

RESUMEN

En este artículo se resume el trabajo cooperativo entre dos asignaturas de la carrera de Ingeniería Civil Electrónica de la Universidad Austral de Chile, impartidas en el segundo y décimo semestre, respectivamente, en las cuales el aprendizaje ocurre mediante la ejecución de un proyecto. Desde distintas perspectivas, ambas asignaturas se complementan al colaborar en el diseño y construcción de un mismo artilugio, a lo cual subyace el desarrollo de competencias comunes, pero en distintos niveles. Las tareas asociadas a la ejecución del proyecto requieren implícitamente que se genere comunicación, interacción y/o trabajo en equipo entre estudiantes que están empezando la carrera y otros que la están finalizando. Además, en ambas asignaturas se considera la presentación del trabajo realizado a estudiantes que potencialmente cursarán las asignaturas a futuro, lo cual incentiva a los estudiantes que ya cursan las asignaturas a obtener mejores resultados y, como consecuencia, facilitar en ellos el desarrollo de las competencias objetivo.

PALABRAS CLAVES: Aprendizaje basado en proyectos, Trabajo grupal multinivel, Sinergia interasignatura.

INTRODUCCIÓN

En la malla de la carrera de Ingeniería Civil Electrónica de la Escuela de Ingeniería Civil Electrónica de la Universidad Austral de Chile se encuentra la asignatura ELEB070 “Taller de Ingeniería Electrónica: Tecnología”, la cual pertenece al ciclo Bachillerato y es cursada por estudiantes que están recién en el segundo semestre de la carrera. Por otro lado, la asignatura ELEP233 “Visión Artificial y Redes Neuronales” se ofrece a estudiantes que están finalizando la carrera, ésta es una asignatura de carácter optativo dirigida a estudiantes que cursan el décimo semestre de la carrera, correspondiente al ciclo Profesional.

Un aspecto en común de estas dos asignaturas es que ambas utilizan metodologías de enseñanza basadas en proyectos, trabajo en grupos y aprendizaje basado en problemas, las cuales son técnicas ampliamente utilizadas y adecuadamente presentadas en el texto “La Docencia Universitaria Bajo un Enfoque de Competencias” (Jabif, 2007). De acuerdo a la Dra. Liliana Jabif, el primer método implica al estudiante en experiencias de aprendizaje complejas mediante la ejecución de un proyecto que le exige realizar actividades significativas del campo profesional a fin de adquirir saberes y desarrollar capacidades y competencias. Aquí, frecuentemente, se plantean una serie de tareas en colaboración con otras personas u organizaciones, facilitando capacidades tales como: responsabilidad y compromiso personal, hábitos de trabajo individual y en grupo, comunicación y liderazgo. En cuanto a la segunda técnica, el trabajo en grupos o también llamado método de taller es una forma de “aprender haciendo en grupo” en la cual se elabora, se produce y se transforma el conocimiento cuando éste es puesto a consideración de las personas integrantes del grupo. Este método se utiliza para dar respuestas a preguntas planteadas en las directrices de trabajo, teniendo en cuenta la opinión de todos los miembros del grupo, de tal forma de llegar a tomar decisiones en forma colectiva. Entre sus ventajas, se encuentra el desarrollo del saber cognitivo y operativo, así como del saber ser de relación (saber

escuchar, planificar con otros, tomar decisiones de manera colectiva, sintetizar, diferenciar entre información relevante y no relevante...), por lo cual se transforma en un método de aprendizaje muy relevante para el desarrollo de competencias profesionales. Por último, el aprendizaje basado en problemas puede definirse como un método de enseñanza donde los estudiantes trabajan en forma autónoma y en grupos pequeños, bajo la dirección de un tutor para analizar y resolver un problema seleccionado de la realidad. La resolución del problema permite construir conocimiento que se utilizará para resolver nuevos problemas o situaciones.

