

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE BASADOS EN PROYECTOS MULTIDISCIPLINARIOS REALES PARA EL DESARROLLO DE LAS CAPACIDADES TÉCNICAS Y BLANDAS EN EQUIPOS DE INGENIEROS

Felipe Cid B - Facultad de Ciencias de la Ingeniería, UACH - felipe.cid@uach.cl

Javier Melillanca C. - Facultad de Ciencias de la Ingeniería UACH - javier.melillanca@alumnos.uach.cl

Paulo Gallardo C. - Facultad de Ciencias de la Ingeniería UACH - gallardo.casanova@gmail.com

Felipe Vargas M. - Facultad de Ciencias de la Ingeniería UACH - felipe.vargas@uach.cl

Daniel Lühr S. - Facultad de Ciencias de la Ingeniería UACH - daniel.luhr@uach.cl

Guillaume Serandour B. - Facultad de Ciencias de la Ingeniería UACH - gserandour@uach.cl

Joaquín Castro B. - LeufüLab, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, UACH - joaquin.castro@uach.cl

RESUMEN

El desarrollo de proyectos multidisciplinarios reales es una actividad que complementa y pone en práctica el uso de las competencias aprendidas en la carrera, siendo una experiencia valiosa para trabajar con grupos de otras disciplinas, no solo de la ingeniería, sino de otras áreas de la Universidad o entidades privadas, tales como bioquímica o empresas agroalimentarias, en base a un desarrollo conjunto hacia un objetivo medible, y no abstracto como suele suceder con los trabajos universitarios. Por este motivo, se planteó crear equipos con estudiantes de la carrera Ingeniería Civil Electrónica, junto a sus pares de Ingeniería Civil Mecánica de la Universidad Austral, quienes van a trabajar en el proyecto, documentando, levantando requerimientos, diseñando e implementando una solución a una necesidad. Esto, con el fin de adquirir experiencia, al comparar sus puntos de vista con estudiantes de otras ingenierías o con las personas que necesitan la solución, quienes son normalmente de otras áreas, dentro de un proceso supervisado por profesores de electrónica y mecánica. Para lograr esta meta, se ha planteado el trabajo dentro del Espacio de Innovación Tecnológica LeufüLab de la Universidad, que proveerá de estaciones específicas para los grupos y acceso a equipamientos necesarios, ya sean impresoras 3D, fresadoras, estaciones de soldado, cortadoras láser, entre otros.

PALABRAS CLAVES: Perfil de ingreso, Métodos activos, Proceso Formativo, Educación en Ingeniería, Aprendizaje orientado a proyecto.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la Universidad Austral de Chile existe un cambio de paradigma, que espera centrar la enseñanza desde el docente al estudiante, principalmente en los últimos años de las carreras, con el fin de potenciar los perfiles de egreso, lo que permitiría a los estudiantes comprender su rol en un mundo profesional globalizado, dejando en evidencia la importancia de las múltiples competencias que fueron adquiridas y deben ser puestas en práctica. Para esto, es importante desarrollar experiencias controladas en cursos con enfoques que integren lo teórico con la práctica (UACH, 2007), permitiendo facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje, para así potenciar el desarrollo de tecnología, levantando requerimientos desde personas fuera del ámbito de la ingeniería, para integrar y trabajar en equipos multidisciplinarios y ejecutar proyectos en espacios de trabajo estructurados. En este contexto, considerando principalmente el uso de las tecnologías electrónicas e informáticas disponibles, actualmente es posible implementar una amplia gama de soluciones simples para problemas reales en cursos universitarios de los últimos semestres para aplicar lo aprendido, ya sea desarrollando una *prueba de conceptos* o *prototipos* para soluciones mayores; esto es posible debido a la irrupción de productos Open Hardware y Open Software, los cuales han permitido disminuir los costos y tiempos de diseño y construcción de soluciones electrónicas para generar productos

multidisciplinarios. El desarrollo de soluciones a problemas reales por medio de tecnología es un método efectivo para mejorar y entrenar las capacidades de los futuros Ingenieros, como se observa comúnmente en la literatura (Vila *et al.*, 2017), ya que a través de una educación que les ayude a innovar y aplicar sus conocimientos a todo tipo de disciplinas, es posible que los jóvenes entrenen sus capacidades blandas y habilidades de trabajo en equipo con profesionales de otras disciplinas, empresarios, usuarios de un rubro específico, entre otros. Además, este tipo de experiencia fomenta el emprendimiento estudiantil desde el aula, algo aún muy poco trabajado en las asignaturas de ingeniería, las cuales deben apoyar la formación de Ingenieros en una sociedad global que exige expertos capaces de generar soluciones a necesidades e innovaciones en el desarrollo de productos y procesos.

