



CONCURSO DE ROBÓTICA: UNA EXPERIENCIA CDIO

César Augusto Álvarez Gaspar, Marisol Gómez Cano

Universidad del Quindío
Armenia, Colombia

Resumen

El programa de Ingeniería electrónica en su deseo de desarrollar habilidades de concepción, diseño, implementación y operación (CDIO) en electrónica, realizó en el 2016 un concurso de robots. Este concurso contó con dos retos enfocados hacia la robótica móvil. El primer reto consistió en superar una pista de obstáculos en el menor tiempo posible. El segundo reto se basa en recorrer un laberinto para recoger un elemento y llevarlo hasta la salida del mismo. La Metodología se desarrolló integrando los cursos de microprocesadores y el proyecto de extensión "Curso de prototipado, diseño electrónico y sistemas basados en microcontroladores" todas las actividades fueron coordinadas por los profesores del área de digitales y las asociaciones estudiantiles AFEE e IEEE. Se logró un realizar un torneo de Robótica para todo público con una asidua participación del programa de Ingeniería electrónica, una representación de la Universidad del Caldas y de la comunidad Uniquindiana.

Palabras clave: CDIO; concurso de robótica; enseñanza de la ingeniería; resultados de aprendizaje; robótica móvil

Abstract

The Electronic Engineering program, in its desire to develop design, design, implementation and operation (CDIO) skills in electronics, carried out a robots competition in 2016. This contest had two challenges focused on mobile robotics. The first challenge was to overcome an obstacle course in the shortest possible time. The second challenge was to go through a labyrinth to collect an element and take it to the exit. The methodology was developed by integrating the microprocessor courses and the extension project "course of prototyping, electronic design and systems based on microcontrollers" all activities were coordinated by digital teachers and student

associations AFEE and IEEE. A robotic tournament for all audiences was achieved with an assiduous participation of the Electronic Engineering program, a representation of the University of Caldas and the Uniquindian community.

Keywords: CDIO; robotics competition; engineering teaching; learning outcomes; robotics

1. Introducción

El consorcio CDIO es una asociación sin ánimo de lucro fundada por las Universidades: *Massachusetts Institute of Technology (MIT- USA), Royal Institute of Technology (KTH - Sweden), Chalmers University of Technology (Sweden)* y *Linköping University (Sweden)*. Actualmente existen más de 130 universidades en el mundo que están implementando la iniciativa CDIO. (PEP IE 2016). El programa de ingeniería electrónica en la universidad del Quindío se acoge a la iniciativa CDIO, para la formación en ingeniería. Este marco de referencia propone el desarrollo de las habilidades de concebir, diseñar, implementar y operar; las cuales son evaluadas a través de los resultados de aprendizaje previstos (RAPs). Estos se clasifican, en resultados de aprendizaje del programa y resultados de aprendizaje de las asignaturas. Los RAPs de las asignaturas se abordan desde el Syllabus, se desarrollan y evalúan a lo largo del semestre académico por el docente a cargo. Por otro lado, para los RAPs del programa se responsabiliza al cuerpo docente y estos son desarrolladas a lo largo de los 5 años de la formación del nuevo ingeniero.

La iniciativa CDIO, propone que, a través del logro de los RAPs de los cursos, se garantiza el alcance de los RAPs del programa. Por tanto, las iniciativas de cada espacio académico contribuyen a uno o varios RAPs; es difícil encontrar un solo curso que los abarque todos. Es importante resaltar que la iniciativa propone actividades co-curriculares para el desarrollo de los resultados esperados. En ese sentido se propone una, de las líneas de trabajo de la electrónica para tal actividad. Por tanto, se propone la línea de la robótica móvil para tal fin y se decide por un concurso como catalizador de la experiencia.

2. Habilidades CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar, Operar)

Esta iniciativa define un modelo metodológico para la formación en ingeniería en el que se establece que el ingeniero recién graduado debe ser capaz de concebir, diseñar, implementar y operar productos, sistemas y procesos en ambientes colaborativos. Esto implica el desarrollo de destrezas disciplinares, personales, interpersonales y profesionales que coinciden con las propias del ejercicio de la ingeniería (PEP IE 2016).

