

FORMACIÓN DE INGENIEROS, APRENDIZAJE POR PROYECTOS. CASO: SISTEMA DE GESTIÓN DIGITAL PARA CONTRATACIONES

R. B. Silva López¹
J. D. Hanel Del Valle²
D. González Pineda³

RESUMEN

La formación integral de un ingeniero debe contemplar el método de aprendizaje por proyectos, para que ponga en práctica sus conocimientos y desarrolle competencias profesionales. El proyecto surge a partir de un problema común en las Instituciones de Educación Superior: gran parte de la administración en la Universidad se lleva a cabo de forma manual con el uso de papel, donde el almacenamiento y recuperación de la información puede tomar mucho tiempo. La metodología utilizada integra el modelado de procesos administrativos con el Business Process Model and Notation. Además de retomar parte del estándar para la administración de proyectos del Process Management Institute. La investigación arroja dos beneficios importantes: a) el alumno desarrolla competencias profesionales que le permitirán integrarse fácilmente en el mercado laboral y b) el proyecto tiene un impacto estratégico al mejorar la eficiencia de contratación y control de expedientes de académicos y ayudantes, con la posibilidad de replicarlo en aproximadamente 50 Departamentos Académicos de la Universidad Autónoma Metropolitana.

ANTECEDENTES

El método de proyectos se define como un conjunto de experiencias de aprendizaje en torno a un proyecto complejo del mundo real, que permiten al alumno desarrollar habilidades y aplicar sus conocimientos en otros contextos. Blumenfeld (1991) plantea algunas características del método de proyectos tales como: a) planteamiento de un problema real que involucra diferentes áreas; b) ofrece oportunidades para que los alumnos aprendan nuevos conceptos mediante la investigación, apliquen los conocimientos adquiridos y representen su conocimiento de diferentes maneras; c) facilita la colaboración entre alumnos, maestros y otros involucrados, con la finalidad de compartir y distribuir el conocimiento entre los miembros de la comunidad de aprendizaje; y d) favorece el uso de herramientas cognitivas y ambientes de aprendizaje que motiven al alumno a representar sus ideas.

Mientras que para Hernández (2000), el método de proyectos es una estrategia transdisciplinaria que se relaciona con muchas técnicas de enseñanza-aprendizaje, tales como el estudio de casos y el aprendizaje basado en problemas.

Por su parte, el Buck Institute for Education propone cuatro elementos que caracterizan del método de proyectos: 1) los contenidos utilizados son significativos y relevantes para el alumno, al presentar situaciones y problemáticas reales; 2) los alumnos buscan información para resolver problemas y construir su propio conocimiento; 3) los proyectos permiten al alumno desarrollar habilidades de colaboración, e interdependencia cruciales para concluir

¹ Profesor-Investigador. Universidad Autónoma Metropolitana. rbsl@correo.azc.uam.mx.

² Profesor-Investigador. Universidad Autónoma Metropolitana. hvdj@correo.azc.uam.mx.

³ Estudiante de Ingeniería en Computación. Universidad Autónoma Metropolitana. goketsu@live.com.

con el proyecto; y 4) al trabajar con proyectos el alumno desarrolla habilidades de aprendizaje autónomo, se vuelve más productivo y entra en un ciclo de mejora continua.

Por otro lado, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es un modelo de aprendizaje en el que se planean, implementan y evalúan proyectos relacionados con el mundo real por parte de los alumnos, según Dickinson (1998) y Harwell (1997). Las actividades de aprendizaje que se realizan en el ABP se desarrollan a largo plazo de manera interdisciplinaria, centradas en el alumno de acuerdo con Penuel, Means y Simkins (2000). Así mismo, el trabajo de Díaz-Barriga y De Fillipi, muestra que el aprendizaje basado en proyectos facilita la integración del conocimiento a partir de la asignación de una tarea con objetivos específicos y su aplicación en situaciones reales (Álvarez Borrego, V., et al, 2010).

Diversos autores reportan los beneficios que aporta a los alumnos el modelo al aprendizaje por proyectos:

- Los alumnos desarrollan habilidades de colaboración, comparten ideas, expresan opiniones y negocian soluciones. Habilidades fundamentales en el ámbito laboral, al aprender haciendo.
- Fomentan sus habilidades para resolver problemas (Moursund, Bielefeld, & Underwood, 1997).
- Desarrollan competencias de planeación de proyectos, manejo del tiempo, comunicación y toma de decisiones (Dickinson et al, 1998).
- Mejoran su autoestima, con cada logro obtenido, al saber que contribuyen en la solución de problemas reales que benefician a la comunidad. Incrementan las fortalezas individuales de automotivación (Thomas, 2000).
- Incrementan la motivación y el interés en las actividades que deben realizar los alumnos. (Bottoms & Webb, 1998; Moursund, Bielefeld, & Underwood, 1997).

