

PAEE



ALE

10TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM
**PROJECT
APPROACHES
IN ENGINEERING
EDUCATION**

15TH WORKSHOP
**ACTIVE LEARNING
IN ENGINEERING
EDUCATION**

EXPERIMENT, EXPLORE, DISCOVER & DEBATE



PAEE+ALE'2018 | PROCEEDINGS



ALE

TITLE

International Symposium on Project Approaches in Engineering Education
Volume 8 (2018) ISSN 2183-1378

Proceedings of the PAEE/ALE'2018, 10th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE) and 15th Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE)

University of Brasília, Brasília, Brazil - 28 February - 02 March 2018

EDITORS

Rui M. Lima, Valquíria Villas-Boas, André Luiz Aquere, João Mello

PUBLISHER

Department of Production and Systems – PAEE association

School of Engineering of University of Minho, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal

GRAPHIC DESIGN

Twofold design studio (<http://design.twofold.pt>)

ISSN

2183-1378

PAEE/ALE'2018, 10th International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE) and 15th Active Learning in Engineering Education Workshop (ALE) was organized by Faculty of Technology Building, University of Brasília (UnB), in collaboration with PAEE – Project Approaches in Engineering Education Association and Active Learning in Engineering Education Network (ALE).



<http://paeedps.uminho.pt/>



<http://www.ale-net.org/>

This is a digital edition.

PBL and society: University-industry collaborative learning

Maria-Marta Sandoval-Carvajal¹, Fulvio Lizano Madriz², Elena Porras Piedra³, Rita Cortés Ch. ⁴

¹²³⁴ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

Email: msandova@una.cr, flizano@una.cr, maria.porras.piedra@una.cr, rita.cortes.chavarria@una.cr

Abstract

The requirements related to training of former grade students have recently emphasized, since the beginning of their professional practice, not only in development of theoretical knowledge but also in practical matters related of the discipline. Although the continuous university-industry cooperation is not new, constant feedback is now necessary in order to handled the changes in the training process in a correct, timely and beneficial way for everybody. This study explores and analyzes the experience of more than 10 years in the development of software applications made by students of systems engineering courses, in a continuous process of a year and a half, in a real organizations (public and private institutions as well as small and medium, called SMEs). The research focused on the perception of the representatives of the companies participating in this process in relation to the competences of the students as well as the process of exchange of knowledge and technologies. The study used a survey, which was divided in four parts: - characterization of the company and of the person in charge of answer the survey, - the real situation of the Information Technology (IT) department – the perception of students' skills and the general elements of the software project and, lastly, other aspects related to the software project and the students. The results show that a third of the projects have been carried out in organizations that repeat the experience. In addition, there is a great expectation by the companies on the software project that the students develop, not only because the software resulting of the students' project is free, but also because the companies also hope to collect new knowledge about methods of software development, technology used and IT project management, among others topics. Project oriented problem based learning (POPBL) or problem based learning (PBL), in a context where the learning environment goes beyond theory and classroom experiences, and where a university-industry relationship exist, allow to obtain benefits for both the teaching process and the companies. This is something that facilitates the continuous training process of the teacher and the contribution of the university to society.

Keywords: Project oriented problem based learning, problem based learning, POPBL, PBL, industry-university collaboration, perception of students' impact on industry.

PBL y sociedad: Aprendizaje colaborativo universidad-industria

Maria-Marta Sandoval-Carvajal¹, Fulvio Lizano Madriz², Elena Porras Piedra³, Rita Cortés Ch. ⁴

¹²³⁴ Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

Email: msandova@una.cr, flizano@una.cr, maria.porras.piedra@una.cr, rita.cortes.chavarria@una.cr

