



## **THINK ING: UNA CHISPA DE INGENIO EN LA SOCIEDAD**

**Santiago Alonso Moreno Rodríguez, Pablo Felipe Hernández López, Valery Juliana Neira Rivera**

**Pontificia Universidad Javeriana  
Bogotá, Colombia**

### **Resumen**

La Pontificia Universidad Javeriana Bogotá se ha caracterizado por formar ingenieros íntegros y con un alto carácter social. En el presente documento se evidencia el resultado de los procesos de acción social impulsados por la facultad de ingeniería, su programa de proyección social y la participación de tres estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica. En enero del presente año los estudiantes involucrados comenzaron el diseño de tres Sub Proyectos dirigidos a comunidades con alguna problemática social o que requieran de algún aporte para el mejoramiento en su calidad de vida. Los tres Sub Proyectos se enfocaron en diferentes necesidades haciendo uso de la metodología CDIO. El primero es el acompañamiento y desarrollo de proyectos tecnológicos en los últimos grados de secundaria para incentivar el estudio universitario de ingeniería. El segundo es el refuerzo de habilidades en las áreas de tecnología, física, matemática y sistemas empleando proyectos de innovación sostenible con la metodología CDIO en la fundación Salvemos a Cristian. Y el tercero tiene como objetivo acercar a los estudiantes de grados inferiores de secundaria a los conceptos de ingeniería por medio de talleres que involucran el ámbito astronómico.

Estos proyectos fueron la base para el desarrollo y trabajo del eje principal de "Think Ing" que busca darle continuación al diseño de un plan de acción presentado en el EIEI el año anterior titulado "Implementación de Aspectos Técnicos Ingenieriles en el Desarrollo Emprendedor y Social Dirigido a Re - Insertados de las FARC-EP" en el cual los tres estudiantes por medio de vínculos con la mesa del Alto Comisionado y la Sub Comisión Técnica para la Paz trabajan en realizar nexos entre la academia y los reinsertados con el fin de brindar un apoyo técnico y emprendedor utilizando la metodología CDIO. Los 4 proyectos nombrados anteriormente siguen ejecutándose y buscan involucrar estudiantes de más ingenierías.

**Palabras clave:** proyección social; CDIO; problemática social

### **Abstract**

*In this document is summarized the result of three social projection programs developed and promoted by engineering students from the Pontificia Universidad Javeriana. In January of 2017 the authors were involved in the design and implementation of three projects aimed to help vulnerable communities that require support to improve their life quality or need solutions for daily life problems. Each project was focused and oriented to a different community; although, all of them make use of the CDIO methodology. The first project is the assessment and development of technological projects in high school to encourage the pursue of an undergraduate degree. The second project promotes the reinforcement of skills related to technology, physics, mathematics and computer science developing innovation sustainable projects with the CDIO methodology inside the Salvemos a Cristian non lucrative foundation. Finally, the third project aims to teach kids the basic concepts of astronomy using simple teaching guides based on the CDIO Methodology.*

*These projects were used to build the main axis of "Think Eng", a proposal that follows the action plan presented last year in the EIEI entitled "Implementation of Technical Aspects Engineering in Entrepreneurial and Social Development Directed to Re-Inserts of the FARC-EP ". In that work, three students in constant dialogue with the High Commissioner and the Sub-Technical Commission for Peace worked in making links between academia and the ex-FARC members in order to provide a technical and entrepreneurial support using the CDIO methodology. This work shows the first steps towards the social development of three communities using the CDIO approach to problem solving and teaching in engineering.*

**Keywords:** social projection; CDIO; social issues

## **1. Introducción**

*"Think ING: Una chispa de ingenio en la sociedad"*, es una muestra de cómo actualmente los estudiantes de ingeniería están en la capacidad de desarrollar un pensamiento crítico frente a la problemática social por la cual atraviesa el país. Por medio de la metodología CDIO, Concebir, Diseñar, Implementar y Operar se busca acercar y promover la generación de soluciones para la comunidad y sus problemáticas; de esta manera, se podrán establecer relaciones entre la ingeniería y la sociedad. En este trabajo se desarrolla la metodología para cada sub-proyecto, que a su vez, fue concebido a partir de una problemática social, diseñado para brindar una solución, implementado en la mayoría de los casos y operado para funcionar de forma autosustentable.

