

Modelamiento del proceso de la asignatura trabajo de grado del Programa de Ingeniería de Sistemas

Cindy Lizeth Peláez Ruiz, Fabián Andrés Hoyos Carreño, John Velandia Vega

*Universidad Católica de Colombia
Bogotá D.C., Colombia*

clpelaez18@ucatolica.edu.co
fahoyos14@ucatolica.edu.co
javelandia@ucatolica.edu.co

Abstract –*This research paper defines challenges in the process of managing activities involved in the thesis subject, which is part of the bachelor curriculum of the Systems engineering program at the Catholic University of Colombia. Enterprise architecture (EA) is applied through TOGAF framework to propose a new process model to improve the current process model. The business domain defined in TOGAF is considered to analyze and define the current and new business process. Modelling and simulation are performed throughout Bonita Open Solution tool, which was assessed and selected from a qualitative benchmark for Business Process Management Systems (BPMNs). Besides quality tests as cyclomatic complexity, branches and functional tests were performed on the proposed process to guarantee the correct execution of it.*

General Terms – *Arquitectura empresarial, arquitectura base, arquitectura destino, herramientas BPMNs.*

Key Words – *Proceso, BPM, Asignatura, BPMNs, Pruebas de Calidad, Herramienta, TOGAF.*

I. INTRODUCCIÓN

A. Conceptos

Business Process Management (BPM) es una disciplina basada en la observación de actividades de negocio en las organizaciones[1]. Esto incluye cualquier actividad independientemente del área o unidad de la empresa, por ejemplo actividades administrativas o industriales.

En la actualidad, una gran variedad de empresas interesadas en mejorar la satisfacción de sus clientes o la reducción de sus costos operacionales se centran en el modelamiento y

mejoramiento de sus procesos de negocio. La gestión de Procesos de Negocio (BPM, por sus siglas en inglés) es una estrategia empresarial que busca articular el mejoramiento de los procesos de negocio en la empresa y las tecnologías utilizadas para soportar esos procesos[2].

La tecnología BPM es considerada como una estrategia para la gestión de procesos de negocio y una mejora de la ejecución del negocio a partir de la eficaz y eficiente articulación entre el modelado, ejecución y medición de los mismos[3]. De la misma manera, el BPM también puede ser visto como una filosofía de gestión. Es un conjunto de principios que, tomando como eje los procesos, plantea medir los resultados obtenidos, para controlar las actividades y procedimientos con los cuales se toman las decisiones que correspondan y se mejora el rendimiento del negocio[3].

Actualmente las organizaciones buscan llevar a cabo sus procesos y actividades internas, de la mejor manera posible, teniendo como objetivo clave la reducción o mitigación de riesgos que afecten a gran escala los proyectos o la organización como tal[2]. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los procesos dentro de las organizaciones han tomado un gran auge en la actualidad debido a su ágil administración y verificación de procedimientos en los mismos, debido a que se puede examinar, evaluar y replantear algunas actividades que se encuentren incorrectas, inconsistentes, poco óptimas, debido al modelado detallado del proceso de negocio en el que se enfoca y así las organizaciones pueden tomar decisiones oportunas en pro de ellas mismas [4].

B. Definición del problema

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Colombia en su programa de Ingeniería de Sistemas y Computación ofrece la asignatura trabajo de grado como componente particular dentro del plan de estudios del programa. Esta particularidad es debido a que el proceso de inscripción y

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

2016 8th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS), Cartagena de Indias – Colombia. April 27 – 29.

desarrollo de la asignatura tiene inherente criterios tales como haber aprobado cierto número de créditos previos, tener el aval de un tema específico por parte de alguno de los profesores habilitados para dirigir trabajos de grado, entre otros requisitos. Sin embargo, de acuerdo a los puntos de vista de estudiantes y profesores el proceso carece de un estándar de calidad que permita medir indicadores de desempeño y operacionales de los actores involucrados en el proceso, incluso hay criterios que no se encuentran documentados, modelados, ni automatizados. Estas carencias surgen debido a que el proceso inherente a la asignatura es ejecutado de una forma manual y sin ningún orden, apoyado de programas ofimáticos para la recolección, administración y almacenamiento de la información que surge durante todas las fases que hacen parte de la asignatura.

