

## **FORMACIÓN EN COMPETENCIAS Y APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS. TRABAJO FINAL DE MATERIA COMO ESTRATEGIA METODOLÓGICA**

González, Mónica L. (1, 2), Rapallini José A. (1), Marchueta, Julián (1, 2), Vilche, Ernesto A.(2)

- (1) Unidad de Investigación y Desarrollo para la Calidad de la Educación en Ingeniería con orientación al uso de TIC (UNITEC), Facultad de Ingeniería, 48 y 116, Universidad Nacional de La Plata, [dispos@ing.unlp.edu.ar](mailto:dispos@ing.unlp.edu.ar)
- (2) Cátedra de Dispositivos Electrónicos A y B, Facultad de Ingeniería, UNLP

Formación en competencias, aprendizaje basado en proyectos, innovación metodológica, aprendizaje significativo, resolución de problemas

### **Introducción**

En carreras de ingeniería el Proyecto Final de Carrera (PFC) constituye, además de una síntesis de los conocimientos y habilidades adquiridas a lo largo de los años de estudio, una primera aproximación a la vida profesional del ingeniero. Para el alumno que debe enfrentarse con su proyecto final, este suele convertirse en un camino de obstáculos que crecen a medida que transita por él, y que retrasa la obtención de la titulación de grado. Por sus características, el PFC requiere del alumno, además de una síntesis de los conocimientos teóricos adquiridos, la aplicación de éstos en un diseño y desarrollo práctico que demuestren su capacidad de innovación y creatividad. Este es el punto crítico, ya que antes de llegar a esta instancia los alumnos no han tenido, durante su recorrido académico, una formación que les permita contar con las herramientas necesarias para afrontar este desafío.

En este trabajo se presenta una experiencia de innovación metodológica que se está llevando a cabo en la cátedra de Dispositivos Electrónicos A. Esta es una asignatura del tronco básico de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata correspondiente al segundo cuatrimestre de tercer año. La propuesta de innovación está sustentada en la metodología del aprendizaje basado en proyectos, la formación en competencias en ingeniería electrónica y el fortalecimiento del aprendizaje autónomo. Desde esta perspectiva, se plantea la realización de un trabajo final de materia como estrategia didáctica para iniciar al alumno en la realización de un proyecto de ingeniería en una etapa temprana de su formación académica. Se trata de implicar al alumno en su propio proceso de aprendizaje favoreciendo el aprendizaje significativo y autónomo. Desde la perspectiva teórica, a partir de la formulación de un problema, la búsqueda de la solución adecuada que concluye en una realización práctica, el alumno recorre los mecanismos clave del aprendizaje autónomo.

A partir de sus necesidades y conocimientos previos (contexto experiencial), convierte el aprendizaje en un conocimiento útil con significado (observación reflexiva), seleccionando los contenidos y desarrollando un pensamiento analítico y sintético (conceptualización) que le permite llegar a un resultado final (experimentación activa).

En este camino hay una redefinición de roles. El docente se transforma en un mediador del proceso de enseñanza – aprendizaje, tutelando la actividad del alumno. El alumno se transforma en un constructor de su propio conocimiento. Este cambio rompe con las formas tradicionales de la enseñanza en las cuales la construcción del conocimiento se concibe como un proceso- producto centrado en el docente.

El trabajo de innovación propuesto presenta varias dimensiones de análisis. Para poder interpretarlas se expondrán las características principales del contexto en el cual se desarrolla.

La asignatura Dispositivos Electrónicos A puede considerarse como la primera materia que vincula componentes electrónicos básicos con aplicaciones elementales. Es el primer acercamiento que tiene el alumno con contenidos vinculados con la orientación de electrónica. La práctica de la asignatura está asentada en la resolución de problemas tipo de análisis. En los mismos el alumno puede vincular el funcionamiento físico de los dispositivos electrónicos estudiados con parámetros y modelos, así como la respuesta frente a diferentes estímulos: comportamiento en corriente continua, corriente alterna de pequeña señal y conmutación. Esta actividad se complementa con la realización de dos laboratorios, cuya función es acercar al alumno al mundo real de los componentes y de los instrumentos de medición básicos. Estas experiencias son de tipo demostrativo, ya que en general, se realizan mediciones sobre plaquetas montadas con los circuitos ya armados.

