



# **SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN EN ALIANZA CON ASIGNATURAS BASADAS EN PROYECTOS QUE PROMUEVEN EL APRENDIZAJE Y EL TRABAJO INTERDISCIPLINAR**

**Jairo Alberto Hurtado Londoño, Flor Ángela Bravo Sánchez**

**Pontificia Universidad Javeriana  
Bogotá, Colombia**

**Ana Victoria Prados Arboleda**

**Pontificia Universidad Javeriana  
Cali, Colombia**

## **Resumen**

Dentro de los planes de estudio de los programas de ingeniería, las asignaturas del núcleo de formación fundamental se pueden agrupar en cuatro categorías: asignaturas de formación de ciencias, asignaturas de ciencias aplicadas a la ingeniería, asignaturas de ingeniería aplicada y las asignaturas institucionales. Varias de ellas tienen un alto contenido teórico y otras ofrecen a los estudiantes proyectos prácticos que están restringidos a las temáticas propias de la asignatura; por lo tanto, se les está ofreciendo la oportunidad a los estudiantes, que tienen intereses concretos, de desarrollar contenidos y temáticas no contempladas en las asignaturas del plan de estudios para materializar proyectos en electrónica y promover diferentes habilidades de ellos.

Debido al creciente interés y compromiso mostrado por los estudiantes vinculados a los Semilleros de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana, se decidió abrir una asignatura electiva llamada, Proyectos Especiales, en la cual, los estudiantes, con la guía del profesor, definen los proyectos a realizar, preferiblemente vinculados con el semillero al cual pertenecen, pero no limitados solamente a este, ya que algunos de los estudiantes pueden tener intereses en desarrollar proyectos en áreas diferentes, en las cuales aún no existen semilleros.

La idea inicial surgió como una alternativa de reconocimiento de créditos al trabajo que realizan los estudiantes vinculados a los semilleros (de segundo a décimo semestre), sin embargo, se ha logrado estructurar la asignatura de tal forma, que se logra desarrollar y entregar un proyecto finalizado y documentado, por medio de un artículo, un video o una cartilla, que formalice y sirva como herramienta de difusión y visualización del trabajo realizado.

El presente artículo describe las características y condiciones para la creación de este curso. Posteriormente, se detalla la estructura del curso, objetivos de aprendizaje, la metodología usada y competencias a desarrollar. Luego, se describe algunos de los proyectos realizados por los estudiantes. Finalmente, se presentan las lecciones aprendidas y las conclusiones.

**Palabras clave:** educación en ingeniería; aprendizaje basado en proyectos; semilleros de investigación; aprendizaje activo

### ***Abstract***

*Syllabuses of engineering programs, core courses can be grouped into four categories: basic science courses, applied sciences in engineering courses, applied engineering courses, and institutional courses. Several of them have a high theoretical content and others offer practical projects restricted to the topics of the course. Therefore, students were given the opportunity to develop content and themes that are not covered in the subjects of the curriculum. It allows to students work their projects and develop different skills.*

*Given the growing interest and commitment shown by students linked to research students' groups of the Engineering School of the Pontificia Universidad Javeriana, it was decided to open an elective course called Special Projects. In this course, students, with teacher's guidance, define a project to be carried out. Preferably, this project should link to the student's group. However, they can also develop projects in other areas.*

*Initial idea emerged as an alternative to credit recognition for extra work done by students linked to students' groups (freshmen to seniors). The structure of this course allows complete an engineering project. Additionally, students should develop a document, a video, or a guide that serves as a tool for dissemination and visualization of work done.*

*This paper describes the features and conditions for the creation of this course. Subsequently, it details the course structure, learning outcomes, methodology, and competencies to be developed. Then, some students' projects are described. Finally, lessons learned and conclusions are presented.*

**Keywords:** *engineering education; project-based learning; student robotics group; active learning*

## 1. Introducción

En la Pontificia Universidad Javeriana, la Vicerrectoría de Investigación promueve la vinculación de estudiantes a experiencias en investigación, para tal fin, los semilleros de investigación ofrecen esta oportunidad para aquellos quienes voluntariamente desean profundizar y trabajar en sus áreas de interés. A partir de la iniciativa de seis estudiantes y un profesor de Ingeniería Electrónica, nació el Semillero de Robótica en el primer semestre del año 2015, que ahora tiene más de 30 estudiantes activos.

Debido al trabajo realizado, compromiso demostrado y la dedicación de tiempo se pensó en que se tuviera alguna forma de reconocimiento académico para los integrantes de este semillero, así mismo, existen otras necesidades al interior de los semilleros que no son posibles cubrir dentro del tiempo de trabajo de los integrantes. Por tal motivo se propuso la creación de esta asignatura electiva, llamada, Proyectos Especiales de Ingeniería Electrónica.

