



Influencia de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad en los Trabajos de Proyecto Terminal de Ingeniería Biónica en la UPIITA

Rafael Santiago Godoy
Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas
rsantiagog@ipn.mx
Mirna Salmerón Guzmán
Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas
msalmeron@ipn.mx
Juan Antonio Jaramillo Gómez
Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas
jajaramillo@ipn.mx

Eje temático: El impacto de la innovación educativa en ciencia, tecnología y sociedad.

RESUMEN

Los alumnos de quinto nivel de Ingeniería Biónica para obtener su título de ingenieros requieren acreditar las unidades de aprendizaje Proyecto Terminal I y Proyecto Terminal II. Este artículo muestra la importancia de que estas unidades evalúen el proyecto desde el marco de la ciencia, tecnología y sociedad. Ya que ello le permitirá al alumno demostrar que los proyectos que desarrolla cumplen con lo indicado en su perfil de egreso “respeto y cuidado de la vida, integridad ecológica, justicia social y económica”.

Palabras clave: trabajo terminal, UNESCO, competencia genérica, ciencia, tecnología, sociedad.

INTRODUCCIÓN.

En el 2009 se aceptó el mapa curricular de las tres carreras que se imparten en la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA): Ingeniería Biónica, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Telemática. El diseño de las unidades de aprendizaje del nivel tres a cinco para los Planes de Estudio de Ingeniería Biónica e Ingeniería Mecatrónica y del tres al nivel cuatro para Ingeniería Telemática actualmente se encuentran en desarrollo, por lo que en la UPIITA los alumnos que se encuentran inscritos de 5° a 10° semestre se encuentran en el Programa de Estudios 1998 y los de 1° a 4° en el Programa de estudios 2009. Los alumnos de los Programas de Estudios 1998 y del 2009, de las tres carreras que se imparten en la UPIITA, para titularse tienen como primera propuesta la opción curricular. Las unidades de aprendizaje que deben de acreditar son Trabajo Terminal I y Trabajo Terminal II.

En Trabajo Terminal I, los alumnos proponen un proyecto el cual debe de cubrir una serie de requisitos que la academia de especialidad propone para poder ser aceptado, una vez que el grupo de profesores asignado para su revisión aprueba el protocolo de su proyecto, el alumno puede cursar las unidades de aprendizaje de Trabajo Terminal, durante la misma deberá terminar el proyecto propuesto y este deberá ser evaluado por un comité de profesores designado para ello.

Aún cuando en ambos programas se utiliza la opción curricular para titularse y las unidades de aprendizaje se llaman igual, se tienen diferencias sustanciales, ya que el Programa de Estudios



1998 tiene un enfoque de enseñanza tradicional en tanto que el Programa de Estudios 2009 tiene un enfoque en competencias y utiliza el Modelo Educativo Institucional (MEI) del Instituto Politécnico Nacional (Salmerón, Serrano, Carvallo, 2010).

Este cambio de modelo educativo no implica que se deba desechar el trabajo realizado, se propone un análisis de las experiencias y conocimientos previos de los profesores al impartir estas asignaturas en los últimos años. Considerando las diferencias de los modelos 1998 y el 2009 el diseño de las unidades de aprendizaje de Trabajo Terminal deberán considerar no solo los aspectos de su quehacer profesional sino agregar las necesidades de la sociedad y de su entorno para cumplir su perfil de egreso como ingeniero Biónico: respeto y cuidado de la vida, integridad ecológica, justicia social (UPIITA, 2011).

El presente artículo muestra como al revisar los resultados que se han tenido en los proyectos presentados en Trabajo Terminal, el MEI y la bibliografía sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad se encontraron puntos de coincidencia, pero a su vez pone de manifiesto la necesidad de establecer una metodología que permita al alumno y al profesor identificar si el proyecto que propone para titularse le ayudará a demostrar su perfil de egreso. La metodología propuesta además de lograr el objetivo anterior, permitirá a la academia unificar criterios para la evaluación del registro y su conclusión, así como establecer las bases para poder realizar una mejora continua en sus procedimientos; todo ello con el propósito de tener una educación de calidad.

CUERPO DEL TRABAJO.

