

INNOVACIONES EN LA ENSEÑANZA PARA MEJORAR LA FORMACIÓN PROFESIONAL DE LAS INGENIERÍAS EN TELECOMUNICACIONES ATENDIENDO FACTORES DE GENERO

S. KHOTIAINTSEV; PROFESOR TITULAR C, TIEMPO COMPLETO; sergeikh01@yahoo.com.mx
V. GARCÍA GARDUÑO; PROFESOR TITULAR B, TIEMPO COMPLETO; francia@marconi.fi-b.unam.mx
M. MOCTEZUMA FLORES; PROFESOR TITULAR B, TIEMPO COMPLETO; miguelm@verona.fi-p.unam.mx
S. PÉREZ GARCÍA; ESTUDIANTE DE MAESTRÍA; selene_pg@comunidad.unam.mx
A. BELTRÁN HERNÁNDEZ; ESTUDIANTE DE MAESTRÍA; alfbelher@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo fundamenta una propuesta sobre la innovación en el plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería (UNAM); dicha innovación está enfocada a la mejora de enseñanza para las mujeres de la carrera, aunque no son excluyentes y pueden trabajar hombres. Se considera la implementación de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), esta técnica ha sido probada en el Departamento durante los 5 últimos años y se han obtenido resultados satisfactorios que demuestran que los alumnos adquieren habilidades de auto-aprendizaje, trabajo en equipo, creatividad, toma de decisiones, etc. Se plantea el desarrollo de diferentes proyectos, con los cual los participantes pueden adquirir mayor confianza en el dominio de los temas de ingeniería, desarrollar autonomía, obtener conocimientos sobre áreas afines a la ingeniería, tener una visión panorámica del estado actual sobre diferentes ramas; y como resultado adquieran mayor autoestima, capacidad de actuar de una manera eficiente en ámbitos altamente competitivos y estresantes, y estar mejor preparados para la vinculación con la industria.

ANTECEDENTES

Hoy en día el sector educativo presenta grandes cambios que la sociedad demanda. Resultado de estas necesidades de demanda son, en particular, el trabajar en un marco que no discrimine entre hombres y mujeres, así como, desarrollarse y laborar con perspectiva de género. Debido a esto el Departamento de Ingeniería en Telecomunicaciones ha trabajado sobre las posibles mejoras del proceso educativo con atención a los factores de género en el desarrollo profesional de las ingenieras e ingenieros en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones.

Uno de los métodos tradicionales de aprendizaje usado en universidades mexicanas es el aprendizaje basado en asignaturas, con apoyo en algunos casos de laboratorios. Algunos métodos de aprendizaje que se están utilizando actualmente son el aprendizaje cooperativo, el colaborativo y el basado en la solución de problemas [1]. Uno de los inconvenientes que se presenta de estos métodos es la falta de acuerdos para realizar cambios o mejoras a los mismos [2]. Adicionalmente, no es una tarea fácil seleccionar entre las diferentes pedagogías ya que esto obedece a diversos factores tanto del grupo, asignatura, infraestructura, etc. Uno de los principales problemas, es la inexistencia de datos relativos a la efectividad de cada una de éstas técnicas bajo condiciones particulares [3]. En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, existe la preocupación por la preparación óptima e integra de los estudiantes, para que se enfrenten a problemas que podrían presentarse en un ambiente laboral [4]. La siguiente revisión de los planes y programas de estudio será una oportunidad para mejorar la formación de los ingenieros de diferentes carreras; para hacerlo hay que contar con datos sobre la factibilidad

y la extensión óptima de diversas técnicas nuevas de aprendizaje en condiciones diferentes para cada una de las carreras de ingeniería.

En un marco más amplio, sobre los estudios de género en ingeniería, los principales temas de investigación de la bibliografía existente en Norte América, Europa, Australia y Medio Oriente han sido enfocados a la preparación pre-universitaria, razones para ingresar a ingeniería, políticas de admisión, imagen de la ingeniería, aspiraciones tempranas para la ingeniería, modelos de rol, ambiente de los programas de ingeniería, discriminación y acoso, autoestima y eficacia, programas con inclusión de género, programas o cursos únicamente para mujeres, pedagogía y evaluaciones, investigación y experiencia laboral, tipos de aprendizaje y habilidades, liderazgo entre otros; estos estudios han incluido métodos cuantitativos, cualitativos y mixtos y han sido realizados en un contexto pre-universitario, universitario, posgrado, en la industria y en la carrera académica.

