes cursos, donde el estudiante simula el ejercicio de la profesión en diversas áreas de trabajo. Cada curso de Proyecto se desarrolla durante un semestre, pudiendo el estudiante escoger los tres primeros proyectos entre seis temáticas distintas. Adicionalmente, debe aprobar un cuarto de mayor complejidad, el cual incluye varias áreas de trabajo de la especialidad.

A partir de una encuesta a titulados, egresados y estudiantes se evaluó el aporte de estos cursos a la formación profesional del Ingeniero Civil Acústico, con buenos resultados. La estrategia de desarrollar trabajos aplicados que simulan una futura situación laboral, permite fortalecer competencias profesionales como aquellas evaluadas en los procesos de acreditación de las carreras de ingeniería.

PALABRAS CLAVES: Metodologías Activas, Proyectos, Competencias Profesionales, Perfil de Egreso.

INTRODUCCIÓN

La carrera de Ingeniería Civil Acústica se dicta desde el año 2001 en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería en la Universidad Austral de Chile. A lo largo de los años, su plan de estudios ha sufrido cambios y ajustes atendiendo el modelo curricular de la universidad y la demanda del mercado laboral para la especialidad [UACH 2010].

Se han realizado ajustes curriculares en la carrera orientados a la adquisición de atributos claves del ingeniero moderno, como la comunicación, gestión, trabajo en equipo, entre otros [McHenry et. al. 2005]. El aprendizaje de estas competencias interpersonales se ha vuelto una parte integrante del programa de ingeniería, como lo demuestran los criterios de evaluación de carreras en los Estados Unidos y Europa [ABET 2012] [UKEC 2012]. En Chile, la Comisión Nacional de Acreditación describe también los objetivos de aprendizaje en términos de competencias [CNA 2012], y un cambio de un programa por contenidos a un sistema por competencias [Mills, Treagust 2003] [McHenry et. al. 2005] [De Graaff, Kolmos 2003]. Por este motivo, el año 2005 se inicia una reformulación curricular, en el marco del proyecto MECESUP "Mejoramiento de la calidad en la formación de ingenieros implementando currículos basados en competencias" desarrollado por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Austral de Chile.

La inclusión de metodologías activas de aprendizaje ha sido gradual, y se ha plasmado específicamente en un tipo de cursos basados completamente en el Aprendizaje por Proyectos (ApP). Estos cuatro cursos de proyectos aplicados, tres de los cuales se escogen de una

oferta de seis y uno de carácter obligatorio en el último semestre, se trabajan en los cinco últimos semestres de la carrera.

DESARROLLO

El aprendizaje basado en proyectos obliga al estudiante a enfrentar experiencias complejas, que debe resolver para llevar a cabo una planificación y diseño previo, generalmente, de trabajos que no ha ejecutado antes [Jabif 2007]. Entre las habilidades que deben desarrollar, destacan el aprendizaje autónomo, capacidad de expresión oral y escrita, capacidad de autoevaluación, planificación del tiempo, y planificación por proyectos.