El trabajo terminal es la principal opción utilizada por los alumnos para graduarse de ingenieros en UPIITA, es conveniente determinar los factores que deberán considerarse para el diseño de las unidades de aprendizaje Trabajo Terminal; por lo cual es pertinente revisar las implicaciones del perfil de egreso y el lema del IPN (ya que este le permite identificarse como egresado de dicha institución).

En este artículo, en particular, se analizará el perfil de egreso de Ingeniería Biónica del Programa de Estudios 2009, este expresa: *Profesional capaz de desarrollar análogos biológicos para solucionar a partir de la ingeniería problemas ambientales, contextualizando los problemas a partir de una formación interdisciplinaria en las áreas médico-biológicas, de desarrollo tecnológico y con filosofía biomimética; que promueva con actitud emprendedora y proactiva la generación y administración de proyectos dentro de un marco de respeto y cuidado de la vida, integridad ecológica, justicia social y económica* (UPIITA, 2011). El lema del IPN indica: “*La técnica al servicio de la patria*” (IPN; 2011).

Al analizar lo antes expuesto los autores concluyen que la principal diferencia entre los Programas de Estudios 1998 y 2009, es que el actual perfil de egreso además de resolver problemas de carácter tecnológico y científico, pide de forma explícita que estos sean de índole social y que impliquen la ética, así como el saber ser y convivir del egresado; es decir, ahora se requiere que el egresado demuestre tener competencias específicas de su área profesional y competencias genéricas. Lo anterior lleva a los autores a plantearse las siguientes interrogantes: ¿Cómo saber que los problemas que se resuelven en Trabajo Terminal contribuyen a la solución de problemáticas sociales? ¿Cómo se puede evaluar que el alumno al acreditar Trabajo Terminal logró obtener las competencias genéricas y específicas indicadas en su perfil de egreso?



Los autores consideran que las respuestas a las interrogantes pueden obtenerse al considerar la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad; la cual será descrita en los siguientes párrafos.

En un estudio que realizó la UNESCO (1996) sobre los modelos más relevantes asumidos por los sistemas educativos, en su volumen V relativo a las innovaciones en Ciencia y Tecnología, muestra ocho modelos: 1) con énfasis en las artes manuales, 2) con énfasis en la producción industrial, agropecuaria o comercial, 3) modelo en alta tecnología, 4) modelo de ciencia aplicada, 5) modelo de conceptos tecnológicos generales, 6) modelo con énfasis en el diseño, 7) modelo de competencias clave y 8) modelo de ciencia, tecnología y sociedad.

De los ocho modelos indicados en el documento el que más se apega a lo indicado en el perfil de egreso del ingeniero bionico y al lema del IPN es el modelo de ciencia, tecnología y sociedad. Este modelo es una extensión del enfoque de ciencia aplicada, prestando más atención a los aspectos humanos y sociales de la tecnología. En este modelo los alumnos y las alumnas no sólo aprenden que la ciencia influye sobre la tecnología, sino también la tecnología sobre la sociedad. Este enfoque se da en lugares donde la gente toma conciencia de los efectos adversos de la tecnología. Crea un concepto amplio de ella, incluyendo sus aspectos humanos y sociales así como los científicos. El modelo es débil en los procesos y el diseño no juega un papel muy importante.

En los egresados del Plan de Estudios 1998, es conveniente indicar, que al término de su proyecto terminal se ha encontrado que algunos alumnos no logran enlazar los conceptos de la ciencia con la tecnología. Lo anterior se pone de manifiesto cuando el alumno termina su proyecto a tiempo y en forma, sin embargo, al cuestionarle sobre los fundamentos científicos que utilizó en el desarrollo de su trabajo, el docente se percató que el alumno no siempre tiene una respuesta a ello; la habilidad que tuvo el alumno para manejar la tecnología es lo que le permite llegar al objetivo planteado.

En un estudio que se hizo en la UPIITA (Lovtchikova, García, Santiago, 2009) sobre las líneas de investigación en que han desarrollado los alumnos sus proyectos, para graduarse como ingenieros biónicos, se encontró: Equipos para Terapias Físicas, Biomateriales y Biosensores, Prótesis u Ortesis, Instrumentación y Biotecnológicos. Los profesores de especialidad coincidieron en que todos los proyectos presentados consideran aspectos bioéticos, además de que cada vez más estos tienen tendencia a satisfacer necesidades de la sociedad.