En el modelo por proyectos, el alumno es un actor activo en el proceso de aprendizaje, al realizar una reflexión continua de sus acciones.

En este trabajo de investigación, se concibe un proyecto como el esfuerzo temporal para crear un producto o servicio único, que tiene un inicio y un fin. Por lo tanto, el aprendizaje basado en proyectos es una metodología basada en el desarrollo de un proyecto para resolver un problema complejo del mundo real, trabajando en un equipo multidisciplinario. Partiendo de ésta definición, se propone aplicar una metodología adaptada del ABP que incorpora parte de la metodología del Process Management Institute (PMI). El objetivo es identificar los logros que alcanza el alumno y los problemas a los que se enfrenta durante el desarrollo del proyecto, así como los beneficios generados al concluir.

El caso aplicativo contempla las siguientes variables:

- a) *Unidad de Enseñanza Aprendizaje*: Proyecto Integral de Ingeniería en Computación.
- b) *Alumno*: David González Pineda.
- c) *Profesores*: Rafaela Blanca Silva López y Jorge Dámaso Hanel Del Valle.
- d) *Institución*: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A).

- e) *Involucrados*: Iris A. Méndez Gurrola (Académico) y Elena Cruz Miguel (Asistente Administrativa).
- f) *Proyecto general*: Sistema de Gestión Digital (Silva, R.B., et al Cruz, E., Méndez, I., Hernández, J.A. , 2013).
- g) *Proyecto específico*: Sistema de gestión de procesos de contratación.

El objetivo general del proyecto fue “Diseñar e implementar un sistema de información que gestione los procesos relacionados con las contrataciones del personal académico del Departamento de Sistemas de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la UAM-A considerando lo indicado por la Legislación Universitaria en el ámbito sobre el ingreso de personal académico, utilizando la metodología de gestión de procesos de negocio”.

Mientras que los objetivos específicos del proyecto fueron: a) Diseñar e implementar un módulo que gestione el proceso de contratación de personal académico curricular, basado en el modelado de procesos de negocio; y b) Diseñar e implementar un módulo que gestione el proceso de contratación de profesores visitantes, basado en el modelado de procesos de negocio.

METODOLOGÍA

La metodología se fundamenta en la aplicación del modelo del aprendizaje basado en proyectos adaptado, considerando como hipótesis que el ABP fortalece la capacidad del alumno para resolver problemas de manera estructurada y sistemática, aplicando los conocimientos y habilidades personales del mismo y promoviendo el aprendizaje autónomo. Al mismo tiempo, se desarrollan procesos complejos de pensamiento, aprendiendo a colaborar, adquiriendo habilidades en el uso de tecnologías y las competencias necesarias para gestionar proyectos.

El método que se siguió se fundamenta en el propuesto por el PMI, inicia con una planeación, ejecución y evaluación para concluir con el cierre del proyecto al generar un nuevo producto o servicio. Durante la planeación se establecen metas, se determinan las actividades, los costos, y los tiempos. Como parte de la ejecución se lleva a cabo un monitoreo y supervisión de las acciones realizadas. Después se evalúa la calidad de los resultados obtenidos, se retroalimenta el proceso para reorientar las actividades y mejorar el desempeño. Una vez que se alcanzan los objetivos y las metas se realiza el cierre o conclusión del proyecto.

Las fases de la metodología contempla que para la gestión del proyecto se aplique un grupo de procesos que integran el ciclo de vida de un proyecto: inicio, planeación, ejecución, monitoreo y control, y por último el cierre. Así mismo se consideran algunas de las áreas de conocimiento establecidas por el PMI, para este caso: alcance, tiempo, costo, riesgos, calidad, comunicación e involucrados.

Para el caso que se presenta en ésta investigación, se enfoca en el modelado de procesos de contratación, la creación de la base de datos, el mapeo de procesos a BPMN, y concluye con el desarrollo del sistema de gestión digital para los procesos de contratación. A continuación se describen brevemente las cuatro fases.