INGENIERIA CIVIL ACUSTICA PLAN DE ESTUDIOS 2016

| BACHILLERATO | | | | LICENCIATURA | | | | TITULACIÓN PROFESIONAL | | |
|-------------------------------|----------------------------------|---|---|---|---|--|---------------------------------------|-----------------------------|--|----------------------|
| I SEMESTRE | II SEMESTRE | III SEMESTRE | IV SEMESTRE | V SEMESTRE | VI SEMESTRE | VII SEMESTRE | VIII SEMESTRE | IX SEMESTRE | X SEMESTRE | XI SEMESTRE |
| Taller de Sonido I | Taller de Sonido II | Taller Introducción al Audio Profesional | Taller Introducción a la Acústica | Fundamentos de Acústica | Control de Ruido | Acústica Arquitectónica | Acústica Ambiental | Ultrasonido | Optativo 1 | Práctica Profesional |
| Geometría para Ingeniería * | Álgebra Lineal para Ingeniería * | Ecuaciones Diferenciales para Ingeniería * | Sistemas Audiovisuales | Imagen e Iluminación | Procesamiento Digital de Señales | | Aislamiento y Análisis de Vibraciones | | Optativo 2 | Teoría |
| Álgebra para Ingeniería * | Cálculo I para Ingeniería * | Cálculo II para Ingeniería * | Métodos Numéricos para Ingeniería * | Matemática Avanzada para Ing. | Gira Temprana de Estudios | Proyecto Acústico 1 ** | Proyecto Acústico 2 ** | Proyecto Acústico 3 ** | Proyecto Integrado Ing. Civil Acústica | Gira de Estudios |
| Química para Ingeniería * | Programación I * | Programación II * | Estadísticas y Probabilidades para Ingeniería * | Refuerzo Sonoro | Electroacústica | Técnica de Grabación I | Técnica de Grabación II | Práctica de Refuerzo Sonoro | Cajas Acústicas | |
| Educación Física y Salud * | Física I para Ingeniería * | Física II para Ingeniería * | Física III para Ingeniería * | Electricidad y Electrónica Funcional I | Electricidad y Electrónica Funcional II | Representación Gráfica de Sistemas Acústicos | | Método de Elementos Finitos | Anteproyecto de Fin de Carrera | |
| Museología | | Lenguaje y Entrenamiento Auditivo Musical I | Lenguaje y Entrenamiento Auditivo Musical II | Introducción a la Armonía Tradicional y Moderna | Estrategias de Análisis Musical | Apreciación Musical | Técnicas de Escucha y Cultura Musical | Transferencia de Calor | Control Climático en Construcción | |
| Comunicación Idioma Español * | Comunicación Idioma Inglés * | * Asignatura Común de Bachillerato | | | | Administración de Empresas | Evaluación de Proyectos | Economía General | Estrategia de Empresas | |

REQUISITOS

Requisitos de Graduación:

- Bachiller en Cs. De la Ingeniería: 4 Primeros Semestres Aprobados.
- Licenciado en Cs. de la Ingeniería: 8 Primeros Semestres Aprobados.

Requisitos de Titulación:

- Plan de Estudios Aprobado. Práctica Profesional Aprobada. Tesis Aprobada.

** Opciones de Elección Para Proyecto Acústico (Mínimo 3)

| | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Proyecto Control de Ruido | Proyecto Acústica Arquitectónica |
| Proyecto Acústica Ambiental | Proyecto de Refuerzo Sonoro |
| Proyecto de Post Producción Audio | Proyecto Audiovisual |

Figura N° 1. Plan de Estudios de Ingeniería Civil Acústica.

Asignaturas de Proyectos

Los cursos semestrales contemplan cuatro horas semanales pedagógicas de actividad semipresencial, más otras de trabajo autónomo. Los cursos de proyectos ofrecidos son: Control de Ruido, Acústica Ambiental, Acústica Arquitectónica, Refuerzo Sonoro, Post-producción de Audio y Audiovisual, donde existe un profesor responsable en cada curso. El cuarto Proyecto que deben cursar corresponde al Proyecto Integrado de Ingeniería Civil Acústica, que incorpora más de un área del saber de la ingeniería acústica, y está a cargo de una comisión evaluadora compuesta por tres profesores.

Los cursos de proyectos trabajan en los dominios del perfil de egreso vinculados a formular y resolver problemas de diseño en ingeniería acústica, asumir las estrategias más razonables

para el estudio y la solución de problemas, y desarrollar habilidades para usar representación gráfica, visual, tecnologías de información y comunicación.

Metodología de Trabajo

Dependiendo del tipo de curso, el estudiante se enfrenta al inicio del semestre con el desafío de diseñar su trabajo bajo ciertas pautas y recomendaciones, o de asumir un tema propuesto para ese curso en particular. Se le entregan elementos de guía, contexto, búsqueda de bibliografía, ejemplo de otros proyectos (que pueden, incluso, continuar proyectos de semestres anteriores), etc. El diseño del proyecto se realiza bajo una estructura de presentación y avances del trabajo, con entregas de informes parciales, y jornadas de presentación y discusión del desarrollo del proyecto. Su desarrollo contempla actividades de terreno, laboratorio, consulta de bibliografía y distintas fuentes de información, etc. Se intenta que los proyectos resuelvan situaciones reales, y si deben ser ficticias (justificadas por el alcance temporal del semestre), éstas deben ser lo más parecidas a aquellas que encontrarían en el ejercicio profesional.

