



APRENDIZAJE A PARTIR DE PROYECTOS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Andrés Felipe Duque Montenegro, Daniel Andrés Buitrago, David Santos Borja, Carlos Andrés Galindo

Universidad Nacional de Colombia
Bogotá, Colombia

Resumen

La Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá tiene la ventaja de tener un único campus para todos los programas que se ofrecen en ella, esto permite que los estudiantes se desenvuelvan en un ambiente de múltiples disciplinas favoreciendo la interacción y discusión para abordar un problema. Para esto es necesario que se brinden los espacios, herramientas y metodologías correctas con el fin de que los estudiantes puedan vincularse o incluso formar proyectos que solucionen problemas reales de su entorno y sobre todo encuentren el espacio para aplicar sus conocimientos y adquirir experiencias reales trabajando interdisciplinariamente en equipo.

Es así como el grupo estudiantil *Proyecto Eléctrica* ha venido desarrollando desde el 2015-I una serie de proyectos para cumplir los objetivos anteriormente descritos, concretamente, un ciclo de talleres para el desarrollo de proyectos, impartido por estudiantes para estudiantes; el reciclaje de residuos electrónicos de la Universidad para la generación de un banco de materiales, y la creación de máquinas de prototipado a partir de open source, con estas iniciativas se ha apropiado a los estudiantes del conocimiento y herramientas de desarrollo para el aprendizaje a partir de proyectos, con el fin de que a futuro resuelvan problemáticas de la Universidad o el país usando esta metodología.

Palabras clave: open source; hardware libre; prototipado; transferencia de conocimiento

Abstract

The National University of Colombia, seat of Bogotá has the advantage of have only one campus for all the programs that are offered in there, this allows students to evolve in an

interdisciplinary environment favoring interaction and discussion to address issues. For this, is necessary offer spaces, tools and correct methodologies with the purpose that the students can be linked or even create projects to solve real problems in their environment and above all they can find the place to apply their knowledge and acquire real experiences.

This is how the student group Proyecto Eléctrica has been developing since 2015-I a series of projects to meet the objectives previously described, specifically, a workshop cycle for the development of projects, given by students for students; recycling electronic waste from the university to the generation of a material bank and then, the creation of prototyping machines open source based, with these initiatives students has been appropriated to knowledge and development tools for the learning projects based, with the purpose that in the future they could solve problems of the university or the country using this methodology.

Keywords: *open source; free hardware; prototyping; knowledge transferring*

1. Introducción

Desde sus orígenes, el grupo estudiantil *Proyecto Eléctrica* se ha preocupado por transformar la relación Academia - Sociedad, particularmente en la ingeniería. Esta meta lleva a enfocar los esfuerzos del grupo de estudiantes en un primer elemento de esta relación: La educación, pues en palabras de Paulo Freire “La educación no cambia el mundo cambia a las personas que van a cambiar el mundo”. Así pues, entendiendo que la educación es la herramienta para incidir en la sociedad, así como para transformar los sujetos de la misma mediante la formación personal, el grupo estudiantil *Proyecto Eléctrica* hace una primera aproximación a estudiar la misma en la Facultad. Guiados además por experiencias personales, en las cuales muchas veces el modelo educativo no satisface las necesidades de los estudiantes del grupo, se decide enfocar los esfuerzos en buscar cómo transformar esta situación, mediante la discusión, el debate y la construcción en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia.

2. Motivación

El origen de este tipo de metodologías implementadas dentro del grupo de trabajo y ofrecidas a la comunidad universitaria se basa en las problemáticas de la pedagogía usada dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, donde en muchas ocasiones no existe una contextualización de los temas tratados a lo largo de las clases con las posibles aplicaciones prácticas de las mismas, la falta de visualización clara de las problemáticas a solucionar y por ende un vacío en la aplicación de conceptos adquiridos de manera teórica además de la carencia de incentivos para la realización de proyectos concretos dentro y especialmente, fuera del aula de clase, lo que se traducía en trabajos inconclusos o con retrasos significativos en su implementación.

Con las problemáticas anteriormente mencionadas se trabajó en la búsqueda de estrategias para mejorar los paradigmas estructurales de la educación en ingeniería, como una alternativa a estas problemáticas previamente planteadas. Identificando cuatro aspectos fundamentales a mejorar dentro de este proceso de aprendizaje como se indica en la Figura 1.



Figura 1: Esquema aspectos a mejorar.