Este trabajo es apenas una porción de los aportes que los estudiantes de ingeniería pueden lograr acercándose a la sociedad y conviviendo con sus problemáticas. Los

estudiantes vinculados a esta iniciativa buscan fomentar la creación y vinculación a proyectos similares, donde los estudiantes y profesionales de ingeniería hagan parte activa de iniciativas de responsabilidad social para la transformación y desarrollo de la sociedad.

## 2. Metodología CDIO

Las demandas técnicas y prácticas del mundo real y el aprendizaje de la Ingeniería son dos elementos que se han ido separando a lo largo del tiempo. La realidad actual de la ingeniería y los negocios, la competitividad entre las universidades, la necesidad de emprendimiento e innovación en ciertas áreas de aplicación, la retención de estudiantes en diversas poblaciones hace necesario una reforma en la metodología de enseñanza de la Ingeniería en general (Crawley, et al., 2007).

La iniciativa CDIO propone una educación enfocada en Concebir, Diseñar, Implementar y Operar sistemas, productos y procesos. De esta manera, se busca realizar un currículo que se enfoque en el aprendizaje de temas específicos que apalanquen la implementación de técnicas y prácticas en la vida real. Teniendo en cuenta esto, se busca el aprendizaje activo por medio de proyectos que contemplen cada uno de los énfasis mencionados.

De igual forma, con la metodología de aprendizaje CDIO se busca enfocar el aprendizaje en varios elementos: necesidades de los clientes y usuarios, requerimientos específicos en la entrega de los productos, procesos y servicios, incorporación de innovación y nuevas tecnologías prácticas en los mercados actuales, cuidado por el medio ambiente, prevalencia de la labor de la ingeniería y su objetivo de buscar soluciones, promover el trabajo en grupo interdisciplinario, entre otros.

Dentro de cada uno de los énfasis se deben incluir y tener en cuenta los siguientes aspectos:

### **Concebir:**

- Necesidades de los clientes.
- Estrategias de las empresas.
- Regulaciones actuales.
- Tecnología futura y relación con la actual.
- Planes de negocio.

### **Diseñar:**

- Planos y diagramas.
- Algoritmos.
- Pasos que describan detalladamente cada etapa del procesos.

### **Implementar:**

- Transformaciones del diseño en el producto.
- Pruebas y validación.

- Presentación de errores y precisión.

**Operar:**

- Manejar el producto.
- Mantenimiento del producto o sistema.
- Identificación de la evolución del sistema.

Es importante mencionar que uno de los objetivos principales de la metodología CDIO radica en que fue diseñada específicamente como un modelo que puede ser adaptado y adoptado por cualquier universidad de ingeniería. La iniciativa CDIO se centra en una arquitectura abierta que puede ser adaptado a las necesidades específicas de cualquier programa. Este elemento es sumamente relevante ya que se propone implementar esta metodología en diferentes programas que buscan los resultados que en esencia esta plantea.

**3. Primer caso de aplicación: *“Implementación de Aspectos Técnicos Ingenieriles en el Desarrollo Emprendedor y Social Dirigido a Re-Insertados de las FARC-EP” y “Generación de proyectos escolares en el área de tecnología por medio de CDIO”***

El proyecto *“Think ING: Una chispa de ingenio en la sociedad”* surgió después de haber asistido al EIEI del 2016 en cual se diseñó un proyecto que involucra el actual proceso de paz y estudiantes de Ingeniería. Al mismo tiempo, se iniciaron contactos con algunas instituciones educativas del distrito en la ciudad de Bogotá. Fue así como se dio inicio al primer caso de aplicación del proyecto, donde se manejaban dos enfoques dirigidos a comunidades diferentes.

