



SABAH: Sistema de gestión de trabajos de grado para el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque

Autor(es):

**JULY TATIANA PULIDO MARTÍNEZ
1003579097**

**DANIELA BENAVIDES GARCIA
1000409023**

**ANGELA MARIA OCHOA ORTIZ
1001220066**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
Bogotá, 2023**

**SABAH: Sistema de gestión de trabajos de grado para el programa de Ingeniería
de Sistemas de la Universidad El Bosque**

Autor(es):

**JULY TATIANA PULIDO MARTÍNEZ
DANIELA BENAVIDES GARCIA
ANGELA MARIA OCHOA ORTIZ**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO DE SISTEMAS**

**Modalidad de Grado:
DESARROLLO TECNOLÓGICO**

Director

HELIO HENRY RAMÍREZ ARÉVALO
Ingeniero de Sistemas
Magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
Bogotá, 2023**

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto de grado a nuestras queridas familias y amigos, cuyo apoyo ha sido fundamental a lo largo de toda nuestra carrera y en el desarrollo de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento a nuestras familias y amigos cercanos, cuyo apoyo incondicional ha sido fundamental a lo largo de nuestro viaje.

Asimismo, queremos manifestar nuestra gratitud a la Universidad el Bosque por brindarnos la oportunidad de aportar a la mejora de sus procesos y, de manera especial, agradecemos a sus profesores, quienes, con su compromiso y conocimiento, han forjado nuestras habilidades y nos han formado como profesionales de la ingeniería.

Tabla de contenido

1. Introducción	4
2. Descripción Contexto y Justificación del Problema Desde el Modelo Biopsicosocial y Cultural	5
2.1. Descripción Contexto Desde el Modelo Biopsicosocial y Cultural.....	6
3. Marco Referencial.....	8
3.1. Antecedentes y Estado Del Arte.....	8
3.2. Marco Teórico.....	10
4. Descripción de la Solución Desde el Modelo Biopsicosocial y Cultural	11
4.1. Objetivos del Proyecto	11
4.2. Descripción del Artefacto	12
4.3. Componente de Análisis: Descripción de la Transformación Esperada del Contexto	13
5. Diseño Metodológico	14
5.1. Desarrollo Metodológico	15
5.2. Desarrollo por funcionalidad	19
5.3. Implementar y probar.....	33
6. Análisis de Resultados y Discusión desde el marco del modelo BPSC.....	34
6.1. Objetivo específico: Establecer los requerimientos	35
6.2. Objetivo específico: Diseñar una arquitectura de sistemas de información.....	35
6.3. Objetivo específico: Construir e implementar el sistema de información.....	35
6.4. Objetivo específico: Validar la percepción de contribución del sistema de información.....	36
7. Conclusiones.....	38
8. Lecciones Aprendidas.....	39
9. Trabajos Futuros.....	39
10. Referencias.....	40
11. Anexos	41

SABAH: Sistema de gestión de trabajos de grado para el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque

SABAH: Graduate work management system for the Systems Engineering program at El Bosque University

Benavides García Daniela, Ochoa Ortiz Angela Maria, y Pulido Martínez July Tatiana
dbenavidesg@unbosque.edu.co, aochoa@unbosque.edu.co, jtpulido@unbosque.edu.co
Universidad El Bosque, Colombia

Resumen—

El propósito del sistema de información propuesto es mejorar el seguimiento y control de proyectos de grado del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque, atendiendo las oportunidades de mejora identificadas en el proceso vigente, el cual se caracteriza por la utilización de diversos medios de comunicación y métodos de entrega. Para lograr este objetivo, se ha adoptado la metodología FDD (Desarrollo Basado en Funcionalidades), permitiendo la división del proyecto en etapas y priorizando la comunicación con el cliente. Además, se ha establecido un modelo integral que visualiza mejoras en la optimización de los procesos de gestión de proyectos, resultando en una mayor eficiencia y una reducción de errores significativa. El desarrollo del artefacto de la solución se ha completado con éxito, abarcando los perfiles de comité, proyecto, administrador y docente; proceso llevado a cabo utilizando herramientas como React, Node.js, Express.js y PostgreSQL. Por medio de cuestionarios se validó la percepción de contribución del sistema en los procesos asociados a proyectos de grado para cada uno de los actores, revelando una mejora significativa en la satisfacción y utilidad percibida, especialmente entre estudiantes y docentes, quienes destacaron la eficacia del sistema en la gestión y organización de dichos proyectos. En resumen, el sistema de información desarrollado tiene como objetivo centralizar y optimizar la gestión de proyectos de grado, contribuyendo a la gestión y control de los procesos asociados.