La incorporación del Aprendizaje Basado en Proyectos como metodología se considera una herramienta favorecedora del aprendizaje. En la realización de un proyecto el alumno establece procedimientos que permiten esbozar bloques, circuitos o subcircuitos de un sistema, utilizar e integrar la información proveniente de diversas fuentes, usar y/o generar modelos y validar resultados con herramientas de software de simulación. En un nivel más abstracto se requiere una toma de decisiones al plantear las posibles soluciones para seleccionar la mejor posible. De esta forma se fomenta el desarrollo de razonamiento, la formación de criterio propio, creatividad y habilidades de pensamiento crítico.

La perspectiva de diseño integra conocimientos de otras asignaturas previas e incorpora habilidades de comunicación en la presentación de informes y documentación. En síntesis, la experiencia propuesta promueve el desarrollo de habilidades y competencias orientadas al desenvolvimiento del futuro profesional ingeniero, tales como:

- ✓ Comprender las especificaciones de un diseño como problema a resolver
- ✓ Plantear estrategias de la resolución del problema y obtener la solución más adecuada
- ✓ Obtener una aproximación a la implementación real utilizando programas de simulación
- ✓ Realizar un prototipo del diseño incorporando habilidades manuales
- ✓ Capacidad de trabajar en grupo
- ✓ Desarrollar habilidades comunicativas orales y escritas a través de la presentación de informes.

### **Descripción de la consigna para el proyecto de diseño**

En este apartado se describirá la parte experimental de la propuesta de innovación. En la misma se formula al alumno realizar un proyecto final de materia cuyo resultado sea el diseño, construcción y funcionamiento de un circuito electrónico simple: *Sistema optoelectrónico para accionar una carga de corriente continua.*

Para interpretar los fundamentos del trabajo propuesto es necesario establecer claramente qué se entiende por diseño en ingeniería.

Según el Comité de Acreditación para Ingeniería y Tecnología (ABET): "El diseño de ingeniería es el proceso por el cual se crea un sistema, componente o proceso para satisfacer ciertas necesidades. Es un proceso de toma de decisiones en el que se aplican las ciencias básicas, las matemáticas y las ciencias de la ingeniería para convertir los recursos de manera óptima y cumplir un objetivo establecido. Entre los elementos fundamentales del proceso de diseño se encuentran el establecimiento de los objetivos y los criterios, la síntesis, el análisis, la construcción, la prueba y la evaluación."

En forma resumida, esta experiencia educativa plantea a los alumnos, divididos en grupos de trabajo, un problema real de cuya solución debe resultar la construcción de un prototipo que demuestre el funcionamiento del diseño realizado. Para realizar el diseño del circuito electrónico se deben utilizar los conocimientos adquiridos durante el transcurso del curso sobre el funcionamiento de dispositivos electrónicos y conocimientos previos de materias anteriores. Para llevar a cabo este desafío, se entrega por grupo un conjunto de componentes electrónicos necesarios para implementar el trabajo junto con una maqueta perforada (protoboard) donde se armará el circuito para su prueba. Asimismo, del proyecto realizado serán necesarios otros componentes eléctricos cuya adquisición se deja a cargo del alumno, ya que son de costo mínimo. En este caso, se busca enfrentar al alumno con la necesidad de comprar en el negocio de electrónica dichos componentes y solucionar en el momento una eventual falta que deberá suplir con otro componente para cumplir con la consigna. Una vez diseñado el circuito en papel deberá realizar una simulación usando un software específico de análisis de circuitos electrónicos. De esta forma puede contrastar modelos y encontrar fallos antes de armar el circuito real. Una vez que el prototipo se encuentre en funcionamiento deberá realizar un informe en formato texto que resuma todos los análisis realizados incluyendo las dificultades encontradas. Por último deberá realizar una exposición oral grupal utilizando una presentación de diapositivas que exponga las ideas principales del proyecto.