La evaluación de cada curso contempla una pauta de evaluación previamente conocida por los estudiantes, y se distribuye en:

- Proyecto: Presentación + Informe (pondera 15%),
- Avance 1: Presentación + Informe (pondera 25%)
- Avance 2: Presentación + Informe (pondera 25%)
- Informe Final: Presentación + Informe + Póster (pondera 35%)

Además, la calificación del Informe Final deberá ser igual o superior a 4,0 para aprobar el curso. Si el Informe Final no es aprobado, se requerirá una segunda versión del mismo, la que debe cumplir con la condición de aprobado. La nota máxima que se puede optar en esta oportunidad, es un 4,0 como nota final del curso.

Exposición de Trabajos y su Impacto

Anualmente se escogen trabajos de los siete cursos de proyectos y se realiza una exposición en formato póster a la comunidad universitaria de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería. La muestra permite exponer las diversas áreas de trabajo de la profesión, con temas que podrían transformarse en trabajos de fin de carrera y tipos de práctica profesional. Además, orienta a los estudiantes más jóvenes sobre la riqueza del ejercicio profesional. (http://www.acusticauach.cl/?page_id=4852).

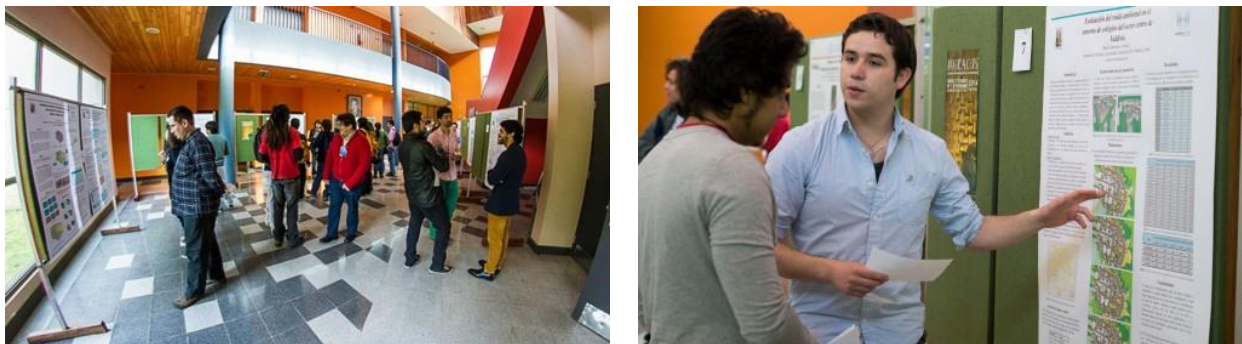


Figura 2. Registro de Expo-Proyectos Acústicos, actividad anual desde 2010.

RESULTADOS

a) Evaluación de Cursos

En agosto de 2013 se les solicitó a los estudiantes que han realizado alguna de las asignaturas de proyectos, que contestaran un cuestionario. El universo de estudiantes que podrían responder superaba levemente los cuarenta, y se obtuvieron 31 cuestionarios contestados. El alumno pudo realizar uno o más cursos de proyectos, puede haber egresado o no, o bien estar ya titulado. Se recolectaron 106 opiniones de los cursos [Suárez et. al 2013]. Para el año 2016 respondieron el mismo cuestionario 28 estudiantes logrando un total de 110 evaluaciones de cursos. Sólo 4 estudiantes contestaron la encuesta del año 2013 y el 2016.

Tabla 1. Estudiantes que respondieron el cuestionario

| | 2013 | 2016 |
|--|------|------|
| Total Estudiantes que respondieron la Encuesta | 31 | 28 |
| • Estudiantes actualmente con cursos | 9 | 4 |
| • Estudiantes egresados (tesistas) | 17 | 12 |
| • Titulados | 5 | 12 |
| Total de opiniones/evaluaciones de cursos | 106 | 110 |
| Promedio de cursos realizados por estudiante | 3,4 | 3,9 |

En la Tabla 2 se muestra la evaluación de los estudiantes respecto a los aspectos consultados para los proyectos en ambos años. Destaca una buena evaluación de los cursos, cuyo promedio para ambos años, corresponde a un 6,0 (2013 y 2016).

