

# **Experiencias de la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos de la materia de Mecanismos en la ULSA Noroeste**

**Eusebio Jiménez López**

Universidad La Salle Noroeste-CINNTRA UTS- IIMM, Cd. Obregón, Sonora, México, [ejimenezl@msn.com](mailto:ejimenezl@msn.com)

**Gloria Isabel Bojórquez Morales**

Universidad La Salle Noroeste, Cd. Obregón, Sonora, México, [ibojorquez@ulsa-noroeste.edu.mx](mailto:ibojorquez@ulsa-noroeste.edu.mx)

**Lilia Beatriz Navarro Fragoso**

Universidad La Salle Noroeste, Cd. Obregón, Sonora, México, [lnavarro@ulsa-noroeste.edu.mx](mailto:lnavarro@ulsa-noroeste.edu.mx)

**Laura Olivia Amavizca Valdez**

CADTIC de la Universidad Tecnológica del Sur de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, México, [lauraamavizca@hotmail.com](mailto:lauraamavizca@hotmail.com)

**Lina López Aranda**

Universidad Tecnológica del Sur de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, México, [llopez@uts.edu.mx](mailto:llopez@uts.edu.mx)

**Víctor Manuel Martínez Molina**

CINNTRA UTS-CECATI 94, Cd. Obregón, Sonora, México, [vicmmol@yahoo.com.mx](mailto:vicmmol@yahoo.com.mx)

**Soila del Carmen López Cuevas**

Universidad Nacional Abierta y a Distancia de México, México, DF, México, [sclopez@unadmexico.mx](mailto:sclopez@unadmexico.mx)

**María Enedina Hernández Flores**

Universidad Tecnológica del Sur de Sonora, Cd. Obregón, Sonora, México, [maenedina@hotmail.com](mailto:maenedina@hotmail.com)

## **ABSTRACT**

Competence-Based Education (CBE) has been proposed as an alternative to achieve a meaningful and collaborative learning in students. Within the didactic of the CBE, the learning-based projects (LBP) is a technique that promotes active learning, because it is based on the development of a project in which basic skills are used to develop a product that goes beyond the academic and university. This article presents the experiences of the application of the LBP in matter of mechanisms related to the career of Mechatronics at Universidad La Salle Noroeste. The project was called to the University by a spin-off company and consisted of the design, manufacture and control of two robots. For the development of the project the students were divided into two groups. One group designed a delta parallel robot and the other an anthropomorphic robot 2 DOF. It was applied knowledge of mathematics, robotics, programming, control and numerical methods for the development of robots. The LBP technique is useful and practical for students learning, since it allowed an active, collaborative, meaningful and contextualized learning with industry.

**Keywords:** Competence-based education, learning-based projects, mechanisms.

## RESUMEN

La Educación Basada en Competencias (EBC) ha sido propuesta como alternativa para lograr un aprendizaje significativo y colaborativo en los alumnos. Dentro de las didácticas del EBC, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una técnica que favorece el aprendizaje en forma activa, pues se basa en el desarrollo de un proyecto en el que los conocimientos básicos son usados para desarrollar un producto que va más allá de lo académico y de la Universidad. En este artículo se presentan las experiencias de la aplicación del ABP en la materia de Mecanismos relacionada con la carrera de Mecatrónica de la Universidad La Salle Noroeste. El proyecto fue requerido a la Universidad por una empresa SPIN – OFF y consistió en el diseño, fabricación y control de dos robots. Para el desarrollo del proyecto los alumnos se dividieron en dos grupos. Uno grupo diseñó un robot delta paralelo y otro un robot antropomorfo de 2 GDL. Se aplicaron conocimientos de matemáticas, robótica, programación, control y métodos numéricos para el desarrollo de los robots. La técnica del ABP es útil y práctica para el aprendizaje de los alumnos, pues permitió un aprendizaje activo, colaborativo, significativo y contextualizado con la industria.

