

# TRANSFORMACIÓN DE ESTUDIANTE A INGENIERO MEDIANTE EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS MECATRÓNICOS

J. R. Mendoza Vázquez<sup>1</sup>

I. D. Rojas Cuevas<sup>2</sup>

S. J. Torres Méndez<sup>3</sup>

V. Ramírez Palacios<sup>4</sup>

## RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados del proceso de la transformación de estudiante a ingeniero, mediante el desarrollo de proyectos de investigación de sistemas mecatrónicos. Se toma como hipótesis que es posible hacer el cambio de mentalidad de estudiante a ingeniero con el desarrollo de actividades de proyectos de sistemas mecatrónicos para lograr que los estudiantes adquieran o mejoren sus competencias con actividades prácticas. Para ello, se ha aplicado una metodología que fomenta su desarrollo profesional y los lleva a comportarse como ingenieros. En el trabajo se exponen los antecedentes de este tema. Se presenta la metodología para integrar a los estudiantes de ingeniería en proyectos de investigación de sistemas mecatrónicos, a metodología se compone de: a) Detección de los candidatos, b) Entrevista individual, c) Reunión de trabajo con los estudiantes, d) Asignación de tareas y tiempos, e) Seguimiento, control y uso de formatos, f) Integración de resultados, g) Reportes finales. También se presentan las competencias que se desarrollaron en los estudiantes. Además se discuten los resultados del proceso empleado y como impacta en la confianza de los estudiantes, también se detecta el proceso de transformación que sufren los estudiantes, al comprometerse con el proyecto y entregar resultados. Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo y la bibliografía correspondiente.

## ANTECEDENTES

En la región de Puebla, las industrias y empresas, requieren de personal que se integre de forma inmediata a sus actividades laborales y entreguen resultados. Las empresas e industrias buscan un perfil muy específico, el cual debe integrar calidad de conocimientos, competencias, idiomas, trabajo colaborativo, innovación, disposición, solución de problemas, entre otros. Para ello, los egresados deben lograr el cambio de mentalidad y de actitud de estudiante a ingeniero, lo cual no es una tarea simple, generalmente este cambio, se logra hasta que el egresado se integra al campo laboral y desempeña actividades profesionales.

Existen diferentes propuestas para lograr que los estudiantes mejoren su desempeño y desarrollen las habilidades y competencias necesarias para el ámbito laboral. En la Universidad Politécnica de Guanajuato se ha buscado el desarrollo de prototipos tecnológicos de bajo presupuesto buscando que los estudiantes adquieran competencias para el ámbito laboral (Ramírez, 2016), en la Universidad Autónoma de Nuevo León se propone que los estudiantes aporten sus conocimientos al desarrollo tecnológico y se fortalezca la formación de futuros ingenieros (Cazarez Yeverino, Hinojosa Rivera, & Estrada Dominguez, 2016).

<sup>1</sup> Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica del Instituto Tecnológico de Puebla. rmendozainaoe@hotmail.com.

<sup>2</sup> Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Sistemas y computación del Instituto Tecnológico de Puebla. rojascid@yahoo.com.mx.

<sup>3</sup> Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Metal Mecánica del Instituto Tecnológico de Puebla. serm7007@yahoo.com.mx.

<sup>4</sup> Profesor de Tiempo Completo del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica del Instituto Tecnológico de Puebla. vramirez07@hotmail.com.

También en el Instituto Tecnológico de Matamoros, se buscó lograr las competencias laborales de los estudiantes por medio del desarrollo de proyectos (Ortiz Hermsillo, 2015), en el Instituto Tecnológico de Chetumal, se propuso usar el enfoque sistémico para lograr la formación de ingenieros (S.F. Espinet Vázquez, 2015), en el Instituto Tecnológico de Saltillo, se propone integrar a los estudiantes en proyectos de investigación en ingeniería, que permite la formación integral para complementar su perfil profesional (Sanchez Lopez & Vidal Vázquez, 2014), en el Instituto Tecnológico de estudios superiores de Monterrey, se propone para la formación de ingenieros, que las actividades de aprendizaje se basen en la experiencia (R. Mandujano Ponce de Leon, 2015), en el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán se propone el método de proyectos como estrategia didáctica, esto permite a los estudiantes desarrollar competencias para su ejercicio profesional (García Martínez, Mora Reytez, & Rodríguez Ventura, 2015).