Abstract—

The purpose of the proposed information system is to improve the monitoring and control of degree projects of the Systems Engineering program at Universidad El Bosque, addressing the opportunities for improvement identified in the current process, which is characterized by the use of various means of communication and delivery methods. To achieve this objective, the FDD (Functionality Based Development) methodology has been adopted, allowing the division of the project in stages and prioritizing the communication with the client. In addition, a comprehensive model has been established that visualizes improvements in the optimization of project management processes, resulting in greater efficiency and a significant reduction of errors. The development of the solution artifact has been successfully completed, covering the profiles of committee, project, administrator and teacher; process carried out using tools such as React, Node.js, Express.js and PostgreSQL. By means of questionnaires, the perceived contribution of the system in the processes associated with degree projects was validated for each of the actors, revealing a significant improvement in satisfaction and perceived usefulness, especially among students and teachers, who highlighted the effectiveness of the system in the management and organization of such projects. In summary, the information system developed aims to centralize and optimize the management of undergraduate projects, contributing to the management of the projects.

Palabras Clave— sistema de información, proyectos de grados, modelo biopsicosocial

1. INTRODUCCIÓN

Si se analiza el entorno actual que le compete, se evidencia un indiscutible incremento en la importancia que tienen los sistemas de información dentro de la complejidad que trae la gestión y administración de los procesos en una organización. Así, al considerar factores como la globalización, proceso de internalización de una empresa y la competencia, una solución recurrente es la implementación de un sistema de información, ya que llega a considerarse como parte esencial de una empresa al aportar directamente en aspectos relacionados con los productos, operación o toma de decisiones [1]. En otras palabras, se tiene un grupo de componentes que trabajan en conjunto para un fin y que interactúan entre sí para almacenar, organizar y difundir información que afecta en particular en el éxito o fracaso de la organización [1].

En Colombia, diferentes universidades dentro del programa de pregrado establecen que se debe

presentar un proyecto de grado donde se sustenten y demuestren los conocimientos adquiridos en la formación académica. En la Universidad El Bosque, en el Reglamento Estudiantil, se establece que para obtener el título se debe presentar la opción de grado definido por la facultad a la que se pertenezca [2], en el caso particular de la Facultad de Ingeniería, en el Programa de Ingeniería de Sistemas, el estudiante debe demostrar sus conocimientos a través de un ejercicio de Ingeniería de Sistemas, entre las disponibles para el programa académico: Desarrollo tecnológico (DT), Auxiliar de Investigación (AUX), Innovación Tecnológica (IT) y Ciclo Coterminal con la Maestría en Informática Biomédica (COT) [2].

Cada semestre y con el pasar de los años, la información relacionada con los trabajos de grado crece y es importante encontrar la mejor forma de manejarla y gestionarla, por esto, se han empezado a manejar diferentes herramientas tecnológicas que ayudan en este proceso. El Comité de Opciones de Grado dentro del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque es el responsable de la gestión de estos trabajos y actualmente no se tiene un sistema de información que lo permita.

Es importante resaltar que, esta necesidad de gestionar de una mejor manera los proyectos de grado también ha surgido en otras universidades, como se puede evidenciar en la Universidad Nacional A Distancia [3], donde buscan apoyar proyectos de innovación y desarrollo tecnológico donde se veía este tipo de problemáticas dentro de su administración y control. Por lo tanto, por medio de los sistemas de información, y al encontrar una necesidad de mejora, en este caso en la gestión de proyectos, se facilita el trabajo de todos los involucrados, al igual que una reducción en las pérdidas de información, como vemos en [4]. Es importante destacar que, en este caso específico, el sistema de información aún no ha sido implementado.