Según el documento (C.D.I.O, 2010), *"La etapa **Concebir** comprende definir las necesidades del cliente; considerar la tecnología, la estrategia empresarial y las regulaciones; y, por último, desarrollar el plan conceptual, el plan técnico y el plan de*

*negocio. La etapa **Diseñar** se centra en la creación del diseño, esto es, los planos, representaciones y algoritmos que describen lo que será después implementado. La etapa **Implementar** se refiere a la transformación del diseño en el producto, proceso o sistema, incluyendo su manufactura, codificación, testeo y validación. Y la última etapa, **Operar**, se refiere a la utilización del producto o proceso implementado para entregar el resultado esperado; esta etapa incluye el mantenimiento, el perfeccionamiento y el retiro final del sistema”.*

El marco de referencia CDIO se divide en 12 estándares que guían el desarrollo de un programa de Ingeniería. Los estándares son:

1. El contexto
2. Resultados de Aprendizaje
3. Curriculum Integrado
4. Introducción a la Ingeniería
5. Experiencias de diseño implementación
6. Espacios de trabajo
7. Experiencias de Aprendizaje Integrado
8. Aprendizaje Activo
9. Fortalecimiento de la competencia de los Académicos
10. Fortalecimiento de la competencia docente de los Académicos
11. Evaluación del Aprendizaje
12. Evaluación del programa

A lo largo de cualquier acción en el marco CDIO se deben respetar y orientar según el estándar que le corresponda.

3. Resultados de aprendizaje del programa

El programa de ingeniería electrónica, por medio del documento llamado Proyecto Educativo del Programa (PEP), analiza el tipo de ingeniero que se desea y establece los resultados de aprendizaje del programa y de los espacios académicos. Los RAPs se divide en Funcionales [F] y Declarativos [D], los cuales corresponden al saber y al saber hacer de la formación en competencias. Para el programa los RAPs, son:

- [F] Solucionar problemas reales de ingeniería a partir de un proceso de concepción, diseño e implementación de sistemas electrónicos.
- [D] Explicar el funcionamiento técnico y operativo de los desarrollos de ingeniería electrónica comunicándose efectivamente en el lenguaje apropiado según el público objetivo.
- [F] Actuar efectivamente y con criterio ético como un miembro de un equipo en situaciones de ingeniería encontradas en el ejercicio profesional.
- [F] Analizar lecturas en idioma español y en un idioma extranjero, sintetizando e interpretando dichas lecturas.
- [F] Construir textos con una redacción acertada y efectiva.

- [D] Identificar la responsabilidad social, ambiental y económica explicando el impacto de sus productos y servicios en el entorno.

Como se observa, estos resultados apuntan a un ingeniero íntegro y con capacidades de solucionar problemas por medio de la electrónica. Además, debe contar con la capacidad de obtener y compartir nuevos conocimientos relevantes al contexto de su accionar.

4. Concurso de Robótica

Como actividad co-curricular se propone la realización de un concurso de robótica móvil. Esta es acogida por estudiantes, profesores y directivos del programa. Al inicio del año 2016, se establece un comité de representantes de estudiantes y docentes para la concepción, diseño, implementación y operación del concurso.

El concurso de robótica móvil integra parte de los estándares CDIO. Especialmente en lo relacionado con las experiencias de diseño – implementación, correspondientes al estándar 5 de la iniciativa; en las cuales los alumnos desarrollan las habilidades de construcción de productos, procesos en un nivel avanzado, con el fin de lograr en los estudiantes la integración de los conocimientos y habilidades adquiridos en cursos y actividades de aprendizaje anteriores.

Para contribuir a esto, los espacios de aprendizaje del programa aportan su temática y desarrollo de proyectos finales de curso, que apoyan y estimulan el diseño, el aprendizaje práctico de la construcción de productos. Estos cursos son: Microprocesadores, Sistemas basados en microcontrolador y cursos co-curriculares como el Curso de prototipado, diseño electrónico y sistemas basados en microcontroladores. Adicionalmente, se promueve el aprendizaje integrado y el desarrollo de habilidades personales e interpersonales a través del trabajo en grupo y del seguimiento de los requisitos establecidos en las reglas del torneo, congruentes con los estándares 6 y 7 de la iniciativa. De esta manera, se evidencia “El aprendizaje activo y experiencial (estándar 8) que involucra a los estudiantes directamente en actividades de reflexión y de resolución de problemas”.

El torneo genera acciones que fortalecen las competencias académicas de los estudiantes, docentes y es una plataforma para la evaluación de los resultados de aprendizaje tanto de los diferentes cursos involucrados, como del programa de Ingeniería electrónica. (estándares 9,10,11,12).