**Palabras claves:** Educación Basada en Competencias, Aprendizaje Basado en Proyectos, Mecanismos

### 1. INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), señala que las nuevas generaciones deberán estar preparadas con competencias y con conocimientos actualizados para la construcción de un mejor futuro; para cumplir con estas exigencias, la educación superior debe coadyuvar a la formación de estudiantes con un proyecto de vida personal, comunitario y planetario, (Delors, 1989; Morin, 1999) además de trabajar en el desarrollo de las competencias intelectuales para la construcción, y el uso significativo e innovador de los conocimientos (Marzano, 1998) que los acerquen a la realidad profesional y les generen las estructuras mentales necesarias para afrontar nuevos y complejos problemas. Se incorpora así el enfoque por competencias profesionales en las universidades con las finalidades de mejorar la pertinencia de los planes de estudio y de que los estudiantes sean personas con más habilidades personales y ciudadanas y se inserten mejor en el mundo del trabajo (Tobón, 2008); su importancia radica en que permite la integración de todos los saberes: aprender, ser, hacer y convivir, (Delors, 1989) y busca que se pongan en acción con inteligencia para llevar a cabo adecuadamente un desempeño, una función, una actividad o una tarea (Argudín, 2005). Las competencias son el enfoque educativo que proporciona principios, indicadores y herramientas para orientar el currículo, la docencia, el aprendizaje y la evaluación hacia la calidad (Tobón, 2006). Integran una respuesta a la sociedad, a la cultura de la calidad, la globalización y la competitividad empresarial.

Bajo este contexto, la Universidad La Salle Noroeste centra su atención en la formación integral de los estudiantes; 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. Su modelo de diseño curricular bajo el enfoque por competencias, propone la estructuración de los planes de estudio en torno a tres tipos de competencias: genéricas, profesionales básicas y profesionales específicas (ULSA Noroeste, 2011). Las competencias genéricas son aquellas que contribuyen a la formación común de las diferentes profesiones y se relacionan con la identidad institucional, en este caso el ideario, misión y modelo educativo lasallista. Las competencias genéricas son cualidades que los egresados desarrollan independientemente del programa académico del que egresen y son fundamentales para adquirir las competencias profesionales básicas y específicas, que se encuentran explícitas en el perfil de egreso. Por ello se promueve el uso de métodos de enseñanza que transversalmente generen su promoción, principalmente los fundamentados en el aprendizaje individual, así como los orientados a la discusión y/o al trabajo en equipo.

Entre las técnicas didácticas que se encuentran en los métodos orientados a la discusión y al trabajo en equipo, sobresale el Aprendizaje Basado en Proyectos; éste promueve el pensar y actuar con base en el diseño de un

proyecto, elaborando un plan con estrategias definidas, para dar una solución a una interrogante y no tan sólo cumplir objetivos curriculares (Galeana, 2006). Acerca una realidad laboral concreta al ambiente académico; los estudiantes o el maestro proponen el tema de acuerdo a los objetivos, la complejidad y tiempo disponible. Es más importante la aplicación de un método o de conjunto de conocimientos a un proyecto real o ficticio que el tema. Los estudiantes analizan el problema, proponen, aplican una solución y evalúan esta proposición. Al finalizar, producen habitualmente un “objeto” concreto (prototipo, maqueta, plan de intervención), un informe escrito o una presentación oral. (Fernández, 2005). Desarrolla competencias genéricas de acuerdo al tuning en México (Ramírez y Medina, 2008:98) relacionadas con la capacidad para formular y gestionar proyectos, como conocimientos sobre el área de estudio y la profesión, capacidades de abstracción, análisis, síntesis, crítica y autocrítica, toma de decisiones, organización, identificar, plantear y resolver problemas, de comunicación e interpersonales, habilidades investigativas y de procesamiento de información, uso de las tics, compromiso ético, capacidades de trabajo en equipos multidisciplinarios, aplicación de conocimientos, trabajo autónomo y en situaciones nuevas, creatividad y compromiso con la calidad.