C. Contribuciones de la investigación

Considerando que el proceso actual de gestión de la asignatura de trabajo de grado no cuenta con un modelo de proceso formal y automático, este paper tiene como objetivo desarrollar un modelo de proceso para la gestión de actividades inherentes a la asignatura. De acuerdo a lo anterior las principales contribuciones de esta investigación son:

- Desarrollar un modelo de proceso que permita establecer un orden de ejecución de las actividades antes, durante y después de finalizar la asignatura trabajo de grado.
- La definición del modelo de proceso se realiza a través de sistemas de información que permiten modelar, simular y probar procesos de negocio, tales sistemas son conocidos como BPMNS, para lo cual se presenta una evaluación cualitativa y sus criterios asociados que permiten seleccionar la herramienta adecuada para esta investigación.
- Se presenta un modelo de pruebas de caja blanca y caja negra orientadas normalmente a desarrollo de software, la novedad en esta investigación es que estas pruebas son extrapoladas a la simulación de procesos de negocio.

II. METODOLOGÍA

Se utilizará como marco de referencia el Framework del Open Group, por sus siglas en inglés, TOGAF, el cual es considerado a nivel mundial como un conjunto de buenas prácticas para abordar proyectos desde tres dominios: el dominio de negocio, dominio de aplicaciones y dominio de tecnología o infraestructura[5]. Este marco de referencia se abordará únicamente desde el dominio de negocio, el cual se enfoca en la definición de actividades, roles y procesos que apoyan la cadena de valor de cualquier organización[6]. La razón por la cual únicamente se utilizará el dominio de negocio es porque los sistemas de información y la infraestructura tecnológica son

abordados una vez los procesos se encuentren claramente definidos, los cuales serán el resultado de esta investigación.

El dominio de proceso desde el punto de TOGAF está dividido en dos fases: (1) la definición de la arquitectura actual, que consiste en realizar una definición de los procesos, actividades y roles asociados con el proceso actual a abordar. (2) La definición de la arquitectura destino, la cual comprende la definición del modelo de proceso que se quiere alcanzar[6].

Por otra parte, esta investigación involucra la comparación y selección de una herramienta BPMS, que permitirá modelar y simular el modelo de proceso formal para la asignatura trabajo de grado. Finalmente, se presenta la arquitectura destino suministrando el diseño del modelo de proceso y sus pruebas asociadas.

A. Arquitectura actual: dominio de negocio

Con el propósito de definir el modelo de proceso para la asignatura trabajo de grado, se aborda esta investigación a través de un análisis del modelo de proceso actual, aplicando entrevistas y encuestas sobre profesores, estudiantes y egresados del programa ingeniería de sistemas. De esta manera se obtendrá la información necesaria para construir el modelo de proceso actual.

1) Recopilación De Información

Las herramientas que se utilizaron para este diagnóstico fueron encuestas y entrevistas:

- Encuesta: Para esta técnica de recopilación de datos se consideró una muestra de estudiantes que están cursando la asignatura, estudiantes que están por cursar la asignatura y egresados, a los que se les aplicó instrumento de preguntas, ver Figura 1.
- Entrevista: Para esta técnica de recopilación de datos se seleccionaron el coordinador de trabajos de grado y dos directores de la materia trabajo de grado para definir el proceso de negocio actual considerando tres puntos de vista diferentes de expertos.

2) Análisis de Información

Los resultados de la encuesta presentados a continuación corresponden a la información dada por un total de 50 personas, los cuales contestaron voluntariamente la encuesta, como se muestra en la Tabla 1, el 72% se encuentran cursando la asignatura, es decir que esta muestra de estudiantes permitirá analizar desde una perspectiva actual del proceso, vistas positivas y negativas de los estudiantes de la asignatura.

Estado del Estudiante	Cant.	Porcentaje
Cursando Trabajo de Grado	36	72%
Finalizo Trabajo de Grado	7	14%
Aún no ha iniciado Trabajo de Grado	7	14%
Total estudiantes	50	100%

Tabla 1. Estado del Estudiante

El 14% de los encuestados eran egresados de la Universidad, lo que brinda una visión completa del proceso en el cual ellos participaron, tomando a si puntos de vista completos dejando de lado la suposición y expectativa frente al proceso donde se evaluara lo ya vivido dentro del proceso por parte de ellos, el restante de encuestados está conformado por el grupo de aspirantes a ver la asignatura, esto da la libertad de analizar las expectativas con las que llegan los estudiantes, las ideas erróneas o correctas con las que se ve el proceso desde antes de entrar a él.