### **Pregunta de investigación**

¿Es posible preparar a los estudiantes de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Puebla, mediante la estrategia didáctica de participar en proyectos de investigación de sistemas mecatrónicos y transformarlos en Ingenieros para su inserción en el campo laboral con las competencias que requieren las empresas?

### **Justificación**

En la actualidad, la competencia por los puestos de trabajo en Puebla, es alta y las empresas buscan personal capacitado, que de inmediato se integre a sus actividades, esto es una limitante para los estudiantes recién egresados, porque no tienen la experiencia necesaria y su mentalidad no se ha transformado aún en la de un Ingeniero, con todas las capacidades y competencias requeridas. Una propuesta para lograr este cambio de mentalidad y actitud durante el proceso formativo de los estudiantes, es integrarlos a proyectos de investigación de sistemas mecatrónicos. Los proyectos, se desarrollaron en el Instituto Tecnológico de Puebla, dentro del Cuerpo Académico Sistemas interactivos y realidad virtual, con registro ITPUE-CA-4. Para los proyectos se integraron a un total de 13 estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica de sexto semestre o superior. El proyecto desarrollado, se titula Sistema prototipo mecatrónico para asistencia en discapacidad visual. Con su participación en el proyecto, se busca que adquieran o mejoren las competencias que hasta ese momento tienen y que se consideran importantes para el ámbito laboral.

### **Objetivo General**

El objetivo general de esta investigación, es analizar el nivel de las competencias logradas en los 13 estudiantes después de integrarse a un proyecto de investigación y analizar el proceso formativo que se propuso para prepararlos como ingenieros.

### **Objetivo Particular**

Presentar una metodología de trabajo basada en la participación de estudiantes en proyectos de investigación con el fin de desarrollar en dichos estudiantes las competencias y mentalidad de un Ingeniero.

### **METODOLOGÍA**

La metodología empleada, tiene una ruta formativa (Tobón, 2005), busca que los estudiantes desarrollen el saber conocer, saber hacer y el saber ser que requieren las empresas. Para

verificar su transformación se usó una lista de cotejo (checklist) para registrar con que características se integraron a los proyectos y su nivel logrado al concluir los proyectos de sistemas mecatrónicos, en este caso, se verificaron los niveles de las competencias que se clasifican como: incrementado, mejorado y logrado. La metodología propuesta, contempla los siguientes pasos: a) Detección de los candidatos, b) Entrevista individual, c) Reunión de trabajo con los estudiantes, d) Asignación de tareas y tiempos, e) Seguimiento, control y uso de formatos, f) Integración de resultados, g) Reportes finales. Esta metodología se presenta en la Figura 1 y permite a los estudiantes vivir un proceso similar al proceso de incorporación a un ambiente laboral.



**Figura 1. Metodología empleada para trabajar con estudiantes en proyectos de sistemas mecatrónicos**

Como se puede ver, en esta metodología existen tres etapas: a) Etapa 1, se integra un proceso similar al de reclutamiento en una empresa y comprende la detección de los candidatos y entrevista individual; b) Etapa 2, comprende la reunión de trabajo con los estudiantes para clarificar y definir objetivos, se da la asignación de tareas y tiempos para desarrollar las diferentes actividades, se da seguimiento, control y uso de formatos y c) Etapa 3, comprende integración de resultados y reportes finales. A continuación, se explican las etapas y las competencias que se buscó desarrollar durante el proyecto.

### Hipótesis

La hipótesis por comprobar: “Es posible hacer el cambio de mentalidad de estudiante a ingeniero con el desarrollo de actividades de proyectos de sistemas mecatrónicos y con ello incrementar el nivel de competencia de los estudiantes en los aspectos vitales que requieren las empresas”.