## **2. APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS**

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABProy) es un modelo de aprendizaje en el que los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación directa en situaciones reales (Blank, 1997 citado por Galeana, 2006). Actualmente y con base en el trabajo de investigadores en nivel mundial, se han identificado las siguientes características del modelo de Aprendizaje Basado en Proyectos (Dickinson et al, 1998 citado por Galeana, 2006): 1) centrados y dirigidos por el estudiante, 2) claramente definidos: inicio, desarrollo y un final, 3) contenido significativo para los estudiantes; directamente observable en su entorno, 4) problemas del mundo real, 5) investigación, 6) sensible a la cultura local, 7) objetivos específicos relacionados con los estándares del currículo educativo para el siglo XXI, 8) productos de aprendizaje objetivos, 8) interrelación entre lo académico, la realidad y las competencias laborales, 9) retroalimentación y evaluación por parte de expertos, 10) reflexión y autoevaluación por parte del estudiante, 11) evaluación en base a evidencias de aprendizaje (portafolios, diarios, etc.).

### **2.1 FASES DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS**

El ABProy no tiene un método único. De acuerdo con De Miguel (2005) son cuatro las fases relacionadas con el Aprendizaje Basado en Proyectos:

- 1) Información: Los estudiantes recopilan, por diferentes fuentes, informaciones necesarias para la resolución de la tarea planeada.
- 2) Planificación: Elaboración del plan de trabajo, la estructuración del procedimiento metodológico, la planificación de los instrumentos y medios de trabajo, y elección entre las posibles variables o estrategias de solución a seguir.
- 3) Realización: Supone la acción experimental e investigadora, ejercitándose y analizándose la acción creativa, autónoma y responsable.
- 4) Evaluación: Los estudiantes informan de los resultados conseguidos y conjuntamente con el profesor los discuten.

Por otro lado, Barrio et al (2010), señalan que cada fase tiene asociadas tareas del profesor y del alumno. Dichas tareas se describen en la Figura 1.

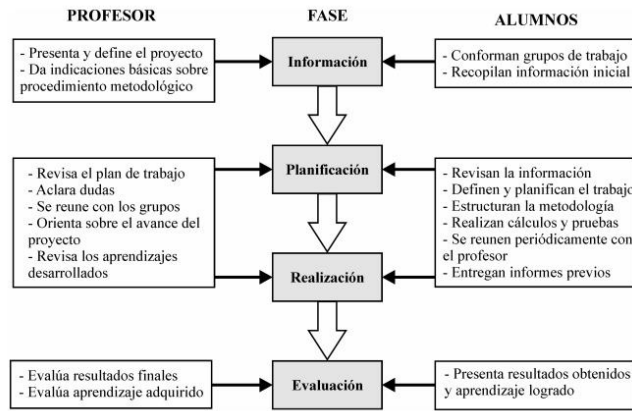


Figura 1: Fases del método de aprendizaje orientado a proyectos y tareas de los alumnos y profesor.

Fuente: Barrio et al (2010)

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

En el año 2011, la Universidad La Salle, implementó el Diplomado en Formación de Competencias del Perfil Docente Lasallista el cual tiene como finalidad capacitar al profesorado en la implementación en el aula de su modelo curricular por competencias, a partir de la puesta en práctica de sus herramientas conceptuales y procedimentales en la planeación, conducción y evaluación de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, de acuerdo con el perfil docente Lasallista y los requerimientos curriculares de la materia que imparte (Jiménez et al, 2012). Uno de los módulos de dicho diplomado trata el tema de las estrategias didácticas y un tema particular es el del Aprendizaje Basado en Proyectos. Por otro lado, a partir de 2002, la Universidad La Salle Noroeste ofrece como parte de su oferta educativa la carrera en Ingeniería Mecatrónica. En el plan de estudios de esta licenciatura, en el quinto semestre se imparte la materia de Mecanismos, en la que se aplicó el ABProy durante el periodo de agosto a diciembre de 2012 a 17 estudiantes (1 mujer y 16 hombres).