Fase 1. Modelado de procesos de contratación

El alumno realiza el análisis de requerimientos para determinar el alcance del proyecto, colaborando directamente con la asistente administrativa, aprovechando su experiencia. Posteriormente realiza el modelado de procesos de contratación de personal en el Departamento de Sistemas, utilizando un conjunto de fichas técnicas (algunas se muestran en las Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Datos generales del proceso

UML		BPMN	
Nombre del proceso	Contratación de personal académico por Convocatoria a Concurso de Evaluación Curricular	Nombre del pool	Contratación de personal académico por Convocatoria a Concurso de Evaluación Curricular
N° roles	6	N° de sendas	6
Rol /responsable	Jefatura de Departamento	Usuario(s)	6

Entrada: Necesidad de contratación de personal académico por convocatoria a concurso de evaluación curricular.

Salida: Documentos almacenados de la convocatoria y en su caso contratación del recurso solicitado.

Tabla 2. Detalle de Actividad 1.0 Solicita recursos de acuerdo a los requerimientos

				Tipo de tarea: Humana
¿Qué?	Nombre de la actividad:	1.0 Solicita recursos de acuerdo a los requerimientos.	Nombre de la Tarea:	1.0 Solicita recursos de acuerdo a los requerimientos del departamento.
	Objetivo de la actividad:	Solicitar los requerimientos de personal académico curricular para elaborar la convocatoria correspondiente.	Objetivo de la tarea:	El usuario deberá llenar los campos correspondientes para solicitar la elaboración de de la una convocatoria curricular.

Continuación Tabla 2

¿Quién?	Rol Responsable	Jeafatura del Departamento	Usuario / Perfil	
----------------	------------------------	-----------------------------------	-------------------------	--

¿Cómo?	Variables a utilizar	
	cveConv	auxTipoCat
	idPlazaConv	auxTiempoDecConv
	nomCausanteConv	auxIdPlazaConv
	numEconomCausalConv	finiCont
	idUnidadAcadConv	ffinCont
	idDivConv	horarioConv
	idDeptoConv	actRealConv
idCausalConv	perfilConv	

Fase 2. Diseño de la Base de Datos

Una vez concluido el modelado de procesos de contratación, se identifican los datos clave que se requieren para iniciar con el diseño e implementación de la base de datos que fungirá como repositorio de la información. Con éstos datos se construye el diagrama entidad-relación de la base de datos relacional que soportará los procesos de contrataciones. Los datos de contrataciones son sólo una parte de la base de datos completa que considera los procesos que componen el meta-modelo del Sistema de Gestión Digital, lo que evidencia la complejidad del problema que aborda el alumno en el proyecto desarrollado (Silva, R.B., 2013).

Fase 3. Mapeo del modelado de procesos de contratación en BPMN

Se utilizó el estándar internacional Business Process Management Notation (BPMN) para el modelado e implementación de los procesos.

BPMN facilita la diagramación de los procesos de negocio, su notación es simple, proporciona un lenguaje común entre los usuarios de negocio y los técnicos, disminuye la brecha entre los procesos de negocio y su implementación.

En la Figura 1 se muestra el modelado de procesos de contratación de personal administrativo, en el diagrama se incluyen los actores involucrados así como las actividades que cada uno realiza y las relaciones que se establecen entre ellos.

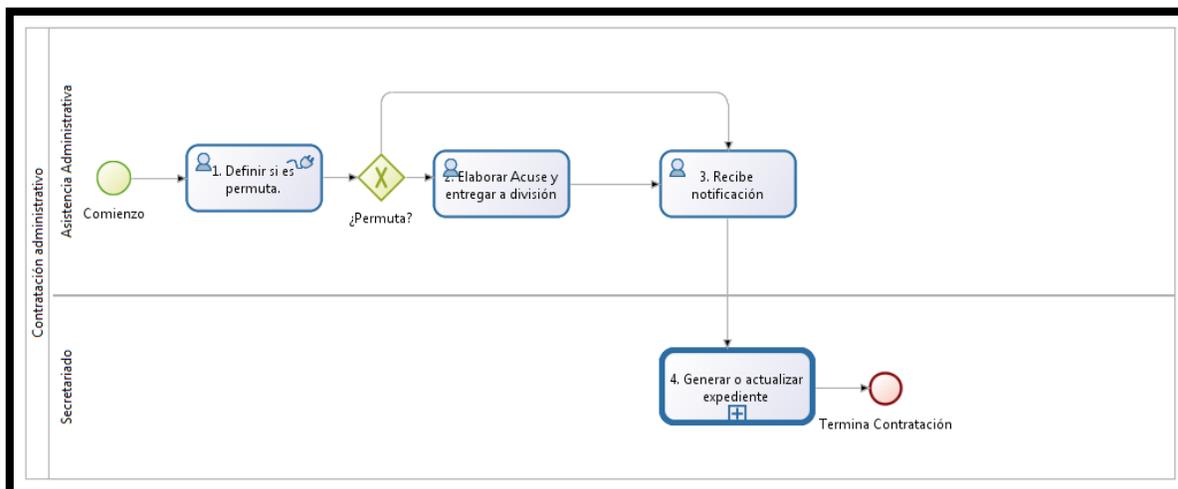


Figura 1. Modelado del proceso de contratación de administrativo, con la notación BPMN

