

Experiencias en investigación y docencia en la carrera de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad la Salle Noroeste

Eusebio Jiménez López

Universidad La Salle Noroeste-CINTRA UTS- IIMM, Cd. Obregón, Sonora, México, ejimenezl@msn.com

Luis Andrés García Velásquez

Universidad La Salle Noroeste, Cd. Obregón, Sonora, México, lgarcia@ulsa-noroeste.edu.mx

Eduardo Núñez Pérez

Universidad La Salle Noroeste, Cd. Obregón, Sonora, México, enunez@ulsa-noroeste.edu.mx

Gloria Isabel Bojórquez Morales

Universidad La Salle Noroeste, Cd. Obregón, Sonora, México, ibojorquez@ulsa-noroeste.edu.mx

Lilia Beatriz Navarro Fragoso

Universidad La Salle Noroeste, Cd. Obregón., Sonora, México, lnavarro@ulsa-noroeste.edu.mx

Haydeé Juárez Calderón

Universidad La Salle Noroeste, Cd. Obregón, Sonora, México, hjuarez@ulsa-noroeste.edu.mx

Gabriel Luna Sandoval

Universidad Estatal de Sonora, S.L.R.C., Sonora, México, gabriel.luna@cesues.edu.mx

Laura Olivia Amavizca Valdez

Universidad Tecnológica del Sur de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, México, lauraamavizca@hotmail.com

ABSTRACT

Teaching is one of many areas of any university to be benefited by research processes and results. The knowledge transfer to the classroom requires tactical and special methods development which make it possible to transform a high-level language, usually associated with research, into an understandable language and applicable by teachers and students. This article describes some teaching and research work experiences at Universidad La Salle Noroeste, located in Ciudad Obregon, Sonora Mexico, particularly in Mechatronics Engineering. We describe some competence approach applications in some areas and projects which are development results of projects in areas such as robotics, reverse engineering and industrial automation. We describe the Mechatronics career results by 12 years after aperturate.

Keywords: Engineering Education, Mechatronics, Research.

RESUMEN

Una de las áreas de cualquier universidad que debe ser beneficiada de los procesos y los resultados de las investigaciones es la docencia. La transferencia de conocimientos hacia los salones de clase exige el desarrollo de tácticas y métodos especiales que hagan posible transformar un lenguaje de alto nivel, asociado generalmente con la investigación, a un lenguaje entendible y aplicable por profesores y alumnos. En este artículo se describen algunas experiencias de las labores docentes y de investigación en la Universidad La Salle Noroeste, ubicada en

Cd. Obregón, Sonora México, particularmente en la carrera de Ingeniería Mecatrónica. Se describen algunas aplicaciones del enfoque por competencias en proyectos de algunas materias y se muestran los resultados del desarrollo de proyectos en campos como la robótica, la ingeniería inversa y la automatización industrial. Se describen los resultados de la carrera de Mecatrónica a 12 años de haberse aperturado.

Palabras claves: Educación en Ingeniería, Mecatrónica, Investigación.

1. INTRODUCCIÓN

La Educación en Ingeniería requiere de generar o implementar métodos, técnicas y procedimientos que les permitan a los alumnos acceder en forma sistemática al conocimiento y sus aplicaciones (Jiménez et al, 2013). Al mismo tiempo, se requiere introducir nuevos enfoques educativos, como la Educación Basada en Competencias y sus metodologías activas, con el objetivo de formar alumnos capaces de enfrentar los desafíos de la actual sociedad del conocimiento, esto es, una sociedad enormemente diferenciada y especializada que exige que los actuales y futuros profesionistas posean las mejores herramientas para dar solución a los problemas que se presenten día a día (Jiménez et al, 2007).

Por otro lado, para generar competencias en investigación en los alumnos de ingeniería, es necesario incorporarlos a proyectos en los que el resultado de los mismos sean productos industriales y/o científicos y, sobre todo, fomentar e impulsar la triada docencia-investigación-extensión en las universidades y tecnológicos como eje central para la formación integral del talento humano. De hecho, la relación docencia-investigación aparece como necesaria en la educación superior a partir de la irrupción en el debate de los enfoques constructivistas del proceso Enseñanza-Aprendizaje, que entienden el mismo esencialmente como la tarea de indagación y búsqueda del conocimiento, en el que la construcción de interrogantes constituye el eje medular, el punto de partida y la llegada de dicho proceso (Orler, 2012).