Finalmente, a partir de la labor de este comité y los lineamientos establecidos se presenta el concurso de robótica móvil con las siguientes características:

- **Nombre:** Game of Bots
- **Temática:** Serie televisiva de HBO llamada “Juego de Tronos”
- **Categorías:** 2
- **Número de integrantes por equipos:** máximo 4, de cualquier semestre

académico

4.1. Categorías del Concurso de Robótica

Las categorías del concurso de robótica se nombraron como retos para fortalecer el lazo afectivo con ellas y no generar rivalidades nocivas. Los retos se presentan a continuación:

4.1.1. Reto 1

Nombre: Categoría Velocidad – Choque de Reyes

Objetivo: La categoría de choque de reyes (robot velocista) pretende recrear un escenario donde el robot debe superar una pista con varios obstáculos en el menor tiempo posible.



Figura 1. Diseño e implementación de la pista categoría velocidad

La ruta consiste de una línea negra continua de 20 ± 2 mm sobre fondo blanco. La ruta tiene dos líneas negras perpendiculares a la línea de competencia de 20 cm de largo y de igual grosor a ésta, que se usó como línea de INICIO para los robots. Los Obstáculos de la ruta establecida se describen a continuación:

Péndulo del destino: El cual consiste en un péndulo de acción mecánica, con un periodo de 5 s, el cual tenía unido a uno de sus extremos una bola de aproximadamente 8cm de diámetro y 150 gr de peso.

Guillotina de la justicia: Consiste en un montaje de una compuerta que se ubicó de forma paralela a la línea de la pista, de manera que, al detectar el robot, la compuerta se abría y luego de un determinado tiempo se cerraba.

La fosa de la muerte: En un tramo de la pista se interrumpe la línea negra continua, dejando un espacio de máximo 5 cm.

El recorrido se puede observar en la figura 1. Los robots iniciaban su recorrido en

líneas paralelas y luego de enfrentar el segundo obstáculo, las líneas se juntaron para formar una sola línea en donde solo fue posible el paso de un solo robot.

4.1.2. Reto 2

Nombre: Categoría Laberinto - Danza de Dragones

Objetivo: La categoría Danza de Dragones (Laberinto) pretende recrear un escenario donde el robot debe superar un laberinto, tomar un testigo, salir del laberinto y depositar el testigo en una urna, en el menor tiempo posible.

En esta categoría se reta a: "Encontrar a la princesa Daenerys Tagaryen del grupo de viudas Dothraki que viven en Vaes Dothrak la cual es la única ciudad de los Dothraki. Se ubica más allá del Mar Dothraki al pie de la Madre de las Montañas, y sacarla de allí para llevarla a la fortaleza roja y tener el honor de ser llamados héroes".

El laberinto consiste en una serie de líneas negras mate que tienen un ancho de 20 mm, las cuales se interceptan sobre un fondo blanco mate y unas paredes de color blanco mate de 15 cm de altura, modulares, y conectadas en intersecciones en ángulo recto. El recorrido se muestra en la figura 2, donde los robots debían rescatar a la princesa representada por una pelota de plástico de 6 cm de diámetro, en un lugar específico del laberinto, el cual está demarcado con un rectángulo de color AZUL como se muestra en la figura 2, sobre este lugar se situó una torre con una compuerta la cual se abría 5 s después de detectar el robot, dejando caer así la esfera que representaba la princesa. Al encontrar la salida del laberinto se debía depositar la pelota (princesa) en una urna de que representaba a la fortaleza roja.