Fase 4. Desarrollo del sistema de gestión digital para los procesos de contratación

La última fase del proyecto contempla la implementación del sistema de gestión digital que automatiza los procesos de contratación de personal. En la Figura 2 se muestra una de las pantallas del sistema.



Figura 2: Sistema de gestión digital para la contratación de personal

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como resultado de ésta investigación, se observó que el estudiante adquirió un conocimiento más profundo de las tecnologías involucradas (BPMN y BOS), aplicando los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, lo que impacta en el desarrollo de competencias deseables en un profesionista egresado de Ingeniería, tales como el liderazgo, la creatividad y el ingenio para crear sistemas que resuelvan problemas reales, la capacidad de búsqueda de información, análisis y síntesis, pensamiento sistémico, habilidades para el trabajo en equipo, uso adecuado de las TIC y autonomía en su propio aprendizaje.

Durante el año de trabajo que duró este proyecto, se tuvieron diversos obstáculos que saltar, por ejemplo: la especificación de requerimientos se incremento considerablemente,

lo que provocó que no todos los objetivos se cumplieran en tiempo y forma. Debido a la falta de experiencia del alumno, no se recopiló la información suficiente. Durante el desarrollo del proyecto fue necesario implementar subprocesos que no se identificaron durante la etapa de levantamiento de requerimientos. Sin embargo, esta experiencia fue enriquecedora en la formación del alumno, lo que le permitirá en futuros proyectos mejorar su análisis de requerimientos y no cometer los mismos errores.

El alumno realizó también un trabajo de investigación y autoaprendizaje asociado al uso del framework Bonita Open Solución (BOS), para hacer una personalización incluyendo colores y logos de la UAM, así como para el desarrollo e implementación de los conectores para BOS, que proporcionan funcionalidades requeridas que no incluía la plataforma y eran necesarios para el desarrollo del proyecto.

El alumno aplicó durante la realización del proyecto los conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera. Realizó el diseño e implementación de la base de datos relacional para almacenar los datos involucrados en el proceso de contratación de personal del Departamento de Sistemas de la UAM unidad Azcapotzalco.

Fue necesario realizar un trabajo colaborativo entre el alumno, la asistente administrativa, el Jefe de Departamento y el experto en planeación.

Los profesores tomaron un rol de mentores, realizando una transferencia de conocimiento, enseñando al alumno a hacer las cosas, fomentando la colaboración entre los involucrados en el proyecto, se delega al alumno la responsabilidad y el control del proyecto. Por su parte, el alumno funge como aprendiz, investiga para ampliar su conocimiento, organiza sus actividades para alcanzar las metas establecidas en tiempo y forma, aplica los conocimientos previos, aprende haciendo, reflexiona y reconoce sus experiencias de aprendizaje, identifica el desarrollo de sus habilidades cognitivas y del nuevo conocimiento adquirido.

CONCLUSIONES

Hay una evidencia en el cambio de comportamiento del alumno que muestra el desarrollo de competencias y habilidades de comunicación, investigación efectiva, análisis crítico y resolución de problemas complejos y capacidad de toma de decisiones. Se observó la integración del alumno con el equipo de trabajo, generando oportunidades de colaboración, a la vez que desarrollo habilidades interpersonales, que suelen ser limitadas en estudiantes de Ingeniería.

Podemos concluir que el ABP, brinda al alumno la oportunidad para desarrollar habilidades necesarias en el ámbito laboral. Mejora su autoestima y motivación al avanzar en cada fase del proyecto con éxito. El hecho de que su trabajo impacte de manera importante en el desempeño administrativo del Departamento de Sistemas es un aliciente adicional para el alumno.

Esta metodología ayuda a minimizar el “gap” que existe entre la Universidad y el mercado laboral, brindando al alumno la posibilidad de enfrentarse a un problema complejo de la realidad en la que se desenvuelve. Ofrece oportunidades de colaboración para construir

conocimientos y establecer relaciones a largo plazo con los involucrados, al mismo tiempo que desarrolla sus habilidades interpersonales. Enriquece los conocimientos técnicos del alumno, desarrolla sus habilidades para la solución de problemas. Facilita la oportunidad de realizar contribuciones en la Institución o en la comunidad universitaria. Aumenta la autoestima y motivación del alumno. Por último, brinda un mecanismo práctico y contextual para aprender a usar Tecnologías desconocidas y producir un producto de utilidad.