A lo largo de todo el proyecto los alumnos son asistidos por personal docente de la cátedra actuando en forma de tutores, quienes no le resuelven los problemas sino que le generan nuevos puntos de vista para enfrentar la búsqueda de la solución.

Con esta propuesta, basada en la resolución de problemas y el aprendizaje por proyectos, se trata de superar un conjunto de situaciones conflictivas observadas, a través de la práctica docente diaria, asociadas con dificultades del alumno para:

- plantear hipótesis y buscar soluciones
- vincular modelos matemáticos con dispositivos reales
- analizar resultados y validar los mismos
- detectar resultados absurdos

Si bien la propuesta realizada permite varias perspectivas de análisis, se plantearán tres ejes fundamentales:

1. Aprendizaje por proyectos de diseño
  2. Trabajo en grupo
  3. Innovación en la metodología docente
- 
1. Durante su recorrido por los contenidos curriculares de las asignaturas, el estudiante de ingeniería electrónica encuentra una desarticulación permanente entre teoría y práctica, debida principalmente al enfoque tradicional de la enseñanza centrado en el docente. Para generar un cambio a esta situación surge la propuesta de innovación basada en el aprendizaje por proyectos de diseño como trabajo final de materia. A través del planteo de un problema de diseño simple el alumno podrá integrar un conjunto de recursos de pensamiento, de acción y manipulación de objetos que permitan resolver el problema de diseño planteado y producir un circuito electrónico en funcionamiento como resultado. De esta forma, se busca involucrar al alumno en su proceso de aprendizaje aumentando la motivación y el interés por el mismo. La elección del problema es un punto crítico ya que se

busca un acercamiento a la realidad dentro de los conocimientos que poseen los alumnos adquiridos a lo largo del curso y los conocimientos previos de cursos anteriores.

El problema a resolver debe estar cuidadosamente seleccionado, de modo de posibilitar la integración de los contenidos del curso, y a la vez constituir un desafío para el estudiante. Debe ser un problema abierto con varias soluciones alternativas, alguna podrá ser más óptima que otra. No se pide que llegue necesariamente a la mejor propuesta, sino que se rescata el camino seguido para alcanzar una solución. La búsqueda del problema de diseño también constituye un desafío para los docentes involucrados en la experiencia.

Algunos de los aspectos más importantes vinculados con el aprendizaje significativo, implicados en el diseño de un proyecto de ingeniería son: identificar datos relevantes, generar hipótesis, elaborar estrategias, evaluar soluciones, analizar, sintetizar, modelar, simular, confrontar modelos, obtener resultados, evaluar desempeños, modificar diseño. La realización de un prototipo pone en juego habilidades manuales para la realización del mismo.

2. El trabajo grupal permite involucrar a todos los alumnos participantes del mismo en la aportación de ideas para resolver el problema. Debido a que los pasos realizados en la realización del diseño deben estar justificados, la discusión de los mismos, para lograr la solución, lleva a generar un entorno cooperativo donde todos aportan ideas. Es importante el seguimiento del grupo por el equipo docente evitando que el grupo funcione a través de individualidades. Una vez llegada a la solución del problema pueden repartirse algunas tareas.

La exposición del trabajo realizado en forma grupal fortalece la toma de conciencia hacia la responsabilidad de cada uno de los integrantes y su aporte al funcionamiento del conjunto.

3. El buen resultado de la propuesta de innovación se centra en el rol docente. El docente deja de ser el centro del proceso de enseñanza para transformarse en un acompañante del camino que debe transitar el alumno para construir el aprendizaje. Este proceso requiere que juegue un rol activo, motivador permanente del trabajo del alumno. Es importante que conozca algunas técnicas de trabajo grupal para ayudar a mantener un ritmo de trabajo adecuado del grupo de alumnos. Debe fomentar el trabajo cooperativo también entre los grupos evitando competencias innecesarias.