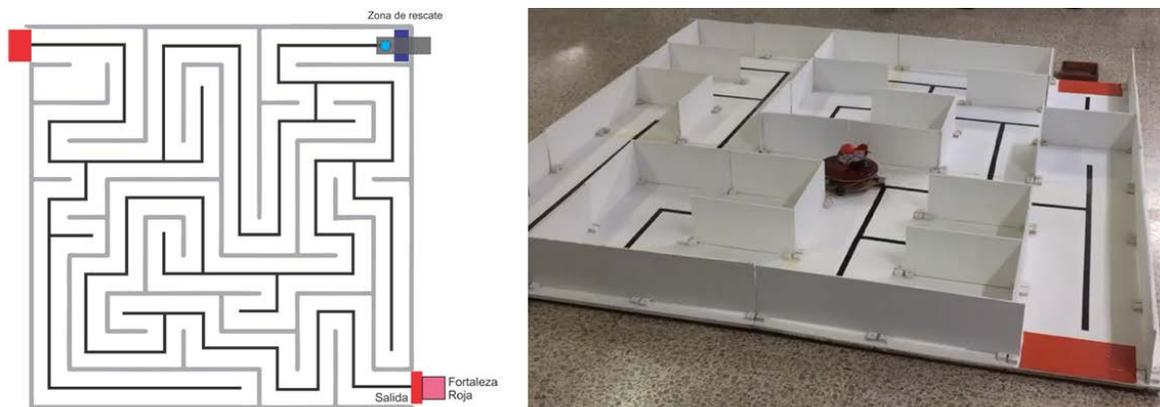


Figura 2. Diseño e implementación de la pista categoría laberinto

5. Organización del Evento

5.1. Actividad previa: Curso de prototipado

El concurso de robótica involucró activamente a los profesores de las áreas de sistemas digitales e instrumentación, los estudiantes pertenecientes a las asociaciones estudiantiles AFEE y la Rama estudiantil IEEE. Como parte de las

actividades preparatorias al concurso, se lanzó el proyecto de extensión llamado “Curso de prototipado, diseño electrónico y sistemas basados en microcontroladores” con la finalidad de ser un espacio de encuentro entre docentes y estudiantes de todos los semestres. Su objetivo se alcanzó y se creó un interés por la robótica móvil. Finalmente, este entusiasmo se transformó en una asidua participación en el evento. Las asociaciones estudiantiles IEEE y AFEE en conjunto con los docentes de la comisión, realizaron el curso con el fin de capacitar a los estudiantes del programa de ingeniería electrónica de la universidad del Quindío, en el diseño e implementación de circuitos impresos (PCB), sistemas basados en microcontroladores y prototipos mecánicos estables y duraderos, dirigidos al área de robótica.

De esta forma, se configura como un medio para el desarrollo de las habilidades CDIO de los estudiantes del programa de ingeniería electrónica, afianzando competencias y habilidades fundamentales para el ejercicio profesional de un ingeniero electrónico. Por ello, siempre y cuando se propicien espacios académicos para el desarrollo de estas competencias y habilidades, se estará contribuyendo al mejoramiento tanto de la capacidad de enfrentarse al medio, como del ejercicio profesional de la ingeniería electrónica.

5.2. Logística del concurso

La logística del evento fue coordinada en su totalidad por las asociaciones estudiantiles, quienes a través de este evento mostraron ante la comunidad universitaria su liderazgo, fortaleciendo sus habilidades comunicativas, de trabajo en grupo y de gestión. El concurso se realizó en el marco de la semana universitaria el día 12 de octubre de 2016, en las instalaciones del coliseo de la Universidad del Quindío y contó con la participación de 7 robots en el reto de velocidad, 19 robots en el reto de laberinto, diseñados por estudiantes de Ingeniería electrónica de tercer a noveno semestre. Adicionalmente, se contó con la participación de un Robot diseñado por estudiantes de la universidad de Caldas. La comunidad universitaria tuvo una participación asidua y el evento contó con gran cantidad de público de los diferentes programas académicos y dependencias administrativas de la universidad. En la figura 3, se observa la participación de la comunidad universitaria.



Figura 3. Concurso de robótica “Game of Bots”

6. Conclusiones

Se diseñó un concurso de robótica móvil que ayudó a desarrollar las habilidades de Concebir, Diseñar, Implementar y Operar; propuestos por la iniciativa CDIO y aprobadas por el PEP. Las cuales se evalúan a través de los resultados de aprendizaje del programa.

Se presentó el proyecto de extensión “Curso de prototipado, diseño electrónico y sistemas basados en microcontroladores”, el cual permitió a estudiantes de distintos semestres adquirir habilidades en el tema de la robótica móvil.

Se contó la participación de 7 robots en la categoría velocista, 19 robots en la categoría laberinto, 1 robot de la universidad de Caldas inscrito en la categoría velocista y finalmente la asidua compañía de la comunidad universitaria en general.

7. Referencias

- C.D.I.O. (2010). Estándares CDIO v.2.0. Cdio.Org (Vol. 0). Retrieved from <http://www.cdio.cl/documentos/estandares-cdio>.
- Ingeniería Electrónica, U del Q. (2016). Proyecto Educativo del Programa Ingeniería electrónica. Armenia Quindío.

Sobre los autores

- **César Augusto Álvarez Gaspar:** Ingeniero Electrónico de la Universidad del Quindío. Maestrante en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Manizales, en la línea de Mecatrónica y Control. Profesor Asistente. caalvarez@uniquindio.edu.co
- **Marisol Gómez Cano:** Ingeniera Electrónica de la Universidad Nacional, Sede Manizales. Magister en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de Pereira, en la línea de Automática. Profesora Asistente. solqc@uniquindio.edu.co

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

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)