La Figura 1 presenta una de las preguntas que se diseñaron para la encuesta. Esta figura muestra la agrupación de respuestas de estudiantes aspirantes a tomar la asignatura, estudiantes cursando la asignatura y los egresados. Aproximadamente un 25% de los estudiantes y egresados tiene como percepción la carencia de aplicación de las actividades inherentes a la asignatura trabajo de grado. Mientras que el 75% de estudiantes restante está de acuerdo en que el proceso de negocio de la asignatura trabajo de grado ejecuta las siguientes actividades principales:

- ✓ Al inicio de las sesiones de seguimiento son claras las reglas de trabajo.
- ✓ La programación cumple con lo propuesto con el estudiante.
- ✓ Se generan espacios de retroalimentación sobre el trabajo de grado.
- ✓ Brinda pautas dando continuidad al trabajo de grado.

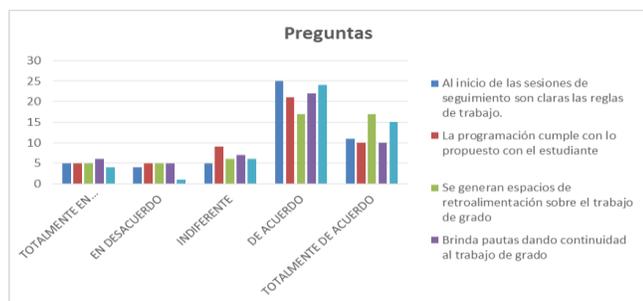


Figura 1. Ejemplo de Evaluación de Encuesta

III. COMPARACIÓN DE HERRAMIENTAS BPMNS

La manera mediante la cual se representa los procesos de negocio y sus actividades, es a través de Business Process Management Notation (BPMN)[3]. La última versión de la notación es BPMN 2.0 la cual tiene como objetivos el suministrar un conjunto de elementos que representen situaciones comunes de procesos de negocio y facilitar la interpretación humana a través de representaciones visuales[1].

La determinación de la tecnología BPM que se va utilizar para implementar los procesos de negocio es un punto relevante en esta investigación debido a que hay herramientas libres y comerciales, cada uno con diferentes características [1]. A

continuación se definen criterios de evaluación considerando los requerimientos de la institución donde se está aplicando este caso de estudio.

A. Criterios de evaluación

Los criterios escogidos para esta investigación son:

- ✓ Proceso de instalación.
- ✓ Tipo de licenciamiento.
- ✓ Módulos que ofrece cada herramienta.
- ✓ Facilidad de uso, posibilidad de ejecutar los procesos.
- ✓ Posibilidad para validar los diagramas.
- ✓ Dificultades, versión soportada de BPMN.

B. Herramientas BPMS

Actualmente existen muchas tecnologías para la gestión de procesos de negocio de gran importancia para las empresas e instituciones, la idea era que a través de estas herramientas se satisficiera las necesidades que los sistemas de información no alcanzaban a abarcar, el aumento en la productividad y mayor competitividad [7].

Business Process Management Systems (BPMS) son sistemas de información que suministran características tales como diseñar, similar y automatizar procesos de negocio[8]. De esta manera las organizaciones pueden mejorar y controlar procesos críticos en sus cadenas de valor, donde se ven involucrados sistemas, maquinas, personas actividades e información, componentes importantes en la definición de cualquier proceso de negocio[9]. Empresas dedicadas a la banca financiera, seguros, telecomunicaciones y manufactura, entre otras, reportan beneficios al implementar este tipo de sistemas, por ejemplo optimización de procesos, aseguramiento de la calidad y optimización de tiempos [10].

Debido a que no hay una fuente científica que establezca los BPMs más utilizados en la industria y en el ámbito académico, a continuación se presentan algunas herramientas de software libre y licenciado basado en el cuadro mágico de Gartner[11], el cual evalúa proveedores tales como BonitaSoft BPM, Oracle BPM Suite, Lombardi la suite BPM de IBM, Bizagi BPMS y AuraPortal BPMS.

