



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

Cartagena de Indias, Colombia
18 al 21 de septiembre de 2018



IMPLEMENTACIÓN DE UN NUEVO CURRÍCULO BASADO EN CDIO UTILIZANDO SERVICIOS DE LABORATORIO 24/7

Eduardo A. Gerlein, Juan Manuel Cruz, Jairo Alberto Hurtado

**Pontificia Universidad Javeriana
Bogotá, Colombia**

Resumen

Los programas de ingeniería basan gran parte de su modelo pedagógico en experiencias prácticas generalmente centradas en trabajo en laboratorio. En particular, el programa de Ingeniería Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana, lanzó hace cuatro semestres un nuevo plan de estudios cuyo fundamento está centrado en trabajo práctico. La sección de Laboratorio da soporte a este componente práctico a las asignaturas del plan de estudios. El Laboratorio ha tenido que afrontar grandes retos para dar servicio a un nuevo plan de estudios que propone un incremento considerable en su componente de prácticas de laboratorio y desarrollo de proyectos, implementando una serie de cambios. Tales modificaciones no solo han implicado cambios en la administración de los espacios, sino también implementación de nuevas políticas de préstamo de equipos, computadores y uso de software, los cuales deben estar disponibles para estudiantes y profesores 24 horas al día, 7 días a la semana. Estas nuevas implementaciones no solo soportan la logística de clases y prácticas de laboratorio sino también contribuyen a la apropiación por parte de los estudiantes en aspectos relacionados con responsabilidad individual, co-responsabilidad en el contexto de un grupo de trabajo, independencia, trabajo práctico, normas de seguridad, puntualidad, solidaridad y compañerismo. El presente artículo describe el proceso de adaptación, las dificultades y los retos para el Laboratorio de Electrónica que ha conllevado la implementación del nuevo plan de estudios, el cual está caracterizado por un altísimo componente práctico en todas sus asignaturas.

Palabras clave: CDIO; laboratorio; micro-comunidades; equipo electrónico

Abstract

This document discusses the adaptations, reforms, and challenges faced at the Electronics Lab at Universidad Javeriana, in Bogotá-Colombia to provide adequate logistic support to the implementation of the CDIO model to the undergraduate program in Electronics Engineering. These adaptations involved not only the use of spaces, electronic equipment, computers, and availability 24/7 for students and teachers, but also the contribution to students learning in individual and intragroup responsibility, and self-regulation. The paper highlights how a successful implementation of a CDIO curricula have been achieved through some changes in the furniture, spaces for study and workgroup, as well as greater integration of the students while they conduct their academic work.

Keywords: CDIO; laboratory; micro-communities; electronic equipment

1. Introducción

El estándar número 6 de CDIO describe el uso de espacios de trabajo y laboratorios como elementos fundamentales en la implementación de un currículo basado en el modelo CDIO (CDIO. 2017). La Carrera de Ingeniería Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana, ha implementado una serie de cambios que repercuten en la administración del Laboratorio de Electrónica con el fin de proveer servicio y soporte logístico al nuevo plan de estudios (González et al. 2013). El Laboratorio de Electrónica es una unidad de servicio encargada de proveer infraestructura, equipo electrónico y apoyo logístico a las actividades académicas ofrecidas por el Departamento de Electrónica.

En plan de estudios actual de pregrado actual basado en el modelo CDIO, resultado de un ejercicio de reflexión curricular, propone grandes retos que deben ser enfrentados sin la posibilidad de incrementar las áreas de trabajo y laboratorios, ni el número de personas que atienden el Laboratorio. El modelo CDIO presupone un incremento considerable los componentes experimentales y de laboratorio dentro de las diferentes asignaturas del plan de estudios, que a su vez han incrementado el número de estudiantes y profesores usuarios del Laboratorio. Tales incrementos impactan directamente en la administración de los recursos disponibles para clases e investigación (Sun, Wen, and Guo 2013).

Las nuevas políticas implementadas para atender a los requerimientos de la Carrera de Ingeniería Electrónica son el resultado de un proceso de planeación estratégica que tuvo en cuenta entre otros insumos, los nuevos syllabus de las asignaturas, experiencias pasadas reportadas en la literatura (Young et al. 2005), recomendaciones realizadas por los profesores, y especialmente, una serie de encuestas realizadas a los estudiantes.