3. Metodología

Basado en lo planteado anteriormente y la imperante necesidad de formar estudiantes con habilidades para resolver problemáticas de la vida común y profesional, se decidió que el grupo estudiantil orientara una metodología, en la que la resolución de un problema en particular se convierte en el objetivo adecuado para adquirir los conocimientos necesarios para resolver el mismo. De esta manera se realizó un planteamiento de una metodología práctica donde se cuenta con cierto tipo de herramientas y conocimientos que son aplicados de a pocos en las diferentes etapas de la resolución de la problemática planteada inicialmente, es así como se rompen esquemas de enseñanza tradicionales donde el conocimiento se adquiere en ocasiones por motivaciones conductistas y en cambio pasa a ser una herramienta motivante para cumplir objetivos, prototipar y resolver problemas.

Dentro de esta metodología la resolución de problemas y la creación de proyectos juegan un papel fundamental debido a que son un incentivo tanto lúdico de aprendizaje dentro de este proceso. El planteamiento de problemas abre la mente de los estudiantes a la exploración de diferentes herramientas tanto teóricas como prácticas para su solución, mientras que los proyectos desarrollan habilidades de organización en los estudiantes, ya que se requieren crear lineamientos claros, alcanzables y metodologías para el desarrollo.

4. Estrategias

Es de esta manera que basados en la necesidad de plantear dicha metodología el grupo se dio a la tarea de buscar herramientas que dinamicen dicho proceso de enseñanza, a continuación, se presentan algunas de las estrategias usadas para enriquecer este proceso metodológico.

1. Ciclo de talleres

El primer ciclo de talleres tuvo como nombre “Ciclo de Talleres: Educación en Construcción”, surgió como un primer paso para que el grupo pudiera incidir en la educación en la facultad vista desde una perspectiva estudiantil, inicialmente se plantearon cuatro temáticas a desarrollar en cuatro talleres de dos horas desarrollados a lo largo del semestre (Fig 2): Biomimética, Investigación operacional, Software Libre contando con la colaboración del grupo estudiantil USIMTE (Scratch) y Hardware Libre (Arduino).

La propuesta consistió en realizar talleres explorando pedagogías alternativas, para cumplir esta expectativa los talleristas y organizadores fueron estudiantes de pregrado de diferentes semestres (entre IV y VII semestre), quienes se vieron en la tarea de desarrollar una metodología práctica diferente al esquema expositivo de una cátedra o a la acostumbrada medición y muestra de resultados de un laboratorio. Además, los estudiantes talleristas y organizadores debieron afianzar diferentes habilidades en el proceso, como trabajo en equipo, comunicación, creatividad, gestión de recursos, conceptos teóricos y técnicos de los temas a enseñar.

Gracias a los resultados obtenidos en ese semestre, el ciclo de talleres se consolidó alrededor de la temática del Hardware Libre (Arduino) con una metodología basada en enmarcar el aprendizaje para resolver un problema, teniendo una parte teórica muy corta (entre 15 y 20 minutos) en donde se exponen el funcionamiento de algunas herramientas y cómo estas pueden ayudar en el proceso de solución, posteriormente se conforman equipos de trabajo liderados por un tallerista, quien siendo un guía ayuda a los asistentes en la construcción de un mini proyecto, en la tabla 1 se observa un ejemplo de la planeación usada en los semestres 2016-I, 2016-II.

En 2017-I se continuó con esta línea de trabajo invitando a los estudiantes a un espacio para seguir con los proyectos y realizar un seguimiento más personal a los asistentes, este espacio contó con una disponibilidad de dos horas semanales donde los talleristas y asistentes profundizan en temas más específicos según sus intereses.

En conclusión, el ciclo de talleres ha evolucionado a través del tiempo, consolidado hoy como un espacio con herramientas al que semanalmente asisten estudiantes a aprender a enseñar, aprender acerca de cómo la tecnología puede resolver problemas y a aprender de la interdisciplinariedad de la universidad y de la ciudad, pues los talleres son abiertos a toda la comunidad en general, consolidándose como un lugar de aprendizaje que diverge dentro de la forma tradicional de enseñanza en una universidad, esto gracias al trabajo colectivo y a un equipo de trabajo conformado por estudiantes que día a día se cuestionan el proceso formativo en su facultad.