#### 3.1 ALGUNAS CONSIDERACIONES IMPORTANTES

Antes de proceder a explicar las fases del ABProy descritas por Barrio et al (2010), es importante considerar que: 1) la materia de Mecanismos se refiere al estudio cinemático de los movimientos de cadenas cinemáticas, por lo que se la dará más prioridad a la modelación matemática de los sistemas articulado estudiados, 2) es necesario buscar un balance entre el conocimiento primario (descrito en el programa académico de la materia) y el conocimiento secundario (por ejemplo, programación, simulación y control), pues los alumnos están en el quinto semestre y hay temas que requieren para el proyecto, pero que se incluyen en materias que no han cursado, 3) es fundamental planear sesiones extras para detonar el conocimiento previo en los alumnos en temas ya vistos con anterioridad y en contenido nuevo necesario para desarrollar el proyecto.

#### 3.2 FASE 1: INFORMACIÓN

En esta fase las tareas del profesor fueron las siguientes:

- 1) Conseguir un proyecto con una empresa.
- 2) Proponer el procedimiento metodológico.

La primera tarea del profesor fue conseguir un proyecto con una empresa SPIN-OFF. El proyecto conseguido fue el diseño, la construcción y control de dos manipuladores robóticos para aplicaciones didácticas. Esto es, los prototipos serán usados por la empresa solicitante para dar cursos y diplomados en mecatrónica y automatización. Las especificaciones del proyecto proporcionadas por la empresa solicitante fueron las siguientes:

- 1) Mecanismo tipo paralelo delta, de 2 GDL (Grados de Libertad), movimiento en el plano, juntas tipo RR (Rotacionales).
- 2) Robot plano articulado de 2 GDL, juntas tipo RR.
- 3) Banda didáctica para transporte de piezas.
- 4) Debe ser fácil de desmontar y montar.
- 5) Debe ser fácil de transportar, pues se usará para propósitos de capacitación.
- 6) Los robots y todos sus elementos, debe constituirse en un área de trabajo de máximo 40cm x 40cm y de una altura que permita trasportarse en una maleta convencional.
- 7) Los eslabones que componen el robot pueden ser de configuración plana rígida. El diseño de la estructura debe ser rígida, con el mínimo de pandeo. Se recomienda usar baleros en las uniones de los eslabones.
- 8) Los eslabones deben ser de igual longitud para ambos robots.
- 9) Los actuadores deben ser servomotores de aeromodelismo.
- 10) Las conexiones entre los servomotores y los eslabones conductores deben ser con algún tipo de transmisión que pueden ser engranes o poleas o bien conexión directa.
- 11) Se requiere el diseño de una trayectoria lineal.
- 12) Para fines didácticos se recomienda usar un perfil de velocidades tipo trapezoidal y en caso de ser necesario usar interpolación polinómica para eliminar alguna discontinuidad.
- 13) La construcción del robot no contempla la dinámica del movimiento.
- 14) El control deberá ser por medio de una tarjeta Arduino.

La segunda tarea del profesor en la fase de información fue proponer un procedimiento metodológico para desarrollar el proyecto. Dicho procedimiento fue el siguiente:

- a) Modelar los robots con números complejos expresados en el contexto del álgebra moderna.
- b) En caso de que se generan sistemas de ecuaciones e incógnitas no lineales usar un método numérico apropiado.
- c) Modelar la trayectoria con perfil de polinomio de grado 3 ó 5.
- d) Integrar los modelos del robot y de la trayectoria.
- e) Programar y simular las ecuaciones que gobiernan los movimientos de los robots en un software de cálculo simbólico o en C<sup>++</sup>.
- f) Diseñar los mecanismos en un software CAD.
- g) Fabricar los robots usando CNC o bien máquinas herramientas convencionales.
- h) Desarrollar el control de cada prototipo.
- i) Efectuar las pruebas necesarias a los prototipos desarrollados.
- j) Entregar el proyecto a la empresa.

Por otro lado, las tareas de los alumnos fueron las siguientes:

- 1) Se integraron en equipos de trabajo. En este caso se formó un grupo para desarrollar el robot delta y otro grupo para desarrollar el robot articulado de 2 GDL. Ambos grupos también consideraron alumnos de la carrera de Diseño Industrial para pedir apoyo en el diseño y la fabricación de los mecanismos.
- 2) Recopilaron información inicial. Esto es, consultaron tesis, artículos e informes técnicos relacionados con temas de robótica, con el propósito de realizar un plan de trabajo para la realización de los proyectos.