Resumen

Las exigencias mundiales con relación a la formación de recién graduados han enfatizado en los últimos años no solo en el desarrollo de conocimientos teóricos sino prácticos de la disciplina desde los inicios de su inserción laboral. Si bien no es nueva la continua cooperación universidad-industria, actualmente es necesaria una retroalimentación constante de manera que los cambios requeridos en el proceso de formación sean adecuados, oportunos y beneficiosos tanto para las partes como para la sociedad en general. El presente estudio explora y analiza la experiencia de más de 10 años en el desarrollo de aplicaciones realizadas por estudiantes de cursos de ingeniería de sistemas en un proceso continuo de año y medio en una organización real (instituciones públicas, privadas, así como empresas pequeñas y medianas, denominadas PYMES). La investigación profundizó en la percepción de los representantes de las empresas participantes en este proceso con relación a las competencias de los estudiantes así como del proceso de intercambio de conocimientos y tecnologías. Se aplicó una encuesta que se dividió en cuatro partes: - caracterización de la empresa y del funcionario participante, - situación de las Tecnologías de Información (TI) del departamento, - percepción de las habilidades de los estudiantes y elementos generales del proyecto, - y, finalmente, otros aspectos generales del proyecto y los estudiantes. Los resultados muestran que una tercera parte de los proyectos se ha llevado a cabo en organizaciones que repiten la experiencia. Adicionalmente, existe una gran expectativa por parte de las empresas sobre el proyecto que desarrollan los estudiantes, no solo en cuanto al producto que van a obtener de forma gratuita, si no que esperan que se compartan conocimientos sobre métodos de desarrollo de software, uso de tecnologías y gestión de proyectos de Tecnologías de Información (TI), entre otros. El aprendizaje basado en problemas basado en proyectos (POPBL por sus siglas en inglés) o el aprendizaje basado en problemas (PBL por sus siglas en inglés), en un contexto donde el ambiente de aprendizaje que va más allá de la teoría y del aula, y donde se formaliza una relación universidad-industria, permite obtener beneficios tanto para el proceso de enseñanza así como para las empresas.

Keywords: Aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas, PBL, colaboración industria-universidad, percepción del impacto de los estudiantes en la industria.

1 Introducción

En el contexto actual, las universidades buscan acercarse a la industria con el fin de alinear su desarrollo con las expectativas y necesidades propias de la industria que en la mayoría de los casos recibirá al recurso humano que se forma en la misma universidad.

Al aplicar modelos pedagógicos avanzados tales como el Aprendizaje Basado en Problemas, (PBL, por sus siglas en inglés, Problem Based Learning) donde el ambiente de aprendizaje va más allá de la teoría y del aula, unido a la formalización de una relación universidad-industria, se obtienen beneficios en el proceso de enseñanza aprendizaje y beneficios concretos en las empresas como una contribución de la universidad a la sociedad.

La Universidad Nacional de Costa Rica en la carrera Ingeniería en Sistemas de información con grado de bachillerato imparte tres cursos de Ingeniería, en los cuales los estudiantes realizan un proyecto de desarrollo de software en una empresa.

Este artículo reporta los resultados de una encuesta realizada a 19 representantes de las empresas que han participado en una implementación de PBL en los cursos de Ingeniería de Sistemas. El objetivo del estudio fue explorar la perspectiva de las empresas sobre el efecto del modelo PBL en las habilidades, fortalezas y debilidades de los estudiantes, así como las ventajas y desventajas de la participación de su empresa en dicho modelo.

En el apartado 2 se presentan los fundamentos teóricos de la relación de la Industria y Universidad, luego en apartado 3 se describe el enfoque metodológico, en el cual se delimita el problema de investigación, los

instrumentos y los participantes. Posteriormente, en el apartado 4 se realiza el análisis y discusión de los resultados donde se incluye además el impacto en las empresas según la perspectiva de sus representantes.

Finalmente se presentan las conclusiones que reflejan la reincidencia de las empresas al realizar varios proyectos bajo esta modalidad con PBL, las habilidades que muestran los estudiantes ante las empresas y los aportes a la industria que ellos perciben.