	Primera sesión	Segunda sesión	Tercera sesión	Cuarta sesión
Objetivos de Aprendizaje	Introducción al manejo y programación de la plataforma Arduino.	Dar una introducción de los conocimientos básicos sobre la teoría de circuitos y la parte física de la plataforma de Arduino.	Dar una muestra de las aplicaciones de la plataforma Arduino en la industria.	Culminar el ciclo de talleres con la implementación de un proyecto sencillo, en donde trabajando en equipo se apliquen los conocimientos aprendidos con Arduino
Metodología	Se plantea realizar la programación de un cubo led donde los estudiantes podrán encender y apagar los diodos led en diferentes secuencias.	En esta sesión se realizará la conexión de diodos led en serie y paralelo con el fin de que los estudiantes observen la diferencia en cuanto a la iluminación de cada uno de los colores de los diodos led. Además, se explicará la diferencia entre una señal análoga y una señal digital.	En este taller se realizará el control de un motor DC y la visualización de sus datos en una LCD.	Para este taller se realizará un voltímetro tomando varias señales para posteriormente mostrar los datos en una LCD para realizar al final un trabajo en conjunto con los estudiantes dando una pequeña introducción a una red inteligente.
Requerimientos	Salón con disponibilidad de computadores y presentación con video beam, 7 tarjetas de programación Arduino UNO, 7 protoboards, 7 cubos LED.	Salón con disponibilidad de computadores y presentación con video beam, 7 tarjetas de programación Arduino UNO, 7 protoboards, 21 leds, 7 fotorresistencias y 7 fototransistores	Salón con disponibilidad de computadores y presentación con video beam, 7 tarjetas de programación Arduino UNO, 7 protoboards 7 LCD y 7 motorreductores	Salón con disponibilidad de computadores y presentación con video beam, 7 tarjetas de programación Arduino UNO, 7 protoboards, 7 LCD y 7 motorreductores

Tabla 1: Planteamiento metodológico y técnico de los ciclos de talleres con Arduino.

2. Foros de educación en construcción

Dentro del marco académico del planteamiento y posterior implantación de un nuevo modelo de educación en la facultad se planteó la realización de un foro llamado “Educación en construcción” contando con la participación de estudiantes asistentes a los ciclos de talleres, profesores del departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica e integrantes del grupo estudiantil. El principal objetivo del foro fue el de recoger las ideas de la comunidad universitaria sobre las temáticas expuestas por el grupo, el planteamiento explícito de la problemática a solucionar y conocer la opinión pública sobre las herramientas que debían de ser usadas para la solución de lo anteriormente planteado.

De esta manera se concluyó la importancia del papel de las tecnologías de Hardware libre (especialmente la tarjeta de programación Arduino) en el proceso metodológico de enseñanza dentro de la facultad y específicamente en el departamento, dada su accesibilidad, facilidad de manejo y soporte técnico con el que cuenta este tipo de tecnologías.



Figura 3: Conclusiones foro “Educación en Construcción” Tomado de (Buitrago, Duque, 2017).

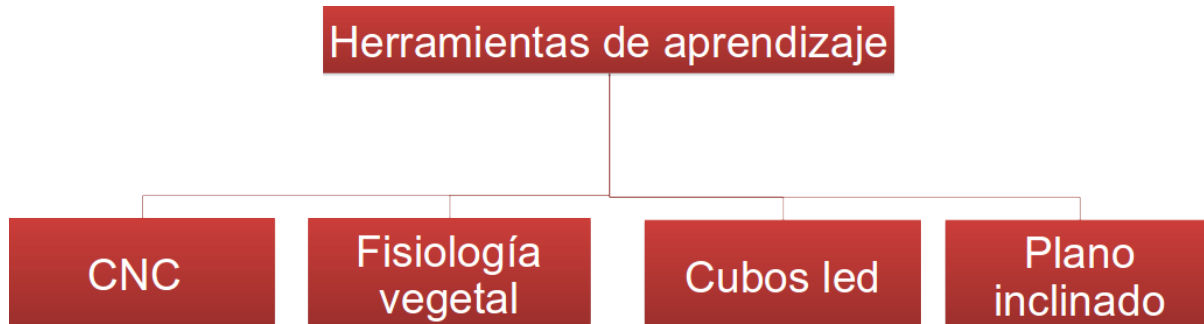
Otro de los puntos a resaltar del foro fue la conclusión de la utilización de herramientas de aprendizaje dinámicas que acerquen al estudiante a las aplicaciones prácticas y la creación de proyectos donde desarrollen diversas habilidades dentro y fuera del aula, haciendo mención específica a la manera en que se llevan a cabo las prácticas de laboratorio de asignaturas de fundamentación, especialmente de las concernientes a los fundamentos físicos.