### 3.3 FASE 2: PLANIFICACIÓN

En esta fase las tareas del profesor fueron las siguientes:

- 1) Revisar el plan de trabajo entregado por cada grupo de alumnos, 2) asesorar a los grupos de trabajo sobre la metodología que se usará para el desarrollo de los proyectos, 3) realizar el balance de cada proyecto (que uno no sea más complicado que otro), 4) señalar y ubicar asesores internos y externos que ayuden en algunas actividades especiales, 5) gestionar con la empresa solicitante los recursos para la compra de materiales, 6) señalar y ubicar talleres internos y externos para la fabricación de los componentes de los robots, 7) planificar reuniones periódicas con cada equipo de trabajo y con el grupo completo para revisar los avances o aclarar dudas, 8) diseñar

las evaluaciones de los aprendizajes, en este caso, se evaluó con exámenes cada parcial, con la entrega de los reportes y con una exposición de los proyectos al final del semestre.

Por otro lado, las tareas de los alumnos fueron las siguientes:

1) Con la información de la empresa, la propuesta metodológica del profesor y con la información inicial consultada, los alumnos entregaron un plan de trabajo preliminar el cual fue mejorado con la ayuda del profesor y los asesores externos, 2) se autoorganizaron por conocimientos preferidos (algunos seleccionan la modelación matemática, otros la programación y otros el diseño y la fabricación de los prototipos), 3) cada equipo de trabajo realizó cálculos para los modelos cinemáticos de los robots y realizó las pruebas necesarias para el funcionamiento de cada prototipo, 4) cada determinado periodo, los alumnos entregaron los avances según la planeación propuesta.

### **3.4 FASE 3: REALIZACIÓN**

#### ***Tarea 1: Modelación matemática de los robots***

Una de las primeras tareas encomendadas a los alumnos fue la de desarrollar los modelos matemáticos de los robots (aunque otras fases del diseño de los robots fueran realizadas en forma paralela). Para esta actividad fue necesario que el profesor detonara el conocimiento previo al dar asesorías de matemáticas y cinemática, tanto de temas que ya se habían visto en otras materias como nuevos temas. El modelo cinemático del robot fue dividido en dos partes: 1) análisis y modelación de cuerpo rígido y 2) análisis y modelación de la cinemática de la partícula. La primera modelación se refiere a la construcción de los modelos cinemáticos de posicionamiento de ambos robots y la segunda modelación está relacionada con el análisis de la trayectoria. La descripción de los modelos es la siguiente:

- Modelos de los robots: Para el caso de los robots se usaron números complejos para generar las ecuaciones de posición (Reyes, 1998). El modelo matemático del robot delta es diferente al modelo del robot articulado. El primer lugar, el robot delta es un mecanismo tipo paralelo y su análisis cinemático implica la construcción de dos ecuaciones de lazo y la formulación del problema inverso y directo en dos configuraciones de análisis: la deformada o configuración de referencia y la deformada o configuración final. (Jiménez et al, 2012). Para el caso del robot articulado de dos grados de libertad se realiza el mismo modelado que el robot delta, sólo que uno de los actuadores (segundo eslabón) está relacionado con el movimiento del primer eslabón lo que hace que el modelo difiera, pues los sistemas de ecuaciones e incógnitas generados fueron de  $2 \times 2$  (problema directo) y  $4 \times 4$  (problema inverso) para el robot articulado y de  $6 \times 6$  (problema directo) y  $8 \times 8$  (problema inverso) para el caso del robot delta. Los sistemas de ecuaciones generaron sistemas de ecuaciones no lineales por lo que se tuvo que hacer uso de un método numérico, en este caso el Newton-Raphson. Para efectos didácticos los alumnos aplicaron toda una metodología compuesta de 18 pasos para sistematizar el algoritmo del Newton-Raphson a pesar de que existen bibliotecas de dicho método en la mayoría de los paquetes de cálculo simbólico.
- Modelo de trayectoria: Para el caso del modelo de trayectoria, el análisis y la modelación se dividió en dos fases: 1) análisis del lugar geométrico y 2) modelación de perfiles de trayectoria. En la primera fase los alumnos generaron las ecuaciones espacio - tiempo (ecuaciones de posición, desplazamiento, velocidad y aceleración) sobre una línea recta y en la segunda fase se generaron las funciones de trayectoria (desplazamiento, velocidad y aceleración) a partir de un perfil de velocidades trapezoidal. Cabe mencionar que las funciones de desplazamiento y aceleración presentaron discontinuidades en algunos puntos por lo que fue necesario realizar una interpolación con polinomio de grado 5. Una vez generados los modelos del lugar geométrico y los perfiles de trayectoria suavizados (interpolados), se hizo el acoplamiento de dichos modelos y se generaron las ecuaciones finales de la trayectoria.
- Acoplamiento de los modelos de los robots con la trayectoria: una vez desarrollada toda la modelación de los robots y la trayectoria los alumnos procedieron a integrar dichos modelos. Para ello, se colocó la trayectoria en las áreas de trabajo de los robots y las herramientas o puntos de trabajo (órganos terminales) se acoplaron al punto de desplazamiento del lugar geométrico.