Si bien la asignatura ELEB070 se ha venido dictando hace algunos años en la carrera de Ingeniería Civil Electrónica, la asignatura ELEP233 pasó a ser parte del repertorio de asignaturas optativas ofrecidas a la carrera de Ingeniería Civil Electrónica recién a partir del año 2017. Durante el segundo semestre de aquel año, en la asignatura ELEB070 los estudiantes trabajaron en la solución de un problema que los llevó a desarrollar un proyecto consistente en el diseño y construcción de una grúa. Entre los requerimientos se encontraba la construcción de una estructura adecuada (suficientemente robusta para soportar el peso de la grúa y su carga), la incorporación de motores que permitieran moverla y un sistema de mandos que permitiera maniobrar la grúa desde un panel de control. Por su parte, a los estudiantes de la asignatura ELEP233, luego de haber aprendido conceptos relacionados con visión artificial y redes neuronales, se les encomendó la tarea resolver algún problema real que involucrara la aplicación de estos dos conceptos. Una de las grúas en desarrollo estaba siendo guardada en el laboratorio en donde se dictaban las clases de la asignatura ELEP233, entonces surgió la idea de utilizar la grúa e incorporarle cierto grado de autonomía. El proyecto consistiría en equipar la grúa con una cámara que pudiera “ver los objetos” que la grúa fuera a mover y clasificarlos mediante redes neuronales, eligiendo las coordenadas de destino en base al tipo de objeto identificado. De este modo informal, estudiantes de asignaturas en diferentes niveles se vieron trabajando en un mismo proyecto abordado desde diferentes áreas o perspectivas, y experimentaron la necesidad de comunicarse entre ellos, cooperar y llegar a acuerdos. Lo anterior resulta beneficioso para ambos grupos de estudiantes, los cuales se ven enfrentados a situaciones que muy probablemente encontrarán en su vida profesional. El presente artículo describe la experiencia de este trabajo colaborativo informal, y plantea posibles beneficios del desarrollo multinivel de proyectos y de la colaboración entre asignaturas de ingeniería.

ASIGNATURA “TALLER DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA: TECNOLOGÍA” O ELEB070.

COMPETENCIAS.

La asignatura ELEB070 declara trabajar en el desarrollo de las siguientes dos competencias del perfil de egreso de la carrera de Ingeniería Civil Electrónica:

- C1a: Trabajar las actividades de aprendizaje en equipos disciplinares.
- C2a: Demostrar habilidades, conocimientos y aptitudes del proceso de comunicación oral y escrita en idioma español.

UNIDADES DE APRENDIZAJE.

Las actividades educativas de la asignatura están divididas en dos unidades de aprendizaje.

Unidad de Aprendizaje 1: Realización de proyecto.

En esta primera unidad se espera que se desarrollen las siguientes actividades o se realicen los siguientes avances:

- Solución de problemática en ingeniería en sus diferentes fases de desarrollo.
- Diseño de posibles soluciones a la problemática planteada.

- Implementación de una solución escogida de los diferentes diseños.
- Aplicación de la solución planteada.

Unidad de Aprendizaje 2: Aplicación de las leyes de la estática.

En la unidad 2 se espera que los estudiantes logren:

- Validar experimentalmente la solución en el proyecto unidad 1.
- Caracterizar los tipos de movimiento rectilíneos que se identifican en el proyecto de la unidad 1.

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE.

Con respecto a la evaluación de la asignatura, se utilizan 2 tipos de evidencias de aprendizaje: Evidencias de producto y evidencias de conocimiento. En general, el objetivo de estas evidencias es el reportado por la Dra. Magalys Ruiz Iglesias en (Ruiz, 2008) y descritos brevemente a continuación.

Las evidencias de producto se utilizan para poder determinar cómo se ha dado el aprendizaje en relación con el contexto de aplicación y específicamente cómo se ha dado la congruencia entre contexto de aprendizaje y contexto de aplicación, que no es más que el logro de correspondencia entre lo que se enseña y lo que se aprende.