De la recolección de ideas y experiencias a lo largo del foro y los talleres previamente realizados fue como se llegó a la conclusión de la necesidad de crear un proyecto que integre diferentes herramientas tanto prácticas como teóricas con el fin de dinamizar, mejorar e integrar los procesos de aprendizaje en el aula, donde los estudiantes puedan crear sus propios proyectos a partir de problemáticas previamente identificadas. Es de esta manera cómo surge el proyecto “Herramientas para el aprendizaje”.

3. Herramientas de aprendizaje

La iniciativa de “Herramientas para el aprendizaje” consiste en el desarrollo de proyectos prácticos que buscan solucionar las problemáticas presentadas dentro de los laboratorios de las asignaturas de fundamentación, más específicamente de las físicas

debido a la antigüedad e imprecisión de los equipos de medición y la implicación de esto dentro del proceso de aprendizaje de estas asignaturas. En respuesta a esta problemática se plantearon proyectos experimentales en los que los estudiantes que toman este tipo de asignaturas puedan diseñar equipos (basados en tecnologías de Hardware libre como Arduino, o de Software Libre como Scilab, etc.) que les permitan realizar la toma de mediciones de las diferentes variables dentro del laboratorio (bien sea de física mecánica, termodinámica, mecánica de fluidos, electromagnetismo, etc) para tener una representación de las mismas en tiempo real y de manera tanto óptima como interactiva.



*Figura 4: Esquema básico del proyecto "Herramientas para la educación"
Tomado de (Buitrago, Duque, 2017).*

A continuación, se presentan algunos de los proyectos específicos:

CNC: una máquina de control numérico computarizado (CNC) construida por los estudiantes y al servicio de los mismos para la creación de PCB útiles para los proyectos de electrónica y diferentes asignaturas.

Kit de fisiología vegetal: donde se miden y regulan diferentes parámetros dentro de un pequeño modelo vegetal, acercando al estudiante a modelos básicos de medición y control de parámetros experimentales.

Cubos Led: El uso de un cubo de leds de 3x3x3 es una herramienta fundamental usada por el grupo dentro de los talleres de Arduino ya que acercan al estudiante a las estructuras básicas de la programación de manera visual y dinámica

Proyectos experimentales: los proyectos principales dentro de esta iniciativa son los que tienen que ver con las prácticas experimentales de laboratorios de física, específicamente para los laboratorios de física mecánica se plantea la propuesta de un plano inclinado donde el estudiante tenga la oportunidad de crear su propia versión y aprenda a realizar las correspondientes mediciones de parámetros experimentales de manera autónoma como aceleración, velocidad, grados de inclinación, etc. Otro proyecto es de la ley de enfriamiento de Newton usado en laboratorios de termodinámica, donde los estudiantes nuevamente puedan realizar las mediciones concernientes y ver una representación en tiempo real de las variables tomadas, haciendo uso de herramientas de visualización de datos como Matlab o Scilab (García, L - MathWorks, s.f.) y (Pérez, M., 2013).

Así como estos existen otros proyectos experimentales como los de medición de parámetros en un montaje de dinámica de fluidos que lo que buscan fundamentar adicionalmente es la capacidad en los estudiantes aprender parámetros básicos de prototipado, donde se creen procesos metodológicos de creación de herramientas, así como pequeños proyectos.

4. Reciclaje de residuos para proyectos

A partir de varios trabajos con estudiantes de primeros semestres de ingeniería y también por experiencia propia, el grupo estudiantil evidenció que uno de los principales motivos por los que los estudiantes no llevaban a cabo prototipado es por los costos de los materiales y equipos. El grupo estudiantil conoció que en la universidad existe un centro de posconsumo al cual llegan toda clase de residuos eléctricos y electrónicos para su posterior desecho, evidenciando que una gran cantidad de estos desechos posee toda clase de implementos motores, circuitos integrados, transformadores, cables y cargadores con potencial para la realización de proyectos, que por el hecho de ser reciclados permiten disminuir los costos del proyecto y contribuir al reciclaje, por esto trabajando en conjunto con la División de Gestión Ambiental el grupo estudiantil tiene a disposición los elementos allí almacenados.

De esta manera se abre un espacio para la comunidad universitaria para tomar elementos que pueden ser reutilizados en la construcción de prototipos de cualquier índole, realizar un proceso de ingeniería inversa para conocer el funcionamiento de cierto tipo de equipos y sobre todo contribuir con la problemática de la falta de gestión de los residuos electrónicos.