Tabla 2. Opinión de estudiantes sobre calidad de cursos de proyectos años 2013 y 2016

| | P1 | | P2 | | P3 | | P4 | | P5 | | P6 | | P7 | | PRO MED |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2013 | 2016 | 2013 | 2016 | 2013 | 2016 | 2013 | 2016 | 2013 | 2016 | 2013 | 2016 | 2013 | 2016 | |
| 1. Utilidad del curso respecto al plan de estudios | 6,0 | 5,9 | 6,0 | 5,6 | 6,4 | 6,7 | 6,8 | 6,6 | 6,3 | 5,7 | 6,0 | 5,4 | 6,8 | 6,9 | 6,2 |
| 2. Calidad aprendizaje logrado en el curso | 5,2 | 5,0 | 5,3 | 5,2 | 5,9 | 5,9 | 6,6 | 6,5 | 6,0 | 5,9 | 6,1 | 5,8 | 6,5 | 6,2 | 5,9 |
| 3. Nivel profesional alcanzado en el curso | 5,2 | 5,2 | 5,2 | 5,0 | 5,8 | 6,0 | 6,4 | 6,2 | 5,7 | 6,0 | 5,7 | 5,3 | 6,3 | 6,0 | 5,7 |
| 4. Dominio práctico/teórico logrado en el curso | 5,6 | 5,2 | 5,5 | 5,0 | 5,9 | 5,8 | 6,4 | 6,3 | 6,1 | 5,8 | 6,0 | 5,5 | 6,2 | 6,2 | 5,8 |
| 5. Acceso a equipamiento y herramientas para realizar el proyecto | 5,9 | 5,6 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 6,2 | 6,4 | 6,5 | 6,7 | 6,2 | 6,4 | 6,9 | 6,8 | 6,4 | 6,3 |
| 6. Calidad y actualización de las aplicaciones (software) utilizados | 5,1 | 4,9 | 5,5 | 5,8 | 5,6 | 5,8 | 6,4 | 6,3 | 6,6 | 6,4 | 6,6 | 6,3 | 6,2 | 5,7 | 5,9 |
| 7. Apoyo que brindan los académicos en el curso | 4,8 | 5,4 | 5,3 | 6,2 | 6,2 | 6,4 | 6,5 | 6,8 | 6,5 | 6,2 | 6,2 | 6,5 | 6,2 | 6,5 | 6,1 |
| 8. Método de evaluación | 5,1 | 4,5 | 5,5 | 5,6 | 6,1 | 6,2 | 7,0 | 6,6 | 6,7 | 6,1 | 6,0 | 6,6 | 6,6 | 6,6 | 6,1 |
| Promedio curso | 5,3 | 5,2 | 5,5 | 5,6 | 6,0 | 6,1 | 6,6 | 6,5 | 6,3 | 6,0 | 6,1 | 6,0 | 6,5 | 6,3 | 6,0 |
| Cantidad de opiniones | 23 | 25 | 6 | 5 | 28 | 26 | 16 | 17 | 11 | 9 | 10 | 8 | 13 | 20 | |

Tabla 3. Opinión de estudiantes sobre tiempo dedicado a cursos de proyectos años 2013 y 2016

| ¿Cuántas horas semanales le dedicaste promedio en el semestre? | P1 | | P2 | | P3 | | P4 | | P5 | | P6 | | P7 | | PRO MED |
|--|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|
| | 2013 | 2016 | 2013 | 2016 | 2013 | 2016 | 2013 | 2016 | 2013 | 2016 | 2013 | 2016 | 2013 | 2016 | |
| Horas presenciales | 3,6 | 4,2 | 3,2 | 4,8 | 3,8 | 4,2 | 4,1 | 3,8 | 3,5 | 4,2 | 3,1 | 3,1 | 4,3 | 4,1 | 3,9 |
| Horas de trabajo autónomo | 4,1 | 3,6 | 4,3 | 3,4 | 5,0 | 4,2 | 5,4 | 5,1 | 7,2 | 5,1 | 4,2 | 4,9 | 7,2 | 5,8 | 5,0 |
| Cantidad de opiniones | 23 | 25 | 6 | 5 | 28 | 26 | 16 | 17 | 11 | 9 | 10 | 8 | 13 | 20 | |