Teniendo en cuenta esta necesidad, se propone la realización de un sistema de información que permita la gestión de los proyectos de grado del programa mencionado con anterioridad, en el que se tenga una integración total de los actores dentro de los diversos procesos, al poder realizar una trazabilidad y almacenamiento de forma organizada de los proyectos presentados por los estudiantes en las cuatro primeras modalidades (DT, IT, AUX, y COT), con el objetivo de facilitar el análisis y visualización de estos.

Este documento muestra la descripción del problema mediante el modelo Biopsicosocial y cultural (MBPSC), los antecedentes relacionados con el problema, la descripción de la solución desde el MBPSC, seguido del diseño metodológico, finalizando con los resultados y las conclusiones.

2. DESCRIPCIÓN CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DESDE EL MODELO BIOPSIOSOCIAL Y CULTURAL

El proceso de gestión y seguimiento de proyectos en el Programa de Ingeniería de Sistemas, tanto en la modalidad diurna como en la nocturna, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque, cubre una importancia fundamental para que los estudiantes puedan obtener el título de Ingenieros de Sistemas. Este proceso se inicia con la presentación de la propuesta de proyecto de grado en una de las cuatro opciones disponibles y se desarrolla a lo largo de las asignaturas de Proyecto de Grado 1 y Proyecto de Grado 2, con excepción de la opción de Coterminal, siguiendo así el plan de estudios establecido. En cada una de estas etapas, se observa un número considerable de estudiantes interesados en presentar sus propuestas o continuar con sus proyectos, con un promedio aproximado de 20 a 28 proyectos o propuestas en cada una de las asignaturas. La acumulación de estos proyectos representa una carga significativa que debe ser gestionada en cada semestre.

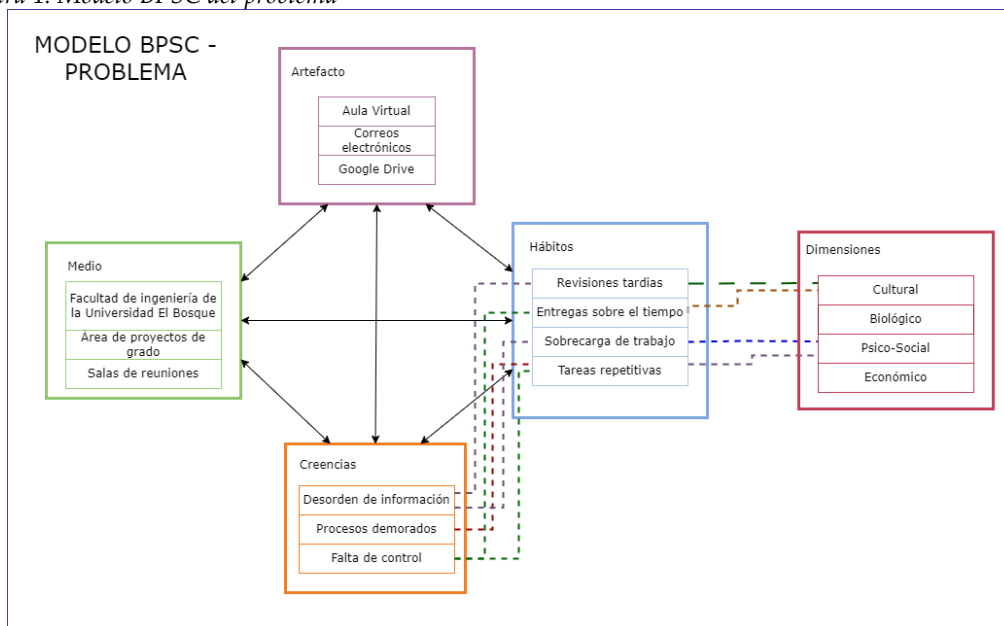
Por lo tanto, se ha identificado la presencia de redundancia y duplicidad en la información almacenada en los diferentes medios, como Google Drive, el aula virtual y los correos electrónicos. Esto puede ocasionar demoras en los levantamientos de información necesarios para llevar a cabo el proceso, por lo que la existencia de estas problemáticas representa un obstáculo significativo para la eficiencia y efectividad del proceso. La redundancia de información puede generar confusiones y errores en la toma de decisiones, mientras que la duplicidad puede dificultar la identificación de la información correcta y afectar la calidad de los reportes generados.