Lo analizado en párrafos anteriores aunado a lo indicado por el Modelo de Enseñanza de Ciencia, Tecnología y Sociedad (UNESCO, 1996), permite deducir que para ser utilizado en la UPIITA es necesario mejorar al modelo los procesos y el diseño, dada la naturaleza de la ingeniería y en particular a la ingeniería biónica. De esta forma los autores consideran que al desarrollar una metodología de enseñanza bajo este esquema podrían evolucionar los instrumentos de evaluación que permitan comprobar si el alumno logra las competencias específicas y genéricas indicadas en su perfil de egreso.

Como se indicó en párrafos anteriores, la forma en que se imparten las asignaturas en el Programa de Estudios 1998 ha permitido que los alumnos, en menor o mayor grado integren la ciencia y la tecnología, por lo que con el propósito de aprovechar la experiencia adquirida durante este tiempo y establecer estrategias de mejora.



METODOLOGÍA.

La metodología utilizada para realizar el análisis de lo hecho hasta el momento para Proyecto Terminal es:

1. Recopilación de testimonios de profesores de la asignatura Trabajo Terminal.
2. Análisis de los resultados de la investigación estadística de las líneas de investigación de los Trabajos 2001 al 2007 (Lovtchikova, García, Santiago, 2009).

Recopilación de testimonios de profesores de la asignatura Trabajo Terminal.

A la pregunta ¿Cómo y en que basan su curso de trabajo terminal?, los profesores indicaron que se rigen por el Reglamento Interno de Trabajo Terminal, elaborado por las Academias de Biónica, Telemática y Mecatrónica, publicado y avalado por la Subdirección Académica en diciembre del 2002, el cual norma la evaluación y las personas que participan en el proceso. Además se tiene un manual de procedimientos en la academia de Biónica, que sirve como instrumento de apoyo en el funcionamiento ordenado, secuencial y detallado de las operaciones requeridas tanto para Trabajo Terminal I y II. Además, indican que cuentan con herramientas que les permiten determinar los elementos que se requieren para presentar el trabajo terminal, formatos de evaluación (listas de cotejo), así como formatos o guías para los reportes; en total ocho herramientas que son:

- a) Reglamento interno de Trabajo Terminal I y II.
- b) Manual de Procedimientos para Trabajo Terminal I y II.
- c) Criterios para presentar el Trabajo terminal.
- d) Evaluación para registrar un trabajo terminal.
- e) Formato de evaluación de Trabajo Terminal I.
- f) Formato de evaluación de Trabajo Terminal II.
- g) Formato de reporte quincenal.
- h) Formato de reporte Final.

Al cuestionamiento ¿Cómo se enmarcan los proyectos de Trabajo Terminal en la ciencia, tecnología y sociedad? Los profesores contestaron que se apoyan en el documento “Criterios para presentar el Trabajo terminal”, en este se presenta la definición de Ingeniería Biónica, así como las preguntas ¿qué tanto el proyecto se adapta a la definición de ingeniería? ¿cuál es la relevancia o impacto que el proyecto tiene como perspectivas en los social, grupal o personal?.

Análisis de los resultados de la investigación estadística de las líneas de investigación de los Trabajos 2001 al 2007.

Se enfocó el análisis en las preguntas: ¿En qué modalidad se realizó el Trabajo Terminal?, ¿Cuáles son las líneas de investigación de los Trabajos Terminales? y por último ¿Cuál fue la relevancia del proyecto a nivel social o ecológico?

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- La modalidad en que trabajaron los estudiantes fue principalmente en equipo, la minoría lo hizo de forma individual.
- Las líneas de investigación fueron: Equipos para Terapias Físicas, Biomateriales y Biosensores, Prótesis u Ortesis, Instrumentación y Biotecnológicos.



- A nivel social, las principales aportaciones de los proyectos de TT, se reflejan en el desarrollo de prótesis y elementos de rehabilitación de bajo costo; que apoyan la economía de personas de bajos recursos que requieren del servicio.
El aspecto ecológico se ha abordado cada vez con mayor frecuencia, los trabajos realizados tienen como objetivo general brindar herramientas que permitan preservar el equilibrio en la naturaleza, ya sea por medio de dispositivos que eviten y disminuyan la contaminación o que protejan a las especies en peligro de extinción.