En México el Instituto Nacional de las Mujeres se ha encargado de crear diversos programas y legislaciones en los diferentes estados de la República para alcanzar la igualdad de oportunidades y promover acciones para fomentar una vida sin violencia ni discriminación y una auténtica cultura de la igualdad, como un efecto colateral presentado al hacer uso de la perspectiva de género a manera de vínculo para el desarrollo de acciones donde se genera una cultura basada en el respeto entre iguales.

En la UNAM existe un Programa Universitario de Estudios de Género (*PUEG*) el cual tiene como objetivo promover y coordinar actividades para elevar el nivel académico de los trabajos desarrollados en la UNAM, desde el punto de vista de género, e impulsar la incorporación de esta perspectiva en el trabajo académico. El 7 de diciembre del año 2006, fue presentado el libro “Presencia de Mujeres y Hombres en la UNAM: una radiografía” que forma parte del Proyecto Equidad de Género en la UNAM el cual fue concebido como un análisis cuantitativo de las cuatro poblaciones de la UNAM: personal académico, población estudiantil; personal administrativo y funcionarios.

Por lo anterior en el Departamento de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería de la UNAM se realizó un estudio de la viabilidad de Aprendizaje Basado en Proyectos (*ABP*) con el fin de mejorar la formación profesional y social de los estudiantes, atendiendo a factores de género.

Los proyectos estudiantiles permiten enriquecer el currículo sin cambios mayores en el plan de estudios existente. Con el Aprendizaje Basado en Proyectos, el simple reto que impone el diseño y desarrollo de un prototipo funcional es una de las principales ventajas de esta forma de aprendizaje, ya que los desafíos siempre conllevan a la integración entre los conocimientos formales y los obtenidos mediante el auto-aprendizaje, estimulan la integración de los conocimientos de distintas áreas de la ingeniería, y desarrollan varias habilidades prácticas. Asimismo, mediante el trabajo en equipo, los alumnos aprenden a desenvolverse en grupos de trabajo y también a ser competitivos.

Consideramos que estas características del ABP son especialmente importantes en el mejoramiento de la formación profesional de las ingenieras, esto les proporcionará un dominio más amplio y profundo de diferentes temas de ingeniería, así como mayor

confianza y autonomía, y por ende aumento en su autoestima y capacidad de actuar de una forma eficiente, incluso en los ámbitos altamente competitivos y estresantes. Aplicando el ABP, podríamos ayudar a aquellas estudiantes (y también a aquellos estudiantes) que por cualquier razón tienen dificultades en el desarrollo de su potencial en el marco curricular existente. En nuestro departamento existen antecedentes de trabajo productivo sobre la implementación de algunas técnicas didácticas nuevas, en particular la del ABP [5].

Las innovaciones que tenemos en mente serán de acceso libre sin discriminación a todas las estudiantes y los estudiantes de la carrera, estas mismas incluirán diferentes actividades desarrolladas por las estudiantes y los estudiantes (*tales como proyectos de diferente tipo y alcance, trabajo en talleres, fabricación de elementos y piezas, participación en la investigación científica e innovación tecnológica, etc.*); por otro lado se considera la organización de foros para la presentación de los resultados, organización de concursos, etc., esto para aumentar el prestigio de la participación en las actividades en cuestión.

Con estas innovaciones las estudiantes, los estudiantes y la Academia podrán obtener beneficios como:

- Adquisición de mayor confianza en el dominio de temas de ingeniería.
- Desarrollo de autonomía.
- Adquisición de conocimientos sobre áreas afines de la ingeniería.
- Adquisición de conocimientos y habilidades más allá de su especialidad.
- Adquisición de una visión panorámica del estado actual sobre diferentes ramas de la ingeniería.
- Como resultado, aumentará su autoestima y capacidad de actuar de una manera eficiente incluyendo los ámbitos altamente competitivos y estresantes.