En este sentido, la Universidad La Salle Noroeste, localizada en Ciudad Obregón, Sonora, México, ha implementado estrategias orientadas a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación en ingeniería sobre la base de la vinculación industrial, la inserción del enfoque por competencias y sobre el eje docencia-investigación. Una de las carreras de ingeniería que se ha visto beneficiada por la implementación de las estrategias ha sido Ingeniería Mecatrónica. Los alumnos y profesores de esta carrera han participado en proyectos industriales favoreciendo a las microempresas de la región. Además, algunas metodologías activas relacionadas con el EBC (Soares et al, 2013; Poikela & Poikela, 1997), como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABProy), han sido implementadas en algunas materias de la carrera. En cuanto a la investigación, los alumnos desarrollan competencias técnicas desde el primer año las cuales aplican en proyectos de investigación a lo largo de sus estudios, generando prototipos físicos y simuladores, así como documentos científicos y tecnológicos. En este artículo se presentan algunas experiencias sobre las estrategias en docencia, investigación y extensión (vinculación) implementadas en la Universidad La Salle Noroeste, específicamente en la carrera de Ingeniería Mecatrónica.

2. ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL BINOMIO INVESTIGACIÓN-DOCENCIA

La idea del binomio docencia e investigación, de acuerdo con (Perdomo, 2011), subyace a lo largo de épocas pasadas en grandes pensadores, así como por gestores de la política universitaria e investigadores. De modo que, han surgido variados enfoques para precisar las distintas actuaciones del docente al vincular la docencia y la investigación, que bien pueden dividirse en los siguientes tipos:

1. La relación docencia e investigación es nula.

Desde ese punto de vista, no existe convergencia alguna entre estas funciones, manteniéndose como actividades independientes o desunidas. Aquí el docente no es constructor de su propia práctica docente, ni investigador de su hacer.

2. La relación docencia e investigación es de convergencia.

Se concibe la docencia- investigación como una relación bicondicional o de coimplicación, en el sentido de no poder existir docencia efectiva donde no haya investigación educacional y, al revés, no puede haber investigación confiable donde no concorra una docencia efectiva. Vista así la relación entre estas funciones, se requiere un docente que investigue y un investigador que formule sus trabajos a partir de su contexto profesional, con apertura a todas aquellas producciones científicas generadas por otros entes, como alternativa para enriquecer la acción pedagógica.

3. La relación docencia e investigación es correlacional parcialmente.

Este tipo de relación no es del todo óptima para el binomio docencia e investigación universitaria. En 1996 Hattie y Marsh (citados por Peronomo, 2011), plantean que en este tipo de relación “la correlación entre docencia e investigación será nula y no negativa”, nula en el sentido que el “tiempo dedicado a la docencia y la evaluación de dicha docencia sería cero”, dando lugar a la disgregación e independencia entre estas funciones, siendo el tiempo un factor interviniente. Ahora bien, la relación será no negativa por cuanto el “tiempo empleado en la investigación se correlacionará positivamente con los resultados de la investigación”. Como consecuencia, hay producción de conocimiento, y compromiso del profesor sólo ante la investigación, ganando prestigio en este sentido, quedando relegada la enseñanza y reconocimiento académico en la docencia.

Otra forma de explicar las posibles relaciones entre docencia e investigación, de acuerdo con (Braxton 1996), es la siguiente:

- nula, cuando no existe relación;
- de conflicto, cuando la relación es negativa;
- complementaria, cuando existe similitud entre la enseñanza y la investigación.