Como *universo* se tomó a los estudiantes del Instituto Tecnológico de Puebla y como *sujetos de estudio* a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica, retícula por competencias IELC-2010-211, con 715 estudiantes en promedio en cada año. En el aspecto de las *variables*, para la *variable independiente* se tomó al desarrollo de proyectos de sistemas mecatrónicos, para la *variable dependiente* al nivel de competencia logrado por el estudiante. Como *muestra* se tomó como base a un total de 13 alumnos de sexto a décimo semestre a integrarse al estudio de caso, de los cuales 4 son mujeres y 9 son hombres, con edades de entre 20 y 22 años de edad, los cuales tienen conocimientos de nivel medio a avanzado de la carrera de Ingeniería Electrónica. Lo cual representa una muestra de 1.8% de la población de la carrera de Ingeniería Electrónica.

### Detección de candidatos

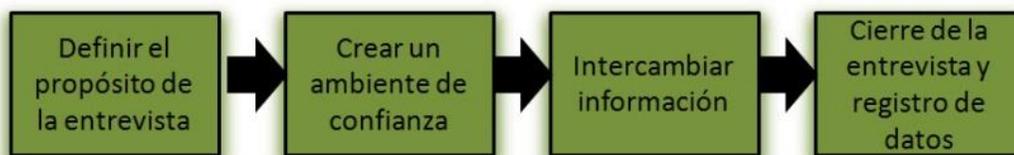
Para la detección de candidatos se procede conforme el proceso presentado en la Figura 2. Como primer paso, se tiene a la observación de los candidatos, esto se puede hacer en clase o durante el desarrollo de eventos académicos o concursos locales como son Moustronics, Robotec, lo que permite ver las cualidades de los estudiantes y la capacidad de análisis y solución de problemas. Se les solicita su curriculum vitae, el cual permite definir sus actividades a lo largo de su formación como estudiantes de la carrera.



**Figura 2. Detección de candidatos**

### Entrevista individual

Para la entrevista individual (Ver Figura 3), se define el propósito de la entrevista con el estudiante, con ello se coloca al estudiante en un ambiente de formalidad, se crea un ambiente de confianza para que el estudiante tenga la libertad de expresarse y observar su comportamiento personal y profesional, dentro de esta etapa se debe intercambiar información relevante para el proyecto y las posibilidades de incorporarlo al proyecto para las diferentes actividades, finalmente se hace el cierre de la entrevista y se registran los datos importantes para definir si se integra y bajo qué condiciones.

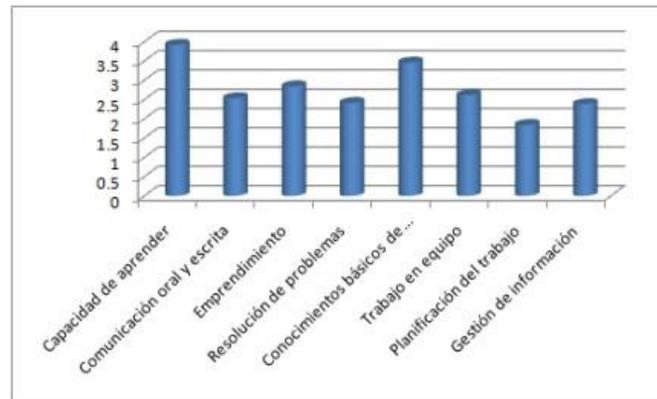


**Figura 3. Proceso de entrevista y competencias detectadas en los estudiantes**

Una vez que se ha detectado, que el candidato reúne las condiciones y características adecuadas para el proyecto, se le notifica su integración. Como paso intermedio y acorde a la clasificación de Tobón (2005), se observa el comportamiento de los estudiantes y se aplican exámenes prototipo para definir su nivel de competencia con nivel asignado de cero a cinco, donde 5 es competencia lograda y cero es sin competencia. Durante el desarrollo del proyecto, se buscó potenciar las competencias consideradas importantes para un Ingeniero (Ver Tabla 1 y su figura 4).