Por otro lado, se observó que los mismos motivos que conducen a redundancia y duplicación de información también dificultan el manejo de las preguntas enviadas al correo electrónico del comité estudiantil. El importante volumen de correos electrónicos recibidos dificulta la gestión y el seguimiento eficaz y eficiente de estas solicitudes. La situación se agrava por el hecho de que no existe un sistema que permita, tanto al comité como a los profesores participantes, revisar las reuniones del proyecto. La falta de un seguimiento detallado puede provocar la pérdida de información importante y afectar la calidad del proceso de gestión y seguimiento del proyecto.

2.1. Descripción Contexto Desde el Modelo Biopsicosocial y Cultural

El Área de Opciones de Grado del programa académico hace uso del aula virtual de la universidad y de repositorios enlazados al correo institucional para gestionar y dar seguimiento a los proyectos, desde la realización de la propuesta hasta su presentación final y culminación. Sin embargo, la información de cada proyecto se encuentra distribuida en diferentes sitios de consulta y gestión, lo que puede dificultar la evaluación, retroalimentación y seguimiento del mismo.

Figura 1. Modelo BPSC del problema



Fuente: Elaboración propia

Al analizar el modelo BPSC desde el problema evidenciado en la figura 1, se identifican los actores involucrados en la gestión de los proyectos, los cuales incluyen a estudiantes, lectores, directores, docentes, jurados y el comité de opciones de grado. El medio se refiere al entorno en el que se

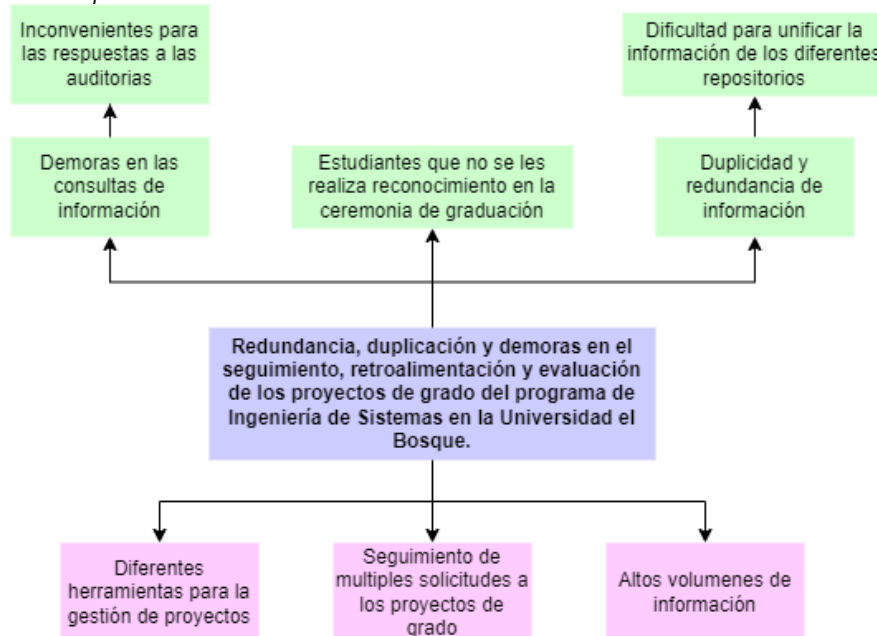
desarrollan las actividades relacionadas con el Área de Opciones de Grado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque. Este entorno abarca la infraestructura física de la universidad, como las salas de reuniones y los espacios de trabajo, así como los recursos tecnológicos y medios de comunicación disponibles. Entre los artefactos utilizados se encuentran el aula virtual de la universidad, correos electrónicos y Google Drive, herramientas empleadas actualmente que permiten la gestión y el seguimiento de los proyectos.