Aunque esta asignatura surgió desde el trabajo realizado en los semilleros, está disponible para todos los estudiantes, sea que pertenezcan o no a un semillero y así mismo, permite realizar diferentes proyectos que no estén contemplados dentro de las asignaturas del núcleo formación fundamental o cubiertos por los temas de trabajo de los semilleros.

Este documento desea mostrar la experiencia en la implementación de la asignatura, la metodología empleada y los resultados obtenidos. Por lo tanto, en primer lugar, se encuentra la descripción de la asignatura Proyectos Especiales, posteriormente se detalla la metodología empleada en la asignatura, luego se presentan alguno de los proyectos realizados en la asignatura y finalmente, mencionan las lecciones aprendidas y las conclusiones.

## 2. Descripción de la asignatura de Proyectos Especiales

Proyectos Especiales de Ingeniería Electrónica es una asignatura electiva teórico-práctica de dos créditos académicos, lo que en nuestro caso corresponde a dos horas semanales de trabajo presencial con el acompañamiento del profesor y cuatro horas de trabajo independiente.

En un principio el único requisito de inscripción era el de estar vinculado a un semillero, ahora está disponible para todos los estudiantes de la facultad. La asignatura ha contado principalmente con la presencia de estudiantes de diferentes semestres de las carreras de ingeniería electrónica y de ingeniería de sistemas.

El propósito de esta electiva es involucrar a los estudiantes en un proyecto académico de particular interés para los semilleros de investigación, para el Departamento de Ingeniería Electrónica o de los estudiantes, con la tutoría de uno o varios profesores. La asignatura le brinda al estudiante bases conceptuales y técnicas que le ayudan en

la planeación, desarrollo, documentación y ejecución de proyectos técnicos o de investigación.

Los objetivos de la asignatura Proyectos Especiales de Ingeniería Electrónica son los siguientes:

- Dar al estudiante la posibilidad de involucrarse en un proyecto académico de Ingeniería Electrónica, bajo la tutoría de un profesor.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la solución de problemas con la aplicación de la ingeniería electrónica.
- Ofrecer diferentes alternativas o soluciones a la problemática planteada.
- Identificar las ventajas y desventajas de las alternativas planteadas a la solución del problema.
- Ser consciente de la responsabilidad de su trabajo individual dentro de los compromisos y el objetivo grupal.
- Identificar diferentes áreas del conocimiento que colaboren con la solución del problema.
- Exponer con argumentos a sus compañeros sobre el desarrollo y evolución del proyecto, tanto en forma oral como escrita.
- Fomentar la importancia de la actualización permanente

### 3. Metodología

La metodología de la asignatura Proyectos Especiales de Ingeniería Electrónica se fundamenta en el aprendizaje basado en proyectos (PBL). Esta estrategia pedagógica busca que los estudiantes participen en la planeación de un proyecto, investiguen y apliquen nuevo conocimiento y habilidades en la solución de una problemática (Bender ,2012). Adicionalmente, esta metodología basada en proyectos permite el desarrollo de competencias y habilidades del siglo XXI tales como el pensamiento crítico, la solución de problemas, la creatividad, la comunicación, el manejo de tiempo y otras habilidades fundamentales en el actual mundo globalizado (Larmer, 2015; Krauss, 2013).

La electiva Proyectos Especiales de Ingeniería Electrónica usa la motivación que tienen los estudiantes por el desarrollo de proyectos de su interés, como motor central de su aprendizaje. En la primera etapa del curso, se realiza lluvia de ideas de problemáticas técnicas dentro de los semilleros, posibles proyectos o intereses particulares que se deseen trabajar. Esto permite a los estudiantes conocerse con los demás compañeros, ya que al ser de diferentes semestres quizás no se han conocido, así mismo da la posibilidad de que los estudiantes conozcan las propuestas de trabajo de sus compañeros. Posterior a esta lluvia de ideas, se realiza una discusión grupal mencionando las ventajas y dificultades que se podrían presentar durante el desarrollo del mismo. En esta etapa se invitan a algunos profesores cercanos a los temas mencionados, para que participen e intervengan. Finalmente, se organizan libremente los grupos de trabajo, para empezar a definir y limitar el proyecto a realizar.