A su vez, las evidencias de conocimiento deben proyectarse en dos direcciones fundamentales:

1. Cómo se están comportando los niveles de competencia a nivel interpretativo, argumentativo y propositivo. Frente a determinados problemas.
2. El conocimiento y comprensión de conceptos, teorías, procedimientos, técnicas y todo aquello que evidencia que el desempeño no ha sido casual, para lo cual debe evidenciar, además, que está informado, que ha buscado información para hacer juicios multidisciplinares y combinar el conocimiento, que puede comunicarse de manera fluida, coherente y en función de los receptores, que tiene técnicas de estudio, reflexión y autoevaluación.

Las evidencias de producto utilizadas en la asignatura ELEB070 son:

- Informe: En formato de artículo IEEE y con un máximo de 10 páginas, está compuesto por resumen, introducción, marco teórico, desarrollo práctico, resultados, conclusiones y referencias.
- Bitácora: Este producto está integrado por un registro diario de actividades en donde los estudiantes indican los aspectos principales en los que trabajaron en cada clase y evalúan el cumplimiento de las tareas comprometidas para cada sesión. Además, se incorpora un plan de tareas, en donde los estudiantes indican las tareas a realizar hasta la próxima clase e identifican al responsable de que se lleven a cabo.
- Póster: Resume el proyecto a desarrollar y es utilizado para presentar el trabajo realizado a estudiantes de enseñanza media, así como también a compañeros y profesores de la asignatura. Se entrega una plantilla a los estudiantes con una estructura compuesta por objetivo general, objetivos específicos, metodología utilizada, resultados y conclusiones.

Con respecto a las evidencias de conocimiento utilizadas en la asignatura, podemos encontrar:

- Exposición de resultados utilizando herramientas de ofimática, uso de rúbricas de taller práctico.

- Presentación del proyecto a estudiantes de enseñanza media y a la comunidad académica en general.

PROYECTO.

El proyecto a desarrollar en la asignatura ELEB070 considera los objetivos, desafío y especificaciones presentadas a continuación.

Objetivo general: Aplicar los principios físicos y matemáticos al funcionamiento de una grúa torre autosustentable.

Objetivos específicos:

1. Investigar los diferentes tipos de grúas torres existentes en diferentes ámbitos y en particular en la construcción de edificios de altura.
2. Analizar las tensiones de los cables de la torre dependiendo de la posición de la carga en la grúa.
3. Estudiar el contrapeso de la grúa en caso extremo.
4. Identificar los tipos de colapso que se pueden tener al aplicarle a la carga una aceleración no adecuada.
5. Estudiar los movimientos de traslación horizontal y vertical de una carga en casos extremos.
6. Analizar la velocidad límite de frenado bajo ciertas restricciones.
7. Averiguar lo que ocurre con los contrapesos a medida que el carro se acerca al eje vertical de la torre.
8. Estudiar el movimiento de rotación de la pluma en diferentes ubicaciones de la carga.
9. Analizar el movimiento de la pluma en los tres grados de libertad.

DESAFÍO

Deberá estudiar, diseñar, y construir una grúa a escala (de preferencia tipo pluma), que le permita cumplir con todos los objetivos señalados.

Especificaciones:

- Puede hacer uso de todo tipo de materiales, de preferencia reciclados.
- Para generar los movimientos que caracterizan la grúa puede incorporar tecnología como engranajes, motores de CC, paso a paso, sistemas de control tales como Arduinos, etc.
- Durante todo el proceso de desarrollo del DESAFÍO cada equipo puede solicitar reuniones de trabajo con los profesores responsables con el propósito de aclarar dudas, el no hacer uso de este derecho no lo exime de responsabilidad en caso de documentación que sea insuficiente o poco clara entregada para este desafío.

Los estudiantes de la asignatura formaron grupos de trabajo y comenzaron a trabajar en el proyecto. Cada grupo pudo debatir y tomar decisiones de diseño e implementación, generando distintas versiones de la grúa. En la Fig. 1 pueden observarse los grupos de trabajo en acción.



Figura N° 1. Trabajo grupal en taller.