2 Relación de Industria Universidad

Proyectos donde participan las universidades y la industria están ampliamente documentados. Específicamente en el área de las tecnologías de información. Esta relación es compleja ya que las partes buscan objetivos diferentes y se requiere armonizar muchos componentes para lograr beneficios mutuos (Abello, 2007).

A pesar de los elementos que deben de conjugarse, la apertura de las industrias va más allá del apoyo a las universidades, los gerentes muestran apertura a esta relación, considerando el reclutamiento de nuevos talentos así como el intercambio de conocimientos (Moilanen, 2015).

La relación industria-universidad permite mayor conocimiento del mercado laboral y los requerimientos de formación, ya que los empleadores son diversos así como sus necesidades (Lashley, 2011). Aunque con un crecimiento acelerado, la ingeniería de sistemas es un área del conocimiento relativamente nueva, por un lado, la innovación debe ser alentada (Huang, 2017) (Otegui, 2006) pero por otro lado, debe generar utilidades en el menor plazo posible. Como menciona Bodas (2013), este equilibrio se debe buscar a través de un análisis desde diferentes perspectivas de la relación universidad industria.

La transferencia de tecnología es diferente para las organizaciones y los países, pero se ha demostrado sus beneficios para las partes (Gómez, 2013). Desde la perspectiva del proceso enseñanza aprendizaje, las metodologías como el PBL facilitan el desarrollo de habilidades y el trabajo de los estudiantes en organizaciones reales potencia este desarrollo (Aizpun, 2015).

El desarrollo de estas habilidades resulta inherente al contexto de la aplicación del modelo PBL en contextos reales como lo es la industria algo que ha sido reportado ampliamente (Kjærdsdam, 1994) (Mills, 2003) (Moesby, 2005). Particularmente útil para las organizaciones es el desarrollo de la experiencia en los estudiantes algo que motiva a la industria a explorar y consolidar la relación con la academia (Cruz, 2016).

Otro elemento importante de la relación industria universidad es el reciente debate del papel de la academia en el contexto de las demandas y fuerzas del mercado en la sociedad en general. Esta mayor atención de la academia hacia este contexto, unido a la creciente demanda por una proactiva rendición de cuentas al público y al Estado ha generado un vínculo más estrecho entre la educación superior y la industria. Consecuentemente, se han generado cambios en los planes de estudio en donde se potencia el desarrollo de las cualidades personales para la vida y el trabajo de formación por medio de ejemplos reales (Savin-Baden, 2000).

3 Enfoque metodológico

La pregunta de investigación fue ¿cuál es el impacto generado por los proyectos desarrollados en organizaciones reales en la cátedra de ingeniería de sistemas desde la perspectiva de los representantes de las empresas?

Los estudiantes realizan un proyecto que consiste en el desarrollo de una aplicación en una organización real, durante 3 semestres en los cursos de Ingeniería de Sistemas I, II y III respectivamente. Ellos son los responsables de ubicar a las empresas, planear las reuniones, negociar el alcance y los requerimientos, definir la arquitectura, planificar las pruebas, desarrollar los productos de software. El rol del profesor es de facilitador y su relación con la empresa es prácticamente nula.

Para conocer las perspectivas de las organizaciones sobre el impacto de los proyectos desarrollados, se aplicó una encuesta en línea que se dividió en cuatro partes: - caracterización de la empresa y de la persona que completó la encuesta, - situación de las Tecnologías de Información (TI) del departamento - percepción de las

habilidades de los estudiantes y elementos generales del proyecto y la última relacionada con las ventajas, desventajas de la participación en el proyecto y la percepción de fortalezas y debilidades de los estudiantes.

Basados en el programa del curso, plan de estudios (Escuela de Informática, 2004) y la utilización de PBL (Kjærdsdam, 1994), se estableció la siguiente división de competencias y habilidades adquiridas por los estudiantes: a) técnicas (relacionadas con ingeniería de sistemas), b) administración de proyectos y c) habilidades blandas (“comunicación eficaz, trabajo en equipo, flexibilidad, ética profesional, pensamiento creativo, habilidades de liderazgo y paciencia”) (Nichols, (2003))

La encuesta comprendió 38 preguntas en total, de las cuales 22 fueron cerradas, 2 semiabiertas y 14 abiertas. Estas últimas se utilizaron para reforzar las conclusiones resultantes del análisis de las preguntas cerradas, según las variables definidas.

