

Impacto del aprendizaje basado en proyectos implementado en una empresa escolar de Base Tecnológica dedicada al desarrollo de Software

María Angélica Astorga Vargas
Universidad Autónoma de Baja California
angelicaastorga@uabc.edu.mx

Brenda Leticia Flores Rios
Universidad Autónoma de Baja California
brenda.flores@uabc.edu.mx

Jorge Eduardo Ibarra Esquer
Universidad Autónoma de Baja California
jorge.ibarra@uabc.edu.mx

Josefina Mariscal Camacho
Universidad Autónoma de Baja California
josefina.mariscal@uabc.edu.mx

Luis Enrique Vizcarra Corral
Universidad Autónoma de Baja California
luisvi@uabc.edu.mx

Resumen: En este trabajo se destacan los beneficios del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) al aplicarlo en una empresa escolar de base tecnológica en la que participan alumnos de un programa educativo de licenciatura. Los alumnos, antes de finalizar su formación profesional, desarrollan un conjunto de competencias asociadas a los roles más representativos en la Industria de software, que después desempeñarán en su ejercicio profesional. Se describe cada una de las fases del proceso de desarrollo mediante el cual se estableció una estrategia de ABP asociada al plan de estudios. Para determinar el impacto del ABP en el desarrollo de sus competencias, se aplicó un instrumento a alumnos y egresados que han participado como personal de la empresa escolar. Los resultados han sido positivos y reflejan la madurez de los alumnos cuando se ven expuestos a la participación en contextos de solución de problemas reales.

Palabras Clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, Empresa escolar de base tecnológica.

Impact of project-based learning on a Software development school-based enterprise

Abstract: This paper highlights the benefits of Project-Based Learning (PBL) when applied in a school-based enterprise with participation of undergraduate students. By the time students finish their studies, they develop a set of competences associated to the most representative roles in the software industry, which are necessary for their professional practice. It describes each phase of the development process by which a PBL strategy was associated to the curriculum. To determine the impact of PBL in the development of their competences, an instrument was applied to current and former students who had participated as personnel of the school-based enterprise. The results have been positive and reflect the maturity of the students when exposed to a context of real-world problem solving.

Keywords: Project-Based Learning (PBL), School-based enterprise.

1. Introducción

El perfil de los egresados de las Instituciones de Educación Superior (IES) debe satisfacer las necesidades actuales de la industria (Gómez Álvarez et al., 2014) desde el ámbito internacional, nacional y local. Específicamente para la industria de software, es importante que un egresado posea las competencias relacionadas con conocimientos profesionales, manejo de herramientas de trabajo, implementación de métodos y técnicas y todas aquellas que se relacionan con la forma en que las personas colaboran, se comunican o manejan sus emociones (CIDAC, 2015).

Para que los egresados de los programas de licenciatura ofertados por las IES alcancen las competencias requeridas por el mercado laboral, no sólo es suficiente proponer contenidos temáticos que favorezcan su desarrollo; también es necesario que los profesores incorporen estrategias que favorezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje, estimulando y motivando a los alumnos a participar de manera activa para que su aprendizaje sea significativo (Disla García, 2013). Diferentes experiencias y estrategias de enseñanza-aprendizaje han cambiado el papel que había desempeñado un alumno de receptor de conocimiento pasivo a ser activo, el cual tiene pensamiento crítico con los conocimientos adquiridos dentro y fuera del aula (Reitmeier, 2002). En estudios realizados se ha comprobado que la retención del conocimiento adquirido después de 24 horas en un alumno es del 5% para clases magistrales, 50% para la discusión en grupo, 75% para las experiencias prácticas y un 90% por enseñar a otros (Sousa, 1995; Rodríguez-Sandoval et al., 2010).

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es un método de enseñanza efectivo comparado con las estrategias de enseñanza cognitivas tradicionales, particularmente para el desarrollo de habilidades en la solución de problemas de la vida real (Willard y Duffrin, 2003). El ABP se caracteriza porque el grupo de profesores y alumnos realizan trabajo en grupo y de manera activa, planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo

real, más allá del aula de clase (Disla García 2013; Galeana de la O, 2006; Martí et al., 2010). De igual manera, el ABP se ha convertido en una estrategia para la disciplina de Ingeniería de Software (Gómez Álvarez et al., 2014; CIDAC, 2015; Disla García, 2013), debido a que propone y desarrolla modelos innovadores de aprendizaje logrando potenciar las capacidades para el autoaprendizaje de los alumnos.

En el caso del programa educativo (PE) Licenciado en Sistemas Computacionales (LSC), que se oferta en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), esta correspondencia se estableció durante el proceso de modificación del mismo, el cual se inició en el año 2007. El primer paso del proceso de modificación implica la elaboración de una evaluación diagnóstica, que a su vez se compone de una evaluación interna y una externa. En la evaluación interna participan profesores, investigadores y alumnos; mientras que en la externa, se consulta la opinión de empleadores, asociaciones de profesionistas, organismos de acreditación, otras instituciones educativas y egresados (UABC, 2010). La modificación a un PE busca como objetivo fundamental modernizar el contenido curricular de tal forma que el alumno pueda adquirir conocimientos, generar habilidades y destrezas, desarrollar y afianzar actitudes y valores que le permitan practicar la profesión de forma competente (Casallas, 2015).

Para el logro de las competencias de algunas unidades de aprendizaje asociadas al PE de LSC, se creó una empresa escolar de base tecnológica a la cual se incorporó el enfoque de ABP, por ser un modelo pedagógico favorable para la enseñanza en programas de ingeniería, en el cual los alumnos trabajan en grupos para solucionar problemas o proponer proyectos de desarrollo de software. De esta forma, un alumno de LSC que participa en esta empresa escolar adquiere y desarrolla competencias relacionadas a la Ingeniería de software (IS), brindándole una experiencia práctica para incorporarse a un ambiente profesional.

Este documento se estructura de la siguiente manera: La sección 2 presenta las características principales y el proceso de desarrollo del enfoque ABPy trabajo relacionado de su aplicación en entornos universitarios en México. En la sección tres se resalta la importancia de las empresas escolares de base tecnológica. Después, la sección cuatro presenta los resultados de la aplicación de cada una de las fases del proceso de desarrollo de ABP en una empresa escolar. En la sección cinco, se analizan los resultados de la contribución práctica de utilizar el ABP para la generación de egresados con las competencias requeridas por la industria de software de la localidad. Por último, se discuten las conclusiones y trabajos futuros que se derivan de esta experiencia.

2. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

Una de las metodologías activas que más aceptación está teniendo es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), la cual presenta una adaptación estratégica de la enseñanza de las ciencias e ingeniería (Rodríguez-Sandoval et al., 2010). ABP establece estrategias en las que los estudiantes planifican, implementan y evalúan proyectos aplicados a la realidad en las respectivas áreas de conocimiento (Sandía et al., 2010). Guitart et al., (2006) distingue tres elementos en el enfoque ABP: 1) Conceptual – relacionado con el incremento del conocimiento teórico del saber de un área; 2) Procedimental – ampliando el conocimiento práctico y metodológico del saber de un área; e 3) Integrador – se propicia el incremento del conocimiento relacionado a las destrezas, aptitudes y actitudes propias del ejercicio de una profesión.

Por medio del enfoque ABP, el alumno aprende a aprender (Murciencia, 2008), se le desarrolla un aprendizaje autónomo, se le fomenta un trabajo colectivo orientado tanto al proceso como al producto (Disla García, 2013) y se forma con un carácter interdisciplinario debido a que combina distintas áreas del

conocimiento y especialidades (Tippelt y Lindemann, 2001). Es por esto, que los tres ejes principales del ABP incluyen las relaciones, la comunicación y el aprendizaje centrado en el alumno (Galeana de la O., 2006). A medida que los alumnos y profesores interactúan y socializan fomentan su confianza, esfuerzo conjunto y comunicación. El rol del profesor es coordinar y supervisar un trabajo de mediana envergadura (proyecto) realizado por los alumnos. Después de una introducción inicial de los conceptos teóricos más importantes, se promueve que el alumno realice un proyecto sobre temas reales. El proyecto consiste en una labor, fundamentalmente práctica, con la que se tratan tanto las competencias propias de la asignatura como las de carácter transversal (Murciencia, 2008).

Según la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2002) una competencia es la capacidad para responder a las exigencias de un contexto o trabajo concreto, desde un nivel individual hasta un nivel social. Cada competencia reposa sobre una combinación de habilidades prácticas y cognitivas interrelacionadas, conocimientos, valores y otros elementos sociales y de comportamiento que pueden ser movilizados conjuntamente para actuar de manera eficaz. De igual manera, el proyecto Tuning Educational Structures define el término competencia como una combinación dinámica de atributos, en relación a procedimientos, habilidades, actitudes y responsabilidades, que describen los encargados del aprendizaje de un programa educativo, o lo que los alumnos son capaces de demostrar al final de un proceso formativo (Beneitone, 2007).

A partir de las ventajas de trabajar con el ABP identificadas en distintos trabajos (Martí et al., 2010; Disla García, 2013), la tabla 1 presenta la asociación con las áreas de competencias genéricas (Pavié, 2011) que se ven favorecidas por este enfoque.

Ventaja	Descripción	Área de competencia
Desarrollar habilidades y competencias	Se aumenta el nivel de conocimientos y habilidades de los alumnos en una disciplina o en un área específica permitiendo la colaboración, planeación de proyectos, comunicación y toma de decisiones (Blank, 1997). Se alcanza un elevado nivel de habilidad en un área específica. Se plantea y emprende una tarea desafiante que requiera de un esfuerzo sostenido durante un periodo de tiempo específico.	Cognitiva
Desarrollar habilidades de investigación	El proyecto mejora considerablemente las aptitudes de los alumnos para la investigación de temas que complementen el conocimiento actual. Se promueve la autonomía en el proceso de aprendizaje, para que los alumnos tomen sus propias decisiones y superen dificultades en cada paso del proyecto.	Autoaprendizaje y autoconocimiento
Desarrollar habilidades de colaboración para generar conocimiento (Disla García, 2013)	El aprendizaje colaborativo permite compartir ideas entre los alumnos, expresar sus propias opiniones y negociar soluciones, las cuales son habilidades necesarias para la exteriorización de su conocimiento en sus futuros puestos de trabajo (Reyes, R., 1998).	Social

Incrementar las capacidades de análisis y de síntesis	Especialmente cuando el proyecto está orientado a que los estudiantes conozcan más profundamente una realidad, simplificar su descripción, descubrir relaciones entre los elementos de la realidad en estudio y construir nuevos conocimientos a partir de otros que ya se poseían.	Resolución de problemas
Capacidad para comunicarme con los demás de forma eficaz	Compartir ideas entre los miembros del equipo de trabajo, así como notificar información relevante para el logro de las actividades entre mi equipo y fuera de él.	Social
Aprendizaje sobre cómo evaluar y coevaluar	Los alumnos incrementan esta habilidad y se responsabilizan con su propio trabajo y desempeño a la vez que evalúan el trabajo y desempeño de sus compañeros.	Resolución de problemas y social
Establecer su compromiso en un proyecto	Los alumnos se comprometen de forma activa y adecuadamente con la realización del proyecto, por lo que se encuentran internamente motivados.	Motivación hacia el trabajo

Tabla 1.