En la Tabla 3 se aprecia una distribución de las horas de dedicación a cada asignatura, según los estudiantes. Se observa que no hay homogeneidad en la dedicación entre los cursos, que se explica por la diversidad de los tipos de proyecto. Sin perjuicio de estas diferencias, es un aspecto que debe ajustarse una cantidad de acuerdo al diseño de los cursos. De un año a otro, hay una tendencia a disminuir los tiempos de trabajo autónomo, lo que ha sido positivo, pero aún debe mejorarse. El trabajo presencial (cuya asistencia es libre) está alrededor de 4 horas semanales.

Respecto a las evaluaciones de los cursos, los profesores indican que algunos estudiantes presentan mayor facilidad al trabajo autónomo que otros, y ese factor influye en los resultados del curso. También intervienen fuertemente habilidades de trabajo en equipo (en algunos cursos, los proyectos son grupales) y las competencias en comunicación (oral y escrita).

Los niveles de guía o supervisión al estudiante difieren dependiendo del tipo de trabajo que desarrolla y de sus competencias para tomar decisiones oportunas y fundadas. El avance de los cursos de proyectos ha permitido ir incorporando este tipo de experiencias en cursos iniciales de la carrera (Talleres), con buenos resultados.

b) Aporte de los cursos a las competencias profesionales

Con motivo del proceso de autoevaluación de la carrera de Ingeniería Civil Acústica, se incluyó en la encuesta del año 2016 preguntas sobre el aporte de estos cursos a las competencias profesionales. Los resultados se muestran en forma gráfica en las Figuras 3 y 4, y en la Figura 5, la opinión de los empleadores sobre las competencias de los Ing. Civiles Acústicos.

La Figura 3 muestra que para un 100% de los encuestados los cursos de Proyecto fueron útiles y/o relevantes para la formación o para el desempeño como profesional. Un 96% de los encuestados afirman que la formación recibida en los cursos de Proyecto complementa de manera suficiente la formación profesional para enfrentar al mundo laboral, que tienen un aporte fundamental en las características que reúne un egresado de la carrera y que son un contribución imprescindible para que los egresados puedan conciliar adecuadamente el conocimiento teórico y el práctico.

En la Figura 4, se observa que para un 100% de los encuestados los cursos de Proyecto aportan al logro satisfactorio de las competencias de comunicación, solución de problemas, autoaprendizaje e iniciativa personal en su formación profesional. Un 96% opina que aportaron para lograr satisfactoriamente la competencia de pensamiento crítico, y un 85% para la competencia de sensibilidad estética. Un 81% de los encuestados opina que estos cursos aportaron para lograr satisfactoriamente la competencia de interacción social, formación y consistencia ética. Finalmente, un 78% opina que los cursos aportaron para lograr satisfactoriamente la competencia de pensamiento globalizado y un 70% para su formación ciudadana.