Este artículo describe las adaptaciones, reformas, retos y proyecciones a las que se ha visto abocado el Laboratorio de Electrónica con el fin de implementar exitosamente un modelo CDIO en el plan de estudios de la Carrera de Ingeniería Electrónica. Dentro de los cambios implementados

se encuentran no solamente el uso de espacios, equipo de medición electrónica, computadores y software, todo lo anterior disponible para los estudiantes 24/7, sino también la contribución que tal modelo de administración realiza al aprendizaje de los estudiantes en temas relacionados con responsabilidad individual y dentro de un grupo de trabajo, independencia, trabajo práctico, normas de seguridad, puntualidad, solidaridad y sentido comunitario. Adicionalmente, se discute como a través de tales cambios, se logra un trabajo en grupo exitoso por parte de los estudiantes, así como una mayor integración entre ellos mientras desarrollan su trabajo en clase.

Tales contribuciones se alcanzan mediante la implementación de varios modelos de préstamo de equipo, tales como préstamo de equipo electrónico por 2 o 3 horas y préstamo de bancos de trabajo por la duración de un periodo académico, es decir, 18 semanas, 24/7. Adicionalmente, se han dispuesto una serie de bancos de trabajo de uso libre, disponibles permanentemente, los cuales son administrados enteramente por los estudiantes. Tal disponibilidad y posibilidad de uso libre del equipo resulta en una gran diferencia con modelos de préstamo y uso observados en otras instituciones educativas.

2. Laboratorio de Electrónica

El Laboratorio de Electrónica es una unidad de servicio encargada de proveer infraestructuras, equipo y apoyo logístico en las actividades académicas de docencia e investigación. El Laboratorio se encuentra abierto 24 horas al día, 7 días a la semana durante todo el año, con excepción del periodo de vacaciones de final de año desde mediados de diciembre a la segunda semana de enero.

Dentro de los servicios que presta el Laboratorio están la asignación de espacios de trabajo, préstamo de equipo y componentes electrónicos, asesoría técnica, diseño y prueba de prácticas de laboratorio y cursos cortos de capacitación. El Laboratorio presta tales servicios principalmente a la carrera de Ingeniería Electrónica, sin embargo, también atiende requerimientos en las Carreras de Ingeniería de Sistemas, Ingeniería de Sonido, así como a los programas de Maestría en Electrónica, Maestría en Bioingeniería y el Doctorado en Ingeniería. Adicionalmente, presta servicios de impresión 3D, prototipado de circuitos impresos y soldadura de alta complejidad. Finalmente, también se encarga de la contratación y asignación de espacios de trabajo en proyectos de investigación. El personal que se encarga de prestar los mencionados servicios está compuesto de la siguiente manera:

- Un director, cargo generalmente ocupado por un profesor del Departamento.
- Un asistente administrativo encargado de la gestión de compras y apoyo administrativo.
- Tres almacenistas encargados de la atención a estudiantes, alistamiento y préstamo de equipo electrónico, asignación de espacios e inventario.
- Cuatro técnicos encargados de mantenimiento de equipos, computadores, servidores, licencias de software, cursos de capacitación y asesoría técnica.
- Un administrador del sistema de información encargado de su actualización y alimentación.

3. Infraestructura Física

El laboratorio de electrónica cuenta con un área de aproximadamente 1,200 m², cubriendo dos pisos del edificio de Ingeniería de la Universidad Javeriana, distribuidos de la siguiente manera:

- Ocho cubículos de propósito general con una capacidad máxima de 15 estudiantes o cinco grupos de tres estudiantes. Estos espacios de trabajo son utilizados en clases con componentes prácticos o en trabajo libre por parte de los estudiantes en horarios donde no se han programado clases. La figura 1 presenta un laboratorio de propósito general durante una clase.