Dentro de este trabajo, se describe la metodología de un curso directamente enfocado en desarrollar prototipos multidisciplinarios e innovadores que respondan a necesidades reales de la comunidad regional, en múltiples ámbitos de la sociedad, ya sean relacionados a medicina veterinaria, sector forestal, químico, medicina general, reciclaje, entre otros. Este tipo de proyectos normalmente son realizados para empresas, servicios públicos, privados y otros Institutos de la Universidad (medicina, odontología, etc.). Para los estudiantes, este tipo de procesos ponen a prueba las múltiples técnicas y conocimientos adquiridos, relacionados a diferentes tópicos como: electrónica básica, sensores, simulación e impresión 3D, programación, entre otros, los cuales fueron aprendidos en cursos anteriores o del mismo semestre de la carrera. De esta forma, la implementación de los proyectos antes mencionados son realizados específicamente en el curso ELEL-183 Diseño de Sistemas Digitales, que está en la etapa de licenciatura de la malla curricular en cuarto año de la carrera de Ingeniería Civil Electrónica en la Universidad Austral de Chile, donde los alumnos trabajan en equipos multidisciplinarios junto a estudiantes de Ingeniería Civil Mecánica de la UACH de la asignatura del curso DMIP-204 Automatización, Control y Procesos, en el Espacio de Innovación Tecnológica *Leufülab - Los Ríos* de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UACH (LeufüLab, 2018).

DESARROLLO

El desarrollo de los proyectos se realizó con el apoyo del Espacio de Innovación Tecnológica *Leufülab - Los Ríos* de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UACH, ya que en las instalaciones de este recinto, se constituyeron 6 equipos con la formación de dos estudiantes de Ingeniería Civil Electrónica con dos estudiantes de Ingeniería Civil Mecánica durante el segundo semestre del año 2017. Estos equipos tenían asignadas estaciones de trabajo en una sala solo para ellos, donde podían trabajar regularmente con los estudiantes de Ingeniería Civil Mecánica en otros periodos, incluso fuera de las 12 horas académicas separadas en los días lunes, miércoles y viernes. De igual manera, los estudiantes tenían disponibilidad para realizar consultas al equipo técnico encargado del espacio, acerca de los materiales o los múltiples equipos que ellos pueden utilizar, tales como: impresoras 3D de múltiples áreas de impresión (pequeña a grande), cortadores láser, fresadoras, entre otros.

Dado que el objetivo del curso es el desarrollo de proyectos reales que sean trabajados directamente con las interesados de empresas, emprendedores, o Institutos de la Universidad, se decidió escoger seis proyectos (1 proyecto por grupo) de ámbitos diferenciados, como:

- A. *Inoculadora de hongos:*** Equipo encargado de inocular hongos para consumo gourmet en madera, esto con el fin de mejorar un proceso que se realiza manualmente por un equipo emprendedor de la región.
- B. *Equipo de electroforesis:*** encargado de migración de mezclas en las muestras introducidas en un gel debido a la carga eléctrica negativa que poseen.

- C. **Sistema de sutura automática:** equipo para realizar sutura automática mediante hilo y aguja quirúrgica dentro de la cavidad del intestino en procesos veterinarios.
- D. **Máquina inyectora:** maquina inyectora de plastico para proveer de materia prima a un modelo encargada de darle forma y enfriar; esta máquina tiene varios modos (principalmente de temperatura) dependiendo del tipo de plástico.
- E. **OPEN SLS:** es una impresora 3D de Sinterizado Selectivo por Láser, que utiliza material en polvo en vez de PLA o resina, utilizando el láser para sintetizar de forma selectiva una capa de gránulos que une el material para crear una estructura sólida.
- F. **Extrusora de plástico:** equipo de recuperación de material plástico que extruye el material y lo calienta para un proceso que lo envuelva a un rollo de filamento, comúnmente usado en las impresoras 3D.