Por otro lado, de acuerdo con (Molina 2010), es en las últimas tres décadas que en México adquiere relevancia el vínculo docencia- investigación. Para entender la investigación desde este enfoque se sugiere dividirla en tres tipos. La primera es la “Investigación para la docencia” que corresponde a las reflexiones sobre la actividad docente, su formación y el estudio del proceso de enseñanza-aprendizaje. El segundo tipo es la “Investigación como docencia”, que se enfoca en introducir a los alumnos, de todos los niveles educativos, al afán de la indagación. Un aspecto importante de este tipo de investigación es que imposibilita la repetición de la pasividad del alumno en la reconstrucción de conocimientos y lo invita a confrontarse con situaciones y contribuir a solucionarlas. El tercer tipo es la “Investigación para la producción y aplicación de conocimiento” la cual surge de una posición ideológica acompañada de teorías y propuestas de métodos y técnicas específicas.

3. EVOLUCIÓN DE LA CARRERA DE MECATRÓNICA EN LA ULSA NOROESTE

Debido a los constantes cambios tecnológicos a nivel mundial que se derivan de la generación masiva de los conocimientos científicos, la Universidad La Salle Noroeste diseñó y dio apertura a la carrera de Mecatrónica en el año 2001. Concebida como una de las áreas de especialidad del futuro, la Mecatrónica exige, para el desarrollo de productos y sistemas, de la integración y la sinergia de tres campos principales del conocimiento; esto es, de la Ingeniería Mecánica, la Ingeniería Electrónica y la Ingeniería en Computación (Onwubolu, 2005). Consciente de que la Mecatrónica requiere de un balance entre los conocimientos teóricos y prácticos, la Universidad construye y equipa un Centro de Tecnología e Informática (CTI). El centro fue inaugurado en el año 2003 y es, a la fecha, el más moderno del país (Juárez et al, 2011).

A punto de cumplirse 13 años, la carrera de Mecatrónica ha egresado 7 de 13 generaciones, la primera salió en mayo del año 2006 y la última en mayo del 2013. Se ha reestructurado la carrera de 5 años a 4 años y medio, y se ha actualizado su plan de estudios. Han egresado 195 de 303 alumnos y se han titulado 148 por diversas modalidades, siendo la modalidad de tesis la de mayor frecuencia (son 99 titulados con tesis). Es importante señalar que como resultados de la calidad de los trabajos de tesis, muchos alumnos han publicado en informes técnicos, artículos nacionales e internacionales con lo que se demuestra la capacidad intelectual de los egresados y de sus profesores (este hecho es relevante incluso a nivel nacional, pues refleja la incorporación de las

investigaciones hechas por sus profesores a las licenciaturas). Otro dato importante que se debe resaltar es el interés de los alumnos que tiene derecho a titularse por promedio a optar por trabajo de tesis, pues buscan con ello dos cosas, una es esforzarse para obtener la mención honorífica y otra es defender su tema de investigación ante un jurado. Por otro lado, los egresados están ocupando plazas en compañías muy importantes y con un excelente desempeño profesional, en campos como la manufactura especializada, automatización industrial, programación, mantenimiento industrial, etc., e incluso hay egresados que han generado sus propias empresas.

En cuanto a la contextualización e internacionalización de la carrera de Mecatrónica, la Universidad la Salle Noroeste ha firmado importantes convenios de colaboración con empresas de la región para el desarrollo de proyectos, así como para la realización de servicio social y prácticas profesionales. Los alumnos visitan constantemente las empresas favoreciendo con esta práctica la contextualización de sus estudios con el campo laboral. Por otro lado, los alumnos se van de intercambio a diversas universidades nacionales y del extranjero, destacándose centros de estudio de Alemania y Brasil principalmente.