C. Evaluación

La Tabla 2 especifica las características en detalle de cada una de las herramientas, las cuales fueron adoptadas a partir de la documentación suministrada por los proveedores de las mismas a través de sus portales Web.

El mecanismo de evaluación y selección de la herramienta BPMNs fue a través de medidas cualitativas, a partir de las cuales las siguientes variables fueron consideradas: tipo de licenciamiento libre, módulos que permitieran diseñar, simular y automatizar procesos de negocio a través de interfaces Web, versión BPMN 2.0. De acuerdo a lo anterior, se seleccionó la herramienta Bonita software.

Criterios/Nombre	Procesos de instalación	Tipo de licenciamiento	Módulos ofrecidos	Facilidad de uso	Posibilidad de ejecutar procesos	Posibilidad para validar los diagramas	Dificultades	Versión soportada de BPMN
BontaSoft	Se requiere de un registro previo para poder descargar la herramienta. Si se siguen las indicaciones no se tiene ninguna dificultad con la instalación.	Libre	Modelador de procesos. Diagramas de procesos de validación. Procesos de simulación. Conectores Integrados. Depurador. Editor de formularios.	Agradable a la vista. Presenta colores para los objetos. Se puede modificar el tamaño y la letra. El uso de conectores es sencillo. Se puede poner texto entre ellos.	Si, permite la ejecución de procesos y la exportación hacia otras herramientas.	Si, cuenta con mensajes de error y advertencia que aparecen cuando una tarea no es configurada apropiadamente.	No cuenta con gateways vacíos lo cual puede confundir un poco al usuario a la hora de interpretar un diagrama	BPMN 2.0
Oracle BPM Suite	Se debe tener componente s instalados como el JDK de java, también debe contar con la instalación de una base de datos y un servidor de aplicaciones. La instalación es tediosa.	Comercial	Modelador de procesos. Analizador de procesos, BAM, Oracle Service Bus. Generación de subprocesos. Migración. Importación de reglas de negocio.	Requiere de un usuario experto en la herramienta, con el fin de aprovechar todos sus módulos.	Si, permite ejecutar tareas manuales de manera automática, monitorear en tiempo real los indicadores de desempeño definidos, identificar así los puntos de mejora e iniciar la optimización continua de los procesos de negocio.	Si, cuenta con mensajes de error y advertencia que aparecen cuando una tarea no es configurada apropiadamente.	La herramienta tiene integración con herramientas de desarrollo.	BPMN 2.0
Lombardi Suite IBM	Necesita de la instalación de servidores específicos para que la herramienta funcione, el software viene para descargarse en partes, requiere de configuración avanzada para un usuario del común.	Comercial	Modelador de procesos. Monitoreo en tiempo real. Análisis y optimización. Diseño de integración (BPEL / SOA). Adaptadores de integración.	Los usuarios que usen esta herramienta deben capacitarse en el uso de esta.	Si, permite realizar una reproducción interactiva que permite validar los requisitos del proceso en cualquier momento.	Si, cuenta con mensajes de error y advertencia que aparecen cuando una tarea no es configurada apropiadamente.	No cuenta con el estándar BPMN, para el modelamiento de procesos.	BPMN 2.0
Bizagi BPMS	La herramienta se puede descargar desde la página oficial, es fácil de instalar.	Prueba / Comercial	Modelador de procesos. Automatización de los procesos. Motor de integración. BAM. Reglas de negocio.	Esta herramienta es bastante fácil de usar, puesto que proporciona una vista amigable al usuario y todos sus componentes están organizados y de fácil acceso.	Si, permite ejecutar procesos, se basa en un conjunto de componentes que ofrecen toda la funcionalidad para una efectiva gestión en los procesos.	Si, cuenta con mensajes de error y advertencia que aparecen cuando una tarea no es configurada apropiadamente.	No soporta la extensión de tareas.	BPEL
AuraPortal BPM	Es necesario tener un servidor donde se instalará la aplicación, la cual es accedida a través de un navegador por un cliente. Necesita de personal técnico para realizar la instalación.	Comercial	Modelador de procesos. Simulación de procesos. Monitoreo de procesos. Ejecución de procesos.	AuraPortal incorpora el "Avisador", funcionalidad que hace que el usuario reciba un aviso (visual y/o acústico) al recibir una nueva tarea, auge que se encuentre fuera de la aplicación.	Si, permite ejecutar los procesos, es la etapa donde se ponen en marcha los procesos en la herramienta, es llamada la fase de producción.	Informa al usuario para prevenir posibles errores de sintaxis que se pudieran dar durante la diagramación del proceso	Es difícil modelar los subprocesos por falta de espacio. No cuenta con las opciones de los Eventos de BPMN que posee el Visio	BPMN 2.0