3.1 Población de empresas participantes.

3.2 En la Selección de la muestra

Inicialmente se seleccionaron las empresas donde se contaba con información de contacto (80), luego se trató de ubicar telefónicamente a funcionarios que participaron en el desarrollo del proyecto, resultando 45 empresas de las cuales se seleccionó aleatoriamente un 50%, distribuidas de acuerdo con el porcentaje que representaban por categoría según tamaño en la población de empresas con información de contacto: micro, pequeña, mediana y grande, para un total de 24 personas a ubicar.

Tabla 5 Población de Empresas participantes por clasificación MIDEPLAN (Ministerio de Planificación de Costa Rica), se muestra la información de las empresas que conforman la población de estudio.

3.3 Selección de la muestra

Inicialmente se seleccionaron las empresas donde se contaba con información de contacto (80), luego se trató de ubicar telefónicamente a funcionarios que participaron en el desarrollo del proyecto, resultando 45 empresas de las cuales se seleccionó aleatoriamente un 50%, distribuidas de acuerdo con el porcentaje que representaban por categoría según tamaño en la población de empresas con información de contacto: micro, pequeña, mediana y grande, para un total de 24 personas a ubicar.

Tabla 5 Población de Empresas participantes por clasificación MIDEPLAN(Ministerio de Planificación)

Clasificación	Cantidad	Porcentaje
Microempresa	9	8%
Mediana	29	25%
Pequeña	32	27%
Grande	47	40%
Total	117	100%

En la

Tabla 6 Distribución de empresas seleccionadas y finalmente fue posible contactar a 19 de ellos que representan la muestra estudiada.

Tabla 6 Distribución de empresas seleccionadas

Tipo empresa	Empresas con información de contacto	Empresas ubicadas	Muestra (50%)
Grande	41	26	13
Mediana	16	8	4
Pequeña	19	14	7
Micro	4	0	0
Total	80	48	24

4 Análisis de resultados y discusión

El 73% de las empresas son públicas y en su mayoría (85%) poseen algún tipo de soporte para las TI, en un 78% se utilizaba al menos un sistema de información, aunque no estuviese relacionado con el proyecto a desarrollar. Más de la mitad de las empresas ha tenido contacto con las TI y la mayoría de los participantes (68%) tenían más de 5 años de experiencia en la participación de proyectos de desarrollo de software, se deduce que poseían algún conocimiento relacionado con la participación en este tipo de proyectos, sin embargo la mayoría de los departamentos (79%) procesaban más del 50% de su información de manera manual. También un porcentaje tan alto en procesos manuales podría indicar que el departamento no ha logrado una madurez en TI (ver Tabla 7. Cantidad de empresas según porcentaje de información procesada manualmente en la oficina o departamento)

Tabla 7. Cantidad de empresas según porcentaje de información procesada manualmente en la oficina o departamento

Información procesada manualmente	Cantidad de empresas	Porcentaje
de 0 a 50%	4	21
de 50 a 80%	5	26
de 90 a 100%	10	53
Total	19	100

Con respecto a la pregunta cuál es su percepción sobre una habilidad específica, la escala de posibles respuestas se definió como: totalmente de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo. La habilidad con mayor porcentaje es la que indica que el estudiante posee suficiente formación en aspectos éticos con 94% en totalmente de acuerdo y de acuerdo la más baja es suficiente formación en Administración de proyectos con un 63%.

Con respecto a las habilidades técnicas, modelar procesos de negocio es la más baja con un 68% (en totalmente de acuerdo y de acuerdo). En esta categoría el porcentaje más alto lo tiene el levantamiento de requerimientos, con un 89,5%, siendo congruente con el grado de importancia que se le da al tema en los cursos, igualmente, con 84%, las destrezas relacionadas con adecuada documentación análisis y diseño de sistemas, muestran el énfasis que se da en los cursos a estas áreas.