Producto del trabajo en taller, los estudiantes lograron desarrollar sus grúas y conocer el marco teórico que respalda su construcción y operación. El fruto de este trabajo demuestra el grado de incorporación de la competencia C1a (trabajar las actividades de aprendizaje en equipos disciplinares) en los estudiantes. La demostración de la competencia C2a (demostrar habilidades, conocimientos y aptitudes del proceso de comunicación oral y escrita en idioma español) se realiza a partir del informe escrito (comunicación escrita) y a través de una presentación de póster a la comunidad académica (comunicación oral). En la Fig. 2 puede verse a los estudiantes con su grúa y poster, listos para presentar su proyecto.

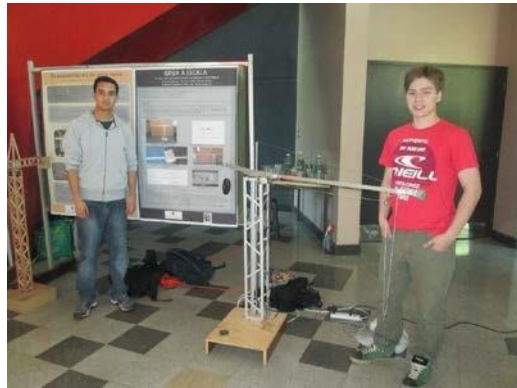


Figura N° 2. Muestra de proyecto a la comunidad académica.

La muestra de los estudiantes está inmersa en una actividad mayor, a la cual anualmente asisten muchos estudiantes de enseñanza media. Esta es una oportunidad perfecta para mostrar a la comunidad las actividades de la carrera y para que los estudiantes de ELEB070 enseñen a los estudiantes de enseñanza media el proyecto que han desarrollado. Esta presentación crea en los estudiantes de la asignatura una sensación de logro, orgullo y satisfacción, ya que se ven a ellos mismos en un pasado reciente reflejados en los estudiantes de enseñanza media y se hace patente el progreso, avance o superación que han experimentado durante su primer año en la carrera. La Fig. 3 muestra a los estudiantes de la asignatura presentando su proyecto a estudiantes de enseñanza media.



Figura N° 3. Presentación del proyecto a estudiantes de enseñanza media.

ASIGNATURA “VISIÓN ARTIFICIAL Y REDES NEURONALES” O ELEP233.

COMPETENCIAS.

La asignatura ELEP233 declara trabajar en el desarrollo de las siguientes competencias específicas del perfil de egreso de la carrera de Ingeniería Civil Electrónica:

- C1b: Identificar aspectos desconocidos del problema proponiendo una solución novedosa y creativa.
- C2b: Plantear la realización de un proyecto, con sujeción a normas y estándares de calidad, alineada a la mejora continua del producto.
- C3b: Definir la solución de un proyecto de ingeniería.
- C4b: Examinar la operación de sistemas evaluando zonas críticas de riesgo.

Estas competencias son netamente compatibles con las trabajadas en la asignatura ELEB070, ya que en ambas asignaturas se trabaja con una problemática de ingeniería y se ejecuta un proyecto con el fin de generar una solución.

UNIDADES DE APRENDIZAJE.

Las actividades educativas de la asignatura ELEP233 están divididas en ocho mini-unidades, en las cuales se trabaja con una modalidad de clase expositiva activa, y una macro unidad consistente en el desarrollo de un mini-proyecto. Esta última unidad, la cual se sintoniza perfectamente con la forma de trabajo de la asignatura ELEB070, se presenta a continuación.

Unidad de Aprendizaje 9: Mini proyecto orientado al desarrollo de aplicación de visión artificial y redes neuronales.

En esta unidad se espera que los estudiantes logren:

- Elaborar con propiedad plan de trabajo, organizando la información relevante para el diseño.
- Organizar componentes.
- Construir sistemas del proyecto.
- Realizar pruebas de aplicabilidad del proyecto.
- Elaborar informe técnico.
- Exponer y fundamentar el proyecto.