En la Fig. 1, se observa como los trabajos se realizarán físicamente en el espacio LeufüLab, donde está el equipamiento adecuado a disposición, mientras, se realiza un guía adecuada por parte de profesores del área de Electrónica y Mecánica, junto a la ayuda del personal técnico del espacio LeufüLab. De igual forma, se explica que los informes y la documentación requerida se cargarán en páginas dentro de la plataforma Wikispaces (Wikispaces, 2018). En el caso de los proyectos a desarrollar por los equipos de estudiantes, se describe el enfoque de aplicación para cada uno, que influye en los requerimientos, dado que gran parte de ellos son relacionados temas multidisciplinarios.

El desarrollo de los proyectos propuestos sigue la funcionalidad y escalabilidad comúnmente usada para el desarrollo de productos, dado que comienza desde la realización de una prueba de conceptos, y luego un prototipo; debido a que se trata de un trabajo propuesto en el contexto de un curso, no se realiza hasta la etapa de versionado o solución final, ya que sólo la integración de los dos primeros pasos dentro de los procesos educativos es suficiente en un semestre para fomentar la innovación estudiantil. En esta metodología, se deben realizar ciertas etapas por parte de los alumnos de Ingeniería Civil Electrónica con la guía de los profesores, las cuales son descritas en la Tabla 1.

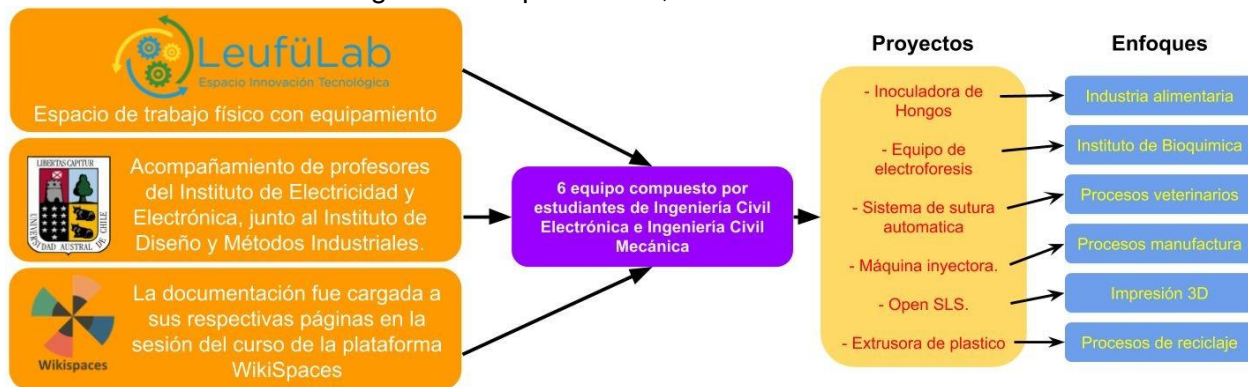


Figura N° 1. Esquema general de trabajo.

Tabla N° 1.- Planificación simplificada del curso

ETAPA 1 - PUESTA EN MARCHA	Semana	Descripción:	Medios de verificación
Levantamiento de requerimientos	1 - 2	Periodo donde se informan acerca del tema, y levantan requerimientos para un desarrollo claro durante el tiempo dado.	Evaluación en sala de clases.