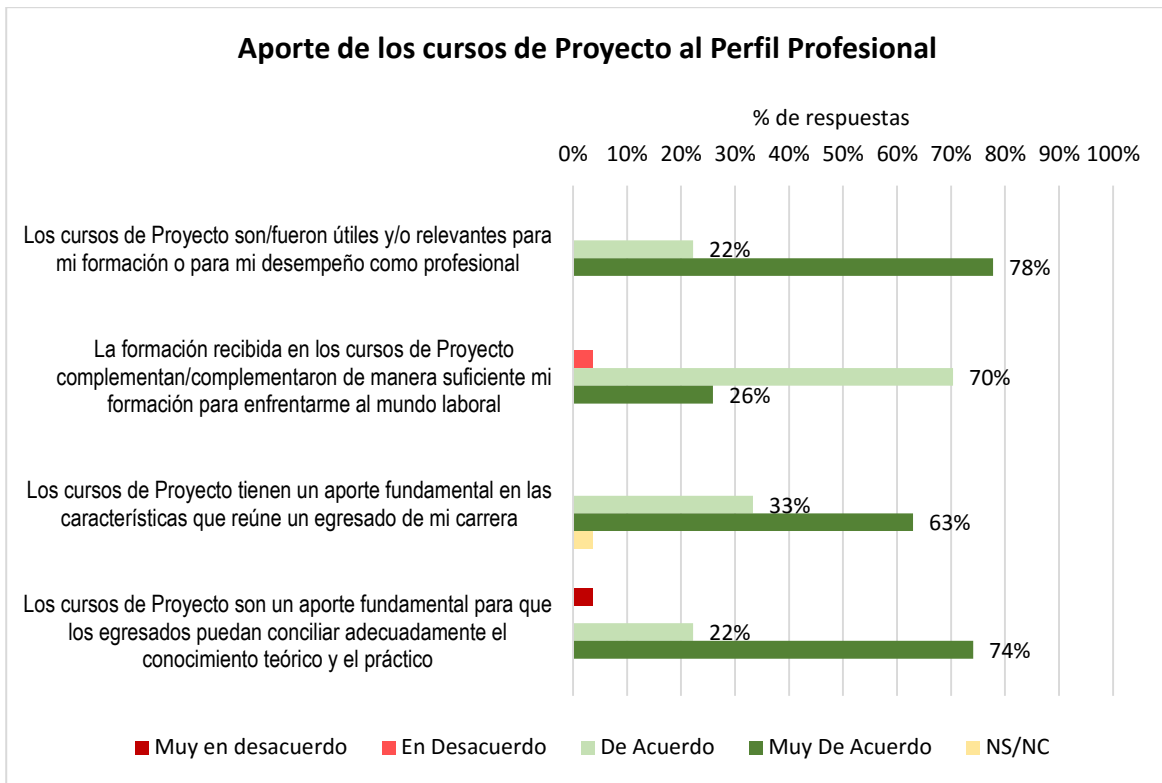


Figura 3. Gráfico de aporte de los cursos de Proyectos al Perfil Profesional

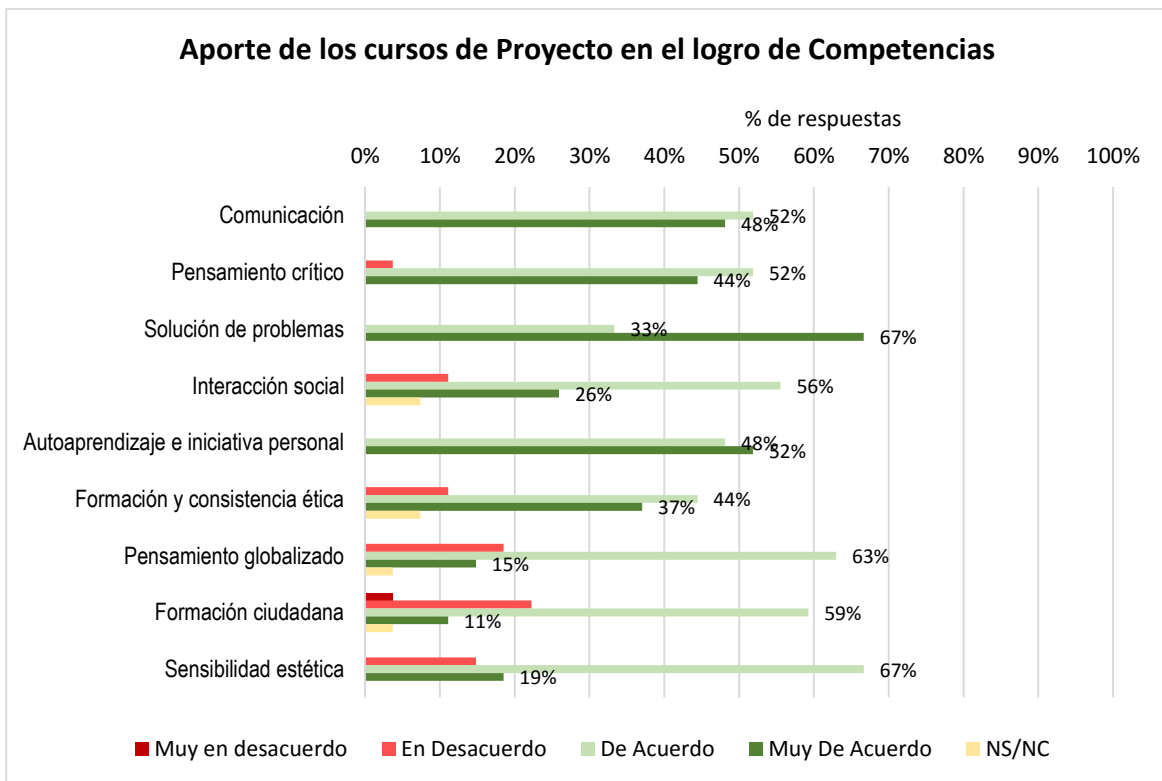


Figura 4. Gráfico de aporte de los cursos de Proyectos a Competencias Profesionales

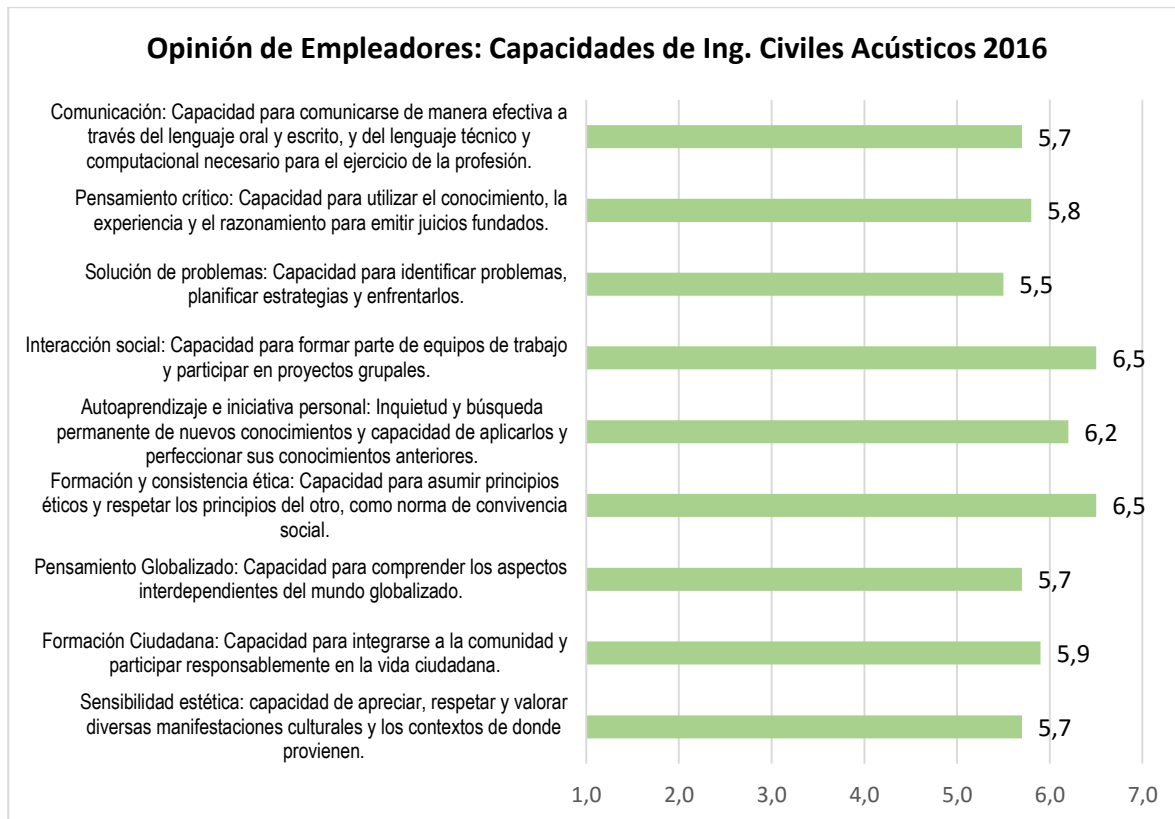


Figura 5. Gráfico de opinión de empleadores sobre Competencias Profesionales de Ing. Civil Acústico

En cuanto a la formación en capacidades, para empleadores de Ing. Civiles Acústicos, el promedio obtenido en estas preguntas alcanza una nota 5,9. De acuerdo a esto, se aprecia que la mayoría de los aspectos evaluados promedia una nota igual o superior a 5,5. De éstos se destaca la capacidad de los egresados para formar parte de equipos de trabajo y participar en proyectos grupales con nota de 6,5.