El primero de ellos y el cual se denomina la implementación estrella de este proyecto es la vinculación de los estudiantes con reinsertados de las FARC - EP en un pequeño capítulo de este proyecto llamado: *“Implementación de Aspectos Técnicos Ingenieriles en el Desarrollo Emprendedor y Social Dirigido a Re-Insertados de las FARC-EP”*. El objetivo principal de esta implementación es poder vincular a los estudiantes y a los reinsertados por medio de cátedras técnicas dictadas por los estudiantes en las zonas veredales donde se tuviese un enfoque emprendedor por medio de CDIO para lograr incentivar la resocialización de ellos en las comunidades urbanas.

Esta idea tiene un tiempo de desarrollo sujeto a cambios en la implementación de los acuerdos de paz logrados por el gobierno y las FARC. Debido a esto, se logró generar contactos con las personas encargadas del proceso desde la oficina del Alto Comisionado y desde la Sub Comisión Técnica para la Paz. Dichos entes son el acompañamiento y verificación del gobierno o las entidades competentes para poder llevar a cabo la realización del proyecto propuesto.

Actualmente, con ayuda de los entes y a la espera de la verificación de la dejación de armas por parte de la ONU, los estudiantes se encuentran ad portas de ingresar a zonas veredales con un plan de trabajo distribuido inicialmente para la caracterización de la comunidad a tratar. Es muy importante resaltar que la fase más clara y que más detalles

debe brindar es la caracterización de la comunidad con la cual se va a trabajar. Este espacio brinda las herramientas y visiones necesarias para adaptar el plan de trabajo a la comunidad beneficiada. Además, como agentes externos a la realidad en la cual conviven ellos, se debe tener un nivel de precaución bastante intenso.

Durante todo este tiempo, de manera conjunta se desarrolla en Bogotá un proyecto dirigido principalmente a estudiantes de últimos grados de Secundaria con el fin de incentivar el estudio de ingenierías y el ámbito sostenible desde proyectos del área de tecnología.

Siendo consecuentes con la metodología CDIO, lo primero que se realiza es la caracterización de los estudiantes donde se observa que de cada 20 estudiantes sólo 10 tienen alguna inclinación por estudio de ingenierías. Con estos datos, se seleccionan temáticas del área de la ingeniería para poder ser desarrollados por medio de módulos en los cuales se implemente CDIO y se obtengan los proyectos de vida anhelados.

Las temáticas:

- Energía.
- Hidrosistemas.
- Química.
- Electrónica.
- Construcción.
- Sistemas

Bajo estas temáticas se diseñaron guías para cada una, en las cuales por medio de diferentes actividades de Concibe el área, se Diseña un proyecto solución alguna problemática en el área, se Implementa el proyecto a pequeña escala y se Opera para que se vuelva autosustentable.

Este proyecto tiene un tiempo de desarrollo semestral, dado que la idea era formar unas guías que sirvieran para ser implementadas en diferentes instituciones. Con ayuda de proyección social de la facultad de ingeniería, diferentes estudiantes de distintas áreas de ingeniería llevarán a cabo la implementación de este proyecto con el ánimo de fomentar y visualizar el estudio de ingeniería.

En la implementación anterior se pasó de tener un 50 % de estudiantes interesados en estudiar ingeniería a un 85 %. Este dato se convierte en otra motivación para los precursores del proyecto *Think INK* y así seguir trabajando para lograr un país con alto nivel de ingeniería y con motivación al desarrollo social.

#### **4. Segundo caso de aplicación: "Aplicación de la Metodología CDIO en curso de Astronomía Básica para niños".**

Teniendo en cuenta que la iniciativa CDIO busca que los docentes y universidades apliquen sus conceptos en diferentes campos de la ingeniería y afines, esta propuesta

busca incluir esta metodología en el aprendizaje de conocimientos básicos relacionados con la Astronomía y áreas afines.