### **Tarea 2: Programación y simulación de los robots.**

Una vez generados los modelos cinemático de los robots en estudio, los alumnos procedieron a programar los modelos matemáticos en plataformas de cálculo simbólico y en el lenguaje C<sup>++</sup>. Siguieron los pasos siguientes: 1) programaron los modelos finales de los robots (ya desglosados con el Newton-Rapshon y la trayectoria) en Mathematica y MatLAB, 2) obtuvieron una función genérica de los modelos (modelos resueltos), 3) migraron las funciones genéricas al Visual Studio 2010, 4) en Visual se dibujaron los robots con librerías de Open GL y se probaron los modelos. La Figura 2 muestra los simuladores de ambos robots.



a)

b)

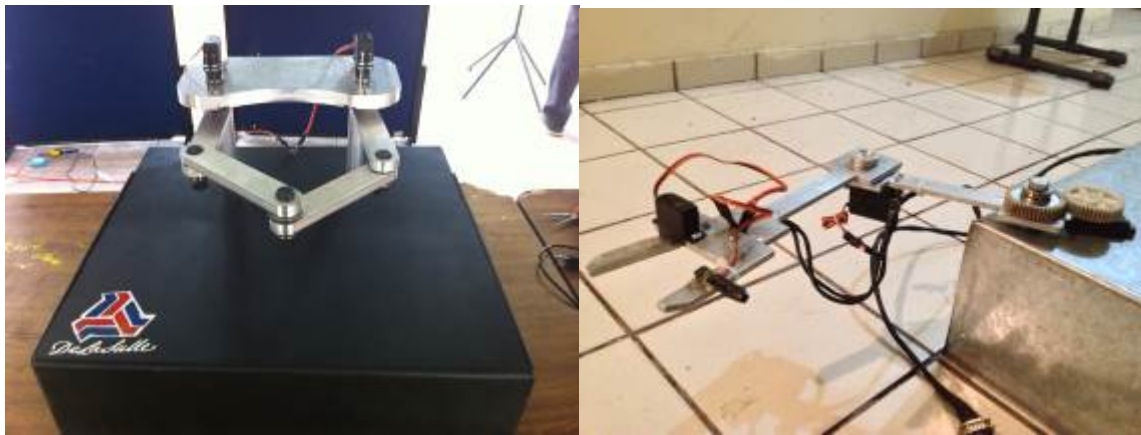
**Figura 2: Programación y simulación de los robots en Visual Estudio 2010: a) robot delta, b) robot articulado de cadena abierta.**

### **Tarea 3: Diseño y fabricación de los robots.**

Los alumnos diseñaron en el software Inventor los robots en estudio. Posteriormente, cada pieza fue fabricada (ver Figura 3) y ensamblada para generar los prototipos. El robot delta mostrado en la Figura 4 está integrado por eslabones de aluminio los cuales fueron fabricados en una máquina CNC de la Universidad Tecnológica del Sur de Sonora y en esta misma figura se muestra el prototipo del robot articulado cuyos eslabones fueron fabricados en las máquinas herramientas convencionales de la Universidad La Salle Noroeste.