**Tabla 1. Competencias a potenciar en los estudiantes y su nivel detectado al inicio (promedio de 13 alumnos)**

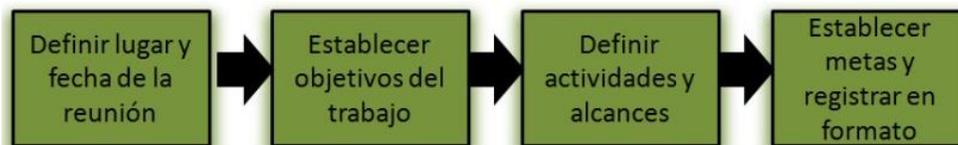
No.	Descripción de la competencia	Acciones durante el proyecto
1	Capacidad de aprender	Reforzar su aprendizaje de cómo aprender, técnicas de estudio y búsqueda de información, Definir objetivos, propósito, uso de metodologías de trabajo
2	Comunicación oral y escrita	Asignar trabajos de escritura y revisarlos, corregirlos, mostrar los estilos de comunicación situacional
3	Emprendimiento	Ejecutar los proyectos de acuerdo a las metas y el entorno, diseñar propuestas acorde a los requerimientos
4	Resolución de problemas	Aprender metodologías
5	Conocimientos básicos de Ingeniería Electrónica	Fomentar la aplicación práctica en forma individual y por equipo
6	Trabajo en equipo	Implementar grupos de trabajo acorde a los requerimientos
7	Planificación del trabajo	Usar formatos, Planificar el proceso de trabajo, ejecutar las actividades conforme al calendario
8	Gestión de información	Buscar la información requerida, procesar la información en base a la metodología de la empresa



**Figura 4. Competencias detectadas al inicio**

**Reunión de trabajo con los estudiantes**

Para iniciar el desarrollo de los trabajos de investigación, se define un lugar y fecha para la reunión de trabajo con el grupo, durante la reunión se establecen los objetivos del proyecto que deben desarrollar, las actividades y los alcances, con ello los estudiantes tienen el panorama completo del proyecto, también se establecen las metas. Esto se muestra en la Figura 5. Se emplean diagramas de Gantt para la programación de las actividades a desarrollar.



**Figura 5. Proceso de reunión de trabajo**

**Asignación de tareas y tiempos**

Una vez que se definió el objetivo, las metas y se clarificaron los alcances del proyecto, se procede a desarrollar las actividades y asignar tiempo para la entrega de resultados. Una sección ejemplo de la asignación de actividades para los estudiantes, se muestra en la Tabla 2. Se usa la técnica de trabajo en parejas para que aprendan el trabajo en equipo y lo que significa la responsabilidad de una tarea, se definen los resultados y fecha que deben cumplir.

**Tabla 2. Asignación de actividades y tiempo a los estudiantes**



En este caso, se presenta como ejemplo, el desarrollo de un sistema mecatrónico de asistencia, con el cual se logró potenciar a los estudiantes en el uso de una metodología de cinco etapas de diseño de sistemas mecatrónicos (ver Figura 6). Las etapas contempladas son: análisis físico y mecánico del sistema, a fin de especificar funcionamiento y capacidades de operación; determinación de requerimientos, en donde se elaboran los documentos, relacionados al desarrollo del sistema, se especifican datos de comunicación, interfaz, módulos a programar y pruebas de funcionamiento; se seleccionan los componentes; se desarrolla el prototipo y se integran los componentes; finalmente se desarrollan pruebas y validación del sistema, en donde se verifica el cumplimiento de los requerimientos.