ETAPA 2 - DISEÑO INICIAL	Semana	Descripción:	
Diseño inicial	3 - 4	Periodo para definir el diseño inicial y las alternativas para llevar a cabo una implementación que cumpla los requerimientos.	Paper
Presupuestos y cotizaciones	5	Generar un presupuestos de los elementos necesarios para la implementación del proyecto, incluyendo una cotización de los elementos dentro del mercado nacional.	Planilla
ETAPA INTERMEDIA	Semana	Descripción:	
Compra de elementos.	6 - 9	Compra de los elementos del curso	
ETAPA 3 - DISEÑO	Semana	Descripción:	Medios de verificación
Programación y software	6 - 9	Seleccionar el software y comenzar el aprendizaje de la programación necesaria para los dispositivos.	Códigos, diagramas o máquinas de estado.
Diagramas esquemáticos y de bloques del circuito	6 - 9	Describir y explicar los elementos a utilizar, incluyendo su importancia.	Diagramas, lista que describa los elementos.
Desarrollar módulos	6 - 9	Crear un diagrama de bloques con los elementos del diseño (comunicación, amplificación, control, etc.), explicando cómo se organizan cronológicamente para desarrollar del proyecto.	Evaluación en sala de clases.
Generar un plan de trabajo	6 - 9	Plan de trabajo, que explique como se desarrollara el proyecto hasta las pruebas finales y su correspondiente evaluación.	Carta Gantt, definición de plazos, hitos, pruebas, y resultados esperados.
ETAPA 4 - IMPLEMENTACIÓN	Semana	Descripción:	Medios de verificación
Desarrollo e implementación	10 - 15	Periodo de desarrollo e implementación por los alumnos del curso.	Evaluación en sala de clases.
Evaluación individual de módulos	12	Evaluación de cada módulo, ya sea de comunicación, control o procesamiento por separado.	Vídeo de demostración de módulos.
Presentación y evaluación final	16 - 17	Evaluación final del curso.	Poster y sesión de defensa del proyecto.

En la Tabla 1, se muestran las etapas con sus respectivas actividades, las cuales son evaluadas individualmente, junto a una evaluación final en cada etapa. Además, se realizó una evaluación continua por medio de bitácoras, las cuales registran el avance medido por parte del profesor durante los días de clases. Estas bitácoras consideran dos partes, la primera es un registro diario de actividades, donde debe indicar los aspectos principales en los que se trabajó en esta clase, evaluando el cumplimiento de las tarea comprometidas para esta sesión desde la clase anterior, de esta misma forma, el profesor y el estudiante por separado deben evaluar el trabajo en cada actividad con puntaje de 0,1,2. La segunda parte es un plan de tareas que indique las tareas a realizar en horas autónomas (presentada en la próxima clase), identificando al responsable de que se lleven a cabo, presentando evidencia concreta de la tarea desarrollada, ya que de lo contrario se debe evaluar con la nota mínima (0 pts). Finalmente, se integra una sección para que los integrantes de los grupos realicen observaciones adicionales del trabajo que no correspondan a las dos partes mencionadas o a situaciones puntuales.

ETAPA 1.- PUESTA EN MARCHA

En la puesta en marcha, los estudiantes realizan un levantamiento de los requerimientos según las características de la solución a implementar, para esto, se realizan reuniones entre quien solicitó el proyecto y el equipo de trabajo de estudiantes de Ingeniería Civil Electrónica y Ingeniería Civil Mecánica. En estas sesiones es donde el estudiante debe hacer uso de las capacidades blandas y técnicas aprendidas en la carrera, en un proceso serio y vigilado que le permita entender técnicamente qué se requiere, desde un punto de vista multidisciplinario. El estudiante debe informarse sobre el tema de su proyecto, para saber cuál es la mejor decisión desde su área de especialización, considerando elementos como: las dimensiones, el costo, las piezas, la movilidad, autonomía energética, restricciones en el lugar de implementación, entre otros al realizar el levantamiento. Para esto, el estudiante realiza una encuesta y varias reuniones para definir todos los aspectos antes mencionados. También, es importante que el estudiante considere siempre que debe fundamentar sus ideas (o cambios) con su partner mecánico y con la persona que necesita el resultado del proyecto, siendo un proceso que se evaluará durante las sesiones.

En términos de evaluación continua, en esta etapa se les solicitó a los grupos entregar una descripción del proyecto, un esquema simple que detalle las etapas de la solución a implementar de forma básica, junto a los requerimientos generales adquiridos en las sesiones, para evitar fallas en la interpretación antes de avanzar a la etapa de diseño.

ETAPA 2.- DISEÑO INICIAL

En esta etapa se define el diseño inicial y las alternativas para llevar a cabo una implementación que cumpla los requerimientos que han sido validados en la etapa anterior, ya sea por el grupo académico y la persona que requiere el proyecto. Por lo tanto, se solicita el desarrollo de al menos dos o tres alternativas de diseño, las cuales deben definir con precisión cuales son: sus dificultades, ventajas, equipamiento, piezas, autonomía energética, dificultad, restricciones en la implementación y los costos asociados. En la Fig. 2, se muestra un ejemplo de tres tipos de variación para un solo proyecto, siendo utilizado como ejemplo la máquina inyectora de plástico.