**Figura 3: Proceso de fabricación de los robots**



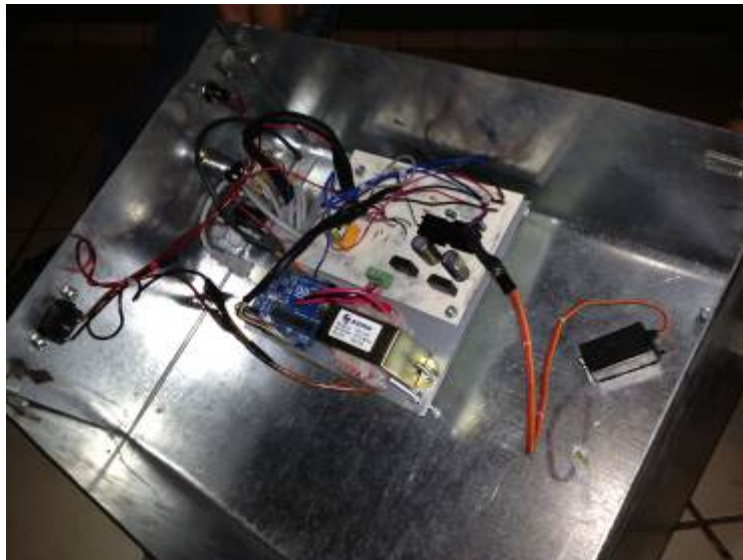
a)

b)

**Figura 4: Prototipos de los robots: a) delta, b) articulado**

#### ***Tarea 4: Control de los robots***

Para producir el movimiento de los robots se usaron servomotores de aeromodelismo y para el control de los mismos se usó la tarjeta Arduino. La Figura 5 muestra los elementos del sistema de control para el robot articulado.



**Figura 5: Control con arduino del robot de cadena abierta**

### **3.5 FASE 3: EVALUACIÓN**

En esta fase el profesor evaluó a los alumnos de tres maneras: 1) con exámenes parciales, 2) entrega de los reportes de los robots (incluye trabajo escrito, programas y entrega de prototipos a la empresa) y 3) con la exposición del proyecto al final del curso y entrega de videos. Se realizaron tres exposiciones, una en el evento de proyectos finales de cada fin de cursos (Figura 6), otra ante el profesor el día del examen final, y otra más en un evento para motivar a los alumnos ante todas las carreras de ingeniería. El cada exposición los alumnos fueron sometidos a preguntas sobre los proyectos desarrollados.





**Figura 6: Exposición de los proyectos**

#### **4. CONCLUSIONES**

En este artículo se ha presentado la aplicación del Aprendizaje Basado en Proyectos en la materia de Mecanismos relacionada a la carrera de Mecatrónica en la Universidad La Salle Noroeste. Esta experiencia descrita permite concluir que el ABProy es una técnica didáctica que se adapta a muchas materias de las ingenierías y que fue aceptada de manera satisfactoria por los alumnos. Una parte importante que debe ser considerada en el ABProy es la selección del proyecto, pues de él dependen dos cosas: la planeación y la motivación de los alumnos. Un proyecto industrial, para el caso de los alumnos de ingeniería, permite tener elementos extras (recursos económicos, transferencia de tecnología, contacto con expertos y proveedores) que pueden contribuir a mejorar la motivación y el interés de los alumnos, y a manejar el proyecto con más amplitud. Por otro lado, el proyecto que desarrollaron los alumnos exigió diversos conocimientos incluso más allá del propio conocimiento de la materia de mecanismos. Por ello, es de suma importancia que el profesor pueda encontrar un punto de equilibrio tanto en la complejidad del proyecto como en el balanceo de trabajo para los alumnos. Fue necesaria la integración de varias materias llevadas en el mismo semestre para lograr los objetivos del proyecto (métodos numéricos, programación, mecanismos, etc). Cabe señalar que el ABProy contribuye en gran medida a mejorar el proceso de la enseñanza y el aprendizaje, ya que promueve la creatividad, el manejo de situaciones complejas, fomenta la investigación y el trabajo en equipo, así como la autoorganización y el autoaprendizaje, además, exige que el profesor realice una planeación efectiva del proyecto. La participación del profesor en el ABProy es la de un facilitador activo no protagónico, pues el propósito es que los alumnos sean responsables de su propio aprendizaje. Finalmente, es importante mencionar que la capacitación del profesorado y la puesta en práctica de los conocimientos y técnicas vistos en las sesiones son dos acciones que fortalecen los procesos de enseñanza y aprendizaje. La experiencia del ABProy en la materia de Mecanismos descrita en este trabajo justifica el Diplomado de Formación en Competencias del Perfil Docente Lasallista que se imparte en la Universidad La Salle Noroeste.