Ventajas del uso del ABP y su asociación con áreas de competencias generales. Elaboración propia

Para que los resultados de trabajo sean exitosos, se requiere de un diseño instruccional bien definido, la especificación de roles y fundamentos de diseño de proyectos. El diseño de proyectos incluye la etapa de planeación y análisis del proyecto, formulación del objetivo definido, limitación del problema o situación a resolver y la identificación de los perfiles de los actores involucrados (Galeana de la O., 2006).

2.1 Proceso de desarrollo para el enfoque ABP

En la preparación del diseño del proyecto es necesario y conveniente ajustarse a criterios y pasos metodológicos que sean capaces de adaptarse y responder a la complejidad y transformaciones de la realidad. Para el diseño de proyectos bajo el enfoque de ABP, Galeana de la O (Galeana de la O., 2006) propone seis etapas como proceso de desarrollo y tres entidades relacionadas. La figura 1 muestra cómo el enfoque ABP se hace evidente en las etapas de: 1) Planeación, 2) Análisis, 3) Diseño, 4) Construcción, 5) Implantación y 6) Mantenimiento; mientras que las entidades se refieren a los usuarios, la información y la tecnología.

Diseño del Proyecto			Proceso de Desarrollo	Productos Generados
Usuario	Información	Tecnología	Planeación Análisis Diseño Construcción Implantación Mantenimiento	Planteamiento de las Estrategias, Plan de Trabajo

Figura 1.

Etapas y Entidades en el Diseño de Proyectos. Basado en (Disla García, 2013)

En este diseño, el profesor debe fomentar en los alumnos el desarrollo de sus actividades y el planteamiento del proyecto en relación a los usuarios y riesgos implicados. En cada una de las etapas se obtienen entregables. Por ejemplo, como resultado de la planeación y el análisis se generan el planteamiento de las estrategias y el plan de trabajo. Ambos productos son esenciales para obtener resultados favorables en las demás fases. Para medir el avance se establece el grado en que los miembros de los equipos de trabajo están interactuando, el incremento y visibilidad de la solución, y el aprendizaje generado (Gómez Álvarez et al., 2014).

2.2 Experiencias con el uso de ABP en IES Mexicanas

Existen reportes de experiencias de aplicación del enfoque ABP en IES mexicanas donde se imparten cursos de Ingeniería de Software (IS) orientados tanto a alumnos de nivel de posgrado como de licenciatura. Algunos de ellos se describen a continuación:

En el periodo comprendido de 2011 a 2012, Arellano Pimentel et al., (2013) utilizaron la metodología de software incremental con el enfoque ABP para un curso de compiladores para el desarrollo de un generador L-Systems en la carrera de Ingeniero en Computación de la Universidad del Istmo, con un grupo reducido de 4 estudiantes. Al final del curso, el 100% de los alumnos lograron terminar el generador L-Systems y expresaron estar motivados en realizar mejoras o nuevos incrementos. Por otro lado, el 25% presentó fallas al momento de ejecutar su aplicación.

Anaya (2012) propone una visión de la enseñanza en la IS como apoyo a elevar la madurez de las empresas, la cual incluye una integración de factores técnicos, gerenciales y organizacionales. Su trabajo se centra en que los profesores deben de tener una vista unificada acerca del cuerpo de conocimiento que soporte esta disciplina y las IES deben de tener una percepción de la realidad de las prácticas en las organizaciones de software y los problemas que enfrentan, por la falta de aplicación de las buenas prácticas de la IS.

En la Universidad de Querétaro (UAQ) se están generando prácticas de tipo ABP para aprovechar los recursos de modernización educativa donde alumnos, de licenciatura y maestría, y profesores de diversas disciplinas participan en la elaboración de proyectos que resuelven necesidades sociales. Los alumnos se enfrentan a problemas complejos que la realidad presenta y que una sola disciplina no puede resolver, por lo que propician la investigación interdisciplinaria entre las licenciaturas de Ingeniería de software, Contabilidad, Administración, Diseño Gráfico y Maestría en Diseño. Los miembros de cada

equipo se encuentran geográficamente distribuidos (Amealco de Bonfil, San Juan del Rio, Juriquilla y Centro Universitario Cerro de las Campanas) por lo que se apoyan de un software para la administración de proyectos en línea para posibilitar el desarrollo del proyecto final (Sánchez Martínez et al., 2015).

La investigación realizada por García y Pacheco (2012) muestra que la necesidad de educar a un Ingeniero de software reside en la importancia de enseñarle a diseñar un sistema, crear y probar componentes de código, supervisar a los programadores, evaluadores de calidad, probadores y especialistas de gestión de la configuración. Los autores enfatizan la idea de que los alumnos desarrollen experiencias y habilidades prácticas como las requeridas por la industria de software o un entorno simulado, por lo que en la Universidad Tecnológica de la Mixteca combinan la metodología de trabajo en equipo para gestionar proyectos de software (TSPi) y el enfoque ABP.

Algunas IES mexicanas están promoviendo la mejora de capacidades de los alumnos a través de la teoría y la práctica enfocándose en las necesidades de la industria, generando productos en un esquema de fábrica real con clientes y demandas reales (García et al., 2010). Lo relevante, es que las IES reconozcan la necesidad de introducir estrategias pedagógicas alternativas (como el método ABP) dentro de escenarios simulados (fábricas de software, parques tecnológicos, empresas escolares) con características de la industria real que le permitan a los alumnos desarrollar e incrementar conocimientos y habilidades (de cooperación, colaboración y de investigación).

3. Empresas escolares de Base Tecnológica

La empresa escolar es una empresa que es propiedad de una escuela pero que es dirigida y operada por sus alumnos. Son una plataforma para que los alumnos aprendan habilidades empresariales y adquieran experiencia práctica en la gestión de un negocio (SEC, 2015). Por otro lado, la creación de empresas de base tecnológica es uno de los pilares más sólidos sobre los que se puede fundamentar el crecimiento económico y la competitividad de cualquier economía (Díaz Sánchez et al., 2013). Los Estados miembros de la Unión Europea mantienen el firme compromiso de hacer de Europa una economía basada en el conocimiento, donde las nuevas empresas de base tecnológica sean la base de su economía (Comisión Europea, 2012).

El proceso de crear o poner en marcha una empresa de base tecnológica es complejo debido a su conexión entre la investigación básica, los sectores o nichos de mercado a los que se dirigen, y a que éstos no han alcanzado su total madurez y la aplicación concreta de la tecnología. Díaz (2010) aborda el análisis de las empresas de base tecnológica en comparación con otras empresas innovadoras para esclarecer las diferencias existentes entre ambas y los mejores resultados obtenidos por las primeras. La capacidad de explotar oportunidades tecnológicas mediante la creación de nuevas empresas es aún un campo de investigación (Busenitz et al., 2003).

El enseñar un curso de IS en un programa de licenciatura, es una tarea retadora. Algunas estrategias van desde planteamientos clásicos hasta visiones dinámicas en donde el alumno se enfrenta a desarrollar proyectos con características similares a los proyectos del mundo real (Casallas, 2015). Los alumnos se consideran representantes válidos de profesionales en la industria (Höst et al., 2000; Runeson, 2003; Carver et al., 2003), quienes en ocasiones experimentan su aprendizaje en escenarios como empresas escolares de base

tecnológica o spin-offs universitarias, las cuales son un subgrupo de las empresas de base tecnológica (Smilor et al, 1990; Steffensen et al., 2000).

El éxito en los países que han surgido como potencias en el desarrollo de proyectos de software ha sido al énfasis de la educación de calidad. Los países consideran su capital humano como alumnos con alto potencial, profesionistas relacionados a la industria de software que poseen habilidades específicas, así como la capacidad y competencias para identificar y resolver problemas complejos reales (Colomo et al., 2013).

Por lo anterior, en una empresa escolar de base tecnológica, se espera que los responsables de proyectos de software creen, usen y transmitan conocimiento, competencias y habilidades para desempeñar sus actividades. Para lograrlo, se requieren mecanismos o estrategias que no sólo les ayuden en la realización de proyectos de desarrollo de software, sino que también permitan incrementar sistemáticamente el conocimiento, así como reducir el desaprovechamiento y el riesgo de pérdida del mismo.

En la siguiente sección, se describen las experiencias en el uso del enfoque ABP en el PE de LSC de la Facultad de Ingeniería UABC campus Mexicali, bajo su modelo de empresa escolar.

4. Contexto de estudio

La experiencia que se presenta es de un carácter descriptivo analítico; su objetivo es el de contribuir con un esfuerzo para conseguir las competencias necesarias para enfrentar problemas de la industria de software (Gómez Álvarez et al., 2014) y lograr una mejor práctica de la disciplina de la IS (Juárez-Ramírez et al., 2013).

La descripción del programa y plan de estudios del PE de LSC distribuye 55 unidades de aprendizaje en tres etapas de formación: Básica, Disciplinaria y

Terminal (UABC, 2009). La etapa básica es de carácter interdisciplinario, en la que se incluyen 15 unidades de aprendizaje con una orientación eminentemente formativa, mediante la cual se adquieren conocimientos en las diferentes disciplinas elementales para las áreas informáticas, integrando así unidades de aprendizaje contextualizadoras, metodológicas y cuantitativas, esenciales para la formación del alumno. En la etapa disciplinaria el alumno tiene la oportunidad de conocer, profundizar y enriquecerse de los conocimientos teórico-metodológicos y técnicos de la profesión, orientados a un aprendizaje genérico del ejercicio profesional. Comprende la mayor parte de los contenidos del perfil del programa y el nivel de conocimiento es más complejo; se compone de 28 unidades de aprendizaje. Por último, la etapa terminal se establece al final del programa reforzando los conocimientos teóricos específicos; en esta etapa se incrementan los trabajos prácticos y se empieza a desarrollar la participación del alumno en el campo ocupacional, donde podrá explorar las distintas orientaciones a través de la integración y aplicación de los conocimientos adquiridos, para enriquecerse en áreas afines y poder distinguir los aspectos relevantes de las técnicas y procedimientos que en este perfil profesional se requieren para la solución de problemas o en la generación de alternativas. Se integra de 12 unidades de aprendizaje (Proyecto reestructuración, 2009).