Toda esta actividad permite que los estudiantes conozcan la propuesta de trabajo de sus compañeros y puedan brindarles sugerencias o nuevas ideas. Adicionalmente, los estudiantes pueden encontrar otros compañeros que comparten el mismo interés por un tema u otras propuestas que les llame más la atención, esto genera que muchos estudiantes creen nuevas alianzas y reorganicen sus grupos de trabajo. En esta actividad los profesores le dan sugerencias y recomendaciones a los estudiantes para estructurar el problema al que quieren dar solución.

Lo ideal de la asignatura es que los estudiantes trabajen en un grupo de trabajo, sin embargo, hay casos que solo hay un estudiante interesado en un tema específico. En estos casos, el estudiante decide si desea trabajar solo en su proyecto o buscar vincularse en otro proyecto que le llame la atención.

Una vez los estudiantes han seleccionado el problema al que quieren dar solución, desarrollan un informe con la descripción del problema, la metodología para llegar a la solución, los recursos que necesitan, los entregables y el cronograma de trabajo. Entre los entregables se encuentra un artículo, un video o una cartilla, que formaliza, difunde y visualiza del trabajo realizado por los estudiantes. En esta etapa de formalización del proyecto del semestre, el profesor asesora a los estudiantes en la estructuración de un proyecto que se puedan desarrollar y entregar finalizado en el semestre académico.

En la etapa de desarrollo del proyecto, los estudiantes son responsables adquirir los conocimientos y habilidades necesarios para solucionar el problema o la necesidad seleccionada. Cada estudiante es responsable de su trabajo individual, dentro del trabajo colectivo. Aunque los grupos de trabajo están conformados por estudiantes de diferentes semestres, cada estudiante da sus aportes desde su experiencia y conocimiento, pero que al final todos deben estar en capacidad de sustentar el proyecto desde su grado de conocimiento. Esta etapa permite formar a los estudiantes en aspectos concretos del proceso metodológico de un proyecto.

El profesor realiza el seguimiento del avance del proyecto se realiza de dos formas. La primera es a través de las presentaciones semanales del avance que los estudiantes tienen de su proyecto que se realizan en forma de seminario, donde todos conocen acerca de los proyectos de los demás y así mismo, preguntan, aportan, aprenden y conocen del avance de sus compañeros con respecto a cada proyecto. La segunda forma es a través de una bitácora que llevan los estudiantes de su trabajo. Adicionalmente, los estudiantes pueden reunirse con el profesor en horarios de atención a estudiantes para mostrar su estado actual de trabajo y solicitar alguna asesoría o buscar a un experto en el tema que pueda orientarlo en la solución puntual de dudas.

La evaluación de la asignatura se obtiene a través de las presentaciones del avance semanal, la entrega del producto final, y la presentación final e informe (poster, artículo o video según corresponda).

#### 4. Proyectos desarrollados por los estudiantes

Los proyectos que desarrollan los estudiantes en la asignatura se dividen en dos categorías: proyectos vinculados al semillero y proyectos de interés de los estudiantes. A continuación, se detalla cada una de estas categorías:

##### ***Proyectos vinculados al semillero***

Estos proyectos surgen de las necesidades y problemáticas que enfrentan los miembros del semillero de robótica en el desarrollo de sus actividades. Los proyectos planteados por los estudiantes incluyen:

- Diseño, construcción y programación de robots u otros mecanismos (hardware).
- Desarrollo de aplicaciones software.
- Desarrollo de guías y tutoriales,
- Caracterización y apropiación de los componentes, herramientas, kits, u otros equipos que usan los miembros semillero de robótica. Por ejemplo, estudiar ciertas características de los motores usados en la construcción de robots.
- Desarrollo de soluciones faciliten las actividades que se desarrollan en el grupo.
- Diseño de actividades con robóticas:

En la tabla 1, se presenta algunos de los proyectos desarrollados por los estudiantes.

Tipo de proyecto	Proyecto
Diseño, construcción y programación de robots u otros mecanismos (hardware).	Plotter.
	Robot sumo.
Desarrollo de aplicaciones software.	Aplicación móvil para el control de robot por Bluetooth.
Desarrollo de guías y tutoriales.	Robótica para niños.
	Video para la construcción de una base de pruebas.
Caracterización y apropiación de elementos usados en el semillero.	Caracterización de un sensor de ultrasonido.
	Medición y visualización del nivel de carga de la batería y otros sensores en competencia.
	Estudio de Desempeño de Ruedas y Motores de la Plataforma Vex Robotics.
	Predicción de vida útil de baterías de litio.

**Tabla 1. Proyectos vinculados al grupo de investigación**

Los proyectos fueron presentados en Expoelectrónica, un espacio donde los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica presentan los trabajos desarrollados en sus asignaturas. En la siguiente figura se muestran los estudiantes de la electiva exponiendo los productos desarrollados.