En el caso de esta experiencia el profesor a cargo de la misma decidió no trabajar con los docentes más antiguos de la cátedra sino con los ayudantes alumnos, ejerciendo a su vez un papel de tutoría sobre éstos. La formación de recursos humanos compenetrados con las innovaciones permitirá exportar estas propuestas hacia otras cátedras, generando nuevos espacios de reflexión sobre la práctica educativa centrada en el alumno y su proceso de aprendizaje.

## **Resultados y discusión**

Para obtener una indicación de mejora didáctica propuesta se realizaron distintos tipos de evaluaciones a lo largo de todo el proceso. Una evaluación continua del proceso fue realizada por los docentes tutores en función de las consultas realizadas por los alumnos. Ello permitió realizar algunos pequeños ajustes durante el desarrollo de la experiencia.

Una evaluación a través de una encuesta de opinión realizada al alumno, más completa y planificada, al finalizar la exposición de los trabajos por cada grupo permitió encontrar algunos puntos de debilidades y de fortalezas. El análisis crítico de los resultados permitirá potenciar los aspectos positivos y mejorar los negativos a aplicar en el próximo curso.

A continuación se listan algunos de los ítems más significativos de esta encuesta a los alumnos vinculados con:

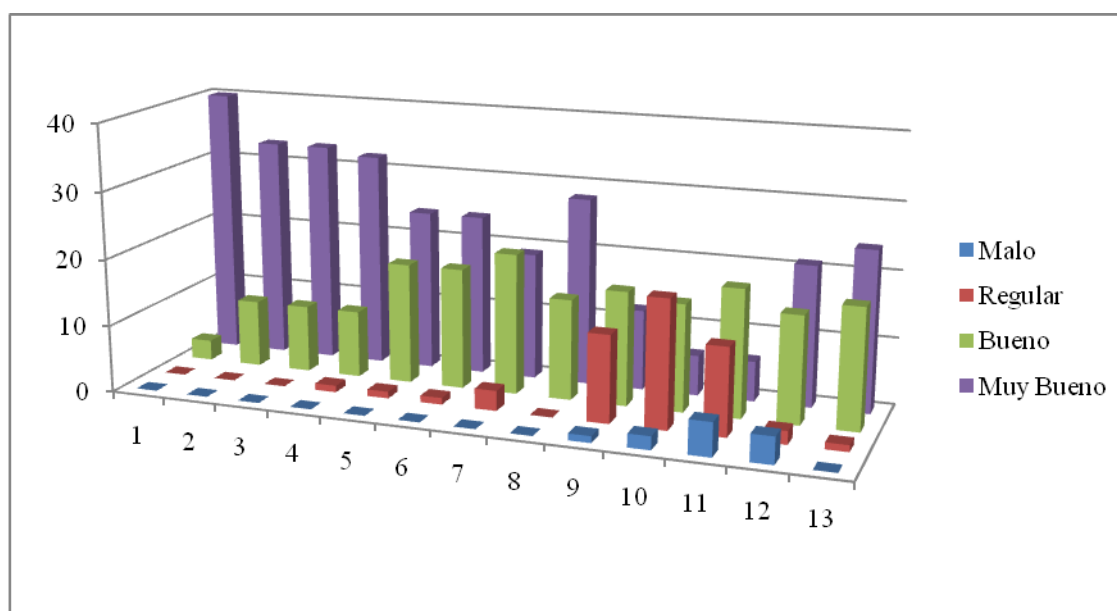
### Evaluación del trabajo integrador como metodología de aprendizaje:

	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
1- Cual es su opinión sobre este trabajo				
2- Fue útil para entender como empezar un diseño en ingeniería?				
3- Cumplió con los objetivos de integrar teoría-práctica?				
4- El tema del trabajo resultó motivador?				
5- El aprovechamiento del trabajo fue:				
6- Me gustó la forma de trabajo en grupo				