Como resultados colaterales de este aprendizaje se tendrá un aumento en la capacidad de auto-aprendizaje, se mejorará la adaptación al trabajo en grupo, se adquirirá una mayor experiencia en la elaboración de reportes (*tanto en coherencia como en estructura*), y se conseguirán obtener elementos adicionales para la planeación y administración del tiempo en forma eficiente, también se brindará un puente adicional entre el proceso formativo y la experiencia profesional de las alumnas y alumnos, así como el desarrollo de un mejor hábito con trato profesional para la vinculación con la industria.

Los beneficios para la Academia también son bastos en un amplio margen ya que se tendrá:

- Ventaja competitiva de los egresados al incorporarse al trabajo profesional.
- Aumento en la demanda de empresas por este tipo de egresados.
- Mayor vinculación con la industria.
- Aumento en la popularidad de la carrera entre la población.
- Aumento en el prestigio ante la comunidad.

A pesar de existencia de varias publicaciones sobre el tema de género en la ingeniería, en la bibliografía existente no hay ni datos ni recomendaciones sobre la solución de estos problemas en el entorno concreto de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, por lo que la implementación práctica de las innovaciones en cuestión requeriría de una investigación profunda y detallada.

En nuestro Departamento de Ingeniería en Telecomunicaciones probamos la factibilidad del ABP bajo las condiciones de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones para encontrar las características óptimas de los proyectos. El objetivo particular educativo fue enseñar a los estudiantes la aplicación del conocimiento aprendido en varias materias del plan de estudios, además entrenar a los alumnos para completar sus conocimientos mediante el auto-aprendizaje y con ello obtener la capacidad para resolver problemas de ingeniería del mundo real.

ANÁLISIS

Un estudio preliminar al proyecto planteado se llevó a cabo con el ABP dentro de un curso con duración de un semestre. Se pretende que en la próxima fase, se evalué la efectividad de esta técnica en una escala más amplia y se enfoque a estudios de género.

Los resultados que se presentan a continuación fueron obtenidos durante los semestres 2008-2 y 2009-2 en la asignatura Sistemas de Comunicaciones Ópticas, con duración de 64 horas (*complementadas con un laboratorio de 32 horas enfocado al manejo práctico de fibras ópticas y su caracterización*), perteneciente al octavo semestre del plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones. Como antecedentes de esta asignatura se recomienda a los estudiantes el haber cursado las asignaturas recomendadas en el plan de estudios como son: Circuitos Eléctricos, Diseño Digital, Comunicaciones Digitales, Tecnologías para el Procesamiento Digital de Señales, etcétera. La parte central de la asignatura de Sistemas de Comunicaciones Ópticas abarca los siguientes tópicos:

- Propagación de la luz en medios naturales y artificiales (*guías de onda*),
- Fuentes ópticas y fotodetectores,
- Transmisores y receptores ópticos, y
- Sistemas ópticos de comunicaciones.

Se propuso un proyecto con duración de 12 semanas, para introducir la técnica ABP, este proyecto fue desarrollado en paralelo a la asignatura teórica y las prácticas de laboratorio. Empezó dos semanas después del comienzo del semestre y finalizó tres semanas antes del término de éste de tal forma que no interfirió con las fechas de exámenes finales de los alumnos. El grupo académico en ambos semestres estuvo conformado por 35 alumnos, con los cuales se formaron entre 6 y 8 equipos de trabajo, típicamente de dos a cinco personas (*ver figura 1*). Los equipos realizaron el desarrollo, la fabricación de una maqueta funcional, así como el estudio experimental del funcionamiento de un lector de código de barras. Los resultados de nuestro estudio indican que un proyecto docente de este tipo es ampliamente productivo.



Figura 1. Integrantes de un equipo de trabajo prueban su maqueta funcional.

Los principales objetivos del desarrollo del proyecto fueron: Obtención por parte de los estudiantes de experiencia en el desarrollo de un proyecto de ingeniería, que apliquen los conocimientos adquiridos en el desarrollo de su carrera en problemas prácticos, que desarrollen el auto-aprendizaje al involucrar conocimientos que no han adquirido en el plan de estudios, que conozcan a diseñar un experimento o prototipo así como a interpretar los resultados obtenidos y que aprendan a trabajar en equipo y a compartir las responsabilidades.