#### **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 Abierta y a Distancia de México (UNADM) 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**

- Argudín, Y. (2005). *Educación basada en competencias*. México: Trillas.
- Barrio, R., Blanco, E., Martínez, J. y Galdo, M. (2010). “El aprendizaje orientado a proyectos en Mecánica de Fluidos a través de la experimentación con cohetes de agua”. *Red-U. Revista de Docencia Universitaria*. Número 2. Recuperado el 18 de marzo de 2012 de [http://www.um.es/ead/Red\\_U/?/](http://www.um.es/ead/Red_U/?/)

- Delors, J. (1989). *La educación encierra un tesoro*. México: UNESCO.
- De Miguel, M. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior (Proyecto EA2005-0118)*. España: Universidad de Oviedo.
- Fernández, A. (2005). *Nuevas metodologías docentes*. Recuperado el 12 de marzo de 2013 de [tecnologiaedu.us.es/mec2011/htm/mas/4/41/64.pdf](http://tecnologiaedu.us.es/mec2011/htm/mas/4/41/64.pdf)
- Galeana, L. (2006). "Aprendizaje basado en proyectos". *Revista Ceupromed*. Recuperado el 12 de marzo de 2013 de <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>
- Jiménez E. Bojórquez I., García A., Amavizca L., Martínez V., López L., Luna G., Hernández M. (2013). "Experiencias de la aplicación del ABP en una materia de mecanismos en la universidad La Salle Noroeste". *VIII International Conference on Engineering and Computer Education*. March 03 - 06, 2013, Luanda, ANGOLA. P. 421-425.
- Marzano, R. (1998). *Dimensiones del aprendizaje*. México: ITESO.
- Morín, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Recuperado el 12 de marzo de 2013 de <http://www.bibliotecasvirtuales.com/biblioteca/Articulos/los7saberes/>
- Ramírez, L. y Medina, M. (2008, septiembre). *Educación basada en competencias y el proyecto tuning en Europa*. Ideas CONCYTEG. 39(3), 97-114.
- Reyes, L. (1998). *Sobre la parametrización de las Rotaciones y Reflexiones de Multicuerpos Rígidos en el plano. Estudios Ocasionales*. Recuperado el 13 de marzo de 2013 de <http://ols.uas.mx/fen/negocios/finvestigacion.asp?tit=90&ids=100>.
- Tobón, S. (2006): *Aspectos básicos de la formación basada en competencias*. Recuperado el 13 de marzo de 2013 de [http://formacioncontinua.sep.gob.mx/sites/cursobasico09/anexos/5-Sergio\\_Tobon.pdf](http://formacioncontinua.sep.gob.mx/sites/cursobasico09/anexos/5-Sergio_Tobon.pdf)
- Tobón, (2008). *La formación basada en competencias en la educación superior: El enfoque complejo*. Recuperado el 13 de marzo de 2013 de <http://www.conalepfresnillo.com/images/stories/conalep/Formaci%C3%B3n%20basada%20en%20competencias.%20Sergio%20Tob%C3%B3n.pdf>
- 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.*