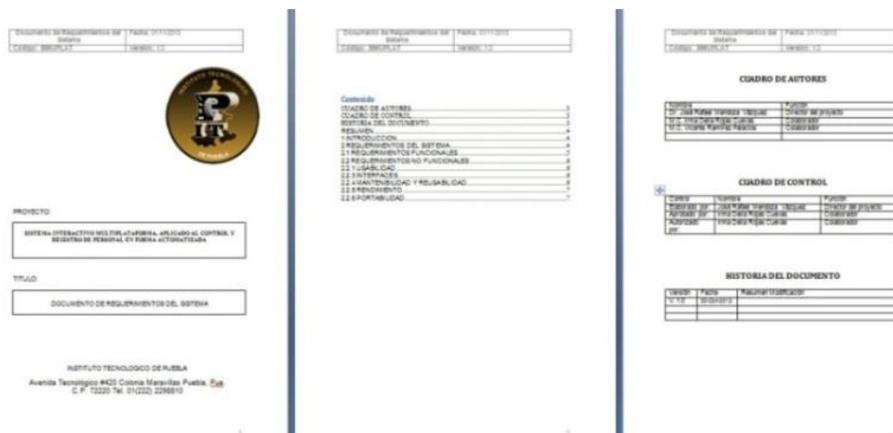
**Figura 6. Metodología de desarrollo del sistema para que la usen los estudiantes en el proyecto**

Esta metodología, les permite a los estudiantes comprender la importancia del uso de métodos y procedimiento para sus actividades, lo cual les aporta un cambio en su estilo de trabajo al promover el orden y la secuencia de actividades. Para el caso del sistema de desplazamiento, dentro del análisis del sistema físico, se estableció con los alumnos el

principio de operación: el sistema debe operar en ambientes donde existen objetos a nivel de piso y a nivel de la cabeza del usuario, por ello, el sistema debe ser capaz de detectar en dos niveles de altura la presencia de obstáculos. La otra condición, es que el sistema determine si existe algún objeto en el centro o al costado derecho o izquierdo. Otra característica del sistema, es que debe proporcionar información de la ubicación de los objetos, la cual puede ser del tipo audible o táctil. Todo esto para que comprendan el concepto del sistema y sus características de operación y sus variantes. Con ello el estudiante aprende que es importante tener claro los aspectos en los cuales se va a trabajar.

En la determinación de requerimientos, se les enseña, que dentro de los requerimientos no funcionales están el color y la estética del sistema instalado en el bastón. Estos requerimientos no intervienen en la operación y funcionalidad del sistema, pero es importante separar los aspectos de funcionalidad con los de estética o no necesarios, para enfocarse en lo importante del proyecto.

Con los requerimientos, se debe elaborar los documentos de requerimientos, diseño y de pruebas en el editor de texto, por ejemplo en drive de Google, los cuales registran los principios de operación, diseño y pruebas para que toda aquella persona involucrada, pueda disponer de la información para su consulta o validación del cumplimiento de la funcionalidad (Ver Figura 7). Los estudiantes elaboran los documentos respectivos y se les revisa para hacer los ajustes necesarios y que ellos comprendan porque con el fin de que mejoren su comunicación escrita y percepción del proyecto y las actividades respectivas.



**Figura 7. Desarrollo de documentos de requerimientos**

Otra parte importante es la elaboración de las arquitecturas del sistema, lo cual permite definir los componentes, tarjetas y otros elementos para la construcción del sistema (Ver Figura 8). En este caso se presenta la arquitectura del sistema de desplazamiento para identificar los componentes y el estudiante al elaborarlo debe vigilar que se cumplan los requerimientos marcados, esto permite que el estudiante comprenda cómo interactúan los módulos a desarrollar y qué tipo de información van a intercambiar entre ellos.



**Figura 8. Arquitectura del sistema (ejemplo de un sistema de desplazamiento)**

Con esta información se tiene capacidad de desarrollar el prototipo, armarlo y probarlo en diferentes circunstancias y verificar su operación.

**Seguimiento, control y uso de formatos**

Para el seguimiento y control de proyecto se presentan a los estudiantes los formatos elaborados en hoja de cálculo y que permitan ir verificando lo programado contra lo real, para cumplir con el proyecto y sus objetivos. En la Figura 9 se observa un formato típico, el cual permite que el estudiante comprenda la importancia de la administración y que es necesario su uso para facilitar el trabajo de investigación y tener un indicador para medir el cumplimiento o no cumplimiento de las actividades en tiempo y forma.