Teniendo en cuenta esta propuesta, se pretende dirigir el curso de Astronomía Básica para niños a la adquisición de conocimientos relacionados a este tema y a la resolución de problemas cotidianos que tengan que ver con ubicación, puntos cardinales, entre otros.

Un punto importante de esta propuesta radica en que se busca implementar este Curso de Astronomía Básica para niños en colegios y comunidades marginales de la ciudad de Bogotá. Se busca que con este tipo de iniciativas los niños encuentren elementos útiles y entretenidos que sean más interesantes que influencias negativas que puedan llegar a encontrar en otros espacios.

Un elemento importante de esta propuesta se basa en que cada actividad que se efectuará tendrá algún elemento que relaciona esta metodología. Se hará énfasis en la elaboración de proyectos individuales donde el trabajo en equipo sea una herramienta relevante y el trabajo de roles les permita a los estudiantes y participantes de este curso a adquirir nuevos conocimientos y habilidades.

Teniendo en cuenta lo dicho anteriormente se idearon proyectos o actividades que se enfoquen en cada uno de los énfasis propuestos por la metodología CDIO (Concebir, Diseñar, Implementar y Operar). Se buscó que en todos los proyectos en donde se implementa el énfasis de Concebir se identifiquen los principales y más básicos conceptos en torno a la Astronomía (puntos cardinales, fases de la luna, diferencia entre planetas, etc.). De igual manera, para el énfasis de Diseñar, los proyectos propuestos se enfocan en creación de maquetas, artefactos o productos que emplean los conocimientos adquiridos y las necesidades requeridas plasmadas en el énfasis anterior. Esto se puede ver reflejado en maquetas de telescopios, ejemplificaciones del sistema solar, diseño de actividades lúdicas que recreen movimientos del Universo, etc.

En el proceso de implementación y operación del producto, las guías se enfocan en la adquisición del conocimiento por medio de la práctica y la enseñanza del conocimiento a otros niños. Algunas actividades, como las propuestas de mejoras de los productos o maquetas diseñadas, concluyen el proceso de aprendizaje enfocado en esta temática.

En el proceso de realización del Curso de Astronomía Básica para niños hubo una dificultad importante, ésta fue la explicación de temas complejos a los niños de primaria, ya que estos no contaban con el dominio de conceptos básicos de geometría y aritmética. Estos temas requieren sustentos físicos, matemáticos y lógicos para su completo entendimiento, por lo tanto, fue necesario abarcar cada uno de estos temas desde diferentes puntos para poder garantizar su aprendizaje. Como ejemplo de esto, el tema de eclipses solares y fases de la luna dependen de muchos factores físicos, geométricos y matemáticos que sería casi imposible de explicar para niños de edades tempranas, por ende se emplearon técnicas lúdicas, proyectos en donde los niños recrean cada uno de los movimientos, diseño de actividades por parte de los mismos niños con materiales reciclables para que más que comprendieran los detalles de los

fenómenos, los entendieran y tuvieran la capacidad de explicarlos sin ningún inconveniente.

Finalmente, este proyecto fue diseñado como un prototipo para ensayar e implementar. Dentro de los alcances futuros está la implementación en colegios de la ciudad de Bogotá en donde exista la posibilidad de evaluar resultados en términos de adquisición de conocimientos, motivación e interés de acuerdo a las actividades propuestas.

### **5. Tercer caso de aplicación: *“Aplicación de metodología CDIO en refuerzos escolares dentro de la fundación Salvemos a Cristian”.***

El tercer proyecto tuvo como principal objetivo desarrollar un programa de innovación para los jóvenes de la fundación Salvemos a Cristian basado en la metodología CDIO (Concebir, diseñar, implementar y operar). La fundación está ubicada en el barrio Buenos Aires de Bogotá, su objeto social es apoyar a los niños y jóvenes del sector que se encuentran en condiciones de vulnerabilidad. En la actualidad, la fundación apoya a los integrantes de su comunidad brindando el servicio de comedor comunitario y apoyo extracurricular en las jornadas complementarias del colegio. Por lo anterior, el espacio de la fundación es óptimo para implementar el proyecto propuesto, ya que allí se reúnen los jóvenes en las horas libres para afianzar sus conocimientos y desarrollar nuevas habilidades.