Las evidencias de aprendizaje son similares a las de la asignatura ELEB070, ya que en ambos casos se cuenta con evidencias de productos, en la forma de informe y bitácora, y evidencia de conocimiento como exposición de resultados utilizando herramientas de ofimática.

APRENDIZAJE COLABORATIVO.

A pesar de que la asignatura ELEB070 se dicta a estudiantes que están comenzando su carrera, mientras que ELEP233 está dirigida a estudiantes que están por egresar, existen similitudes notables en estas dos asignaturas. Por ejemplo, coinciden en algunas de las competencias de las cuales se hacen cargo, utilizan métodos de enseñanza similares en algunas unidades y tienen evidencias de aprendizaje similares. Sin embargo, lo anterior sólo se hizo patente luego de que una grúa en desarrollo por un grupo de la asignatura ELEB070 fuera guardada “provisoriamente” en el laboratorio donde se imparte la asignatura ELEP233. Al darnos cuenta de que un mismo proyecto podía servir para el trabajo de dos asignaturas, encontramos potencial para facilitar un aprendizaje colaborativo como producto de este trabajo inter-asignatura y multinivel.

Según los autores Sergio Iglesias y José Barba (Iglesias y Barba, 2013) el aprendizaje colaborativo es una metodología que se utiliza con alumnos en grupos, entre los que se establece una colaboración y una relación, obteniendo de esa manera un aprendizaje. Con ello conseguimos que el rendimiento de los alumnos sea mayor, ya que unidos son capaces de ayudarse unos a otros, mejorando de esta manera, siendo más eficaces y optimizando no solo su nivel académico sino también otros factores como los intelectuales o sociales. Al respecto, Huertas y Montero (Huertas y Montero, 2001) declaran que el hecho de poner a trabajar juntos a un grupo de estudiantes con conocimientos y experiencias heterogéneas sería una fuente de desarrollo y aprendizaje más potente que el simple trabajo individual al aumentar la probabilidad de aparición de conflictos entre las estructuras, datos e ideas recogidas y contenidas entre todos los miembros del grupo.

En este contexto, los estudiantes de la asignatura ELEP233 desarrollaron un proyecto, basándose en la grúa diseñada y construida por los estudiantes de la asignatura ELEB070. El trabajo consistió en incorporar una cámara en el extremo del gancho de la grúa con el propósito de capturar imágenes de distintos objetos. Posteriormente, estas imágenes son manipuladas, mediante técnicas de procesamiento de imágenes y redes neuronales, para detectar posición e identificar forma de los objetos y, en base a esta información, transportarlos a puntos predefinidos. La Fig. 4 muestra un esquema general de configuración de hardware del sistema, el cual permite operar la grúa a través de un computador y realizar el procesamiento necesario para que la grúa se mueva en forma autónoma en base a los distintos objetos que se encuentren en un momento dado a su alrededor.