Las creencias son las percepciones que tienen los involucrados en el Área de Opciones de Grado frente a todo el proceso. Actualmente, se tiene la creencia que la información se encuentra desordenada y que los procesos son demorados, lo que conlleva a una falta de control sobre el desarrollo de los proyectos. Los hábitos comprenden las prácticas que se han adoptado para llevar a cabo las actividades del área de opciones de grado. En este caso, se han identificado hábitos como revisiones tardías, entregas sobre el tiempo, sobrecarga de trabajo y tareas repetitivas, lo que puede estar generando dificultades en el proceso de gestión y seguimiento de proyectos.

En términos generales, se observa una estrecha relación entre los artefactos, las creencias y los hábitos en el área de opciones de grado. Los artefactos utilizados pueden influir en las creencias y prácticas adoptadas por los involucrados, al igual que las creencias y hábitos pueden influir en la forma en que se utilizan los artefactos, lo que, a su vez, afecta en la eficiencia y efectividad del proceso de gestión y seguimiento de proyectos. Por ejemplo, esto ha provocado que cuando se requiere una recopilación de información, como estadísticas del histórico de proyectos, se deba hacer un esfuerzo significativo en tiempo y recursos, generando así demoras en las respuestas a solicitudes de los diferentes actores para cada uno de los proyectos.

A continuación, en la Figura 2 se muestra el árbol del problema, donde se definen las causas identificadas en los recuadros inferiores y, en la parte superior, se detallan las consecuencias que afectan negativamente al proceso de los proyectos de grado.

Figura 2. Árbol del problema



Fuente: Elaboración propia

En resumen, se ha explorado en profundidad el proceso de gestión y seguimiento de proyectos en el Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque. Se evidencia la creciente importancia de este proceso a lo largo de los semestres y años, con un número significativo de proyectos y propuestas que deben ser gestionados, lo que ha revelado la presencia de desafíos en la organización y almacenamiento de información. Es así como se destaca esta oportunidad de mejora al encontrarse una necesidad apremiante de optimizar este proceso.

3. MARCO REFERENCIAL

Para llevar a cabo un análisis exhaustivo, es esencial considerar los trabajos relacionados con el problema en cuestión. En consecuencia, se presenta a continuación una revisión de los antecedentes y del estado actual de la tecnología que se relacionan con el problema. Este análisis permite identificar cómo un sistema de información puede ser beneficioso en este caso, y si existen trabajos similares que pueden proporcionar ideas útiles sobre los métodos y enfoques que pueden ser aplicados en este caso.

3.1. Antecedentes y Estado Del Arte

Para consultar qué trabajos relacionados y artículos existen con respecto a la gestión de proyectos de grado se utilizan fuentes de información tales como la biblioteca virtual de la Universidad El Bosque y el motor de búsqueda de Google Académico. Asimismo, se plantean una serie de preguntas desde una perspectiva organizativa, con el fin de evaluar cómo la implementación de un sistema de información podría optimizar los procesos, simplificar la gestión de proyectos y mejorar la coordinación entre los actores involucrados.

¿Por qué un sistema de información podría ayudar a resolver esta necesidad?

A partir de las diversas fuentes encontradas, G. Gerón-Piñon et al. [1] resaltan la gran importancia de contar con un sistema de información para la gestión de proyectos de grado. Dicho sistema permite una organización eficiente y facilita la entrega de los documentos necesarios para el proyecto. Además, ayuda a los administradores a tener una visión clara y unificada de los diferentes grupos que existen, así como de sus directores y lectores. Por otro lado, los sistemas de información permiten almacenar y procesar información de manera que se pueda realizar un análisis preciso, lo que facilita el control y análisis de la información obtenida [1].

¿Existen ya este tipo de tecnologías?

Se ha encontrado que diversas universidades nacionales han implementado sistemas de información para mejorar la gestión de proyectos de grado. Estos sistemas han demostrado ser útiles para mejorar la comunicación entre los diferentes actores involucrados, y facilitan la entrega y control de documentos necesarios para el proyecto. Un ejemplo de esto es el estudio [2], donde se presenta el diseño e implementación de un sistema de información para la gestión de los proyectos de responsabilidad social del programa de ingeniería de sistemas de la Universidad Católica De Colombia. Este sistema de información permite la gestión y control de los procesos relacionados con la ejecución de proyectos de responsabilidad social, desde la definición de objetivos hasta la evaluación de los resultados.