4. MODELO EDUCATIVO POR COMPETENCIAS Y VINCULACIÓN DE LA ULSA NOROESTE

La Universidad La Salle Noroeste con el fin de potenciar una formación pertinente a los nuevos contextos, añade a su modelo curricular socioconstructivista el enfoque por competencias en el 2011; las define como el conjunto interdependiente de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que el alumno integra con la finalidad de solucionar problemas en su ámbito personal y profesional para la transformación social. Esta definición de competencias es acorde con su modelo curricular socioconstructivista, ya que implican la capacidad de participar y actuar de manera ajustada, es decir, de acuerdo a resultados esperados del aprendizaje, definidos como capacidades; están vinculadas a actividades que son relevantes social e individualmente e implican, también, la movilización de un conjunto de conocimientos y recursos psicosociales de naturaleza diversa. Lo que añaden las competencias a su modelo curricular es potencial para atribuirle sentido al aprendizaje escolar (ULSA Noroeste, 2011). El modelo de diseño curricular bajo el enfoque por competencias de ULSA Noroeste, propone la estructuración de los planes de estudio en torno a tres tipos de competencias: profesionales básicas, profesionales específicas y genéricas (ULSA Noroeste, 2011). Como las competencias son un enfoque para la educación y no un modelo pedagógico, cuando se traduce su teoría a la práctica pedagógica, en los planes y programas de estudio lasallistas se observan en el perfil de egreso, en los desempeños en los que integra todos los saberes, en los criterios de calidad en los procesos, en la elaboración de programas acordes a la filosofía institucional y los requerimientos disciplinares, investigativos, laborales, profesionales, sociales y ambientales, así como en el empleo de estrategias e instrumentos de evaluación de las competencias mediante la articulación de lo cualitativo con lo cuantitativo (Navarro et al, 2013).

Para aplicar este modelo socioconstructivista con enfoque en competencias de la Universidad La Salle Noroeste, el profesor universitario requiere una profesionalización de la docencia, a través de constante capacitación y actualización de sus competencias, en ello, fundamenta la Universidad La Salle Noroeste la construcción e implementación de un diplomado en formación de competencias docentes, en modalidad educativa semipresencial, dividido en 8 módulos. Las temáticas centrales incluyen la contextualización del modelo curricular y las características específicas de ser lasallista; los fundamentos para traducir la teoría en práctica docente en el aula que incluye estrategias didácticas, evaluación de los aprendizajes y planeación de los procesos de enseñanza y de aprendizaje; así como las competencias docentes requeridas para la aplicación del modelo curricular.

Por otro lado, la Universidad La Salle Noroeste mantiene una fuerte vinculación con el sector industrial en el estado de Sonora, México, principalmente con empresas y universidades localizadas en el sur del Estado. Esta práctica vinculatoria o de extensión, hace posible que alumnos y profesores puedan acceder a las diversas y variadas problemáticas que enfrentan las empresas y, al mismo tiempo, se realizan prácticas profesionales o servicios sociales entre otras actividades relevantes. Una de las formas de vinculación más efectivas en las que la Universidad La Salle participa, es en la conformación y operación de redes interinsitucionales integradas por otras universidades y empresas. Una de las redes que más ha contribuido a la generación y realización de proyectos

industriales y a la formación de recursos humanos es la red ALFA (Jiménez et al, 2008). La red está conformada por la Universidad La Salle Noroeste (ULSA), el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme (ITESCA), la Universidad Tecnológica del Sur de Sonora y la Empresa Impulsora de Desarrollo Dinámico S.A. de C.V. (IDDSA) ahora denominada IIMM. La compartición de recursos materiales e intelectuales entre los integrantes de la red ALFA ha permitido el desarrollo de proyectos con las empresas, algunos financiados por el gobierno, lo que ha contribuido a que los alumnos y profesores adquieran experiencia industrial. Muchas de las experiencias y los conocimientos generados se transforman en tesis de licenciatura y en documentos científicos y tecnológicos (artículos nacionales e internacionales).

5. EXPERIENCIAS EN INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA

En la Universidad La Salle Noroeste la carrera de Mecatrónica es beneficiada con la transferencia de conocimientos de la investigación hacia los salones de clases. Esto ha sido posible por dos razones fundamentales: 1) por la vinculación empresa-universidad y el desarrollo de proyectos, y 2) por la integración de grupos de investigación dentro de la universidad. En relación con los procesos de investigación-docencia, existen cuatro tipos de proyectos en donde participan los profesores y alumnos:

- 1) Proyectos en donde la investigación ayuda a los docentes, por ejemplo: desarrollo de conocimientos sobre temas relacionados con métodos de evaluación y/o experiencias documentadas sobre aplicaciones de metodologías activas del enfoque por competencias. En este tipo de proyectos participan profesores.
- 2) Proyectos industriales, en donde los alumnos y profesores aplican conocimientos para resolver problemas de índole técnica y cuyos resultados se transforman en experiencias y documentos que posteriormente son usados para la docencia.
- 3) Proyectos de investigación en donde los alumnos y los profesores desarrollan aplicaciones en los temas relacionados con las líneas de investigación. Los resultados de estos proyectos generalmente se traducen en tesis o documentación científica y tecnológica.
- 4) Proyectos de transferencia de conocimientos a las aulas: se refiere a la transformación de los resultados de las investigaciones a documentos didácticos que auxilian y complementen los proyectos de clases.

En relación con el tipo de proyecto asociado con la transferencia de conocimientos a las aulas, se diseñó un procedimiento cuyos pasos se describen a continuación:

- 1) Se estudian los resultados de las investigaciones desarrolladas por los grupos de investigación en la universidad.
- 2) Con los resultados del análisis del paso anterior, se seleccionan materias de la carrera de Mecatrónica que puedan ser usadas para transferir conocimientos derivados de las investigaciones o aplicaciones tecnológicas.
- 3) Se evalúa las materias del semestre (o semestres) en donde se transferirán los conocimientos.
- 4) Una vez seleccionada una o varias materias, se analizan los temas y contenidos para poder evaluar en que unidad y en que tema puede hacerse la transferencia.
- 5) Se forma un grupo de transferencia conformado por profesores del campo técnico y educadores.
- 6) Se sistematiza el conocimiento derivado de la investigación, esto es: se transforma el lenguaje especializado del conocimiento a lenguaje entendible por el profesor y el alumno, y se genera un activo didáctico (cambio de un tema de clase por un tema equivalente derivado de la investigación o un proyecto).
- 7) Se incorpora una o varias metodologías activas el EBC al proceso de transferencia.
- 8) Se imparten la o las clases y se evalúan sus resultados.

En este artículo se expondrán las experiencias de tres proyectos de investigación y desarrollo en donde participan profesores y alumnos de la Universidad La Salle Noroeste.

Proyecto de robótica.

La descripción del proyecto es la siguiente: un grupo de investigación en Mecatrónica de la ULSA Noroeste estudia las aplicaciones del álgebra hipercompleja al modelado cinemático de multicuerpos rígidos. Los conocimientos derivados de la investigación se transfirieron a la materia de Mecanismos impartida en el quinto semestre de la carrera de Mecatrónica. Se diseñaron dos activos didácticos: 1) un tema de matemáticas básico de números complejos descritos en forma tradicional se transformó a un tema de números complejos derivados de la formalización del álgebra hipercompleja en el plano (tema producto de la investigación) y 2) se desarrolló un proyecto sobre la construcción un robot delta paralelo (mecanismo de cinco barras) y un robot de dos grados de libertad los cuales requerían de la aplicación del álgebra hipercompleja. Posteriormente, se propuso que la materia usará la metodología activa llamada Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). El grupo estuvo conformado por 17 alumnos y se dividieron en dos subgrupos para desarrollar los mecanismos. Fue necesario incorporar conocimientos complementarios de otras materias del semestre (como Métodos Numéricos) y de semestres pasados, relacionados con computación, electrónica y fabricación de partes y componentes. La metodología activa ABP fue aceptada por los alumnos (según las entrevistas personales y resumen ejecutivo que entregaron) y permitió desarrollar los proyectos en forma ordenada y sistemática. La Figura 1 muestra el robot delta construido por los alumnos.



Figura 1: Simulador y prototipo del robot delta

Proyecto de automatización industrial.