Retomando los resultados del estudio, los porcentajes de las habilidades con menor porcentaje promedio en desacuerdo y muy en desacuerdo son las relacionadas a la administración de proyectos, con un 64%, porcentaje que requiere de atención, considerando que el de aprendizaje basado en problemas orientado a proyectos, es la filosofía de aprendizaje que se utiliza en la Cátedra de Ingeniería de Sistemas.

4.1 Impacto en las empresas desde su perspectiva.

Se pretende también conocer el impacto en el proceso de transferencia de conocimiento y el beneficio obtenido por la organización, desde la perspectiva de las empresas, así como proponer ajustes para mejorar

el desarrollo del proyecto en función del proceso de aprendizaje, el plan de estudios y los programas de los cursos de Ingeniería de acuerdo con los resultados obtenidos.

Al conocer cuáles conocimientos o habilidades considera que adquirió usted o algún funcionario como parte de la experiencia en este proyecto de desarrollo, la mayoría (42%) los relaciona con aspectos a metodología y gestión de proyectos. En los cursos de Ingeniería de Sistemas I, II y III, los estudiantes están constantemente en contacto con varias herramientas y técnicas de Administración de los proyectos, para lograr un adecuado seguimiento y ejecución de los planes establecidos para el éxito de los proyectos.

Los conocimientos y habilidades tecnológicas (hardware y software) muestran un 26%. Dentro de la categoría de otros conocimientos están el conocimiento de la aplicación, de la relación con estudiantes y aprender a analizar los procesos de la organización que muestran un 16%. El total de personas que realizaron la encuesta que adquirieron algún conocimiento o habilidad es de 84%, evidenciando que existe intercambio entre los participantes en beneficio mutuo.

También con 16% se observa que los participantes indican que no perciben ningún conocimiento adquirido de la experiencia, porcentaje que debe ser analizado ya que uno de los objetivos del trabajo con los estudiantes es lograr un aprendizaje para todos los participantes y que el proyecto no se limite a una actividad pedagógica o requisito para aprobar un curso.

Tabla 8 Conocimientos o habilidades que considera adquirió usted o algún funcionarios como parte de la experiencia en este proyecto de desarrollo

Conocimiento o habilidad	Cantidad	Porcentaje (%)
Tecnológicas relacionadas con el hardware y software	5	26
Metodología, forma de trabajo y gestión de proyectos de desarrollo de software	8	42
Otras	3	16
Ninguna	3	16
Total	19	100

5 Conclusión

Los resultados muestran que una tercera parte de los proyectos se ha llevado a cabo en organizaciones que repiten la experiencia y que existe una gran expectativa por parte de las empresas sobre el proyecto que desarrollan los estudiantes, no solo en cuanto al producto que van a obtener de forma gratuita, si no que esperan que se compartan conocimientos sobre métodos de desarrollo de software, uso de tecnologías y gestión de proyectos de TI, entre otros.

Lo anterior pone en evidencia que los estudiantes realizan actividades y aplican conocimientos, técnicas y herramientas relacionadas con la Administración de Proyectos que transmiten a las empresas, pero la mayoría de los participantes consideran que las habilidades de los estudiantes relacionadas con esta área son insuficientes; situación que amerita un mayor análisis sobre cuáles son las expectativas de las empresas con respecto a este tema y con ello, fortalecer los contenidos y las destrezas de los estudiantes.

El empoderamiento y trabajo independiente de los equipos con las empresas, los lleva a tomar un liderazgo técnico muy útil para las empresas y para el desarrollo de habilidades en los estudiantes.