Cabe mencionar que el producto generado como resultado de éste proyecto, marca un cambio en la gestión dentro del Departamento de Sistemas de la UAM Azcapotzalco, en la actualidad los departamentos realizan el proceso de contratación de forma manual, lo que conlleva a la generación de errores desde el llenado de formatos, seguimiento del proceso y el manejo adecuado de los documentos en el archivo físico. Por tanto, crear un sistema para gestionar los procesos de contratación en el Departamento de Sistemas redundó en la eficiencia del desempeño de administrativos, mejoró el resguardo de la información y de documentos importantes que conforman el expediente del personal en un formato digital, minimizó la generación de errores, lleva un registro de la trazabilidad del proceso y permite la consulta de documentos en cualquier momento y desde cualquier lugar.

El producto final del proyecto podrá impactar a 50 Departamentos Académicos que se distribuyen en las 5 Unidades de la UAM.

La hipótesis se comprueba ya que el alumno tuvo la capacidad de resolver un problema complejo de manera estructurada y sistemática, aplicando sus conocimientos y habilidades personales, investigando aquellos conocimientos que no tenía lo que promovió el aprendizaje autónomo. Se observó que aprendió a colaborar, también adquirió habilidades en el uso de tecnologías (BPMN y BOS) y las competencias necesarias para gestionar proyectos bajo el estándar del PMBok.

Se continuará con la aplicación de la metodología adaptada del ABP con la metodología del PMI con alumnos de Ingeniería en la UAM para validar los resultados obtenidos y poder definir un nuevo modelo para el aprendizaje basado en proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, V., Herrejón, C., Morelos M., Rubio, M.T. (2010). *Trabajo por Proyectos: Aprendizaje con sentido*. Revista Iberoamericana de Educación. 25(5). ISSN 1681-5653. Obtenida el 10 de agosto de 2013, <http://www.rieoei.org/3202.htm>
- Blumenfeld, P. C., Soloway E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). *Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning*. Educational Psychologist, 26(3-4). 369-398. Obtenida el 20 de septiembre de 2013, https://www.academia.edu/2487241/Motivating_project-based_learning_Sustaining_the_doing_supporting_the_learning
- Bottoms G. & Webb, L.D. (1998). *Connecting the curriculum to "real life."* Breaking Ranks: Making it happens. Reston, VA: National Association of Secondary School Principals. Obtenida el 15 octubre de 2013, <http://eric.ed.gov/?id=ED434413>

- Dickinson, K.P., Soukamneuth, S., Yu, H.C., Kimball, M., D'Amico, R., Perry, R., et al. (1998). *Providing educational services in the Summer Youth Employment and Training Program [Technical assistance guide]*. Washington, DC: U.S. Department of Labor, Office of Policy & Research. Obtenida el 20 de septiembre 2013, <http://eric.ed.gov/?id=ED420756>
- Harwell, S. (1997). *Project based learning*. In W.E. Blank & S. Harwell (Eds.), *Promising practices for connecting high school to the real world*. Tampa, FL: University of South Florida, 23–28.
- Hernández, F. (2000). *Los Proyectos de trabajo: la necesidad de nuevas competencias para nuevas formas de racionalidad*. *Educar. Revista Pedagógica*, Vol. 26 39-51. Consultado 12 de septiembre 2014, <http://www.raco.cat/index.php/educar/article/viewFile/20726/20566>
- Moursund, D., Bielefeld, T., & Underwood, S. (1997). *Foundations for The Road Ahead: Project-based learning and information technologies*. Washington, DC: National Foundation for the Improvement of Education.
- Penuel, W.R., Means, B., Simkins, M. (2000). *The Multimedia Challenge*. *Educational Leadership*. 58(2), 34-38.
- Silva, R.B., Cruz, E., Méndez, I., Hernández, J.A. (2013). *Sistema de Gestión Digital para mejorar los procesos administrativos de Instituciones de Educación Superior: Caso de estudio en la Universidad Autónoma Metropolitana*. *Perspectiva Educacional*, 52(2), 104-134.
- Thomas, J.W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Prepared for The Autodesk Foundation, San Rafael, CA. Obtenida 10 de Noviembre 2013, http://www.bie.org/research/study/review_of_project_based_learning_2000