Tabla 2 Evaluación de Herramientas BPMS

IV. ARQUITECTURA DESTINO: DISEÑO DEL MODELO DE PROCESO

En esta sección se presenta la arquitectura destino del dominio de negocio, de acuerdo al marco de referencia TOGAF. La Figura 2 presenta el modelo de proceso propuesto y la descripción del mismo se desarrolla a continuación:

Este proceso tiene como objetivo gestionar los trabajos de grado de los estudiantes en las diferentes modalidades que ofrece el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Colombia. El alcance del proceso consiste en controlar desde el ingreso de los estudiantes a la asignatura, donde escogen el tema y la modalidad, las sesiones trabajadas con el docente, hasta llegar a la aceptación del proyecto y socialización.

Por otra parte, los roles y responsabilidades especifican la responsabilidad que se desempeñan en el proceso de los siguientes roles: estudiante, docente, comité de trabajo de

grado, evaluador, para una información más clara a cerca de los roles.

La implementación del proceso se describe en la Figura 2. donde se observa el diagrama del proceso de la asignatura trabajo de grado. El proceso inicia con la actividad de ingresar los datos básicos para registrarse en la materia trabajo de grado, por ejemplo, datos personales, número de personas a participar, entre otros. Seguidamente se realiza la validación automática de la integridad de los datos, por ejemplo se valida si el estudiante tiene el mínimo de créditos aprobado para cursar la asignatura. Si el requisito de los créditos no es aprobado el sistema regresa al procesos de selección.

Si el estudiante aprueba los requisitos, pasa a la siguiente actividad donde el docente acepta la propuesta de trabajo de grado. Si el trabajo de grado es aceptado el sistema va a una nueva actividad donde se controla las sesiones del anteproyecto, en donde el docente registra las actividades que se realizaron en la sesión y las correcciones que se deben hacer

para la siguiente sesión. Hasta que el profesor no apruebe el anteproyecto el estudiante debe realizar una actividad donde registra los cambios que se realizaron en el anteproyecto.

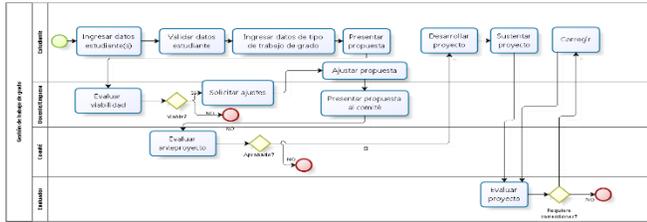


Figura 2 Proceso de negocio propuesto

Cuando el anteproyecto es aprobado por el docente, el anteproyecto pasa a una actividad donde es revisado por el comité de trabajo de grado, en esta actividad el comité verifica el anteproyecto y lo acepta, seguido de esto se realiza el seguimiento del proyecto en un actividad, en donde, el docente verifica cada corrección y acepta el proyecto. Cuando el proyecto es aceptado se hacen dos actividades donde se evalúa el proyecto por parte del comité de trabajo de grado y los evaluadores que revisan el trabajo de grado en la socialización.

Por ultimo tanto el comité como el evaluador dan su veredicto según criterios para evaluar un trabajo de grado como presentación personal, exposición del tema claro, manejo del tema. Con base en los criterios se evalúan los trabajo y se aprueba el trabajo de grado para terminar en el proceso con un mensaje de se aprobó la asignatura trabajo de grado.