El proyecto fue desarrollado entre los meses de febrero y mayo con la participación de niños y jóvenes entre los 12 y 16 años. Allí se buscó mostrar que las metas originales de la iniciativa CDIO (Crawley, et al., 2007) listadas a continuación, pueden transformarse para ser aplicadas en un ambiente escolar.

#### Metas de la iniciativa CDIO

- Dominar un conocimiento más profundo de la fundamentación técnica en ingeniería.
- Liderar la creación y operación de nuevos productos, procesos y servicios.
- Entender la importancia e impacto estratégico de la investigación tecnológica en el desarrollo de la sociedad.

#### Metas propuestas para la aplicación CDIO en ambientes escolares de educación básica y secundaria:

- Dominar un conocimiento más profundo de las asignaturas básicas dictadas en la educación secundaria.
- Liderar la creación y operación de nuevos productos tecnológicos sustentables.
- Entender la importancia e impacto estratégico del conocimiento y la tecnología en el desarrollo de la sociedad.

Para desarrollar cada uno de las metas propuestas se decidió dividir en 4 etapas el desarrollo del proyecto. Cada una de las etapas incluyó una serie de actividades específicas que fueron realizadas progresivamente con los grupos de trabajo conformados.

**1. Primera etapa: Establecimiento de los grupos de trabajo**

Durante las jornadas de apoyo académico dentro de la fundación se convocó a todos los jóvenes o niños interesados en participar en el proyecto. Esta etapa del proyecto se dividió en 5 sesiones. Las primeras 3 sesiones fueron dedicadas a la selección de una problemática propuesta por alguno de los participantes. Las restantes 2 sesiones fueron dedicadas a la introducción de la metodología CDIO. Allí se resaltó que una de las múltiples ventajas de la metodología es la alineación constructiva de los conocimientos adquiridos en el aula y la utilidad real de los mismos.

**2. Segunda etapa: Aplicación de la metodología CDIO**

Durante esta etapa se desarrollaron los pasos de concepción y diseño de la solución propuesta. Para lo anterior, se redactó un párrafo conjunto con el planteamiento del problema y su justificación. Además, se establecieron los límites y alcances de la solución estableciendo las especificaciones y limitaciones de diseño.

Teniendo en cuenta que el proyecto se desarrolló en una comunidad de escasos recursos, el coordinador optó por establecer como limitación emplear únicamente materiales reciclables.

**3. Tercera etapa: Desarrollo e implementación de la solución**

En esta etapa del proyecto se busca implementar el primer prototipo de la solución. Para esto se pidió a los participantes aportar materiales y herramientas que consideren útiles para la implementación. Con el banco de materiales recolectado los participantes debían construir la solución seleccionada, esto promueve un ambiente de innovación y desarrollo colaborativo tal como el que se espera en un ambiente de trabajo real (Confederation of Finnish Industries, 2011).

En esta etapa la continuidad del proyecto se vió truncada por la ausencia de múltiples participantes, lo que no permitió terminar el desarrollo del proyecto. Sin embargo, los participantes restantes mostraron amplio interés en la continuidad del proyecto. Por lo anterior, como un trabajo futuro se recomienda optar por instituciones públicas o privadas que permitan implementar este proyecto dentro de los espacios escolares, de esta manera se garantiza la permanencia de todos los integrantes del equipo de trabajo.

**4. Cuarta etapa: Exposición de la solución**

En la última etapa del proyecto, se busca evaluar el empleo de la metodología CDIO en el desarrollo de la solución. Para ello se deberá organizar en la institución una exposición pública dirigida por los desarrolladores de la solución, en esta presentación se debe presentar claramente las etapas de concepción, diseño, implementación y operación del producto final. Con lo anterior se busca extender el alcance de la metodología CDIO de las universidades a otros escenarios de formación básica secundaria.