El proyecto a desarrollar fue el mismo para cada uno de los equipos, tal tarea fue el desarrollo de un lector de código de barras. Los lectores de código de barras se usan para leer la barra codificada (*figura 2*) en tiendas, almacenes, oficinas y en la industria en general. Las razones de la elección de un lector de códigos de barras (*figura 3*) como proyecto fueron:

- La necesidad de integrar temas estudiados previamente de forma independiente por los alumnos, tales como: óptica, electrónica, procesamiento analógico y digital de señales, y transmisión de datos.
- La existencia de diversas soluciones alternativas para su implementación.
- El conocimiento de los estudiantes sobre las funciones del lector.
- La facilidad económica, debido a que los lectores de códigos de barra son relativamente baratos.

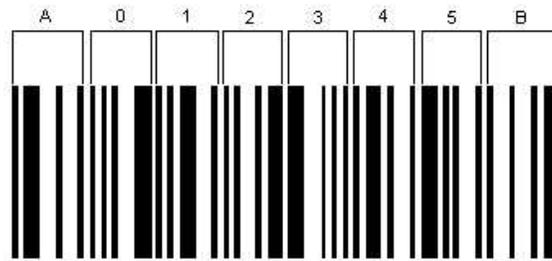


Figura 2. Ejemplo de un código lineal de barras.

Los estudiantes tuvieron que diseñar el lector de código de barras, realizar un reporte técnico del mismo y construir el prototipo. Los requisitos solicitados a los estudiantes fueron realizar un análisis de los lectores de código de barras en el mercado, presentar el diseño final y el análisis e interpretación de los resultados experimentales del prototipo.

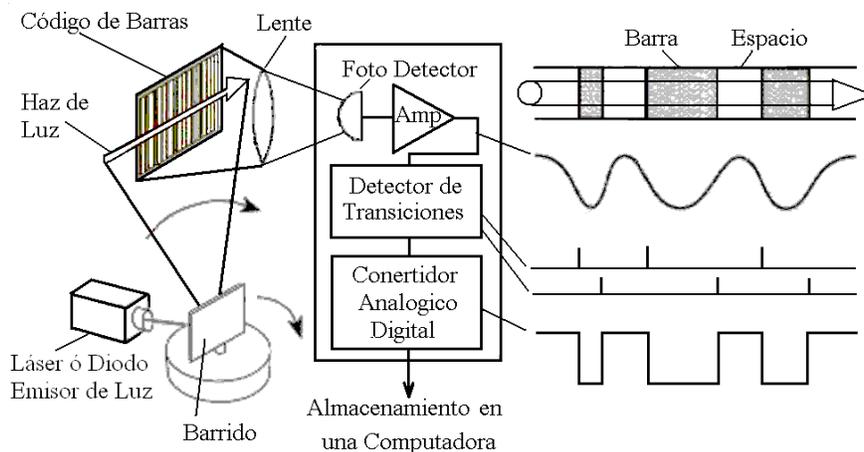


Figura 3. Ilustración del principio de funcionamiento y la constitución de un lector código de barras típico.

Para conocer la efectividad del ABP se realizaron encuestas, informes del proyecto, así como observaciones de los profesores involucrados en el mismo. Se realizaron dos encuestas de forma anónima, al inicio y fin del proyecto. La primera se centro en las características económicas-sociales de los estudiantes, una estimación de su preparación para desarrollar el proyecto, planes para el futuro y aspiraciones por desarrollar una carrera profesional exitosa. La segunda encuesta se enfocó en las propiedades de los proyectos, dificultades encontradas por los estudiantes durante el desarrollo del proyecto, y sobre las debilidades y fortalezas en la preparación académica de los estudiantes, también se incluyeron de nueva cuenta preguntas sobre los planes futuros y aspiraciones para desarrollar una carrera profesional exitosa. Dos profesores formaron un comité para poder realizar la evaluación de los reportes de los estudiantes y el proyecto de lector de código de barras desarrollado.

Dichas observaciones fueron tomadas en cuenta para la evaluación de la efectividad del ABP.

En la parte técnica del proyecto los equipos estudiaron los lectores de códigos de barras existentes utilizando la información comercial y publicaciones profesionales. Posterior a este estudio cada equipo desarrolló su propio modelo, en cada fase del desarrollo del proyecto los estudiantes se enfrentaron con problemas técnicos que los incitaron a un auto-aprendizaje. De igual forma, se presentaron muchos errores en la toma de decisiones.