La descripción del proyecto es la siguiente: un grupo de investigación en Mecatrónica de la ULSA Noroeste estudia los métodos de sincronización y automatización de sistemas productivos seriales. Los métodos de sincronización se introducen en las materias de Tópico de Mecatrónica y Manufactura Integrada por Computadora, ambas impartidas en el noveno semestre. Fueron diseñados dos activos didácticos: 1) material para explicar las técnicas de sincronización local y global y 2) un proyecto industrial. La metodología activa seleccionada fue el Aprendizaje Basado en Proyectos. El número de alumnos del grupo considerado fue de 18. Se dividieron en dos subgrupos y se repartieron las tareas de la manera siguiente: un grupo se orientó a la aplicación de los métodos de sincronización (métodos que se utilizan para distribuir en forma sistemática los tiempos de procesos sobre los ciclos operativos de la maquinaria que conforman una línea de producción); el otro grupo diseñó la automatización del sistema productivo. El proyecto fue requerido por una empresa para propósitos de entrenamiento y diseño de la automatización de líneas de producción. Para probar los métodos de sincronización, se usaron equipos didácticos de electroneumática, neumática y MPS (Modular Production Systems) localizados en el taller de tecnologías de la Universidad. La Figura 2 muestra dichos equipos.

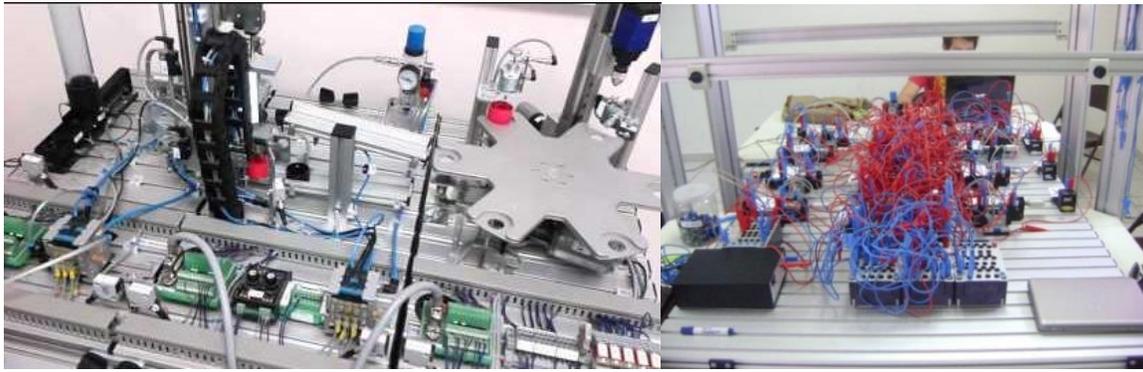


Figura 2: Sistemas para probar la automatización y sincronización en el taller de la ULSA Noroeste

Cabe mencionar que la metodología activa ABP usada en la materia ayudó a obtener la información, la planeación, la realización y la evaluación del proyecto, y también se usó para evaluar las tareas y actividades de los alumnos. El ABP fue ampliamente aceptado por los estudiantes según se interpreta de las encuestas de opinión, de las entrevistas personales y del análisis de los resúmenes de satisfacción que elaboraron al terminar el curso.

Proyecto de ingeniería inversa.

La descripción del proyecto es la siguiente: un grupo de investigación en Mecatrónica y Diseño Industrial de la ULSA Noroeste estudia y desarrolla métodos y técnicas de la ingeniería inversa para el duplicado de partes y componentes. La materia seleccionada fue Manufactura Integrada por Computadora de noveno semestre de la carrera de Mecatrónica. El tema transferido está relacionado con la aplicación de procedimientos para la medición de partes y componentes desde una perspectiva de la ingeniería inversa. Fueron diseñados dos activos didácticos: 1) se desarrollaron cuatro procedimientos didácticos especializados para la medición sistemática de partes y piezas y 2) fue diseñado un proyecto sobre mediciones sistemáticas a piezas industriales. Para este proyecto no fueron usadas metodologías activas. El total de alumnos del grupo fue de 17. Para el desarrollo del proyecto fueron divididos en 4 grupos y a cada uno se le asignó una pieza industrial. Los alumnos incorporaron conocimientos de las materias de Estadística y Metrología, y realizaron actividades tales como: pruebas de calibración, uso de equipos de medición, aplicaciones de las buenas prácticas de medición y usaron técnicas de primitivas para la caracterización geométrica y dimensional de las piezas de trabajo. La Figura 3 muestra una pieza la cual es digitalizada por una máquina de medición por coordenadas.