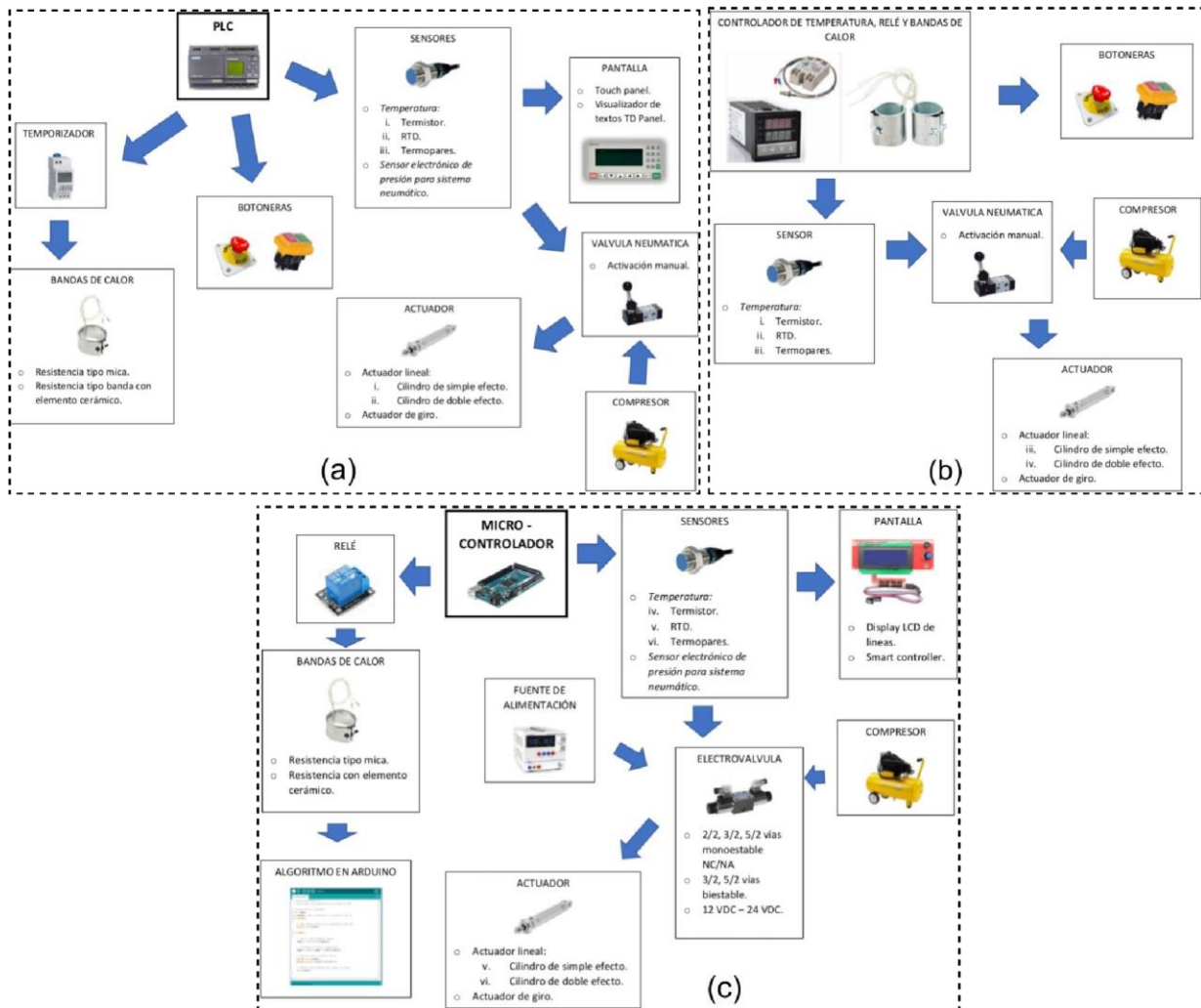


Figura N° 2. Ejemplo de dos variaciones en un diseño inicial.