La descripción del programa también incluye las competencias generales, específicas y particulares del PE, así como las formas que se han establecido para la evaluación, seguimiento y retroalimentación durante el proceso de su implementación para un óptimo resultado. Se incluyen también los programas de las unidades de aprendizaje, en donde se incorporan las competencias y evidencias de desempeño de cada una de las etapas de formación.

A continuación, se describe cómo se implementó cada una de las fases del proceso de desarrollo del ABP (Fig. 1) dentro de un entorno de empresa escolar de base tecnológica y cómo se relacionan los elementos del Diseño de proyecto: Usuario, Información y Tecnología.

4.1 Planeación

En el 2005, la industria de software local y la Secretaría de Economía (SE) en el estado de Baja California expusieron la necesidad primordial de que el perfil de egreso de los estudiantes de Tecnologías de Información cumpliera con las competencias requeridas en la adopción de modelos de mejora de procesos de software, de manera particular promoviendo el Modelo de Procesos para la Industria del Software en México (MoProSoft), establecido como la norma NMX-I-059-NYCE-2011 (SE, 2014). Como respuesta, se planteó un proyecto cuyo objetivo principal fue aproximar a los alumnos a que vivan la experiencia de trabajar en un ambiente real-laboral dentro del aula en apego a la mejores prácticas de Gestión e IS propuestas por la norma NMX-I-059 como modelo de referencia de procesos de software y con el soporte de metodologías específicas para el desarrollo y mantenimiento de software como el Proceso Unificado de Rational (RUP por las siglas en inglés).

Para generar un ambiente de trabajo real, en el año 2007 en la UABC se creó una empresa escolar de base tecnológica dedicada al desarrollo de software, denominada AvanTI (por su acrónimo de Avanzando en las Tecnologías de la Información) en la que se tienen implementados los nueve procesos requeridos por la norma (NMX-I-059/02, 2011). El propósito es brindar a los alumnos la oportunidad para que desarrollen proyectos tanto de gestión como de IS (NYCE, 2011). Para los proyectos de IS se tenía que contar con un cliente externo y/o interno y dependiendo de sus necesidades definir el tipo de proyecto de software a desarrollar. Otros aspectos que se tomaron en cuenta fueron el identificar las unidades de aprendizaje que deberían ser cursadas por parte de los alumnos antes de su ingreso a AvanTI y cuáles unidades de aprendizaje deberían asociarse a AvanTI de tal manera que se impartieran bajo el enfoque ABP. Así mismo, el involucrar al grupo de profesores que guiaran a la empresa escolar como parte del Consejo Directivo. Para la implantación de la norma NMX-I-059 (MoProSoft), se definió una estructura

organizacional dividida en tres categorías y que representan la Alta Dirección (DIR), Gestión (GES) y Operación (OPE). Cada categoría comprende uno o más departamentos en los que se han implementado los nueve procesos (Astorga Vargas et al., 2010).

Para que los alumnos desarrollaran proyectos de software que resolvieran problemas reales, se estableció como estrategia la vinculación con instituciones públicas a través del programa de Servicio Social Profesional (SSP) asociado a la currícula; es decir, los alumnos al mismo tiempo de cursar las unidades de aprendizaje realizan su SSP, que los motiven a su vez a retribuir a la sociedad con los conocimientos adquiridos previo a su egreso profesional.

4.2 Análisis

Se analizaron las tres etapas de formación en relación a los contenidos temáticos requeridos para los dos tipos de proyectos de gestión y de IS. Considerando el propósito de formación del perfil y su campo ocupacional, estos contenidos temáticos se imparten en las etapas disciplinaria y terminal, en donde se logran las competencias específicas para la Gestión con las unidades de aprendizaje: Administración, Administración de Personal y Reingeniería de Procesos; y las competencias específicas para la IS con las unidades de aprendizaje: Programación Orientada a Objetos, Análisis y Diseño de Software, Base de Datos y Desarrollo de Software y Administración de Proyectos de Software.

El escenario ideal para la aplicación del APB son asignaturas en las que los alumnos tengan tiempo de realizar las tareas requeridas con la profundidad necesaria (Alcober et al., 2003). Tomando en cuenta este criterio y que la cobertura de los contenidos temáticos para alcanzar el propósito del modelo de referencia son amplias, se definió que el ingreso a Avanti se ubicaría en las unidades de aprendizaje en las que se imparte el Desarrollo y Mantenimiento de Software (DMS) y la Administración de Proyectos de Software (APE),

mismas que están diseñadas para que se brinde continuidad a un mismo proyecto de software. Por lo tanto, las unidades de aprendizaje mencionadas anteriormente, se deben cursar previo al ingreso de AvanTI.

4.3 Diseño

En semejanza con una empresa real, en el diseño instruccional se consideró de suma importancia tomar en cuenta los conocimientos previos y las motivaciones de los alumnos (Belloch, 2012). Existen algunas consideraciones de aprendizaje donde la motivación de los estudiantes depende del grado de influencia de su participación: más motivación cuantas más decisiones puedan tomar los alumnos (Kolmos, 2004). En consecuencia, ellos mismos seleccionan el(los) rol(es) que están interesados en desempeñar de acuerdo a la estructura organizacional, lo cual, a su vez, propicia la construcción de nuevos conocimientos, experiencias y actitudes (Belloch, 2012). Para que esto fuera posible, los contenidos temáticos se dispusieron de tal manera que el profesor, al ir impartiendo dichos contenidos, estableciera los espacios para:

1. Seleccionar el personal con base en los conocimientos requeridos por cada rol a través de entrevistas de trabajo, donde su aceptación depende de sus conocimientos y el resultado de su examen de selección;
2. Asignar el personal a los proyectos de gestión y de IS. Al hacerlo se promueve el desarrollo de actividades y conocimientos coherentes y que tengan sentido para el alumno, fundamentalmente porque desarrollan competencias necesarias para su futuro personal y/o profesional (Belloch, 2012);
3. Establecer los momentos de revisión de avances con los equipos de trabajo y de reflexión a partir de los resultados presentados. Así, se fomentan aspectos como el intercambio de ideas, la generación de nuevo conocimiento a partir de la investigación, la importancia de su compromiso, responsabilidad individual, de equipo y colaborativa con los demás equipos de trabajo;
4. Establecer una forma de evaluación similar a la de una empresa real, donde se observe que el proceso de Gestión de Recursos (GR) requiere la Evaluación del Desempeño del Personal. Se evalúan indicadores de conocimiento del puesto, productividad, habilidades de comunicación, equipo de trabajo y habilidades de dirección en aquellos puestos que tienen

personal a cargo. En estas evaluaciones participan los miembros de los equipos de trabajo, haciendo una evaluación por pares a manera de coevaluación.

Para el diseño del proyecto también se requiere definir las tres entidades: usuario, información y tecnología. Los usuarios son los clientes internos y/o externos quienes solicitan el desarrollo de un producto de software; la información está asociada a la unidad de negocio del cliente y a su vez a los temas de Gestión e IS que son impartidos en las unidades de aprendizaje y sobre los cuales los alumnos deben investigar para ampliar sus conocimientos en búsqueda de la solución del problema planteado; la tecnología está asociada a las herramientas de IS asistida por computadora (CASE por las siglas en inglés Computer Aided Software Engineering) que permiten automatizar los procesos propios del ciclo de vida de desarrollo y de soporte para administrar el proyecto; así como la tecnología utilizada para desarrollar las aplicaciones como el lenguaje de programación, administradores de base de datos, servidores Web, entre otros.

4.4 Construcción

En cada periodo de cambio de personal, el cual se sucede cada dos semestres. Se lleva a cabo una dinámica denominada armando MoProSoft, en la que por cada uno de los 9 procesos se conforma un equipo que presenta de manera completa el proceso que le fue asignado; principalmente se describen las actividades de cada rol y cómo interactúan con los demás roles, según su participación como Autoridad, Responsable o Involucrado. Se realizan entrevistas de trabajo donde su aceptación depende de sus conocimientos y el resultado de su examen de selección. La asignación de roles propicia que se aumente el nivel de conocimientos y habilidades de los alumnos en el área específica que les es asignada.

Una vez que es asignado el personal según su rol, entonces se asignan los proyectos. Los proyectos de Gestión están relacionados con los procesos de

Gestión de Negocios (GN) para consecución de la planeación estratégica y en este participan el Director General y los Gerentes de los procesos de gestión; Gestión de Procesos (GPR) para la definición e implantación de los procesos de MoProSoft en el que participan el Gerente de Procesos y los Responsables de los demás procesos; GR para proveer Bienes, Servicios e infraestructura (BSI), Recursos Humanos y Ambiente de Trabajo (RHAT); así como crear y mantener la Base de Conocimiento (BC) de la organización (CO). Los roles son el Gerente de Recursos, el Responsable de BSI, el Responsable de RHAT y el Responsable de CO; Gestión de Proyectos (GPY) para mantener una cartera de proyectos de software que contribuya a los objetivos de la organización, para ello participa el Gerente de Proyectos, el Director General y el Responsable de APE.

Para los proyectos de software, se definió que los proyectos se dividieran por componentes los cuales son asignados a los equipos, en AvanTI nombrados como cuadrillas de trabajo. Cada cuadrilla está integrada por los roles: Analistas de Negocios, Analistas de Sistemas, Diseñadores de Arquitectura, Diseñadores de Interfaces de Usuario, Programadores, Probadores y Encargados de Manuales y Capacitación. Según la complejidad de los componentes se asigna un determinado número de roles, por ejemplo, puede haber más de un programador. Para la Administración del Proyecto de Software se integra un equipo de trabajo conformado por el Responsable de GPY, Responsable de APE y por el Responsable de DMS. De esta manera se incorporan diferentes perfiles que comparten sus áreas específicas de conocimiento y que a su vez también fortalecen el trabajo colaborativo intrínseco en el ABP.

Se identifica el nuevo conocimiento y habilidades que deben adquirir y cómo lo pueden obtener. Esto propicia el aprendizaje autónomo al investigar los temas que complementen su conocimiento actual. Para cada uno de los proyectos de gestión y de ingeniería el Consejo Directivo apoya a los equipos con la definición de lo que cada proyecto debe lograr. Los equipos establecen un

primer plan de trabajo para llevar a cabo las actividades y generar los productos de trabajo derivados del proyecto. Así mismo, plantean cómo solucionar el problema, tomando en consideración la metodología y las herramientas necesarias.