No	Descripcion de la actividad	Entrega a tiempo		Cumple los objetivos	
		Si	No	Si	No
1	Elabora requerimientos	XXX			XXXX
2	Elabora documentos de requerimientos		XXXX	XXXX	
3	Observa ortografía				
	Observa redacción				

**Figura 9. Ejemplo de sección de formato empleado en el seguimiento de actividades**

**Integración de resultados**

Una parte importante que los estudiantes deben comprender, es la entrega de los resultados, porque al final de todo proceso laboral, los resultados son la parte más importante, sin ellos no existe evidencia de que se está cumpliendo con el trabajo. Conforme se van logrando los resultados se debe indicar a los estudiantes que registren en una tabla los logros con una descripción simple. En la Tabla 3 se muestran los resultados que se lograron para el sistema mecatrónico para asistencia en discapacidad visual; estos resultados tienen una secuencia ordenada para que los estudiantes vean el proceso de desarrollo del proyecto y las actividades que se contemplaron, además de que se habitúen a documentar y reportar los productos y resultados.

**Tabla 3. Resultados del sistema mecatrónico para asistencia en discapacidad visual**

No	Descripción	Resultado
1	Determinación de requerimientos del sistema	Requerimientos funcionales y no funcionales
2	Diseño de la arquitectura del sistema	Arquitectura
3	Selección de componentes	Componentes seleccionados
4	Diseño preliminar de soportes	Diseño de soportes en CAD
5	Pruebas de sistema sensor	Alcance mínimo de 3 cm máximo hasta 500 cm

### Reportes finales

Para los reportes finales se les indica a los alumnos los documentos que integran el proyecto (documentos de requerimientos, diseño, pruebas) con el formato adecuado, en este caso se les proporcionan los formatos para que los elaboren y hagan la entrega recepción. Finalmente los responsables del proyecto firman de recibido los reportes finales, esto con la finalidad de que los estudiantes aprendan y realicen la gestión administrativa dentro de sus actividades

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el lapso de dos años, aproximadamente, se integraron a los proyectos a 13 estudiantes de ingeniería electrónica, logrando potenciar y/o desarrollar nueve competencias que les ayudarán a su desempeño en el ámbito laboral, dichas competencias se resumen en la Tabla 4. Como se observa algunas de las competencias están en el resultado de logrado, otras se incrementaron y otras se mejoraron, como el caso de sus conocimientos aplicados. Estos resultados muestran en general un promedio del nivel logrado en los estudiantes participantes. Esto es valioso para un estudiante por que mejora sus competencias de tipo laboral y tiene la oportunidad de trabajar en un proyecto, aprenden los aspectos laborales y conocimientos que le sean útiles al integrarse a una empresa.

**Tabla 4 Competencias en los estudiantes al participar en el proyecto**

No.	Descripción de la competencia	Nivel de la competencia
1	Capacidad de aprender	Mejorada
2	Comunicación oral y escrita	Incrementada
3	Emprendimiento	Mejorada
4	Resolución de problemas	Lograda
5	Conocimientos básicos de Ingeniería Electrónica	Mejorada
6	Trabajo en equipo	Logrado
7	Planificación del trabajo	Mejorada
8	Gestión de información	Lograda
9	Experiencia	Lograda

En el aspecto de la detección de candidatos, se tuvo la oportunidad de disponer de estudiantes de varias generaciones, provenientes de diferentes escuelas y ambientes escolares previos, pero al considerarlos como candidatos, aún no es claro para ellos lo que reciben como integrantes de un proyecto, esto cambia al finalizar su participación, cuando se dan cuenta

que han logrado resolver un problema, han obtenido nuevos conocimientos y mejorado su desempeño en sus competencias.