Figura 1. Laboratorio de propósito general durante una clase

- Diez salones utilizados por los estudiantes en su último año de carrera para desarrollar su trabajo de grado, incluyendo trabajo de investigación de maestría y tesis doctoral. Vale la pena mencionar que se privilegia la agrupación de tales espacios por temática de trabajo, en donde se concentrarán estudiantes de pregrado y posgrado que se encuentran desarrollando proyectos en áreas similares.
- Seis cubículos de propósito específico donde se imparten clases en áreas tales como control automático, control de procesos, electrónica de potencia, redes de telecomunicaciones, medios de transmisión y antenas. En estos espacios se imparten principalmente los componentes prácticos de las asignaturas pertenecientes a las áreas mencionadas. Sin embargo, en ciertas ocasiones, espacios de trabajo son asignados a estudiantes que desarrollan trabajos de grado que requieren el uso de las plantas y equipos almacenados en los cubículos de propósito específico.
- Tres salas con capacidad de 24 estudiantes, equipadas con computadores portátiles. Tales equipos se encuentran dotados con software especializado en diseño y simulación electrónica, diseño de circuitos digitales, simulación electromagnética, entornos de programación y software de procesamiento de señales. Cabe mencionar que tales salas ofrecen la posibilidad de tener configuración de mesas y sillas variable. La figura 2, presenta una sala de cómputo durante una clase.



Figura 2. Sala de cómputo equipada con computadores portátiles y software especializado.

- Tres áreas abiertas utilizados por los estudiantes para estudio en grupo. Estos espacios de estudio cuentan con tableros móviles y tomas eléctricas flotantes, tal y como se observa en la figura 3.



Figura 3. Espacios de trabajo abiertos con tableros móviles y tomas eléctricas flotantes.

El Departamento de Electrónica ha mantenido tales áreas constantes por los últimos 20 años. Sin embargo, a pesar de que las áreas mencionadas parecieran ser suficientes para atender los requerimientos académicos del programa, con la implementación del nuevo plan de estudios basado en la iniciativa CDIO, que a su vez modifica los modelos de instrucción en las clases incrementando los componentes prácticos en la mayoría de las asignaturas, las capacidades de atención se vieron disminuidas. De esta manera, ha sido necesario revisar y actualizar las políticas de funcionamiento del Laboratorio con el fin de garantizar una mayor flexibilidad a los usuarios y poder ofrecer una respuesta adecuada y ágil a tales requerimientos.

4. Políticas de funcionamiento y modelos de clase

Como ha sido mencionado, el Laboratorio de Electrónica ofrece servicios académicos a los programas de Ingeniería Electrónica, sin embargo, también atiende requerimientos en las Carreras de Ingeniería de Sistemas, Ingeniería de Sonido, así como a los programas de Maestría en Electrónica, Maestría en Bioingeniería y el Doctorado en Ingeniería. En particular, el número de

usuarios pertenecientes al programa de Ingeniería Electrónica se ha visto grandemente incrementado con la implementación del nuevo currículo CDIO en 2016.

El modelo CDIO propone que las experiencias de aprendizaje en los diferentes cursos sean soportadas con un alto componente práctico y de laboratorio tales como desarrollo de proyectos y prácticas de laboratorio. El nuevo currículo expone a los estudiantes al laboratorio y equipo electrónico desde la primera semana de clases en primer semestre. Tal situación implica un incremento sustancial en el número de usuarios, así como del número de cursos que requieren los servicios del Laboratorio. La figura 4 presenta la evolución del número de usuarios y cursos desde 2013. Tal y como se observa, el número de usuarios permaneció relativamente constante antes de 2016, pero así mismo, se observa una tendencia a incrementar a partir del lanzamiento del nuevo plan de estudios, llegando a un incremento del 60% en el número de usuarios y de un 100% en el número de cursos. Desde el punto de vista del Laboratorio, los usuarios son contados individualmente, siendo estos aquellos estudiantes inscritos en una clase que requiere servicios académicos. Por ejemplo, un estudiante inscrito en dos cursos diferentes con componente práctico corresponderá a dos usuarios independientes, dado que cada clase establece sus propios requerimientos de espacio y uso de equipo electrónico.