4.5 Implantación

Dentro de los equipos de trabajo, el jefe inmediato es quién vigila que se vaya cumpliendo con lo planificado; se presentan los avances al Consejo Directivo y/o cliente de acuerdo al tipo de proyecto y plan de trabajo establecido. El Consejo Directivo va guiando a los alumnos para que realicen sus actividades y obtengan los entregables a través de reuniones establecidas en los planes de trabajo.

A partir de las reflexiones generadas en las revisiones, se decide continuar o replanificar las actividades para llegar a la solución esperada. En estas revisiones se evalúa el conocimiento adquirido como resultado de su participación en la solución del proyecto, sobre lo que funcionó bien y lo que debe mejorar, la manera en que se responsabilizan de los resultados, establecen comunicación entre ellos, demuestran que saben trabajar en equipo, tomar decisiones y negociar las soluciones, la motivación al presentar los resultados, entre otros aspectos. Además, se identifican las necesidades derivadas del nuevo conocimiento y/o habilidades, lo que permite valorar estrategias para la actualización y capacitación; por ejemplo la realización de cursos adicionales. Este ciclo de revisiones se repite hasta concluir el proyecto de acuerdo al alcance definido.

Se realizan dos coevaluaciones durante el semestre, en la que el jefe inmediato evalúa a su personal y retroalimenta los resultados hasta llegar a una aceptación por parte del evaluado. La evaluación realizada por los equipos de trabajo es equivalente al 80% de la calificación del curso, el otro 20% es

definido por el profesor con base en las participaciones en las sesiones de clase, tareas y exámenes.

4.6 Mantenimiento

La participación en proyectos de software para un cliente real, implica que el área de negocio y la tecnología requerida puedan ser diferentes a las que se imparte en el PE de LSC. Para ello, se han incorporado cursos adicionales y/o capacitación específica que aproxime al alumno a dicho conocimiento para que a partir de éste se desarrolle un aprendizaje autónomo y se le fomente un trabajo colectivo (Disla García, 2013). La complejidad de los proyectos de software puede extenderse a más de dos semestres, por lo que se delimita el alcance de cada una de las liberaciones permitiendo que los equipos de trabajo concluyan con lo planeado y logren realizar una presentación final. De esta manera, al realizarse un cambio de personal se puede tener una continuidad de los proyectos definiendo el alcance a partir de lo que ya se desarrolló.

En un principio, el interés de la adopción de la norma NMX-I-059 (MoProSoft) se debió a sus principales características de ser fácil de entender y de aplicar. No obstante, en un periodo de diez años algunas de las empresas del estado que iniciaron un proyecto de mejora de procesos de software con dicha norma y/o sólo el modelo MoProSoft, están escalando al modelo CMMI® v1.3. Por tal motivo, se refleja como una nueva necesidad para que el PE de LSC incorpore a sus unidades de aprendizaje otros modelos internacionales como CMMI, ISO/IEC 29110 perfil básico e intermedio (ISO 29110, 2011).

La implementación del enfoque ABP, por medio de las seis fases presentadas y los elementos del diseño, ha logrado desarrollar en los alumnos un conjunto de competencias asociadas a los roles de la industria de software. Su impacto se puede medir en el grado en que las competencias fueron adquiridas y la influencia que han tenido para elegir el área específica en la práctica de su ejercicio profesional dentro del mercado laboral. En la siguiente sección, se

presentan los resultados y la aportación que ha tenido la empresa escolar AvanTlen la contribución de la formación de profesionales de la industria de software.

5. Resultados y Aportación

Existe un conjunto de destrezas que resulta fundamental en la buena práctica de la IS y que tiene que ver con las capacidades descritas por los empleadores, tales como la capacidad de la buena comunicación, negociación, hábitos efectivos de trabajo, valores, habilidades de trabajo en equipo, comportamiento interpersonal, motivación, iniciativa, alta responsabilidad y tolerancia, capacidad de aprender y aprender por cuenta propia para mantenerse vigente, entre otros (CERTVER, 2015). Durante un periodo de siete años, estas capacidades se han desarrollado y puesto en práctica a 180 alumnos en la empresa escolar AvanTI a través de la realización de proyectos orientados al área de la salud y académica con las realidades del entorno laboral de su PE. Además, los alumnos han aprendido a interpretar modelos de calidad y procesos de software apropiados para pequeñas organizaciones de desarrollo de software (Astorga et al., 2010).

Ante estos referentes, resulta conveniente identificar y conocer si el entorno de una empresa escolar implementando el enfoque ABP, ha apoyado a que los alumnos participantes incrementen su nivel o grado de áreas de competencias. A continuación, se presenta como parte de la metodología la descripción del instrumento aplicado y la caracterización de los sujetos que respondieron a este; los resultados obtenidos y un panorama general de la aportación práctica de los egresados en su ambiente profesional.

5.1 Metodología

Se diseñó un instrumento de captura de información, tipo encuesta, en dos secciones. La primera sección orientada a medir el grado en el que los alumnos poseen competencias en las áreas presentadas en la tabla 1, antes de su ingreso a AvanTI (etapa de inicio) y el grado en el que fueron desarrolladas al finalizar el proyecto (etapa final). La escala utilizada es de tipo Likert con cinco opciones de respuesta, las cuales son: 1- Muy Bajo, 2-Bajo, 3-Medio, 4-Alto y 5-Muy Alto. El número total de roles fue de trece y cada alumno respondió el grado de dominio de los siete factores (ítems) solicitados, en las etapas de inicio y final, por cada uno de los roles desempeñados por él mismo (figura 4); es decir, el alumno en algunos casos desempeñó más de un rol al mismo tiempo. Estos factores corresponden a las ventajas del ABP que se mencionan en la tabla 1.

2f. Habilidades y competencias INICIAL
 Selecciona aquellos Roles que desempeñaste y el Nivel de conocimientos y habilidades en el área específica (rol) que me fue asignado.

	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Analista de Sistemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseñador de interfaces de usuario	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseñador de arquitectura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Probador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Encargado de manuales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Responsable de APE, Responsable de DMS y/o Líder de proyecto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Director general	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gerente de proyectos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gerente de Procesos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gerente de Recursos Humanos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Responsable de la Base de Conocimiento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Responsable de RHAT y/o BSI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2f. Habilidades y competencias FINAL
 Selecciona aquellos Roles que desempeñaste y el Nivel de conocimientos y habilidades en el área específica (rol) que me fue asignado.

	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Analista de Sistemas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseñador de interfaces de usuario	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Diseñador de arquitectura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Programador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Probador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Encargado de manuales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Responsable de APE, Responsable de DMS y/o Líder de proyecto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Director general	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gerente de proyectos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gerente de Procesos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gerente de Recursos Humanos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Responsable de la Base de Conocimiento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Responsable de RHAT y/o BSI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 2.

Encuesta para el factor Desarrollo de habilidades y competencias para las etapas de Inicio y Final

Para determinar el impacto del ABP sobre los participantes en la empresa escolar AvanTI, se aplicó el instrumento a una muestra representativa de alumnos del PE de LSC, tanto que se encuentran actualmente en la empresa como egresados. De la generación 2014-2, el 50% de ellos colaboran activamente como personal de AvanTI y el otro 50% corresponde a alumnos que egresaron de las generaciones 2010-2, 2011-2, 2012-2 y 2013-2.

5.2 Análisis de resultados

Los roles adquieren una responsabilidad por la realización de un conjunto de actividades específicas para un proceso y del cumplimiento de sus objetivos. Además, pueden ser asumidos por una o más personas de la organización (Flores Rios et al., 2014). En el 2014, se presentó el estudio de salarios de los 20 roles más representativos de la industria de software mexicana (Galvan, 2014). En la tabla 2 se muestran los roles con mayor participación y su porcentaje de representatividad, los cuales son: Programador (PR), Analista de requerimientos (AN), Diseñador de arquitectura (DI) y Administrador de proyectos (RAPE) y sus actividades principales (NMX-I-059/03, 2011; Serna, 2013). De acuerdo a las actividades que desempeñan los roles, el desarrollo de estos factores (competencias y habilidades) les permiten ir formándose de una manera adecuada antes de adentrarse plenamente en la práctica profesional (Lethbridge, 2000).

No.	Rol	Actividades Principales	Porcentaje
1	Programador (PR)	Interpretar una especificación de diseño para implementar una solución, haciendo uso de una arquitectura de referencia establecida y utilizando adecuadamente las librerías de un lenguaje o las funcionalidades provistas en un marco de trabajo.	29.8%
2	Analista de requerimientos (AN)	Descubrir, analizar y documentar el propósito del producto, mediante la identificación de las necesidades de las partes interesadas.	10.2%
3	Diseñador de Arquitectura (DI)	Realizar el proceso de definición de la arquitectura, los componentes, las interfaces y otras características de los productos. Describe cómo se descompone el software y cómo se organizan en componentes. Se refiere a la identificación de los principales componentes hardware y software de un producto, que proporcionan las características y atributos de calidad del mismo.	9.5%
4	Administrador de proyectos (RAPE)	Planificar, supervisar y, evaluar y controlar los proyectos de software. Define el costo, calendario, proceso de DMS, equipo de trabajo, adquisiciones y capacitaciones, riesgos y protocolos de entrega.	9.1%

Tabla 2.

Roles relacionados a la industria de software (SG, 2014) y sus actividades principales (NMX-I-059/03, 2011; Serna, 2013)

A continuación, se describen los resultados obtenidos en los roles más representativos de la industria del software (tabla 2) en relación a los factores de mayor impacto a las actividades que debe desempeñar. En la figura 5 se presenta el factor 1) Desarrollo de sus habilidades y competencias, con el rol de AN desempeñado por 21 alumnos, quienes en la etapa de inicio el 38% respondieron entre Muy Bajo y Bajo, 38% Medio y 24% se sitúan entre Alto y Muy Alto. Mientras que en su etapa final, no hay quien considere el grado Muy Bajo o Bajo, siendo el 19% el que respondió como Medio, 57% Alto y 24% Muy Alto.