Otro ejemplo es el proyecto [3], que busca desarrollar un sistema de información para la administración de procesos de proyectos de investigación en entidades educativas de nivel superior. El objetivo de este sistema es apoyar la gestión de proyectos de investigación en las diferentes fases del ciclo de vida del proyecto, desde la definición de objetivos y alcance, hasta la gestión de recursos, seguimiento y evaluación de resultados [4]. Este sistema de información ha demostrado ser útil y eficiente en la gestión de proyectos de investigación en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y puede ser utilizado como una referencia para el diseño y desarrollo de sistemas similares en otras instituciones educativas de nivel superior.

Gracias a los ejemplos mencionados, y a otros sistemas de información como [5] y [6] en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, se evidencia que ya existen tecnologías para la gestión de proyectos en instituciones educativas de nivel superior. Estos sistemas han demostrado ser eficientes y útiles en la gestión de proyectos, mejorando la comunicación entre los diferentes actores involucrados, optimizando el uso de recursos y permitiendo un seguimiento y control eficiente del proyecto. Por lo tanto, podemos afirmar que es viable la implementación de un sistema de información para la gestión de proyectos de investigación en la institución educativa en cuestión. Con el análisis adecuado de los requerimientos y necesidades específicas de la institución, y la utilización de metodologías de desarrollo de software apropiadas, se puede garantizar el éxito en la implementación de este sistema y la mejora en la gestión de proyectos de investigación.

En general, se observa un esfuerzo por mejorar los procesos educativos a través de la implementación de tecnologías, como aplicaciones web o sistemas de información. En el contexto de un proyecto de grado, estos sistemas pueden ser de gran ayuda en la comunicación entre los diferentes usuarios involucrados y en la gestión de los plazos y entregas de documentación necesaria. Por lo tanto, se puede concluir que la implementación de un sistema de información puede tener un impacto positivo en la gestión de proyectos en el ámbito universitario.

¿Qué metodología (tradicional o ágil) puede ser utilizada para este proyecto?

La implementación adecuada de un sistema de información es crucial, ya que es necesario identificar y comprender todas las necesidades y requerimientos para garantizar su escalabilidad y la continuidad de su funcionalidad con futuras actualizaciones. Por lo tanto, la elección de la metodología adecuada para el desarrollo del proyecto resulta fundamental.

Ahora, en los diferentes trabajos relacionados se revela el uso de distintas metodologías, en su mayoría ágiles porque refuerzan y enriquecen la comunicación con el cliente dejando más claras sus necesidades, como se puede observar en el estudio [7]. Además, estas metodologías permiten una mayor flexibilidad en la gestión de cambios y adaptación a las necesidades del proyecto.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que habitualmente las metodologías tradicionales generan algunos fallos en el producto final al solo revisar los requerimientos en un único punto específico del proyecto. En este sentido, se destaca el estudio [8], donde se evidencia cómo la adopción de metodologías ágiles permitió la reducción de fallos y defectos en el producto final.

Algunos trabajos de investigación, como [9], coinciden en la utilización de metodologías ágiles en el desarrollo de sistemas de información debido a su flexibilidad y adaptabilidad ante cambios y requerimientos del cliente. Además, en el estudio [10] se resalta que la metodología ágil Scrum es

una alternativa efectiva para la gestión de proyectos de software en entornos académicos. Por lo tanto, se podría considerar la aplicación de una metodología ágil en la implementación del sistema de gestión de proyectos de grado, ya que permite una mayor interacción y colaboración con los diferentes actores involucrados y una adaptación más rápida a las necesidades del usuario final.