RESULTADOS.

Al analizar los instrumentos con que cuenta la Academia de Biónica, para evaluar los protocolos de proyecto terminal; se encontró que dado que fueron hechos para el Programa de Estudios 1998, estos no permiten asegurar que respondan a la solución de una problemática de carácter social. Es cierto que hacen este cuestionamiento, sin embargo, no se le pide al estudiante que justifique su respuesta con base a un estudio formal que lo demuestre, por lo que el alumno las contesta de acuerdo a su criterio personal.

Los instrumentos utilizados para evaluar básicamente son listas de cotejo, las cuales solo evidencian si el alumno cumplió con los requerimientos especificados por el grupo de profesores evaluadores, pero esto no evidencia la calidad de los trabajos presentados, por lo que las evaluaciones llegan a ser subjetivas. Dada la naturaleza del MEI y del Modelo de Enseñanza de Ciencia, Tecnología y Sociedad es requisito indispensable llevar a cabo las siguientes actividades entre los miembros de la especialidad de Biónica:

- a) Establecer los criterios que permitan identificar cuando un problema es de índole social.
- b) Establecer los criterios que permitan identificar si los protocolos de los proyectos presentados cumplen con la filosofía biomimética e interdisciplinaria en las líneas de investigación reportadas.
- c) Establecer los criterios que les permitan identificar que el alumno cumple con las competencias genéricas: trabajo en equipo, actitud emprendedora y proactiva, respeto y cuidado de la vida, integridad ecológica, justicia social.
- d) Entre todos los miembros de la Academia de Biónica construir las rúbricas de evaluación de los puntos a al c.

CONCLUSIONES.

El trabajo terminal es una herramienta para demostrar que el alumno con los conocimientos de la ciencia como una instrucción sistemática, desarrolla tecnología en forma interdisciplinaria, permitiendo proponer soluciones a problemas sociales y ambientales, en donde se requiere múltiples factores a resolver.

Los trabajos de proyecto terminal deben de satisfacer necesidades inmediatas que afectan principalmente a la sociedad, para comprobar que esto es cierto, se requiere que al presentar su protocolo de Proyecto Terminal I se demuestre su aplicación mediante un estudio.

En particular las unidades de aprendizaje de trabajo terminal I y II requieren un análisis y diseño detallado por las academias, para ser utilizadas como una forma de evaluar la trayectoria



académica y que garantice el cumplimiento de las competencias genéricas y específicas del candidato a titularse.

REFERENCIAS.

Lovtchikova K. Z., García T. E. A., Santiago G. R. (2009). *Investigación Educativa Basada en Proyectos de Trabajo Terminal*. Revista electrónica: Humanidades, Tecnología y Ciencia, del Instituto Politécnico Nacional. Obtenido en Agosto del 2011. URL: <http://148.204.67.193:8080/RevistaVirtual/Contenido.do>

Página electrónica de la UPIITA-IPN. (2011) Obtenida en Agosto:

<http://www.ingenieria.upiita.ipn.mx/index.php/oferta-educativa/11-ingenieria-bionica/34-perfilegresadobionica>

Página electrónica del IPN. (2011). Obtenida en Agosto:

http://www.ipn.mx/WPS/WCM/CONNECT/IPN_HOME/IPN/ESTRUCTURA_PRINCIPAL/CONOCENOS/HISTORIA/LEMA/INDEX.HTM

Salmerón G. M., Serrano F. M., Carvallo D. A. R. (2010) *Metodología utilizada para el rediseño de los programas académicos en la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas*. V Congreso Internacional de Innovación Educativa. Innovar en Educación: Enfoque basado en Competencias. Mérida, Yucatán. México.

UNESCO: *Innovaciones en la educación en ciencias y tecnología*. (1996) Vol. I,II,III,IV y V. Montevideo.

Villa R. J. E., Parada F. E., Bustamante D. X., (2004) *Un nuevo modelo educativo para el IPN*. Dirección de Publicaciones del Instituto Politécnico Nacional. Primera edición.