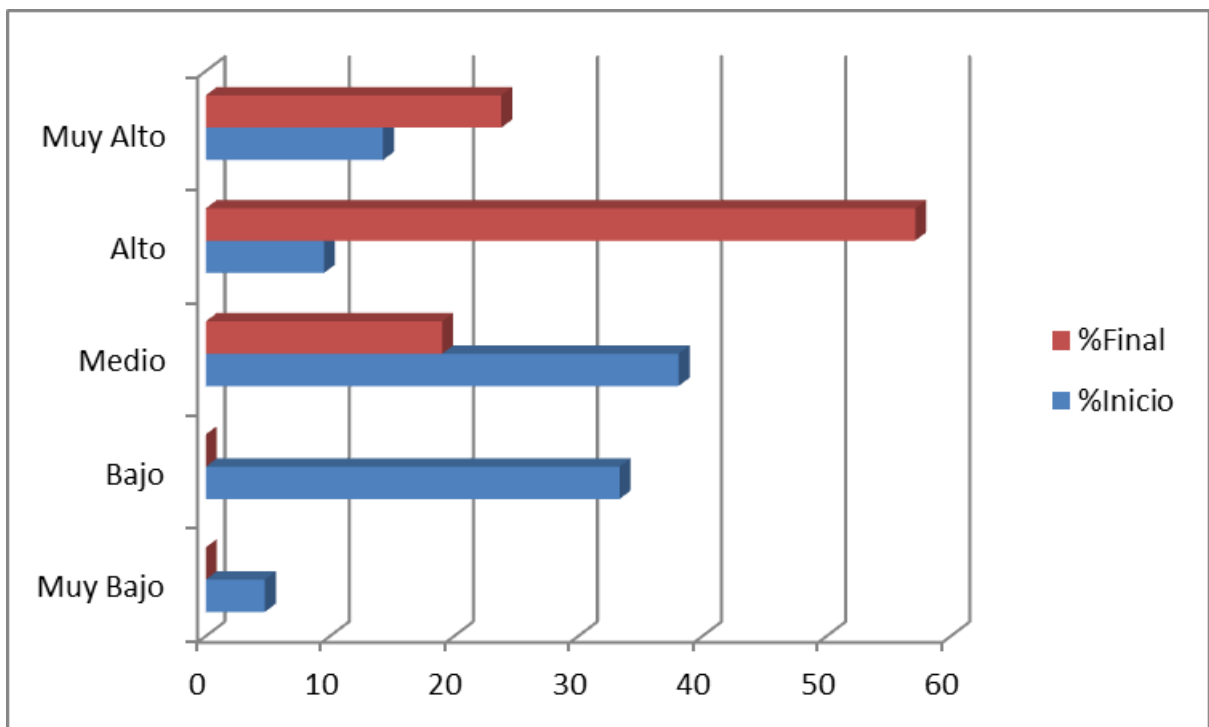


Figura 3.

Desarrollo de habilidades y competencias con el rol Analistas de Sistemas

Se observa que con el rol DI, de los 13 alumnos que lo desempeñaron respondieron que en la etapa de inicio el 38% se ubicaron en 2-Bajo y el 62% en 3-Medio. Al finalizar el proyecto ninguno se consideró como 2-Bajo, 38% se

ubicaron en 3-Medio, 46% en 4-Alto y 15% en 5-Muy Alto. En este rol se destaca que 15% de los alumnos se movieron de 2-Bajo a 4-Alto, 38% de 3-Medio a 4-Alto, 15% de 3-Medio a 5-Muy Alto. Sin embargo, el 8% consideró que no hubo cambios de la etapa de inicio a la final, respondiendo en ambos casos como 3-Medio (figura 6).

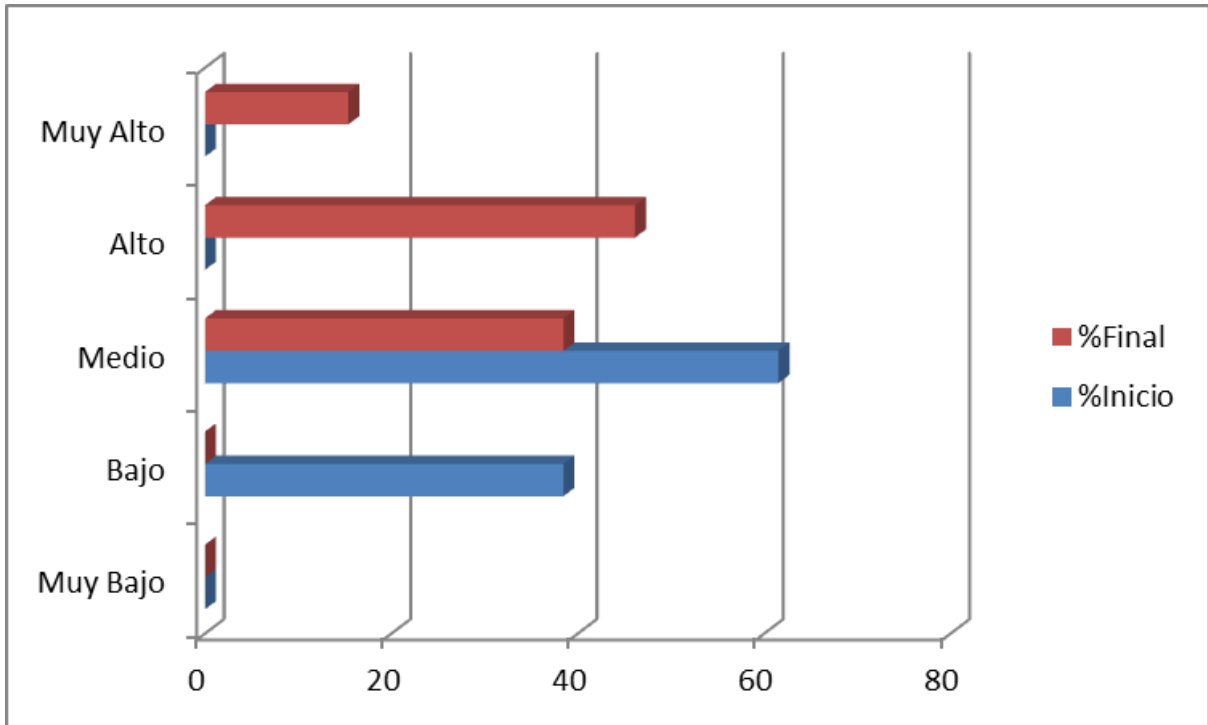


Figura 4.

Desarrollo de habilidades y competencias con el rol Diseñador de arquitectura

En el factor 2) Desarrollo de habilidades de investigación para los 29 alumnos que desempeñaron el rol PR, en la etapa de inicio el 10% respondió como Bajo, 48% Medio, 31% 4-Alto y 10% 5-Muy Alto. Al finalizar ningún alumno respondió como 2-Bajo, 7% como 3-Medio, lo que significó que el 24% del 48% que se encontraba en 3-Medio se movieron a 4-Alto y el 21% de 3-Medio a 5-Muy Alto, el 1% se mantuvo en 3-Medio, mientras que el 1% subió de 2-Bajo a 3-Medio. La respuesta de 5-Muy Alto se incrementó de 10% a 52% alumnos, al

sumarse un 21% de alumnos que se movieron de 4-Alto a 5-Muy Alto y de manera significativa 1% aumentó de 2-Bajo a 5-Muy Alto (figura 7). Al comprometer la entrega del proyecto con un cliente real, se genera en los alumnos una mayor responsabilidad para desarrollar una solución tecnológica que cumpla con las tendencias en la industria de software. La investigación de las tendencias tecnológicas es una de las buenas prácticas en la IS (NMX-I-059/03, 2011).

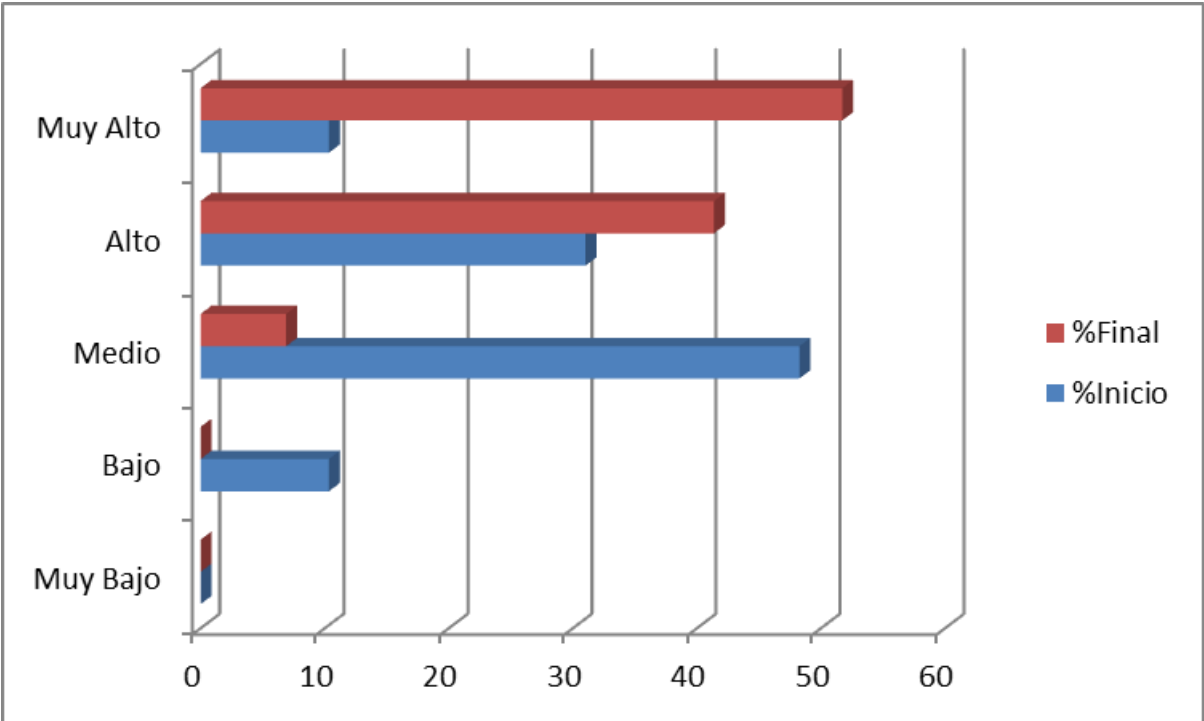


Figura 5.

Desarrollo de habilidades de investigación en Programadores

En el factor 5) Capacidad para comunicarme con los demás de forma eficaz, en el rol de RAPE, Responsable de DMS y/o Líder de proyecto de los 9 alumnos que desempeñaron este rol, el 22% se calificó al inicio como 2-Bajo, 67% 3-Medio y 11% 4-Alto. Al final el 56% respondió como 4-Alto, considerando que un 11% que se encontraban en 2-Bajo se movieron a 4-Alto y un de 33% de 3-

Medio a 4-Alto. El 44% respondió como 5-Muy Alto, sumándose un 11% de 2-Bajo a 5-Muy Alto, 22% de 3-Medio a 5-Muy Alto y un 11% de 4-Alto a 5-Muy Alto. (figura 8). La aplicación del ABP es una estrategia para mejorar la comunicación entre el grupo del proyecto y el resto del grupo de clase o los pares evaluadores (Murphy y Gazi, 2001; Rodríguez-Sandoval et al., 2010). El resultado positivo de esta área de competencia social en este rol es significativo al ser la persona líder responsable de la comunicación con todos los interesados, en particular con el patrocinador del proyecto, el equipo del proyecto y otros interesados clave (PMI, 2008).