Al analizar las opciones, la Fig. 2(a) muestra un proceso controlado por un PLC y un temporizador, el cual, tiene como inconveniente el elevado valor monetario del controlador (PLC), que si bien es un dispositivo muy potente, existen soluciones más viables y económicas. En el caso de la Fig. 2(b), es una alternativa de solución simplificada para el proceso de control de la máquina, que también reduce los dispositivos/elementos utilizados, economizando el sistema total, con la desventaja que proporciona un control semiautomático y no una automatización total. En la Fig. 2(c), se muestra un diseño simplificado que mantiene las características de (a) y (b), pero tiene la función de automatizar el proceso a un coste económico menor y entrega la posibilidad de escalamiento y mejora a futuro. Entre los elementos principales analizados por los estudiantes de Ingeniería Civil Electrónica, es posible identificar que los diseños son muy similares, y se enfocan en variaciones asociadas al consumo energético, costes, escalabilidad, tamaño, la capacidad de procesamiento o la forma de realizar un proceso específico (calentar, perforar, etc.). Finalmente, al terminar esta etapa se evalúa y selecciona un diseño basado en las características que mejor se adapten a los requerimientos.

ETAPA 3.- DISEÑO

En la etapa de diseño final, se trabaja en base a las diferentes variantes de la etapa anterior, que permitieron obtener un diseño basado en alguna de las alternativas. No obstante, este diseño final

suele sufrir cambios debido a la guía técnica de los profesores del curso, para llegar a un modelo más acabado. Por ejemplo, en la Fig. 3(a), se muestra el proyecto de la máquina inyectora de plástico que terminó con un diseño mejorado de la alternativa 3 (ver Fig. 2(c)), y se puede determinar en base a la literatura, que se llegará a una implementación similar a la que se muestra en el Fig 3(b).

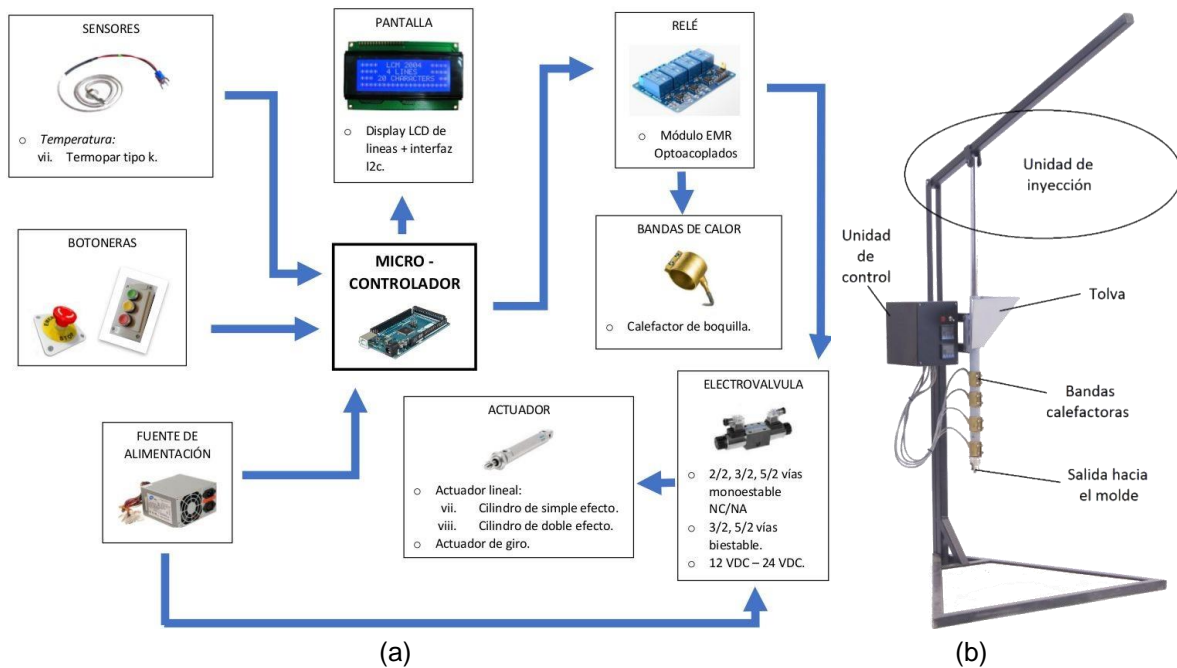


Figura N° 3. Ejemplo de un diseño final para la máquina inyectora de plástico.