3.2. Marco Teórico

Un sistema de información es esencial para cualquier organización, ya que permite recopilar, almacenar, procesar y compartir datos de manera eficiente. Al tener acceso a información precisa y actualizada, las organizaciones pueden tomar decisiones informadas y estratégicas que impulsan su crecimiento y productividad. Además, un sistema de información ayuda a optimizar los procesos empresariales, lo que permite a los empleados trabajar de manera más eficiente y reducir los errores humanos. En resumen, se considera que un sistema de información es vital para la toma de decisiones informadas, la mejora de la eficiencia empresarial y la capacidad de competir en un mercado cada vez más complejo y dinámico [11].

Un sistema de información puede ser muy beneficioso para la gestión de proyectos de grado, ya que proporciona una plataforma centralizada y colaborativa para el intercambio de información y la coordinación de tareas. Con un sistema de información, los miembros del equipo del proyecto pueden trabajar juntos en tiempo real, compartir documentos, realizar un seguimiento del progreso y colaborar en la resolución de problemas. Además, un sistema de información también permite la gestión eficiente de recursos, como el tiempo y el presupuesto, lo que ayuda a mantener el proyecto en la dirección correcta y a cumplir con los plazos establecidos. En resumen, se puede afirmar que un sistema de información puede ayudar a mejorar la eficiencia, la colaboración y la productividad en la gestión de proyectos de grado [12].

Para la implementación del sistema de información, es crucial seleccionar herramientas adecuadas que permitan la realización completa del proyecto. Después de analizar diversas opciones, se optó por las herramientas de React para el desarrollo del front-end, Node.js para la creación de servicios web, Express.js para el back-end, y PostgreSQL para la gestión de la base de datos. Esta combinación de herramientas ofrece una amplia variedad de características y funcionalidades, y es muy popular entre los desarrolladores debido a su flexibilidad y escalabilidad, lo que permite la creación de un sistema de información robusto y eficiente [13].

En el desarrollo del front-end de la aplicación, React se destaca como una opción sólida. No obstante, también se consideraron otras herramientas populares, como Angular, Vue.js y Ember.js. Angular es ampliamente reconocido por su estructura completa y su enfoque en el desarrollo de interfaces de usuario. Por otro lado, Vue.js ha ganado popularidad por su enfoque progresivo y su capacidad para integrarse gradualmente en proyectos existentes. Ember.js, se destaca por su enfoque en la convención sobre la configuración y su énfasis en la productividad del desarrollador. Cada una de estas herramientas tiene sus fortalezas y debilidades, y la elección depende de los requisitos y preferencias del proyecto. Sin embargo, React fue seleccionado como la mejor opción debido a su facilidad de uso, la reutilización de componentes, su excelente rendimiento y su amplia comunidad de desarrolladores, además de su capacidad de integración con otras herramientas [14].

En cuanto al desarrollo del back-end, además de Express.js, se evaluaron otras opciones, como Django y Ruby on Rails. Django es un framework de desarrollo web de Python conocido por su enfoque pragmático y su diseño robusto. Por otro lado, Ruby on Rails es un framework de desarrollo web de Ruby reconocido por su facilidad de uso y su enfoque en la convención sobre la

configuración. Cada una de estas opciones tiene sus ventajas y características únicas, y la elección depende de los requisitos y preferencias del proyecto. Sin embargo, se optó por Node.js y Express.js como la mejor opción para el back-end debido a su flexibilidad y la capacidad de utilizar JavaScript tanto en el front-end como en el back-end. Esto simplifica la coherencia del lenguaje y la integración entre los diferentes componentes del sistema de información. Además, Node.js cuenta con un ecosistema maduro y una amplia disponibilidad de módulos y paquetes que respaldan el desarrollo eficiente del proyecto [15].

En cuanto a la gestión de la base de datos, PostgreSQL fue la elección preferida debido a sus cualidades confiables, seguras y escalables. Aunque MongoDB es una opción popular para bases de datos NoSQL, se decidió utilizar PostgreSQL debido a su enfoque relacional y su amplia compatibilidad con diferentes lenguajes de programación y marcos de aplicaciones. PostgreSQL cuenta con un historial comprobado de estabilidad y confiabilidad en entornos de producción de alto rendimiento. Además, su comunidad activa de usuarios y su completa documentación facilitan su implementación y uso efectivo en el sistema de información [16].