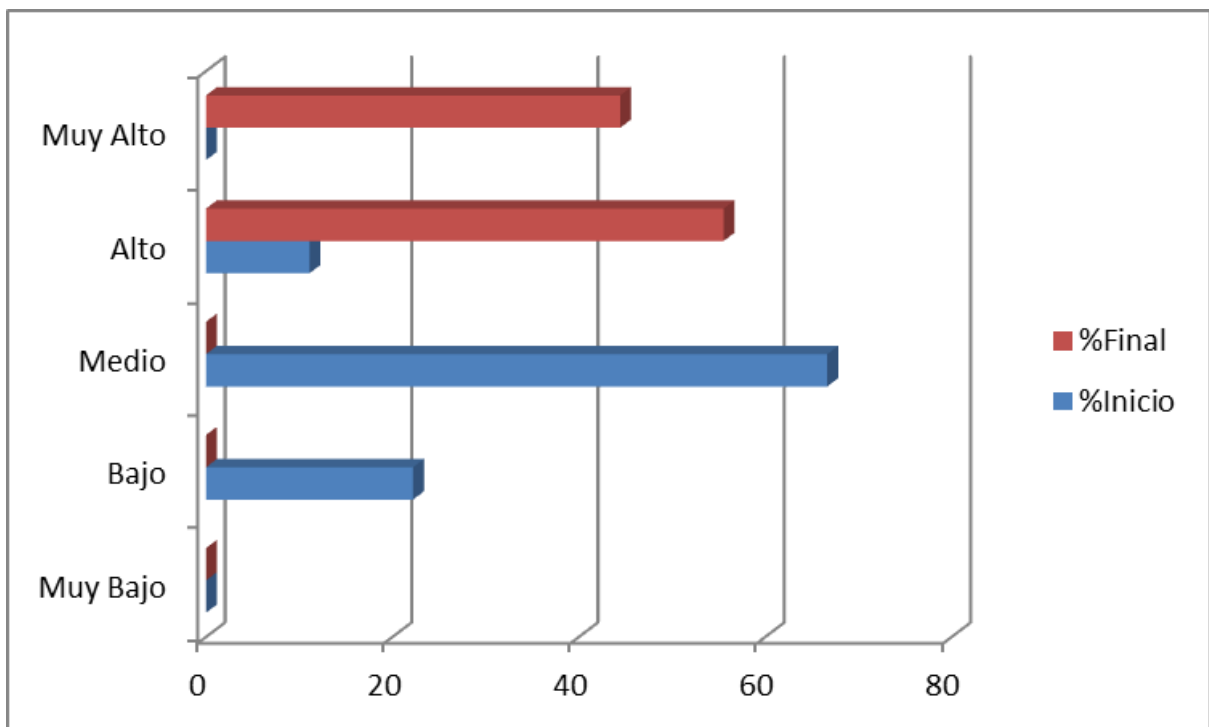


Figura 6.

Capacidad para comunicarme con los demás de forma eficaz

En la tabla 3 se pueden observar las medidas de tendencia central media, mediana y moda para cada uno de los siete factores por los trece roles. Para el caso de la media, los siete factores cambiaron un valor ascendente de 3-Medio

a 4-Alto. A diferencia de los valores de la media, la mediana se observa sin cambio a partir del factor 2 hasta el factor 7. En el cálculo de la moda, en la etapa de inicio la respuesta que representó el mayor número de veces es la opción 3 - Medio para los factores de 1, 2, 3, 4, 5 y 6; mientras que el factor 7 es la opción 4-Alto. En la etapa final, los factores 1, 2, 3, 4, 5 y 6 cambiaron de 3- Medio a 4-Alto y para el factor 7 de 4-Alto a 5-Muy Alto.

Factores	Media Inicial	Media Final	Mediana Inicial	Mediana Final	Moda Inicial	Moda Final
Desarrollar e incrementar conocimientos y habilidades	3	4	3	5	3	4
Desarrollar habilidades de investigación	3	4	3	4	3	4
Desarrollar habilidades de colaboración para generar conocimiento.	3	4	3	4	3	4
Incrementar las capacidades de análisis y de síntesis.	3	4	3	4	3	4
Capacidad para comunicarme con los demás de forma eficaz.	3	4	3	4	3	4
Aprendizaje sobre como evaluar y coevaluar.	3	4	3	4	3	4
Establecer su compromiso en un proyecto	3	4	3	4	4	5

Tabla 3.

Media, Mediana y Moda de los factores evaluados por todos los roles

De las tres medidas de tendencia central utilizadas, la mediana representa la validez de los valores reales en función de las respuestas de los alumnos (Tabla 3). Es así como de los siete factores, el factor 1) Desarrollar e incrementar conocimientos y habilidades, aumentó dos valores desde la etapa inicial de 3-Medio a 5-Muy Alto. En este sentido, se denota que si los alumnos están comprometidos y consideran que este tipo de aprendizaje es importante, por la valiosa experiencia profesional y el desarrollo de habilidades, tendrán una actitud y disposición favorables para afrontar el proyecto durante el curso (Rodríguez Sandoval et al., 2010; Liu et al., 2008).

El APB sitúa a los alumnos en un ambiente real y de colaboración, las experiencias que están viviendo al resolver un problema real son compartidas entre los miembros de un mismo equipo de trabajo y entre los miembros de los demás equipos de trabajo, lo cual genera un intercambio de ideas y reflexiones que los llevan a una indagación sistemática que genera nuevo conocimiento. A su vez, al tomar responsabilidad sobre las actividades que les son asignadas en lo individual para completar las que le son asignadas al equipo de trabajo propicia el querer mejorar su desempeño personal pues saben que serán evaluados entre ellos. Esto también obedece a la solidaridad que se presenta como equipos de trabajo. En el factor 7) Establecer su compromiso en un proyecto, la moda aumentó de 4-Alto a 5-Muy Alto, mostrando que la motivación hacía el trabajo es una de las competencias más significativas para alcanzar los objetivos planteados (Rodríguez Sandoval et al., 2010); principalmente los que han sido establecidos en los proyectos de DMS y que deben satisfacer la necesidad de un cliente real.

Por otro lado, para corroborar si estos resultados se pudieron haber obtenido en un curso (unidad de aprendizaje) sin la modalidad del ABP en el entorno de una empresa como AvanTI, se les preguntó si los resultados al finalizar su participación serían los mismos, encontrando que el 100% consideró que no lo habrían logrado. Esto permite apreciar que los alumnos tienen una actitud positiva hacia su participación en AvanTI. En este caso, se les hizo una

pregunta abierta en la que brindaran sus comentarios sobre el proyecto en el que participaron. Un ejemplo de respuesta es:

“pertenecer a la empresa escolar AvanTI me ayudó a fortalecer los conocimientos y habilidades obtenidas durante mi carrera profesional. Las actividades que desempeñé y el grado de responsabilidad que me asignaron me ayudaron a desenvolverme y a tener confianza en mi misma en el campo laboral”

5.3 Aportación en la práctica profesional

Para validar el grado de las áreas de competencias de los egresados se les preguntó sobre el grado de experiencia adquirida en AvanTI para conseguir su primer empleo y si su puesto inicial fue el mismo que desempeñó en AvanTI. Al comparar los resultados de ambas preguntas (figura 9), se observa que para el 46% de los egresados el grado de influencia fue 5-Muy alto, el 29% de ellos iniciaron su ejercicio profesional con el mismo el rol que desempeñaron en AvanTI y el 17% con un rol diferente. Para la opción 4-Alto, del 34% de los alumnos el 21% se desempeñaron en el mismo rol y 13% en un rol diferente. Al fomentar que el trabajo sea colaborativo e interdisciplinario, se logra que los alumnos aprendan de las funciones de otros roles, esto sucedió no sólo en la categoría de OPE sino también en la categoría de GES, lo que les permite desempeñarse en más de un rol en su ámbito profesional. El 17% de alumnos que contestaron 3-Medio, su primer rol no corresponde a ninguno de los roles de AvanTI como en el caso de soporte técnico. Uno de las respuestas para la opción de 1-Muy Bajo, se debe a que uno de los alumnos antes de su ingreso a AvanTI se encontraba trabajando en un puesto de apoyo administrativo, así que a diferencia de los demás alumnos fue su experiencia profesional lo que influyó en la elección de los roles que eligió en AvanTI, correspondientes a los procesos de GR y RHAT.

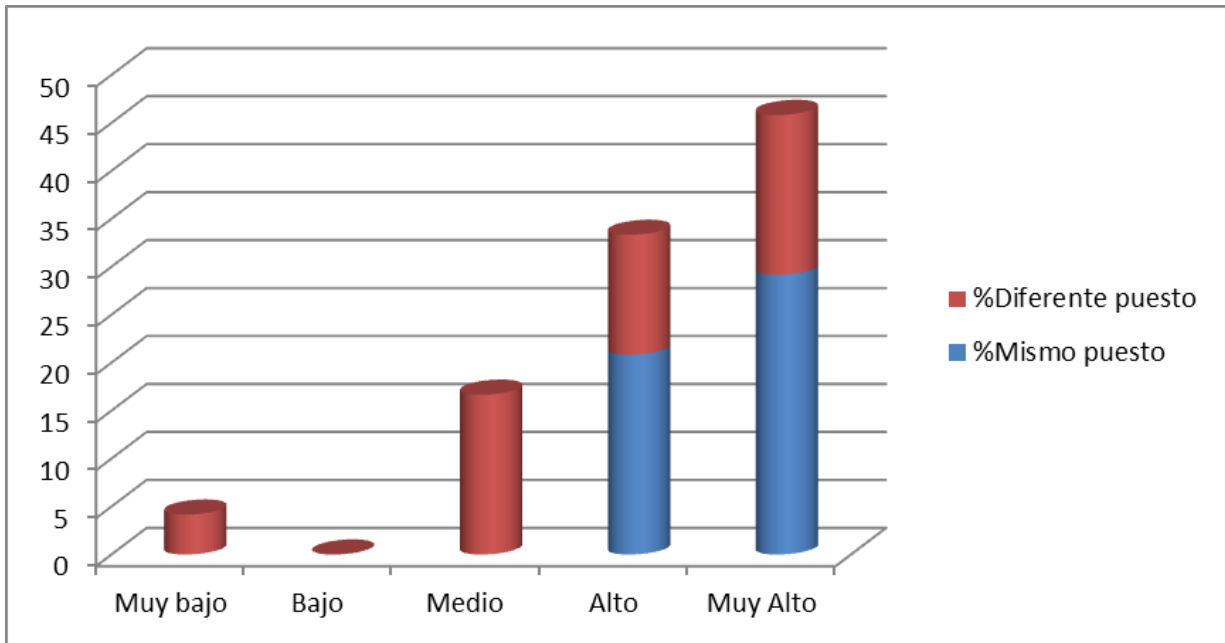


Figura 7.