CONCLUSIONES

Los cursos de Proyecto de la carrera de Ingeniería Civil Acústica resultan ser una experiencia de aprendizaje valorada positivamente tanto por los estudiantes como los egresados. Por ejemplo, destaca la utilidad del curso en el contexto del plan de estudios, el acceso a equipamiento, el apoyo de los académicos y el método de evaluación. Un aspecto a mejorar es reducir la cantidad de horas de trabajo autónomo, pues es alta y dispar entre los distintos cursos.

Se evidencia una fuerte relación entre el trabajo desarrollado en los cursos y el ejercicio profesional, reflejado en el aporte que estudiantes y egresados le atribuyen a estos cursos en las competencias profesionales. Se confirma que esta metodología es un buen acercamiento del estudiante al ejercicio de la profesión.

Tanto los egresados como los titulados destacan como aportes de los cursos de Proyectos al Perfil Profesional aquellos vinculados a la comunicación, a la resolución de problemas y al autoaprendizaje e iniciativa personal. Esto se refleja en que el 100% de los encuestados están de acuerdo con el aporte de los cursos. Para otras competencias, tales como el pensamiento crítico, interacción social, consistencia ética, pensamiento globalizado y sensibilidad estética, sobre el 80% de los encuestados están de acuerdo del aporte de estos cursos al perfil de egreso.

Por otro lado, las competencias profesionales son muy bien evaluadas por los empleadores, coincidiendo con la opinión de los egresados y titulados.

Estos antecedentes permiten concluir que la inclusión de este tipo de cursos en el Plan de Estudios ofrece un buen espacio de ejercicio y apoyo a la preparación de los estudiantes para enfrentar el mundo laboral.

REFERENCIAS

- [ABET 2012] ABET. Criteria for accrediting engineering programs, 2012 -2013. Disponible en: <http://www.abet.org/engineering-criteria-2012-2013/>, 2012.
- [CNA 2012] Comisión Nacional de Acreditación. Criterios de evaluación para carreras de ingeniería. Disponible en: <http://www.cnachile.cl/wp-content/uploads/2010/07/ingenieria.pdf>, 2012.
- [De Graaff, Kolmos 2003] De Graaff E., Kolmos A. Characteristics of problem-based learning. *International Journal of Engineering Education*, 19(5):657–662, 2003.
- [Jabif 2007] Jabif L. (2007) “La docencia universitaria bajo un enfoque de competencias”. Universidad Austral de Chile.
- [McHenry et. al. 2005] McHenry A., Depew D., Dyrenfurth M., Dunlap D., Keating D., Stanford T., Lee P., Deloatch G. Constructivism: The learning theory that supports competency development of engineers for engineering practice and technology leadership through graduate education. In *Proceedings of the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, 2005.
- [Mills, Treagust 2003] Mills J., Treagust D. Engineering education – is problem based or project-based learning the answer? *Australasian J. of Engng. Educ.*, online publication 2003-04, 2003.
- [Suárez et. al 2013] Suárez E., Torres R., Arenas J.P., Cárdenas J., Poo C., Flores R., Yori A., Barros J. Experiencia de metodologías activas de aprendizaje en base a desarrollo de proyectos aplicados en Ingeniería Civil Acústica. XXVI Congreso Chileno de Educación en Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 23 – 25 de octubre de 2013.
- [UACH 2010] Universidad Austral de Chile, Informe de Autoevaluación Carrera de Ingeniería Civil Acústica, Diciembre 2010.
- [UKEC 2012] UK Engineering Council. The accreditation of higher education programmes. Online at: <http://www.engc.org.uk/education-skills/accreditation/information-for-universities>, 2012.