5. Aprendizaje a partir de proyectos

Al construir prototipos de dispositivos que solucionen problemas reales el estudiante ha transcurrido por un largo camino nutriéndose de diferentes espacios promovidos por el grupo estudiantil, este recorrido inicia con el ciclo de talleres en donde los asistentes tienen un primer acercamiento acerca de cómo se pueden resolver problemas con la tecnología, así pues, continuando con los foros de educación en construcción y las sesiones semanales de talleres más personalizados el estudiante se plantea cuestionamientos creando un portafolio de problemas y buscando como según sus capacidades puede dar una solución. Para construir el prototipo el grupo estudiantil toma como base la ingeniería inversa usando los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) existentes en la bodega de postconsumo de la Universidad, de esta forma se construye el prototipo y todo este desarrollo finalmente ha generado un aprendizaje a partir de proyectos.



Figura 5: Proceso de aprendizaje a partir de proyectos.
Tomado de (Buitrago, Duque, 2017).

5. Conclusiones

Los estudiantes que más han aprendido en el desarrollo de todo el trabajo realizado han sido los integrantes del grupo estudiantil proyecto eléctrica, adquiriendo habilidades como el trabajo en equipo, pensamiento creativo, expresión oral y pedagogía.

El espacio generado con el desarrollo del ciclo de talleres logra romper las barreras pedagógicas que a veces imponen las jerarquías en el proceso de aprendizaje de una asignatura en una universidad, acerca a los estudiantes al trabajo en equipo, a la interdisciplinariedad y el cuestionamiento del rol social de la ingeniería.

Se escogió como herramienta Arduino al ser una tarjeta creada para ser usada por cualquier tipo de persona, independientemente de su profesión aportando claramente en la interdisciplinariedad, también para hacer énfasis en las oportunidades que ofrecen las tecnologías libres en el rol social del ingeniero y en general en la democratización del conocimiento.

Los foros “Educación en Construcción” han sido una de las fuentes de retroalimentación más importante para el grupo, en donde se abre un espacio que logra visibilizar problemas existentes en la facultad y nos permite preguntar cómo los

estudiantes y profesores pueden aportar para solucionarlos generando proyectos como “herramientas para aprender”.

El reconocimiento de los problemas es fundamental dentro de un proceso de creación ya que permite la realización de un proceso en el cual se ve la necesidad de consultar diferentes alternativas bien sean teóricas o prácticas con el fin de orientar la solución de dicha problemática por una línea alternativa a la inicialmente planteada, o con algunas variaciones.

El papel que juega la creación de proyectos en un proceso de aprendizaje mayoritariamente práctico permite el conocimiento de diferentes herramientas de desarrollo y potencian la creación de metodologías claras de procesos de prototipado, haciendo uso de diferentes estrategias previamente consultadas.

6. Referencias

Fuentes Electrónicas

- García, L - MathWorks. (s.f.). Arduino con MATLAB y Simulink, Parte 2: Programando Arduino Uno con MATLAB Consultado el 3 de Febrero 2017 en <https://www.mathworks.com/videos/arduino-with-matlab-and-simulink-part-2-programming-arduino-uno-with-matlab-99405.html>
- Pérez, M. (2013). MATLAB + Arduino: Serial Port Communication. Consultado el 5 de febrero 2017 en: <https://geekytheory.com/matlab-arduino-serial-port-communication>

Sobre los autores

- **Andrés Felipe Duque Montenegro:** Estudiante de Ingeniería Eléctrica, Tecnólogo en electricidad industrial, Coordinador general del grupo estudiantil Proyecto Eléctrica y miembro de la junta directiva AIEEUN. afduquem@unal.edu.co
- **Daniel Andrés Buitrago:** Estudiante de ingeniería eléctrica de la Universidad Nacional de Colombia, Coordinador del ciclo de talleres “Educación en Construcción” y miembro activo del grupo estudiantil Proyecto Eléctrica. dabuitragot@unal.edu.co
- **David Santos Borja:** Estudiante de ingeniería electrónica de la Universidad Nacional de Colombia, miembro activo del grupo estudiantil Proyecto Eléctrica y coordinador del proyecto “Herramientas para la educación”. daesantosbo@unal.edu.co
- **Carlos Andrés Galindo:** Estudiante de ingeniería eléctrica de la Universidad Nacional de Colombia, miembro activo del grupo estudiantil Proyecto Eléctrica. cagalindoc@unal.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)