V. PRUEBAS DE CALIDAD

Se realizaron pruebas de calidad con el fin de verificar los requerimientos y encontrar errores en el funcionamiento del proceso. Se utilizaron las técnicas de caja blanca y caja negra, siendo las más utilizadas para realizar las pruebas en ingeniería de software [12].

A. Pruebas de caja blanca

Las pruebas de caja blanca se utilizan para verificar el correcto funcionamiento lógico del proceso[12]. En esta etapa se procede a seleccionar el número de caminos posibles por lo que se utilizara el modelo de ruta básica.

Para determinar los posibles caminos que puede tomar el proceso se utilizara teoría de grafos. Para este caso lo primero que se hace es determinar el número de aristas y el número de nodos, luego se debe aplicar la formula $(A - N + 2)$ donde A es el número de aristas y N el número de nodos, esta fórmula es la que determina el número de caminos posibles[12]. En la

Figura 2 se encuentra el grafo dirigido del proceso trabajo de grado. Extrapolando la formula a las pruebas se definió lo siguiente: Número Nodos: 25, Número de Aristas: 35 y Número de caminos: $35-25+2 = 12$. Como resultado de las

pruebas se determinó que las actividades relativas al proceso, incluyendo las entradas y salidas funcionan correctamente.

B. Pruebas de caja negra

Actor	Sistema
1. Iniciar Sesión	
2. Ingresar el número de Estudiantes	
3. Ingresar el código del estudiante o los estudiantes que se van inscribir	
	4. Valida que exista o existan estudiantes con ese código
	5. Verifica que el código sea numérico.
	6. Muestra el nombre, apellidos, créditos y códigos de los alumnos que postulan el trabajo de grado.
7. Ingresar el director de trabajo de grado	
8. Ingresar la alternativa de trabajo de grado	
9. Ingresar el tema de trabajo de grado	
10. Notifica que cumple con los créditos necesarios	
	11. Valida que exista un director con ese nombre
	12. Valida que exista una alternativa con ese nombre
	13. Verifica que el número de créditos mayor a 84%
	14. Se agrega el estudiante o los estudiantes, con su código, con el nombre del director, con la alternativa de trabajo escogida y el tema del trabajo de grado.
15. Ingresar la empresa donde realizara la práctica de trabajo de grado. (Solo aplica para la alternativa de Practica Empresarial).	
	16. Se agrega la empresa y muestra el nombre de la persona que se encargara de guiar la práctica dentro de la empresa, junto a la razón social de la empresa. (Solo aplica para la alternativa de Práctica Empresarial).
17. Ingresar la respuesta a los requerimientos del docente para el Anteproyecto.	
18. Ingresar la respuesta a los requerimientos de la empresa para el Anteproyecto. (Solo aplica para la alternativa de Practica Empresarial)	
	19. Valida que el docente cree una nueva sesión de control de anteproyecto.
20. Ingresar la respuesta a los requerimientos del docente para el Proyecto.	
21. Ingresar la respuesta a los requerimientos de la empresa para el Proyecto. (Solo aplica para la alternativa de Practica Empresarial).	
	22. Valida que el docente cree una nueva sesión de control de Proyecto.
	23. Valida que el proyecto cumpla con las aprobaciones necesarias.
	24. Muestra el estado (aprobado o corregir) del Proyecto final

Tabla 3. Guion del Estudiante

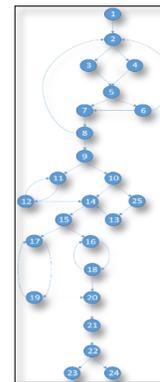


Figura 2. Grafo del Proceso

Las pruebas de caja negra con vistas desde el punto de vista del ingreso de datos puesto que tiene que proporcionar una salida correcta o salida por el camino deseado, en este tipo de pruebas lo importante es como interactúa el sistema con el usuario entendiendo que es lo que se hace[12]. Dentro de este tipo de pruebas deben de estar bien definidas las entradas que se va a proporcionar al proceso, como se muestra en la Tabla 4.