Figura 3: Medición de una pieza industrial

6. CONCLUSIONES

En este artículo se han descrito algunas experiencias derivadas de los proyectos de docencia e investigación en la Universidad La Salle Noroeste. Las principales conclusiones se resumen en los puntos siguientes:

- Es de suma importancia diseñar mecanismos que permitan involucrar a los alumnos en tareas de investigación sin afectar significativamente su proceso educativo. Para ello, se requiere elaborar y alinear proyectos que integren problemas en donde se necesite aplicar o sistematizar conocimiento científico y/o tecnológico. En la ULSA Noroeste gran parte de los alumnos de la carrera de Mecatrónica trabajan en proyectos de investigación y aplicaciones tecnológicas.
- El desarrollo de mecanismos de transferencia, de los resultados de la investigación hacia la docencia, no es una tarea simple ni propia del investigador. Se requiere de un grupo de trabajo especializado que valore los lenguajes, la simplificación de modelos y sobre todo la incorporación de metodologías activas que permitan desarrollar los proyectos en forma integral. En este sentido los alumnos de la Universidad La Salle trabajan los proyectos de clase previamente transferidos y planeados bajo las metodologías activas asociadas al EBC lo que ha producido resultados satisfactorios.
- Las metodologías activas utilizadas en el desarrollo de los proyectos fueron de gran aceptación por parte de los alumnos, pues las entrevistas personales, las encuestas de opinión y los resúmenes personales y ejecutivos aplicados a los estudiantes así lo demuestran.
- El desarrollo de los proyectos requirió del trabajo en conjunto de alumnos, profesores y asesores externos, y de una multiplicidad de conocimientos. Los resultados de los proyectos, las presentaciones de los mismos y las dinámicas de trabajo en equipo fueron evaluadas en forma satisfactoria por parte de los docentes participantes, pues fue posible observar una alta motivación en los alumnos, una participación activa e integrada en el desarrollo de las tareas y sobre todo un aprendizaje significativo.
- A pesar de los grandes beneficios del EBC en la educación en ingeniería también es cierto que su implementación no es infalible. Existen problemas tales como la no homogenización de la motivación de los alumnos, en la administración de los equipos, la falta de recursos materiales para la realización de los proyectos y la resistencia y la incredulidad de los docentes en participar en los proyectos, entre otros.
- La vinculación efectiva entre universidades y empresas resulta de fundamental importancia para la formación de los alumnos, pues el desarrollo de proyectos genera conocimientos, experiencias y contextualización industrial, que posteriormente pueden ser utilizados para transferir los resultados a los salones de clases. La Red ALFA, organización a la que pertenece la ULSA Noroeste, es un ejemplo de que sólo a través de la compartición de recursos humanos y tecnológicos es posible potenciar el desarrollo de proyectos académicos e industriales en beneficio de la formación de los alumnos.
- La vinculación docencia-investigación debe ser un mecanismo que permita la formación del recurso humano acorde con las necesidades de una sociedad diferenciada y especializada. En la carrera de Mecatrónica de la ULSA Noroeste se ha hecho un esfuerzo para que los alumnos puedan ser formados con las competencias que exige el mercado laboral implementando el enfoque por competencias, reformado su plan de estudios cada cinco años e impulsado en forma activa el binomio docencia-investigación.
- Las experiencias descritas en este artículo pueden ser útiles para que otras universidades impulsen la enseñanza bajo el enfoque de competencias en la educación en ingeniería, pues hoy en día existe una dura resistencia por parte de los docentes a cambiar sus estilos y forma de enseñanza.
- Los proyectos descritos en este artículo han servido para documentar las experiencias en los salones de clases y para mejorar y generar los activos didácticos en beneficio de otras materias de la carrera de Mecatrónica.
- Con respecto al enfoque por competencias, es importante mencionar que la capacitación del profesorado debe ser constante. Las metodologías activas deben ponerse en práctica con la finalidad de conocer su eficiencia y eficacia, y para recolectar experiencias que permitan la mejora continua. En la Universidad La Salle se capacita a los maestros por medio de un diplomado y una especialidad.