Figura 1. Presentación de los proyectos en Expoelectrónica

### ***Proyectos de interés de los estudiantes***

En esta categoría se encuentran proyectos relacionados con las áreas de interés de los estudiantes. Algunos de los proyectos que desarrollados por los estudiantes son:

- Descubriendo las energías renovables (Actividad para niños).
- Sistema de alerta y búsqueda vía Bluetooth.
- Luces multi-receptor de radiofrecuencia.
- Vehículo aéreo no tripulado (UAV) con panel solar para alimentación de servomotores.

### **5. Lecciones aprendidas y conclusiones**

La electiva Proyectos Especiales de Ingeniería Electrónica les ofrece a los estudiantes la oportunidad de desarrollar proyectos de su interés o de temáticas que no están contempladas en las asignaturas del núcleo formación fundamental, con el acompañamiento de uno o más profesores. La asignatura cumple con el propósito para el cual fue creada y se ha tenido una mayor audiencia de la esperada con una muy alta tasa de asistencia.

El trabajo con compañeros de diferentes semestres académicos fue bien aceptado, en especial por los estudiantes de primeros semestres, quienes han podido aprender mucho más y a relacionarse con compañeros de semestres superiores. La asignatura les brindó a los estudiantes de ingeniería electrónica la oportunidad de compartir trabajo y conocimiento con personas de otras áreas como diseño industrial e ingeniería de sistemas. Adicionalmente, esta electiva permitió a los profesores interesados realizar proyectos con los estudiantes.

Se logró un muy alto porcentaje de finalización de proyectos con la documentación solicitada. En el bajo porcentaje de casos no finalizado con pleno éxito se debió a la falta de compromiso o dedicación de tiempo necesario para realizar el trabajo por parte de los estudiantes. Adicionalmente, se logró una mayor integración dentro de los miembros de los semilleros, ya que sin importar el semestre en el cual están, compartían una asignatura y un grupo común.

Se debe hacer más énfasis en la propuesta del proyecto a realizar, de tal forma a que se logre dimensionar el tamaño del mismo y se identifiquen dificultades que puedan ser decisivas a la hora del cumplimiento del proyecto. De igual forma, el cronograma debe pedirse con el avance respectivo teniendo en cuenta las semanas de entregas y parciales de las otras asignaturas. Ya que esto permite que ellos logren identificar y organizar sus tareas y prioridades según el calendario.

En la escritura de los documentos, se encontraron muchas falencias, sobre todo en los estudiantes de primeros semestres. Aunque esto era previsible, se tuvo que destinar más tiempo a la revisión y corrección de estos documentos.

El horario de trabajo presencial de la asignatura fue definido una vez iniciado el semestre de acuerdo a la disponibilidad de los integrantes de los grupos de trabajo. Sin embargo, la organización de un horario común para todos los estudiantes del grupo fue una tarea compleja, por eso se sugiere que los seminarios desde el inicio tengan un horario fijo.

Finalmente, los retos de la asignatura es realizar publicaciones a partir de los trabajos hechos, documentar el aprendizaje realizado y dejarlo de acceso público, realizar productos cada vez mejor terminados, evidenciar la Implementación y el resultado de los proyectos a los semilleros y ampliar las áreas para obtener un mayor trabajo interdisciplinario. Adicionalmente, se desea vincular a estudiantes de medicina, odontología y comunicación social en el semillero de robótica.

## 6. Referencias

### Libros

- Bender, W. N. (2012). Project-based learning: Differentiating instruction for the 21st century. Corwin Press.
- Krauss, J., & Boss, S. (2013). Thinking through project-based learning: Guiding deeper inquiry. Corwin Press.
- Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. (2015). Setting the standard for project based learning. ASCD.

### Sobre los autores

- **Jairo Alberto Hurtado Londoño:** Doctor en Electrónica y Telecomunicaciones. Ingeniero Electrónico. Profesor asociado de la Pontificia Universidad Javeriana Sede Bogotá. [jhurtado@javeriana.edu.co](mailto:jhurtado@javeriana.edu.co)
- **Flor Ángela Bravo Sánchez:** Candidata al Doctorado en Ingeniería, Ingeniera Electrónica. Pontificia Universidad Javeriana sede Bogotá. [bravof@javeriana.edu.co](mailto:bravof@javeriana.edu.co)

- **Ana Victoria Prados Arboleda:** Doctora en Ciencias Humanas y Sociales. Ingeniera Electrónica. Directora del Centro para la Enseñanza y el Aprendizaje de la Pontificia Universidad Javeriana sede Cali. [avprados@javerianacali.edu.co](mailto:avprados@javerianacali.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)