Como resultado de aplicar la técnica de caja negra se validó el correcto funcionamiento de las actividades inherentes al proceso, esto debido a que el 100% de las salidas fueron las esperadas, considerando el guion mostrado en la Tabla 3.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La identificación de las reglas del proceso de la asignatura trabajo de grado se cumplió satisfactoriamente, puesto que se realizaron entrevistas y encuestas con los involucrados en el proceso, identificando fortalezas y debilidades, además se realizó un mapa mental que permitió definir el proceso de trabajo de grado y se llevó a cabo un análisis sobre las encuestas realizadas a los estudiantes, egresados y estudiantes próximos a cursar la asignatura.

Se investigaron las herramientas BPMs que se encuentran en el mercado y se decidió usar Bonita Software, la cual fue seleccionada a partir de criterios de evaluación cualitativos, llevando a escoger la herramienta adecuada para el modelamiento, simulación y automatización del modelo de proceso propuesto.

Con la implementación del modelo se buscó generar beneficios para todas las personas involucradas en el proceso, para el caso de los estudiantes se reducen tiempos de respuesta a las solicitudes realizadas, le permite conocer al estudiante el estado actual de su trabajo de grado. Por parte del docente le permite realizar un mejor seguimiento de sus estudiantes de trabajo de grado.

Según las pruebas de caja blanca en donde se realizaron pruebas del proceso utilizando la complejidad ciclomática y las pruebas de caja negra donde se evalúa la funcionalidad del proceso se concluyó que el proceso funciona correctamente cumpliendo con éxito el último objetivo de validación del modelo.

Se recomienda para trabajos futuros seguir con la implementación del prototipo propuesto, haciéndolo funcional para que se pueda usar en el programa de Ingeniería de Sistemas. También, se recomienda que este trabajo de grado sea tomado como guía para implementarlo en los demás programas de la facultad.

VII. REFERENCIAS

- [1] R. M. Pillat, T. C. Oliveira, P. S. C. Alencar, and D. D. Cowan, "BPMNt: A BPMN extension for specifying software process tailoring," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 57, no. 1, pp. 95–115, 2015.
- [2] C. Wongwatkit, "A development of order processing system: BPMN model," *Int. Conf. Adv. Commun. Technol. ICACT*, pp. 653–658, 2012.
- [3] B. T. Nguyen, D. H. Nguyen, and T. T. Nguyen, "Translation from BPMN to BPEL, current techniques and limitations," *Copyr. 2014 ACM 978-1-4503-2930-9/14/12*, pp. 21–30, 2014.
- [4] J. Johnson and J. Lazar, "E-government: Services for Everyone, Everywhere, Eventually," *CHI '10 Ext. Abstr. Hum. Factors Comput. Syst.*, pp. 3139–3142, 2010.
- [5] S. Buckl, A. M. Ernst, F. Matthes, and C. M. Schweda, "Using Enterprise Architecture Management Patterns to complement TOGAF," 2009.
- [6] C. Study and P. City, "E-Government Master Plan Design with TOGAF Framework," pp. 1–6, 2000.
- [7] Q. Wang, C. Ren, and F. Chen, "Achieve agile enterprise system through collaboration with BPMS," *Annu. SRII Glob. Conf. SRII*, pp. 494–501, 2012.
- [8] C. A. V. Mejía, J. S. C. Arias, H. S. A. Mayorga, N. Rincón, and Y. P. H. Martinez, "ERP and BPMS integration at a manufacturing simulation lab," *2011 IEEE 9th Lat. Am. Robot. Symp. IEEE Colomb. Conf. Autom. Control. LARC 2011 - Conf. Proc.*, no. ii, 2011.
- [9] C. A. Johanna, A. M. Santiago, F. R. Carlos, and P. R. Carlos, "Reverse Logistics Process Automation with BPMS," *2010 IEEE ANDESCON Conf. Proceedings, ANDESCON 2010*, 2010.
- [10] P. Kung and C. Hagen, "The fruits of BPM: and experience report from a swiss bank," *Bus. Process Manag. J.*, vol. 13, no. 4, pp. 477–487, 2007.
- [11] J. B. Jim Sinur, "Magic Quadrant for Business Process Management Suites," 2010. .
- [12] M. Kumar, S. K. Singh, and R. K. Dwivedi, "A Comparative Study of Black Box Testing and White Box Testing Techniques," *Int. J.*, vol. 3, no. 10, pp. 12–15, 2015.