### Evaluación del alumno:

	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
7- Cual fue su compromiso con el trabajo?				
8- Ayudó a interpretar el análisis de circuitos reales?				
9- Ayudó a interpretar los dispositivos estudiados en el curso?				
10- Cual cree que es su nivel de uso de software de simulación?				
11- Cual fue su nivel de consulta bibliográfica (textos)?				
12- Cual fue su nivel de uso de Internet como fuente de consulta?				
13- Cual fue su disposición para el trabajo en grupo?				

La figura que sigue muestra una representación de los resultados obtenidos sobre la base de trece grupos, sumando más de cuarenta alumnos.



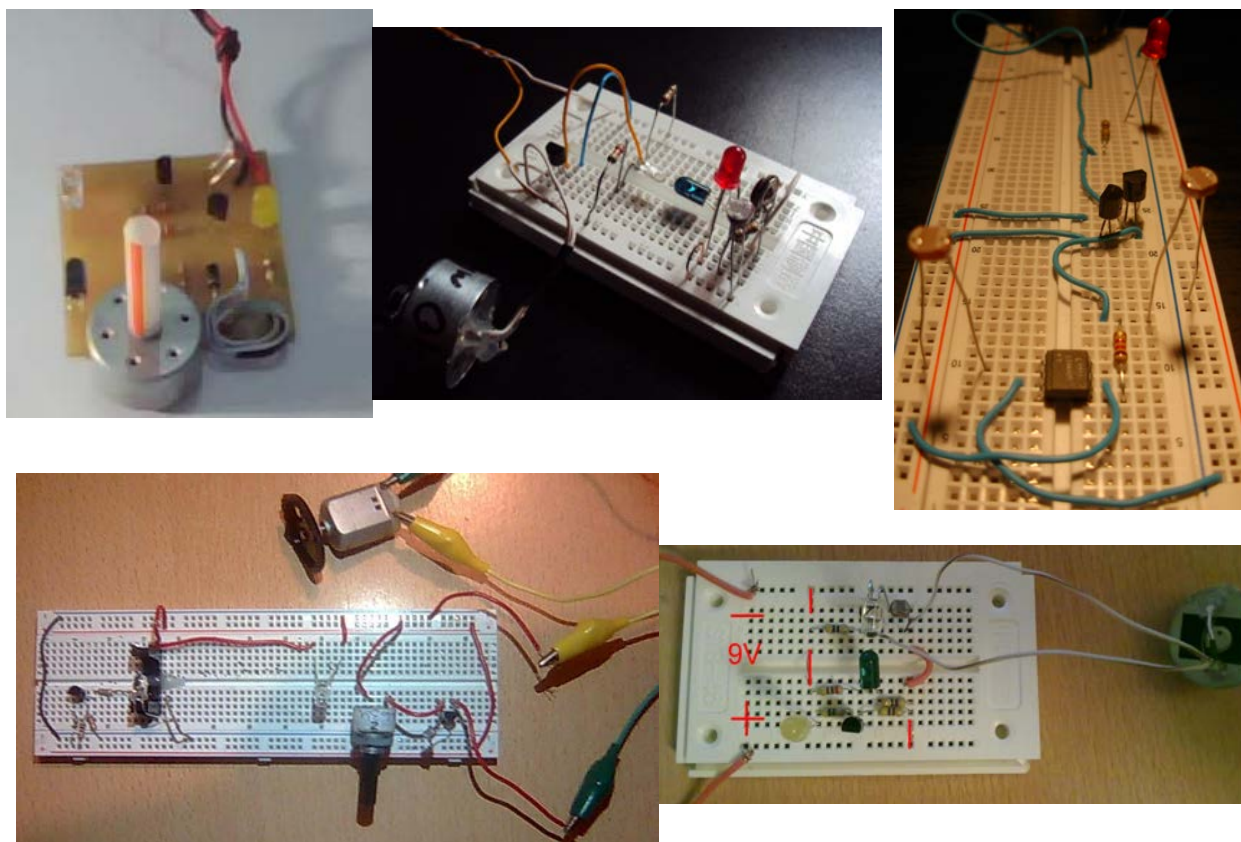
A partir de la evaluación de todo el proceso de realización de esta innovación metodológica surgen como debilidades:

- ✓ Dificultad para la redacción de un informe escrito
- ✓ Falta de articulación teoría-práctica
- ✓ Insuficiente manejo de software de simulación de circuitos y dispositivos electrónicos
- ✓ Poca consulta bibliográfica de textos escritos
- ✓ Sustitución de Internet como fuente bibliográfica sin un análisis crítico de las consultas realizadas

Como fortalezas del método propuesto:

- ✓ Acercamiento a la realidad al interactuar con componentes reales
- ✓ Incentivo ante nuevos desafíos
- ✓ Socialización al desarrollar el trabajo grupal
- ✓ Manejo eficiente de herramientas TIC

En las figuras que siguen se muestran algunos de los proyectos realizados por los alumnos.



Las opiniones vertidas por los alumnos nos dan mayor impulso para seguir trabajando y poder mejorar la calidad de la propuesta educativa. A continuación se presentan algunas de las opiniones:

- *“Disfruté mucho de realizar el trabajo ya que me enfrentó a situaciones nuevas y aprendí mucho de ellas...”*
- *“Me pareció más que interesante, dado que permitió dar un contacto con lo que sería la práctica ‘real’ de la carrera y no tanto teoría y ejercicios ‘ideales’...”*
- *“Espectacular. Es el primer contacto con el mundo práctico y real que tuve en la carrera.”*
- *“Creo que una frase ayudaría a expresar lo que siento ‘por fin me siento como un futuro ingeniero electrónico’. Creo que es la primera vez que una materia me lleva a ver más allá de la aprobación de un parcial.”*

### **Conclusiones y trabajos futuros**

La inclusión del aprendizaje basado en proyectos dentro de las actividades prácticas ayuda significativamente a la adquisición de habilidades y destrezas de alto nivel de pensamiento: destrezas metacognitivas (conciencia del problema a solucionar, búsqueda de estrategias de resolución, evaluación de resultados), destrezas cognitivas (mejorar los procesos mentales necesarios para procesar la información), destrezas de pensamiento (crítico, creativo, de aplicación).

Los resultados obtenidos muestran que el uso del aprendizaje basado en proyectos en aplicaciones sencillas aumenta la motivación del alumno, al tiempo que relaciona mejor los conceptos teórico-prácticos y los aplica en el desarrollo de un sistema concreto.

Como trabajo futuro se considerará la posibilidad de integrar esta experiencia en forma permanente dentro de las actividades prácticas de la asignatura. Para ello se deberá reforzar el rol del docente tutor así como la búsqueda de criterios de evaluación más específicos para este tipo de actividades.

### **Agradecimientos**

Agradecemos al Director de Carrera de Ingeniería en Electrónica, Ing. José R. Vignoni, por haber apoyado la realización de este proyecto, y a los alumnos del curso 2010 de Dispositivos Electrónicos A sin cuya participación esta experiencia no hubiera sido posible.

### **Bibliografía:**

Moreira Marco, (2000). Aprendizaje Significativo Crítico, actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, p.p. 33-45, Lisboa.

Letelier M., López L. y otros. (2005), Competencias sustentables para el desempeño profesional en ingeniería, Rev. Fac. Ing. - Univ. Tarapacá, vol. 13 N°2.

Badía A., García C., Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos (extraído de [www.uoc.edu/rusc](http://www.uoc.edu/rusc))

Campdesuñer M. I. (2007). Consideraciones para una enseñanza de calidad en ingeniería. Revista Pedagogía Universitaria, Vol. XII, N° 1.