- A la fecha han egresado 7 generaciones de la carrera de Mecánica, se ha reestructurado dos veces el plan de estudios, han egresado 195 alumnos, se han titulado 148 (75%), se han generado 200 artículos nacionales e internacionales (los alumnos participan también como autores y coautores) y se ha mejorado el taller de tecnologías. Estos datos permiten concluir que el binomio docencia-investigación da resultados positivos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a las Universidades que conforman la RED ALFA, a la Universidad Tecnológica del Sur de Sonora, a la Universidad La Salle Noroeste, a la Universidad Estatal de Sonora (UES) y a la Empresa SPIN-OFF Innovación en Ingeniería de Manufactura y Mantenimiento S. de R. MI (IIMM), por el apoyo brindado a esta investigación

REFERENCIAS

- Braxton, J. (1996). *Contrasting perspectives on the relationship between teaching and research*. New Directions for Institutional Research, 90:5-15
- Guzmán, J. (2010). “Una propuesta para formar competencias”. *Revista Electrónica de Desarrollo de Competencias (REDEC)* - No. 5. Pp. 106-122.
- Perdomo, H. (2011). “Significados del binomio docencia-investigación universitaria desde la perspectiva docente”. *Tecnología, Gerencia y Educación*. Volumen 12 N° 23.
- Jiménez, E., Luna, G., Uzeta, C., García, L., Ontiveros, S., Martínez, V., Lucero, B., Pérez, P. (2013). *Forward Design Process and Reverse Engineering Considerations*. iNEER Special Volume: INNOVATIONS 2013 - WORLD INNOVATIONS IN ENGINEERING EDUCATION AND RESEARCH. Chapter 16., pp.197-207.
- Jiménez, E., Ferrer, L., Delfín, J., Martínez, V., Galindo, F., Ruiz, J., Soto, E. (2007). “Metodología para la enseñanza de la Ingeniería Mecánica basada en el Planteamiento y Solución de problemas”. *Memorias del XII Congreso Anual SOMIM*. Acapulco, México., Pp. 307 – 316.
- Jiménez, E., Reyes, L., Soto, E., Galindo, F., Ochoa, F., Martínez, V. (2008). “Experiencias de las relaciones industria-universidad en la región Sur de Sonora, México: el Caso de la RED ALFA”. *Memorias del XIV congreso internacional anual de la SOMIM y congreso internacional de metal mecánica*. Puebla, México.
- Juárez, H., Núñez, E., Jiménez, E. (2011). “La evolución de la carrera de Mecatrónica en la Universidad La Salle Noroeste”. *Revista Quorum*. Universidad La Salle Noroeste.
- Molina, M. (2010). “El vínculo docencia-investigación: una respuesta a la necesidad de pensamiento crítico en México”. *Razón y Palabra*. Primera Revista Electrónica en América Latina Especializada en Comunicación. No 73.
- Navarro, L., Bojórquez, I., Jiménez, E. (2013). “Competencias y estrategias didácticas: experiencias en la Universidad La Salle Noroeste”. *Congreso Interdisciplinario de Cuerpos Académicos*. Ecorfan. Educación Hanbook T-1. Guanajuato, México pp. 101-113.
- Onwubolu, G. (2005). *Mechatronics, Principles and applications*, Editorial ELSEVIER.
- Orler, J. (2012). “Docencia-Investigación: ¿una relación necesaria, antagónica, inexistente o necesaria?”. *Academia. Revista sobre las enseñanzas del derecho*. Año 10, No. 19, pp. 289-301. Buenos Aires Argentina.
- Poikela, E. & Poikela, S. (1997). *Concepts of learning and the implementation of Problem-based learning*. Zeitschrift für Hochschuldidaktik, Special Issue. Problem- based learning: theory, practice and research. Editors F. Eitel & W. Gijsselaers. Volume 21 (1), pp. 8–22.
- Soares, F., Sepúlveda, M., Monteiro, S., Carvalho, R. (2013). “An integrated project of entrepreneurship and innovations in engineering education”. *Mechatronics*. 23, pp.987-996.

Universidad La Salle Noroeste. (2011). Fundamentación del modelo curricular basado en competencias de la ULSA Noroeste. Documento interno.

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.