Al aplicar PBL donde el ambiente de aprendizaje va más allá de la teoría y del aula, unido a la formalización de una relación universidad-industria se muestra que la experiencia ha beneficiado no solo al proceso de enseñanza aprendizaje, sino que ha dado beneficios concretos a las empresas, facilitando la formación de los académicos y brindando un aporte de la universidad a la sociedad. La retroalimentación permanente de la industria con la academia es fundamental para el proceso de mejoramiento continuo de ambas partes.

En el desarrollo con empresas reales, los estudiantes son evaluados por profesionales con experiencia y un nivel de exigencia alto, ellos evalúan a los estudiantes como profesionales. No obstante, la percepción de los representantes de las empresas sobre las habilidades y destrezas del estudiante, como resultado del trabajo conjunto empresa-universidad en el desarrollo de un proyecto, es una percepción con resultados satisfactorios en habilidades específicas y técnicas, cuyos porcentajes motivan a explorar en futuros estudios con el fin de mejorar la percepción de representantes de las empresas.

Futuras investigaciones podrían explorar más a fondo la percepción según los tipos de industria, y realizar análisis más detallados sobre las oportunidades de mejora para la academia desde la perspectiva de los requerimientos de la industria.

6 Referencias

- Abello, R. (2007). Factores claves en las alianzas universidad -- industria como soporte de la productividad en la industrial local: hacia un modelo de desarrollo económico y social sostenible. *Investigación & Desarrollo [en línea]* , 15 (1).
- Aizpun, M. S. (2015). Developing students' aptitudes through University-Industry collaboration. *Ingeniería e Investigación.* , 35 (3), 121-128.
- Bodas, I. A. (2013). University–industry collaboration and innovation in emergent and mature industries in new industrialized countries. *Research Policy* , 42, 443–453.
- Branda, L. (2001). Aprendizaje basado en problemas, centrado en el estudiante, orientado a la comunidad. Universidad de Canadá. (U. d. Salud, Ed.) *Aportes Para un Cambio Curricular en Argentina 2001* , 79-101.
- Cruz, G. D. (2016). How can we prepare future engineers to the labour market? A University-Business Cooperation project using Context and Problem-Based Learning approaches. *Proceeding 8th International Simposium on Project Approaches in Engineering Education /14th Active Learning in engineering education (PAEE/ALE)* , 639-644.
- Escuela de Informatica. (2004). *Plan de estudios de la carrera de Ingeniería de Sistemas*. Heredia: autor.
- Gómez, M. J. (2013). Transferencia de Tecnología Universidad-Industria en los Estados Unidos. *CIMEXUS* , 2 (1), 21-35.
- Huang, M. C. (2017). How can academic innovation performance in university–industry collaboration be improved? *Technological Forecasting & Social Change* , 123, 210–215.
- Kjærdsdam, F. S. (1994). The Aalborg experiment project innovation in university education. . *Aalborg Universitetsforlag* .
- Lashley, C. (2011). University challenge: sharing some experiences of engaging with industry. *International Journal of Contemporary Hospitality Management* , 23 (1), 131-140.
- Mills, J. E. (2003). Engineering education—Is problem-based or project-based learning the answer. *Australasian journal of engineering education.* , 3 (2), 2-16.
- Moesby, E. (2005). Curriculum development for project-oriented and problem-based learning (POPBL) with emphasis on personal skills and abilities. *Global J. of Engng. Educ*, 9(2), 121-128. , 9 (2), 121-128.
- Moilanen, H. .. (2015). Openness in university-industry collaboration: probing managerial perceptions. *European Journal of Innovation Management* , 18 (4), 493-507.
- Nichols, S. P. ((2003)). Engineering entrepreneurship: Does entrepreneurship have a role in engineering education? *Antennas and Propagation Magazine, IEEE* , 45 (1), 134–13.
- Otegui, M. (2006). Relaciones Universidad-Industria: Una Tendencia Al Alza. *Revista de Ciencias Empresariales y Economía*, (5), 45-50. , 5, 45-50.
- Savin-Baden, M. (2000). *Problem-Based Learning In Higher Education: Untold Stories: Untold Stories.* . McGraw-Hill Education (UK).