Evidentemente, siempre se buscaba la solución más simple cuyas desventajas y limitaciones fuesen mínimas. Ejemplo de esto es que casi todos los equipos intentaron implementar un lector de código de barras pasivo: dispositivo basado en la iluminación del ambiente para la detección óptica de las barras del código, esto produjo una baja calidad de la señal en comparación con la de un dispositivo activo, que posee una fuente interna de luz modulada y emplea un filtrado óptico como iluminación de fondo.

Una de las dificultades durante el desarrollo del proyecto fue lograr un porcentaje de error bajo, al igual que la conversión de una señal analógica con baja intensidad, de duración variable, en un código digital representó otro difícil problema, muchos de los equipos utilizaron convertidores analógico-digitales y procesaron la señal digital en una computadora (*figura 4*).



Figura 4. Uno de los equipos realizando la verificación del procesamiento de la señal de un lector de código de barras.

Algunos equipos aprendieron de manera independiente el uso de microprocesadores para poder utilizarlos en su proyecto, ya que este tema no es abarcado dentro del plan de estudios, esto permitió un adecuado procesamiento de señales analógicas de baja intensidad con un bajo porcentaje de error.

No todos los equipos lograron cumplir con el objetivo planteado durante el tiempo establecido para el desarrollo del proyecto, algunos equipos solo lograron desarrollar la parte analógica del lector de código de barras.

El proyecto fue aceptado por los alumnos con entusiasmo, al término del mismo un porcentaje alto lo consideró uno de los elementos educativos más significativos en los planes de estudio, aceptaron que su participación dentro del proyecto reveló muchas deficiencias en su conocimiento. Su reacción ante este déficit fue positiva, estimuló el auto aprendizaje y el trabajo en equipo. Los resultados aprendidos también fueron muy buenos. Esto abarca tanto la materia como habilidades sociales y de comunicación. Por otro lado, observamos que la tarea era demasiado compleja para ser completada a tiempo sin un esfuerzo extra. Por consiguiente, el proyecto necesitará algunos ajustes. Nuestra sugerencia es una implementación como proyecto de dos semestres, con el diseño teórico y la aplicación práctica distribuida en el lapso de tiempo entre estos dos semestres.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los estudios realizados en semestre anteriores pudimos observar que el Aprendizaje Basado en Proyectos es un método eficaz para proveer a las estudiantes y los estudiantes de una práctica profunda en el diseño de ingeniería del mundo real. Consideramos que esta técnica les permitirá a las estudiantes y los estudiantes de ingeniería integrar el conocimiento aprendido en varios cursos y estimular el auto-aprendizaje, así como adquirir experiencia y desarrollar autoestima. Esta técnica de aprendizaje brinda muchos beneficios a las mujeres estudiantes ya que presenta muchas oportunidades para la superación profesional en función de sus necesidades específicas educativas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la Dirección General de Asuntos de Personal Académico (*DGAPA*) y la Facultad de Ingeniería de la UNAM por el apoyo de este estudio en el marco del Proyecto IN106906 y IN114109. Selene Pérez García, Alfredo Beltrán Hernández agradecen las becas proporcionadas por la Coordinación de Estudios de Posgrado (*CEP*) de la UNAM.

BIBLIOGRAFÍA

1. Lamancusa, J. S., "Design as the Bridge Between Theory and Practice". *Int. J. Engn. Ed.*, No. 3 Vol. 22, págs. 652-658, 2006.
2. Lissenden, C. J., Salamon, N. J., "Design Project for Advanced Mechanics of Materials", *Int. J. Engn. Ed.*, No. 1 Vol. 20, págs. 103-112, 2004.
3. Noguez, J., Enrique-Sucar, L., "Intelligent Virtual Laboratory and Project-Oriented Learning for Teaching Mobile Robotics", *Int. J. Engn. Ed.*, No. 4 Vol. 22, págs. 743-757, 2006.
4. Plan de Desarrollo de la Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 2007.
5. S. Khotiaintsev, V. Svyryd, S. Castañeda, R. Alvarez, P. Martinez, "Teaching Telecommunications Engineering More Effectively by Integrating Theory with Hands-On Design Project," *Technical Digest, 6th American Society for Engineering Education (ASEE) Global Colloquium on Engineering Education "Shaping the Future through Global Partnerships"*, Istanbul, Turkey, 2007, pp. GC 2007-126, October, 2007.