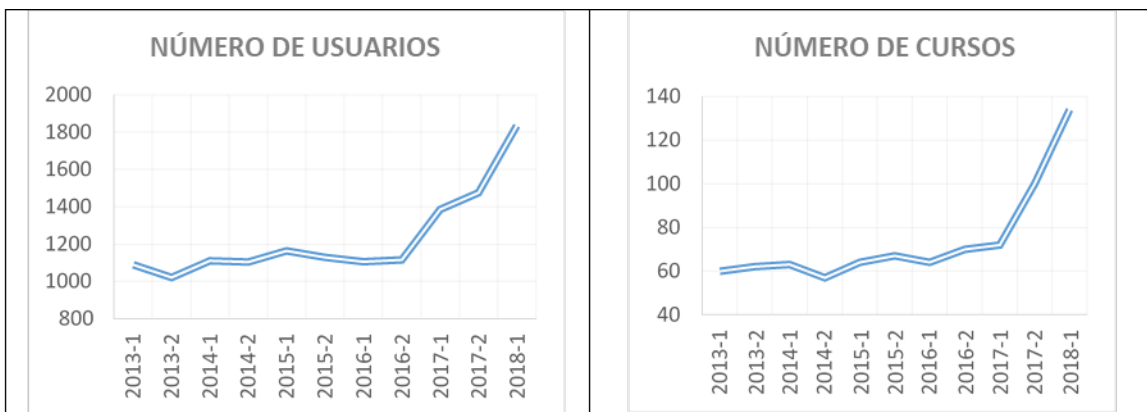


Figura 4. Histórico de número de usuarios y cursos que atiende el Laboratorio de Electrónica.

Los cursos impartidos en el programa de Ingeniería Electrónica siguen uno de cuatro modelos de clase, que a su vez, determinará la manera como el Laboratorio de Electrónica atienda los requerimientos particulares. En primer lugar, se encuentran las clases tradicionales con un modelo de enseñanza en salón de clase donde el profesor utiliza el tablero para impartir su clase. Estas clases corresponden a un 20% del total de cursos ofrecidos por el Departamento de Electrónica y en su gran mayoría son asignaturas del plan de estudios antiguo las cuales son impartidas en los diferentes salones del campus de la Universidad.

El segundo modelo de clase corresponde a cursos teóricos, pero su evaluación es realizada mediante la ejecución de un proyecto. Los grupos de trabajo no sobrepasan tres estudiantes, y en este caso, el Laboratorio realiza el préstamo durante todo el semestre de tarjetas de desarrollo y componentes y un casillero para almacenar tales elementos. En caso de requerirse equipo adicional, los estudiantes solicitan en línea su préstamo sin necesidad de hacerlo con anticipación,

sujeto por supuesto a disponibilidad. Los estudiantes pueden trabajar en sus proyectos en los cubículos de propósito general cuando no haya clases programadas en ellos.

El tercer modelo de clase corresponde a cursos con un componente prescrito de laboratorio utilizado para reforzar conceptos vistos en clase. Cada práctica de laboratorio utiliza una guía que describe el procedimiento experimental a seguir, así como el material y equipo electrónico requerido. En este caso, el personal del Laboratorio se encarga de alistar y llevar el equipo necesario a cada cubículo donde la práctica será realizada. Se espera una programación de prácticas y guías de laboratorio con anticipación para realizar una adecuada planeación semanal.

Por último, se encuentran aquellos cursos impartidos enteramente bajo el modelo de aprendizaje basado en proyectos. En tales casos, cada grupo de estudiantes recibe un banco básico de diseño electrónico el cual es asignado durante todo el semestre. Cada cubículo de propósito general posee una serie de estanterías donde los estudiantes almacenan su equipo asignado cuando no es utilizado. Similarmente al segundo modelo, cualquier pieza de equipo adicional puede ser solicitada en línea al Laboratorio y utilizada durante el tiempo de asignación. Esta asignación permanente de equipo a mostrado tener un impacto positivo en los estudiantes que son corresponsables del mismo, mostrando independencia, trabajo práctico, puntualidad, solidaridad y sentido de comunidad.

Cabe mencionar, que los cubículos donde los equipos asignados son almacenados son de libre acceso para todos los estudiantes. Durante el tiempo en que no hay clases asignadas, los estudiantes utilizan los espacios sin restricción alguna o supervisión. Los estudiantes no tienen permitido tomar equipo asignado a otros grupos, y a pesar de que no existe una persona o personas encargadas de vigilar tal situación, los estudiantes reconocen y respetan esta norma mostrando un alto nivel de auto-regulación. Incluso en las salas de cómputo, los computadores portátiles son de libre uso cuando no hay clases asignadas, y estos no se encuentran asegurados a las mesas. Los estudiantes trabajan dentro del salón manejando una conducta impecable al respecto.