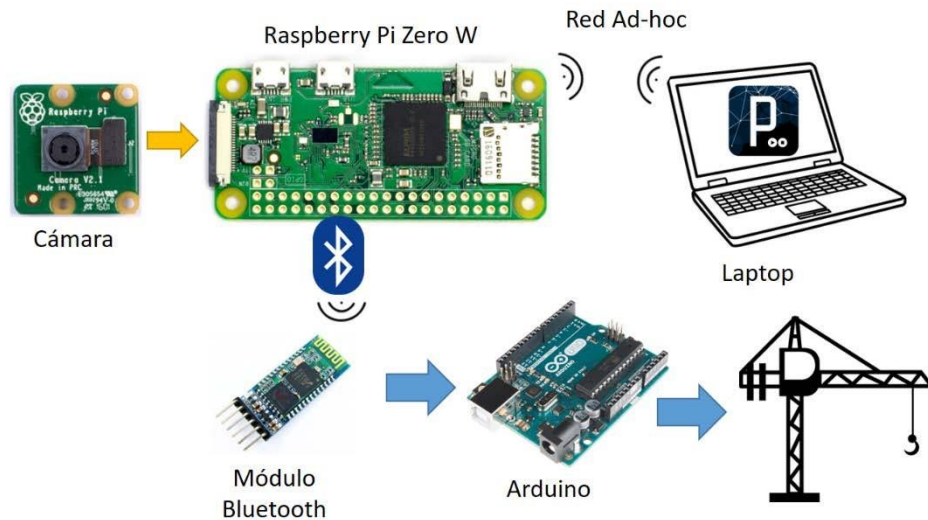


Figura N° 4. Esquema general de configuración del sistema desarrollado.

Por otro lado, la interfaz de control del sistema desarrollado por los estudiantes de la asignatura ELEP233 se despliega en la Fig. 5.



Figura N° 5. Interfaz de reconocimiento de objetos, cálculo de posición y control de grúa.

RESULTADOS

El trabajo colaborativo en diferentes aspectos de un mismo proyecto entre estudiantes de asignaturas en diferentes ciclos de la carrera de Ingeniería Civil Electrónica ha generado informalmente un trabajo en equipo multinivel. Como resultado, observamos las siguientes ventajas:

1. Los estudiantes deben comunicarse con personas que poseen una base distinta de conocimientos, lo cual ocurre debido a los diferentes niveles de la carrera en el que se encuentran los estudiantes de ambas asignaturas. Esto recrea una situación a la que es muy probable que los estudiantes se vean enfrentados cotidianamente en su vida profesional, cuando tengan que formar equipos multidisciplinarios.
2. Los equipos de trabajo se comprometen más con las tareas desarrolladas ya que se dan cuenta de que son una parte de algo mayor. Los estudiantes de ambas asignaturas desean quedar bien ante los ojos de sus compañeros de distinto nivel.

3. Existe un sentimiento de satisfacción en los estudiantes de ambas asignaturas. Los estudiantes de ELEB070 ven en sus compañeros de ELEP233 a un modelo al cual aspirar, mientras que los estudiantes de ELEP233 recuerdan que una vez también estuvieron empezando como sus compañeros de ELEB070 y se dan cuenta de todo lo que han progresado durante la carrera.
4. En términos del producto logrado, se obtiene algo que hubiera sido difícil o prácticamente imposible de obtener por separado (en este caso una grúa autónoma con cierto grado de inteligencia artificial), dado los tiempos involucrados.

CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado una experiencia informal de colaboración inter-asignaturas y multinivel a través del desarrollo de distintos aspectos de un mismo proyecto. Dadas las múltiples ventajas y experiencias positivas de la implementación de esta metodología, como trabajo futuro nos planteamos el desafío de formalizar esta colaboración y sistematizar la medición de los resultados luego de emplear esta estrategia. Un problema a considerar al adoptar este enfoque es la notable diferencia en la cantidad de estudiantes que comúnmente tienen las asignaturas del tipo aquí considerado (número mayor de estudiantes en las asignaturas de primer año en comparación con las de los últimos años y número mayor de estudiantes en asignaturas obligatorias en comparación con aquellas de carácter optativo). Sin embargo, la búsqueda de soluciones a este tipo de problemas y otros que surjan en el camino puede resolverse involucrando a los estudiantes como parte de su proceso de aprendizaje o considerando su opinión en base a sus experiencias en las asignaturas.

REFERENCIAS

- Huertas, J. A. y Montero, I. (2001). La interacción social en contextos educativos. Buenos Aires: Aique, pp. 111-112.
- Iglesias, S. y Barba, J. (2013), "El aprendizaje cooperativo en un aula multinivel de Educación Infantil", Universidad de Valladolid. Escuela Universitaria de Magisterio.
- Jabif, V. (2007), "La docencia universitaria bajo un enfoque de competencias", Universidad Austral de Chile.
- Ruiz, M. (2008), "La evaluación de competencias", maestría internacional de competencias profesionales, Universidad Autónoma de Nuevo León / Universidad de La Mancha, Castilla.