A pesar que el proyecto no se llevó a cabo hasta su última etapa, su desarrollo demostró que la iniciativa CDIO puede extenderse a escenarios escolares distintos a los currículos universitarios de las carreras de ingeniería. Al desarrollar proyectos con esta metodología en un ambiente de refuerzo escolar como el de la fundación Salvemos a Cristian, es posible desarrollar programas que son educativamente efectivos y más atractivos para los estudiantes, atrayéndolos a la ingeniería, manteniéndolos vinculados desde una temprana edad al área, tal como lo busca la metodología CDIO desde sus inicios (Crawley, et al., 2007).

## 6. Referencias

- Ibargüen Ocampo, F., & Marín, J. (2013). Experiencia del uso del kit de implementación de la iniciativa CDIO en el programa de ingeniería electrónica Universidad del Quindío. WEEF Cartagena 2013. Disponible en: <http://www.cdio.org/files/school/resources/64.pdf>
- Confederation of Finnish Industries. (2011). Oivallus-final report. Consultado el 2 de Junio de 2017. Disponible en: <http://www.ek.multiedition.fi/oivallus/fi/liitetdostot/Oicallus-Final-Report.pdf>
- Pérez, A. (2015). Astronomía a través del arte. Universe Awareness. Disponible en: <http://www.unawe.org/resources/guides/AstroArtUNAWEBBook/>.
- Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S. & Brodeur, D., (2007). Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. s.l.:Springer.
- Guillermo Restrepo G.; María A. Lopera C. (2014), CDIO: Una gran estrategia de formación en ingeniería. Ingeniería & Sociedad.
- González Correal, A. M., Bravo Sánchez, F. Á., Fadul Renneberg, K., & Viveros Moreno, F. F. (10 de Junio de 2015). Innovación educativa javeriana. Obtenido de Página web Pontificia Universidad Javeriana: <http://caee.javeriana.edu.co/servicios/innovacioneducativa/innovacion-educativa-javeriana>
- González, A., García, L., Marciales, G., Ruiz, M., & Viveros, F. (2013). Concepción y diseño del centro de aprendizaje y enseñanza de la facultad de ingeniería de la facultad de ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana.. Bogotá: WEEF 2013 Cartagena, Colombia
- Hugo, R., & Malmqvist, J. (10 de Junio de 2015). About CDIO. Obtenido de CDIO Web site: <http://www.cdio.org/about>
- Janeth Rozo Nader,(2014). Implementación de metodología CDIO en las asignaturas de ingeniería del software de la Universidad Libre sede Barranquilla, Universidad Libre Barranquilla, Colombia.
- Claudia Martínez, Marcia Muñoz, Cristian Cárdenas & Manuel Cepeda, (2013) Adopción de la Iniciativa CDIO en los Planes de Estudio de las Carreras de la Facultad de Ingeniería de la UCSC, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Bío-Bío, Chile. Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013)
- Brodeur, D., and Crawley, E. (2005). "Program evaluation aligned with the CDIO Standards", Proceedings of ASEE-05, Portland, Oregon.

## Sobre los autores

- **Santiago Alonso Moreno Rodríguez**, Estudiante de 10 semestre de Ingeniería Electrónica y 8 semestre de Economía. Pontificia Universidad Javeriana. [smorenor@javeriana.edu.co](mailto:smorenor@javeriana.edu.co).
- **Pablo Felipe Hernández López**, Estudiante de 10 semestre de Ingeniería Electrónica y 7 semestre de Administración de Empresas. Pontificia Universidad Javeriana. [hernandez.pablo@javeriana.edu.co](mailto:hernandez.pablo@javeriana.edu.co).
- **Valery Juliana Neira Rivera**, Estudiante de 10 semestre de Ingeniería Electrónica. Pontificia Universidad Javeriana. [vneira@javeriana.edu.co](mailto:vneira@javeriana.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)