Las instalaciones del Laboratorio se encuentran abiertas 24 horas al día, siete días a la semana. Esto no significa que el almacén siempre esté disponible. En casos en que los estudiantes requieran equipo en horario fuera del laboral, se han dispuesto estanterías adicionales fuera de los cubículos y salones con equipo electrónico y sus respectivas puntas de prueba para uso libre. Los estudiantes pueden tomar cualquier pieza de equipo que requieran y utilizarlo por el tiempo necesario. Finalmente, este equipo es retornado por los estudiantes a su ubicación original al concluir su trabajo. Este equipo recibe mantenimiento periódico con el fin de asegurar su buen estado. Es reconocido por los estudiantes el privilegio al tener equipo de uso libre disponible, lo que, a su vez, ha conllevado al desarrollo de un sentido de auto-regulación y responsabilidad evidenciado en la escasez de reportes de daños recibidos por el Laboratorio.

Tanto las políticas de préstamo permanente, como la disponibilidad de equipo de uso libre fueron inicialmente políticas implementadas experimentalmente para dar atención a los requerimientos del programa, pensadas inicialmente para permitir a los estudiantes trabajar en horarios nocturnos y

fin de semana. Tales políticas de préstamo fueron finalmente oficialmente aceptadas luego de recibir respuestas positivas en encuestas realizadas a estudiantes y profesores.

5. Conclusiones

Un plan de estudios que incorpora el modelo CDIO supone un gran esfuerzo a nivel académico y en diseño de currículo. Sin embargo, este esfuerzo representa solamente una fracción de los aspectos que debe enfrentar un programa que se mueve hacia un modelo de educación con altos contenidos experimentales. Un componente vital para una exitosa implementación de modelos educativos de esta naturaleza corresponde a la infraestructura, que no solamente responde a los espacios físicos, sino también a la disponibilidad y políticas de préstamo de equipo electrónico que respondan a los requerimientos de un conjunto de asignaturas basadas en aprendizaje por proyectos.

La Carrera de Ingeniería Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana implementó desde 2016 un plan de estudios que incorpora el modelo CDIO. A partir de este lanzamiento, el Laboratorio de Electrónica ha visto un incremento de un 60% en el número de usuarios y de un 100% en el número de cursos que requieren sus servicios académicos. Para atender a estos nuevos requerimientos, el Laboratorio ha implementado una serie de nuevas políticas de préstamo de equipo tales como la asignación permanente de equipo electrónico a grupos de trabajo por la duración del semestre académico, la disposición permanente de equipo de uso libre, el uso de casilleros individuales para estudiantes y un servicio 24 horas al día, 7 días a la semana, ofreciendo una gran flexibilidad en situaciones tales como por ejemplo préstamos de última hora que difícilmente son atendidos adecuadamente por otros modelos de uso y préstamo. Tales modelos han permitido observar en los estudiantes un impacto positivo en su responsabilidad individual y dentro de un grupo de trabajo, independencia, trabajo práctico, normas de seguridad, puntualidad, solidaridad y sentido comunitario.

6. Referencias

- CDIO. 2017. "CDIO Standards 2.0." Retrieved January 29, 2017 (<http://www.cdio.org/implementing-cdio/standards/12-cdio-standards>).
- González, Alejandra, Gloria Marciales, Maria del Mar Ruiz, Jorge Sanchez, and Francisco Viveros. 2013. "Cdio Learning Workspaces in the Pontificia Universidad Javeriana." 9th International CDIO Conference. http://cdio.org/files/document/file/m3a1_gonzalez_128.pdf
- Sun, Xiao Ling, Tao Wen, and Quan Guo. 2013. "Utilizing CDIO Engineering Workspaces to Facilitate Design-Implement Experiences." Proceedings of the 9th International CDIO Conference. Retrieved January 29, 2017 http://www.0orbiter.cdio.org/files/document/file/m4a3_sun_083.pdf.
- Young, P. W. et al. 2005. "Design and Development of CDIO Student Workspaces - Lessons Learned." ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la
Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)