Relación entre el grado de competencias obtenido en AvanTI y su relación con el rol de su primer empleo

Una situación que también es importante para la motivación es el hecho de que el alumno suele identificarse en un ambiente similar al ámbito profesional, en este caso, en una empresa de base tecnológica dedicada al desarrollo de software, desempeñando un rol que en un futuro próximo ejercerá como egresado. Para validar esta afirmación, se detectó que de los roles desempeñados en AvanTI, el 100% respondieron que también han sido desempeñados por los egresados en las empresas en donde trabajan. La figura 10 muestra que los roles en los que más se han desempeñado son AN con un 65%, en segundo lugar PR y RPU con un 56% y en tercer lugar DU con 52%. La opción de otros roles se encuentran el de responsable de soporte a usuarios y redes, supervisor del área de TI e ingeniero en manufactura. Al igual que en AvanTI, algunos desempeñan más de un rol, pues la definición de las funciones en los puestos que ofertan las empresas cubren a más de un rol. Se

observa también que hay quienes ya tienen puestos de Responsables de Proyectos con un 30%.

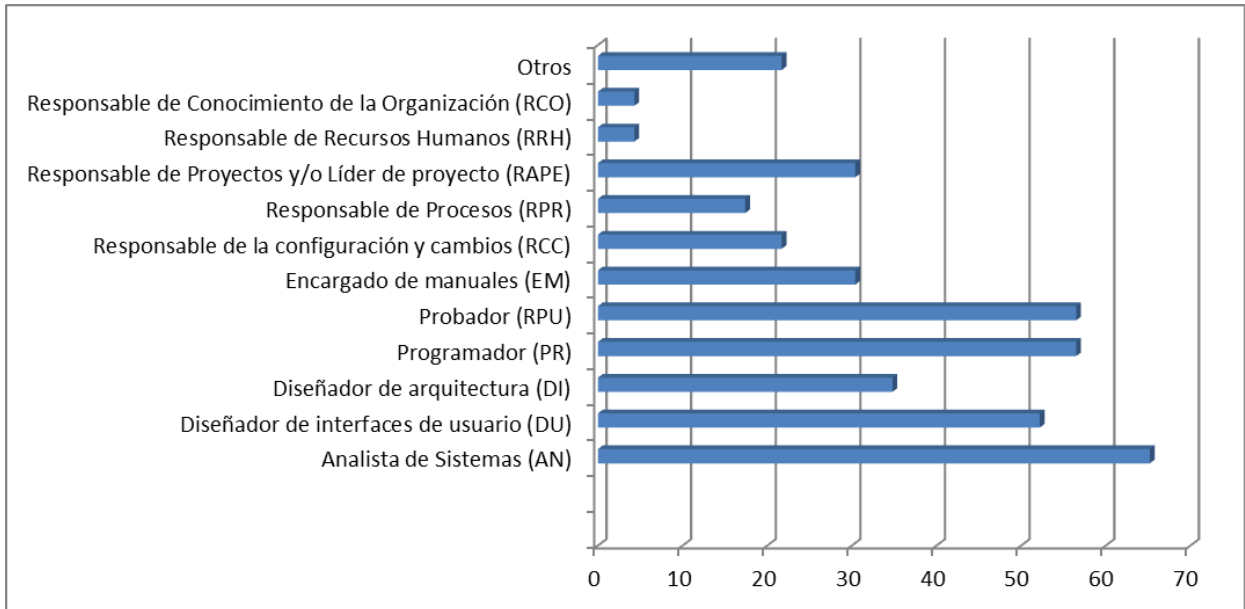


Figura 8.

Puestos y roles en los que se han desempeñado los egresados de la empresa escolar

Este trabajo expone por medio del proceso de desarrollo el enfoque de ABP, la explotación de oportunidades para la creación y desarrollo de una empresa escolar de base tecnológica. El análisis de este tipo de organización es de interés por su imprescindible rol en la competitividad y crecimiento de la industria de software mexicana, específicamente para el estado de Baja California. Actualmente, en dicho estado son siete las organizaciones dedicadas al desarrollo de software que han sido verificadas bajo la norma NMX-I-059-NYCE-2011 (SE, 2014; CERTVER, 2015), donde dos de ellas están en proceso de implementación del modelo CMMI v1.3. Se ha observado que para que las empresas logren una implementación exitosa de sus proyectos de mejora de procesos de software, no sólo adoptaron un modelo de referencia de

procesos o modelo de procesos de software (Gómez Álvarez et al., 2014) sino, como factores críticos de éxito, involucraron a personal con capacidades y competencias adecuadas y realizaron capacitaciones necesarias para elevar el conocimiento colaborativo del equipo de trabajo. De los egresados que se desempeñaron como RPR, uno de ellos actualmente está implementando el modelo de referencia de procesos CMMI Dev 1.3 Nivel 2.

6. Conclusiones

La aplicación del método de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) como estrategia de aprendizaje en el entorno de la mejora de procesos de software, permitió establecer un diseño instruccional capaz de adaptar los pasos metodológicos a la realidad de una empresa escolar de base tecnológica, con el propósito de crear un ambiente de aprendizaje real-laboral.

Se formaron equipos de trabajo con roles definidos de acuerdo a la realidad de la industria mexicana del software. Se motivaron y, a su vez, crearon responsabilidades sobre la solución de problemas reales asociados a proyectos de gestión y de Ingeniería de Software. De tal forma, que la aproximación a la realidad que propicia el ABP y la participación en una empresa escolar de base tecnológica ha permitido en los alumnos desarrollar e incrementar sus competencias a partir de un aprendizaje autónomo y colaborativo; sus habilidades para comunicarse, relacionarse, negociar, tomar decisiones, investigar, generar nuevo conocimiento, tener autonomía en su aprendizaje; valorar la responsabilidad, el compromiso, el respeto, la honestidad consigo mismo y con los demás al evaluar el desempeño, entre otros aspectos.

Se aplicó un instrumento de validación social para conocer la auto-evaluación que los alumnos tienen sobre sus propias competencias en la ejecución de actividades asignadas a su rol dentro de la empresa escolar. Las instrucciones pedían al alumno que respondiera para las etapas inicial y final, cada uno de

los siete factores relacionados a las competencias que se favorecen en un método ABP. Conforme a los resultados, se observaron casos en que los alumnos respondieron en la etapa inicial la opción de 5-Muy Alto, mientras que para otros en la etapa final no hubo cambios en el desarrollo de sus competencias, tal es el caso del rol DI. Este instrumento permitió conocer la perspectiva de los estudiantes en relación al desarrollo de un proyecto real.

Por otro lado, se puso a prueba cómo el aprendizaje guiado desde el proceso de desarrollo del método de ABP se relaciona con procesos de desarrollo de software implementados en la empresa escolar. Este aspecto no fue abordado a primera instancia en este documento, pero se cuenta con el análisis de los hallazgos. Es de interés de los autores dar seguimiento a la cuantificación y evaluación del impacto de los alumnos que participaron en AvanTI sobre las quince empresas u organizaciones que utilizan procesos de calidad y/o mejora de procesos tanto nacionales como internacionales.

Finalmente, este documento trata de ser útil y práctico para aquellos que deciden incorporar estrategias de aprendizaje que motiven al alumno a la solución de problemas reales con un enfoque de proyectos y/o deseen emprender por primera vez, en empresas escolares de base tecnológica.

Agradecimientos

Este trabajo está asociado al proyecto 111/942 registrado en la Coordinación de Posgrado e Investigación de la UABC.

Referencias

Alcober, J., Ruíz, S., Valero, M., 2003. Evaluación de la implantación de Aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2001-2003). XI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas, Vilanova i la Geltrú, pp. 23-25.

Anaya R., 2012. Una visión de la enseñanza de la ingeniería de software como apoyo al mejoramiento de las empresas de software. Revista Universidad Eafit. Vol. 42 (141). pp. 60-76.

Arellano-Pimentel, J. J., Nieva-García, O., & Algreto-Badillo, I. 2013. Aprendizaje Basado en Proyectos Utilizando L-Systems en un Curso de Compiladores. Programación Matemática y Software. Vol. 5 (1). pp. 82-96.

Astorga, M., Flores B., Chávez G., Lam M., Justo, A., 2010. Lecciones Aprendidas en la Implantación de MoProSoft en una empresa escolar: caso AvantI. Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información, Vol. 6, 2010, pp. 73-86.

Belloch, C., 2012. Diseño instruccional. Disponible en <http://www.uv.es/bellochc/pedagogia/EVA4.pdf>.

Beneitone, P. et al., 2007. Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina. Proyecto Tuning. Spain/impreso.

Blank, W., 1997. Authentic instruction. In W.E. Blank & S. Harwell (Eds.), Promising practices for connecting high school to the real world, pp. 15-21. University of South Florida. USA. 1997.

Busenitz, L. W.; West III, G. P.; Shepherd, D.; Nelson, T.; Chandler, G. N.; y Zacharakis, A., 2003. Entrepreneurship research in emergence: past trends and future directions. *Journal of Management*, Vol. 29 (3), 2003, pp. 285-308.

Carver, J., Jaccheri, L., Morasca, S., and Shull, F., 2003. Issues in Using Students in Empirical Studies in Software Engineering Education. In *METRICS '03: Proceedings of the 9th International Symposium on Software Metrics* (Washington, OC, USA), IEEE Computer Society. p. 239.

Casallas R., Davila J. I., Quiroga, J. P., 2015. Enseñanza de la ingeniería de software por procesos instrumentados. Disponible en <http://www.willydev.net/>

CERTVER, 2015. Lista de empresas verificadas. Disponible en: <http://www.certver.com/empresas/> Consultado el 2 de Febrero de 2015.

CIDAC, 2015. Encuesta de competencias laborales. Centro de Investigación para el Desarrollo. Disponible en <http://www.cidac.org/> Consultado el 2 de Febrero de 2015.

Colomo, R., Casado, C., Soto, P., García, F., Tovar, E., 2013. Competence gaps in software personnel. A multiorganizational study. *Computers in Human Behavior*, Vol. 29, pp. 456-461.