Es importante recordar, que este diseño final es una adaptación basada en el lenguaje de programación, materiales, procesos e incluso a las pruebas a las que será sometido el prototipo. Por lo tanto, se le solicita al estudiante entregar y definir los siguientes elementos durante esta etapa:

- **Programación y software:** se debe seleccionar el software y comenzar los procesos de programación necesarios.
- **Diagramas esquemáticos y de bloques del circuito:** se debe trabajar en describir y explicar los elementos y procesos a utilizar, incluyendo su importancia en el diseño.
- **Desarrollar módulos:** crear un diagrama de bloques con los elementos necesarios en el diseño (comunicación, amplificación, control, energía, etc.), explicando cómo se organizan cronológicamente para desarrollar del proyecto.
- **Un plan de trabajo:** generar un plan que explique cómo se desarrollará el proyecto hasta las pruebas finales y su correspondiente evaluación. Se define una carta Gantt, plazos, hitos, responsabilidades por integrante del equipo y los resultados esperados.

Estos elementos son la base para organizar y definir la etapa de implementación del proyecto, que se explicará más adelante. La evaluación continua de esta etapa estará basada en las evidencias de trabajo, ya sea mediante bitácoras, carta gantt desarrollada, código fuente, diagramas de flujos, máquinas de estado, entre otros.

ETAPA INTERMEDIA

En la etapa intermedia se les pide a los estudiantes realizar un proceso de cotización formal utilizando el nombre de la Universidad para adquirir los distintos materiales necesarios para la implementación de sus proyectos, desde proveedores nacionales o internacionales, junto a un presupuesto que considere los sistemas de entrega y los tiempos de envío, para que los materiales lleguen a tiempo para la próxima etapa. Este proceso les permite experimentar algunos de los inconvenientes de comprar al extranjero, los cambios de moneda, conocer los principales proveedores dentro del rubro de la ingeniería electrónica, cómo solicitar una cotización y el lenguaje formal que se debe utilizar. Esta experiencia es valiosa, dado que muchos ingenieros deben realizar esto al ingresar en el mundo profesional o al realizar una práctica, por lo cual, es importante capacitar a los estudiantes ante estos procesos básicos de gestión para mejorar su ingreso en los procesos corporativos.

ETAPA 4.- IMPLEMENTACIÓN

En esta etapa se desarrollarán e implementarán los proyectos según la carta Gantt y las especificaciones de la etapa de diseño, siendo este periodo, una experiencia importante al permitir a los estudiantes trabajar con múltiples equipos junto a sus pares de Ingeniería Civil Mecánica, en un entorno productivo con metas claras y bien estructuradas. Podrán desarrollar piezas en material 3D o por medio de la cortadora láser, pudiendo aprender el proceso de desarrollo desde los estudiantes de mecánica, (ver Fig. 4 (a)), y los estudiantes de electrónica podrán explicar los circuitos (ver Fig. 4 (b)). En la Fig. 4(a), se observa la implementación completa del proyecto de un sistema de sutura automática.



Figura Nº 4. Implementación del sistema de sutura automática

Con el fin de coordinar su avance, se evaluará cada módulo según los plazos establecidos en la carta gantt, ya sea mediante comunicación de estado, control o procesamiento, siendo cada uno por separado o en conjunto. Además, se le pedirá que junto a la bitácora guarden videos de los módulos en funcionamiento, ya que al finalizar el proyecto se realizará una presentación de defensa del proyecto.

RESULTADOS

Los proyectos que se comenzaron a desarrollar en el segundo semestre del año 2017, fueron presentados en ferias estudiantiles para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil Electrónica se puedan motivar a realizar prototipos funcionales, principalmente en metodologías multidisciplinarias con otros estudiantes de ingeniería en proyectos asociados a solucionar problemas y necesidades reales. Con respecto a los proyectos, todos fueron desarrollados en su totalidad, incluso en las pruebas finales presentaron buenos resultados. No obstante, en términos de prototipos, solo se pueden clasificar como funcionales, pero aún les falta mucho por mejorar en múltiples aspectos

relacionados al rendimiento, tamaño o autonomía para ser productos o prototipos finales. Como ejemplo, en la Fig. 5 se muestra una prueba del sistema de sutura automática.