En la entrevista individual, los estudiantes son muy reservados para conversar, presentan limitada seguridad en los temas que se tocan y los puntos importantes que ellos deberían resaltar se les olvidan o simplemente no los consideran importantes en ese momento. Después del desarrollo del proyecto, los estudiantes adquieren conciencia de que hay momentos para conversar de algunos temas y expresar su opinión de manera correcta y respetuosa, darse a conocer y mostrar confianza en sus conocimientos, capacidades técnicas y administrativas.

En las reuniones de trabajo, se dan cambios importantes, al inicio de la actividad, piensan que no tienen caso esas actividades, porque sienten que no les aporta algo y sólo es para perder el tiempo, conforme avanza el proyecto, se dan cuenta que requieren aclarar varios puntos, como son la programación, los tipos de señales que deben usarse, la selección de componentes, etc., les lleva tiempo comprender la necesidad de este tipo de actividades y que las reuniones deben ser con límite de tiempo, pero que se requieren para que el proyecto se desarrolle conforme a lo programado.

En la asignación de tareas, se dieron cuenta que la asignación no es por conveniencia, existe alguien que les indica que deben lograr, porque en las empresas van a trabajar con personas diferentes y no necesariamente con sus amigos o conocidos, por ello es importante que maduren esta idea y se adapten a los cambios, además de entender el compromiso que adquieren al desarrollar una actividad laboral y comprender el principio de que si falla el resultado, no es una persona que falló, es todo el equipo que falló en la obtención del resultado.

El seguimiento y control, es algo relativamente nuevo para ellos, porque alguien ajeno a su casa los vigila y ve que avancen y si se atrasan en los tiempos, se deben recuperar los avances, porque afecta a otros y puede provocar caos en el desarrollo del proyecto, por otro lado, los formatos de control al estar visibles y pegados en sus áreas, les permiten ver cómo avanza cada integrante del proyecto y les impacta cuando otros van avanzando y ellos se van atrasando, en cambio, cuando van en tiempo es una satisfacción grande el saber que van logrando sus resultados.

Un punto interesante en la metodología, es la integración de resultados para los estudiantes, debido a que van observando los resultados de las horas de trabajo que han invertido en el proyecto y ven como poco a poco se va construyendo un resultado, además de ser una gran satisfacción la entrega a tiempo, conforme a lo especificado y el recibir la felicitación de un trabajo logrado y bien hecho.

Finalmente, en la entrega de resultados, los estudiantes se dieron cuenta que sus horas de trabajo y actividades desarrolladas dieron el producto requerido, que cumple con lo especificado y que fue un resultado de un trabajo colaborativo, en el cual sus conocimientos, la parte directiva, la administración del proyecto convergieron para entregar resultados adecuados y completos, además el usar metodologías y usar normatividad, esto les permite estructurar su forma de trabajo y organizar su tiempo. Esto les da un aporte valioso al

momento de integrarse en un trabajo, porque se integran de forma inmediata, no requieren de un periodo de adaptación.

Una parte importante es la elaboración de los reportes, esto permite documentar el proceso, las etapas y los logros, sirve como medio de verificación para validar que los requerimientos se cumplieron y que el proceso de desarrollo fue el adecuado, además de servir de base para otros proyectos al disponer de información valiosa y por escrito de materiales, requerimientos, arquitecturas, programas, diseños, pruebas, variantes, ajustes y finalmente de la funcionalidad de producto.

Todo este proceso formativo, le da al estudiante la posibilidad de crecer, al descubrir que sus conocimientos son valiosos, que puede trabajar y resolver problemas, que se integra a un equipo de trabajo para colaborar y entregar resultados adecuados y congruentes con la asignación de tareas, también pueden autoanalizarse para verificar que aprendió nuevos aspectos útiles para su vida laboral y profesional. Por otro lado, el estudiante crece en confianza en su persona, al conocer que puede mejorar en su escritura, en su comportamiento y en su forma de hablar, este paso le da la pauta de concientizarse que empieza a dejar de ser un estudiante para transformarse en un Ingeniero.

## **RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Se logró una transformación de 13 estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica al incorporarlos al desarrollo de proyectos de sistemas mecatrónicos, su beneficio además de académico, resultó en un cambio de actitud, mejoró su confianza y capacidades en diferentes aspectos.