Comisión Europea, High-Tech SMEs in Europe, 2002. Observatory of European SMEs 2002/6 European Network for SME Research ENSR.

Díaz Sánchez, E., Souto Pérez, J. E. y Tejeiro Koller, M. R., 2013. NEBTS 3 Nuevas empresas de base tecnológica. Caracterización, necesidades y evolución en un periodo de crecimiento y en otro de alentización y recesión económica (2004-2012). España. pp. 170. 2013.

Díaz, E., 2010. Evolución de las empresas tecnológicas en sus primeros años de vida. Fundación Madri+d (Ed). Nuevas empresas de base tecnológica. Colección Madri+d num. 37, Fundación Madri+d para el Conocimiento y Comunidad de Madrid. pp. 44-57.

Disla García, Y. I., 2013. Aprendizaje por proyecto: Incidencia de la tecnología de la información para desarrollar la competitividad de trabajo colaborativo. Ciencia y Sociedad, Vol. 38 (4), pp. 691-718.

Galeana de la O, L., 2006. Aprendizaje basado en proyectos. Revista Digital Educación a Distancia. México.

Gallego, M., Gortázar, F., 2009. EclipseGavab.: Un entorno de desarrollo para la docencia online de la programación. XV Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (XV JENUI). Barcelona. pp. 501-508.

Galvan, P. 2014. Encuesta de salarios. Revista Software Guru, Vol. 46. Disponible en <http://sg.com.mx/revista/46/estudio-salarios-2014#.VfDJexGeDRY>

Garcia, I. y Pacheco, C. 2012. Using TSPi and PBL to support software engineering education in an upper-level undergraduate course. Computer Applications in Engineering Education, Published online in Wiley Online Library. DOI: 10.1002/cae.21566

Garcia, I., Pacheco, C. y Coronel, N. 2010. Learn from practice: defining an alternative model for software engineering education in Mexican universities for reducing the breach between industry and academia. Proc. of the 2010 International Conference on Applied Computer Science, WSEAS Press. pp. 120-124.

Gómez Álvarez, M. C., Gasco Hurtado, G.P., Calvo-Manzano J.A., San Feliu, T., 2014. Diseño de un instrumento pedagógico para la enseñanza de la mejora

de procesos de software: Instrumento de enseñanza para ambientes universitarios y empresariales. 9ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información. España. pp. 295-301.

Guitart, I., Rodríguez, M. E., Cabot, J. y Serra, M., 2006. Elección del modelo de evaluación: caso práctico para asignaturas de ingeniería del software. Actas las XII Jornadas Enseñanza Univ. Informática. Jenui. pp.191–198.

Höst, M., Regnell, B., and Wohlin, C., 2000. Using Students as Subjects: A Comparative Study of Students and Professionals in Lead-time Impact Assessment. Empirical Software Engineering. Vol. 5 (3). pp. 201-214.

ISO 29110, 2011. Software engineering -- Lifecycle profiles for Very Small Entities (VSEs). Disponible en <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:51154>

Kolmos, A., 2004. Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos. Educar. No. 33, pp. 77-96.

Lethbridge, T.C. 2000. What knowledge is important to a software professional?. Computer. Vol. 33(5). pp. 44-50.

Martí, J. A., et al., 2010. Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia innovadora docente. Revista Universidad EAFIT, Vol. 46 (158). Colombia. pp. 11-21.

Murphy, KL., Gazi, Y., 2001. Role plays, panel discussions and simulations: Project-based learning in a web-based course. Education Media International. Vol. 38 (4). pp. 261-269.

NMX-I-059/02-NYCE-2011, 2011. Tecnología de la Información - Software - Modelos de Procesos y Evaluación para el Desarrollo y Mantenimiento de Software. Parte 02, Requisitos de Procesos (MoProSoft). 2a ed. Ed. NYCE. México DF., México. pp. 62.

NMX-I-059/03-NYCE-2011, 2011. Tecnología de la Información - Software - Modelos de Procesos y Evaluación para el Desarrollo y Mantenimiento de Software. Parte 03, Guía de implantación de procesos. 2a ed. Ed. NYCE. México DF., México.

OCDE 2002. Proyecto DeSeCO. Disponible en <http://www.deseco.admin.ch/bfs/deseco/en/index/03/02.parsys.78532.downloadList.94248.DownloadFile.tmp/2005.dscexecutivesummary.sp.pdf> – Consultado agosto de 2015.

Pavié, A., 2011. Formación docente: hacia una definición del concepto de competencia profesional docente. REIFOP. Vol. 14 (1). pp. 67-80. Disponible en <http://www.aufop.com> – Consultado en agosto de 2015.

PMI, 2014. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)—Quinta edición. Project Management Institute. ISBN 9781628250091.

R. Juárez-Ramírez,K. Cortés Verdín,B. A. Toscano de la Torre,H. Oktaba,C. A. Fernández y Fernández,B. L. Flores Rios,F. Angulo Molina, 2013. Estado Actual de la Práctica de la Ingeniería de Software en México.

Reitmeier, CA., 2002. Active learning in the experimental study of food. Journal of Food Science Education,Vol. 1. pp. 41-44.

Reyes, R., 1998. Native perspective on the school reform movement: A hot topics paper, Northwest Regional Educational Laboratory, Comprehensive Center Region X.

Rodríguez-Sandoval, E.; Vargas-Solano, É. M.; Luna-Cortés, J., 2010. Evaluación de la estrategia aprendizaje basado en proyectos. Educación y Educadores. Abril-Sin mes. pp. 13-25.

Runeson, P., 2003. Using Students as Experiment Subjects-An Analysis on Graduate and Freshmen Student Data. In Proceedings of the 7th International Conference on Empirical Assessment in Software Engineering (Keele University,UK). pp. 95-102.

Sánchez Martínez, A., Rojas Molina, A., y Sánchez Flores, L. 2015. Transformando la educación tradicional a través del aprendizaje basado en proyectos y el uso de las tecnologías de la información y comunicación. Repositorio Digital Universitario de Materiales Didácticos. Universidad Nacional Autónoma de México.

Santa, J., Zamora, M. A., Ubeda, B., 2008. El aprendizaje basado en proyectos en materias de ingeniería informática y sus implicaciones. I Jornadas sobre nuevas tendencias en la enseñanza de las ciencias y las ingenierías.

SEC. School Enterprise Challenge. 2015. Disponible en <http://www.schoolenterprisechallenge.org/es/about-2/que-es-el-concurso-escuela-emprededora/que-es-una-empresa-escolar/> Consultado agosto de 2015.

SE, 2014. Centros de desarrollo certificados/verificados vigentes en modelos de calidad. Secretaria de Economía. Disponible en <http://www.prosoft.economia.gob.mx/>

Smilor, R. W.; Gibson, D. V.; y Dietrich, G. B., 1990. University spin-out companies: technology start-ups from UT-Austin. Journal of Business Venturing, Vol. 5 (1). pp. 63-76.

Sousa, DA., 1995. How the Brain Learns. Reston, VA: The National Association of Secondary School Principals, 143 pp.

Steffensen, M.; Rogers, E. M.; y Speakman, K., 2000. Spin-off from research centers at a research university. Journal of Business Venturing. Vol. 15 (1). pp. 93-111.

Tippelt, R. y Lindemann, H., 2001. El Método de Proyectos. Berlín, 2001.

UABC, 2006. Estatuto Escolar de la Universidad Autónoma de Baja California.

UABC, 2009. Proyecto de reestructuración del programa educativo de Licenciado en Sistemas Computacionales. Facultad de Ingeniería Mexicali. Universidad Autónoma de Baja California. México.

UABC, 2010. Guía metodológica para la creación y modificación para los programas educativos de la Universidad Autónoma de Baja California. Cuadernos de Planeación y Desarrollo Institucional. Disponible en <http://www.uabc.mx/planeacion/cuadernos/c15.pdf>

Notas biográficas:



María Angélica Astorga Vargas Maestra en Ciencias en el área de Computación. Profesora titular de tiempo completo en el Programa Educativo de Licenciado en Sistemas Computacionales de UABC. Su área de investigación es Modelos de Procesos de Software. Pertenece a la Red Temática Mexicana de Ingeniería de Software. Ha participado como consultora en la implementación de la NMX-I-059-NYCE-2011 y como Miembro de Equipo Evaluador en SCAMPI A de CMMI. Cuenta con experiencia en los procesos de reestructuración y acreditación de planes de estudios de licenciatura en la Facultad de Ingeniería, UABC Mexicali.



Brenda Leticia Flores Rios Doctora en Ciencias por la UABC. Responsable del área de Ingeniería del conocimiento del Instituto de Ingeniería, desarrollando proyectos de investigación relacionados a la Gestión del Conocimiento y Mejora de procesos de software. Imparte docencia en licenciatura y posgrado. Pertenece a la Red Temática Mexicana de Ingeniería de Software. Ha participado como consultora en la implementación de la NMX-I-059-NYCE-2011 y como Miembro de Equipo Evaluador en SCAMPI A de CMMI.



Jorge Eduardo Ibarra Esquer Maestro en Ciencias por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Se desempeñó como coordinador del Programa Educativo de Ingeniero en Computación de UABC. Actualmente, es Profesor titular de tiempo completo y desarrolla líneas de investigación en enseñanza de la programación, sistemas electrónicos digitales e internet de las cosas. Pertenece a la Red Temática Mexicana de Ingeniería de Software. Cuenta con experiencia en los procesos de reestructuración y acreditación de planes de estudios de licenciatura ante el organismo Consejo Acreditador de la enseñanza de la Ingeniería Superior, A.C. (CACEI).



Josefina Mariscal Camacho Maestra en Ingeniería en Sistemas. Actualmente, es Coordinadora del Programa Educativo de Licenciado en Sistemas Computacionales y profesora titular de tiempo completo de UABC. Su área de investigación es Redes y Telecomunicaciones. Ha participado en los procesos de reestructuración del plan de estudios de la Licenciatura en Sistemas Computacionales de la Facultad de Ingeniería, UABC. Es responsable del proceso de reacreditación ante el organismo acreditador Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación, A.C. (CONAIC).



Luis Enrique Vizcarra Corral Maestro en Ciencias en Ciencias de la Computación por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Profesor titular de tiempo completo en el Programa Educativo de Licenciado en Sistemas Computacionales de la Facultad de Ingeniería, UABC Mexicali. Ha participado en al menos 10 proyectos de investigación aplicada, vinculación y de desarrollo tecnológico con financiamiento externo e interno. Cuenta con experiencia en los procesos de reestructuración de planes de estudio, así como en la obtención de acreditación por parte del Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación, A.C. (CONAIC).



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 2.5 México.