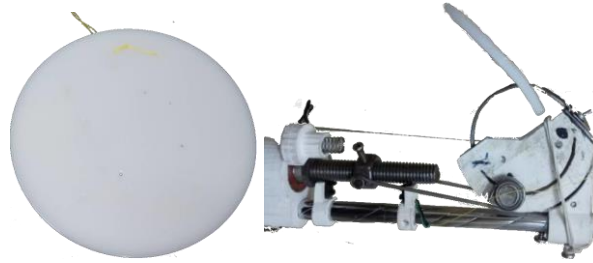


Figura N° 5. Pruebas del sistema de sutura automática

En el curso a cargo de cuatro personas, desde dos profesores de electrónica, un profesor de mecánica, y el encargado técnico del laboratorio, fue posible supervisar y representar el trabajo por medio de la Tabla 2.

Tabla N° 2.- Datos generales de los resultados

	A - Incubadora	B - Electroforesis	C - Sutura	D - Inyectora	E - OPEN SLS	F - Extrusora
% Requerimientos cumplidos en base al diseño	88 %	60 %	85 %	95 %	70 %	80 %
Resultado del prototipo:	Prototipo	Prueba de conceptos	Prototipo	Sistema Completo	Prototipo	Prototipo

Esta metodología se ha ido probando desde el año 2016, la cual ha sufrido fuertes cambios, hasta llegar a la metodología presentada en este trabajo. Dando como resultado, que en 2016 se tuvo un 96,15 % de aprobación y el 2017 un 100 % de aprobación por parte de los estudiantes, que incluye alumnos de intercambio de universidades extranjeras (Alemanas).

CONCLUSIONES

Las estrategias para desarrollar proyectos reales con los alumnos en grupos interdisciplinarios, demostró que el modelo descrito en este trabajo ayuda a motivar y poner en práctica las capacidades blandas y técnicas en un proceso colaborativo que apoya a la comunidad al desarrollar proyectos reales. Esto, permite a los estudiantes entender la importancia de su trabajo, y que se sientan orgullosos del prototipo desarrollado. Se tiene en cuenta, como un aspecto relevante, que esta metodología ayuda a simular el entorno laboral real al trabajar con estudiantes de otras carreras o de otras disciplinas, en temas fijos y con una metodología real, que considera levantar requerimientos, diseñar, cotizar, documentar e implementar una solución, algo común en entornos de desarrollo laboral. El uso de estas estrategias espera incentivar a que los estudiantes no solo apliquen los conocimientos aprendidos durante la carrera, sino que profundicen en temas de tecnología y mejoren a través del tiempo, utilizando metodologías y técnicas enseñadas en el aula. Por medio de un proceso continuo de educación aplicada, guiada por docentes, podemos esperar buenos resultados y un producto final generado por los mismos estudiantes, como se demuestra en este trabajo.

En términos de trabajo futuro, es importante mencionar que, a pesar de los buenos resultados, se tomará nota sobre las cosas que se pueden mejorar para el curso de este segundo semestre del 2018,

dado que hay espacio para evolucionar e integrar diferentes sectores de la comunidad. Por este motivo, nos enfocaremos en mejorar los medios de evaluación y presentación de los trabajos.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido financiado por el Instituto de Electricidad y Electrónica, Escuela de Ingeniería Civil Electrónica de la UACH. Junto con la colaboración del espacio de FIC15-039 Leufülab, Espacio de Innovación Tecnológica, financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) del Gobierno Regional de Los Ríos y su Consejo Regional.

REFERENCIAS

LeufüLab (2018), LeufüLab Los Ríos - Espacio de Innovación Tecnológica. Disponible en agosto 2018, Website: <https://www.leufulab.cl/>

UACH (2007). Modelo Educacional y Enfoque Curricular, Universidad Austral de Chile. 2007. 11-40. Website: https://www.uach.cl/uach/_file/modelo-educacional-y-enfoque-curricular.pdf

Vila C. et al. (2017), Project-based collaborative engineering learning to develop Industry 4.0 skills within a PLM framework, Procedia Manufacturing (13), 1269 - 1276

Wikispaces (2018), Wikispaces - Servicio de Wiki hosting. Disponible en agosto 2018, Website: <https://www.wikispaces.com/>