Se determinó que se logra una transformación importante de los estudiantes para ir en el proceso de maduración a desarrollar actividades y trabajos como un Ingeniero.

Los estudiantes utilizaron metodologías de trabajo para el desarrollo de proyectos de sistemas mecatrónicos y observaron la ventaja de su aplicación.

Al adquirir confianza con el logro de los objetivos del proyecto de investigación, los estudiantes cambiaron su comportamiento, su desenvolvimiento y vestimenta reduciendo la brecha con respecto a un ingeniero con años en el campo laboral

Se presenta una tabla con las competencias adquiridas por los estudiantes durante el desarrollo del proyecto y sus niveles logrados

Se les enseñó a los estudiantes y aprendieron cómo determinar los requerimientos de un sistema de asistencia a discapacitados visuales y en general de sistemas mecatrónicos.

Se les enseñó a los estudiantes y aprendieron cómo diseñar la arquitectura para el sistema mecatrónico conforme a los requerimientos definidos y cumplir con los requerimientos

Se enseñó a los estudiantes cómo determinar los componentes a integrar en el sistema que son: sensor, tarjeta de control, motor de vibración, como elementos básicos de un sistema mecatrónico. Los estudiantes aprendieron a programar tarjetas de procesamiento de datos y adquisición de señales, para aplicar sus conocimientos y verificar que sus capacidades son útiles.

Finalmente se logró una transformación importante en los estudiantes al estar conscientes de

que pueden desarrollar trabajos de calidad con resultados sobresalientes y entregar en tiempo y forma conforme a lo especificado en los requerimientos, con ello ganan confianza, perciben su entorno diferente y se transforman en los ingenieros que requieren las empresas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Breton Partida, L., Zepahua Neri, M., & Martínez Sibaja, A. (2016). Análisis y perspectivas de la investigación y el desarrollo tecnológico en programas de licenciatura. *Revista Electrónica ANFEI Digital ISSN 2395-9878* , 1-10.
- Cazarez Yevevino, J., Hinojosa Rivera, M., & Estrada Dominguez, J. (2016). Estrategias para la formación de capital humano de alto nivel en materia de propiedad industrial. *Revista electrónica ANFEI Digital ISSN 2395-9878* , 1-6.
- García Martínez, L., Mora Reytez, R., & Rodríguez Ventura, N. (2015). Método de proyectos como estrategia didáctica para formar competencias globales en estudiantes de ingeniería mecatrónica. *Revista Electrónica ANFEI Digital ISSN 2395-9878* , 1-10.
- Ortiz Hermosillo, C. (2015). Proyectos, un aprendizaje para generar competencias. *Revista Electrónica ANFEI Digital ISSN 2395-9878* , 1-7.
- R. Mandujano Ponce de Leon, J. C. (2015). Actividades para el aprendizaje experiencial y situado, estrategias para la formación integral de estudiantes de ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital ISSN 2395-9878* , 1-10.
- Ramirez, E. G. (2016). Prototipos tecnológicos exitosos e innovadores de bajo presupuesto realizados por los alumnos en universidades públicas. *Revista Electrónica ANFEI Digital* , 1-9.
- S.F. Espinet Vázquez, M. S. (2015). Sistema de dirección por proyectos para la formación de ingenieros en Institutos Tecnológicos de México. *Revista Electrónica ANFEI Digital ISSN 2395-9878* , 1-11.
- Sanchez Lopez, M., & Vidal Vázquez, O. (2014). La formación del estudiante universitario colaborando en proyectos de investigación en ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital* , 1-11.
- Tobón, S. (2005). *Formación basada en competencias, pensamiento complejo, diseño curricular y didáctico*. Bogota, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Verduzco Rodriguez, M., Wong Cohen, X., & Flores Flores, M. (2015). El papel del docente en la formación del ingeniero en sistemas computacionales mediante concursos tecnológicos. *Revista electrónica ANFEI Digital ISSN 2395-9878* , 1-9.