Por otro lado, es fundamental escoger un tablero para la gestión de proyectos, seguimiento de errores e incidencias, ya que se tiene un programa centralizado y colaborativo, donde el equipo del proyecto puede coordinar las tareas y gestionar el flujo de trabajo de manera eficiente. De esta manera, se pueden observar todas las tareas pendientes, en curso y completadas, y realizar una toma de decisiones informada y certera. Se evaluaron opciones como Trello y Jira, pero finalmente fue seleccionada la aplicación ClickUp por su flexibilidad, colaboración, seguimiento del tiempo y una amplia gama de características.

En resumen, parte fundamental del inicio del proyecto fue sentar unas bases sólidas para que el diseño e implementación se realicen de manera exitosa. La importancia que tiene la realización de un sistema de información para la mejorar la eficiencia y coordinación es fundamental para este proyecto. También, se evidencia las tecnologías y metodología, especialmente las ágiles, que son adecuadas para este propósito. La elección de herramientas como React, Node.js, Express.js y PostgreSQL se basan en su flexibilidad y escalabilidad, y el uso de un tablero de gestión de proyectos, como ClickUp, se considera primordial para coordinar eficazmente las tareas y mejorar la toma de decisiones.

4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN DESDE EL MODELO BIOPSIOSOCIAL Y CULTURAL

4.1. Objetivos del Proyecto

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de información web para el seguimiento y control de los proyectos de grado del programa de pregrado de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque. Con el propósito de analizar la percepción de contribución del sistema en los procesos asociados a los proyectos de grado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Establecer los requerimientos por medio de una recolección de información pertinente que

- permita la apropiación de conocimientos necesarios para desarrollar el sistema de información acorde a la problemática evidenciada.
2. Diseñar una arquitectura de sistemas de información que cumpla buenos estándares de desarrollo de software y los requerimientos establecidos.
 3. Construir e implementar el sistema de información con base en la arquitectura seleccionada y a partir de un plan de pruebas validar los requerimientos.
 4. Validar la percepción de contribución del sistema en los procesos asociados a proyectos de grado para cada uno de los actores.

4.2. Descripción del Artefacto

La propuesta actual contempla el desarrollo e implementación de SABAH, un artefacto tecnológico diseñado de manera específica para el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque. SABAH facilita el seguimiento y la gestión de proyectos de grado en las diversas modalidades y presenta una variedad de roles que intervienen en el sistema, tales como administrador, comité, director, jurado, lector y proyecto. Cada rol posee funcionalidades y permisos específicos dentro del sistema.

La implementación incluye un inicio de sesión que controla las interfaces y funcionalidades de cada uno de los roles para el seguimiento y control de las funcionalidades y accesos. Cada rol tiene su propio módulo correspondiente. Los estudiantes pueden inscribir una propuesta desde el inicio de sesión y, una vez tengan sus credenciales, pueden acceder al módulo de proyecto. El resto del módulo de administración presenta una sección de usuarios, proyectos y estudiantes, destacando la capacidad de cualquier ajuste en toda la información almacenada dentro del sistema, como la creación de usuarios y la modificación de la información de los proyectos.

El módulo de proyectos ofrece una primera sección con una vista global de la información relacionada con el proyecto, otra sección de reuniones, solicitudes y entregas. El módulo de comité ofrece las secciones de sustentaciones, proyectos meritorios, proyectos, directores, lectores, jurados, aspectos, rúbricas, espacios, entregas, solicitudes y reuniones. Por último, el módulo de docentes, que corresponde a los roles de director, jurado y lector, incluye secciones de proyectos, reuniones, solicitudes y entregas.

Cada proyecto tendrá estados definidos, como "En desarrollo", "Aprobado" y "Aprobado por el comité" (solo para la modalidad de ciclo Coterminal), "Rechazado", "Cancelado", "Aprobado propuesta", "Aprobado proyecto de grado 1", y "Terminado". Una vez que un proyecto cambie su estado a "Cancelado" o "Rechazado", no se podrá modificar nuevamente. En caso de que se desee continuar con un proyecto que fue cancelado o rechazado debido a circunstancias externas al sistema, será necesario crear una nueva propuesta.

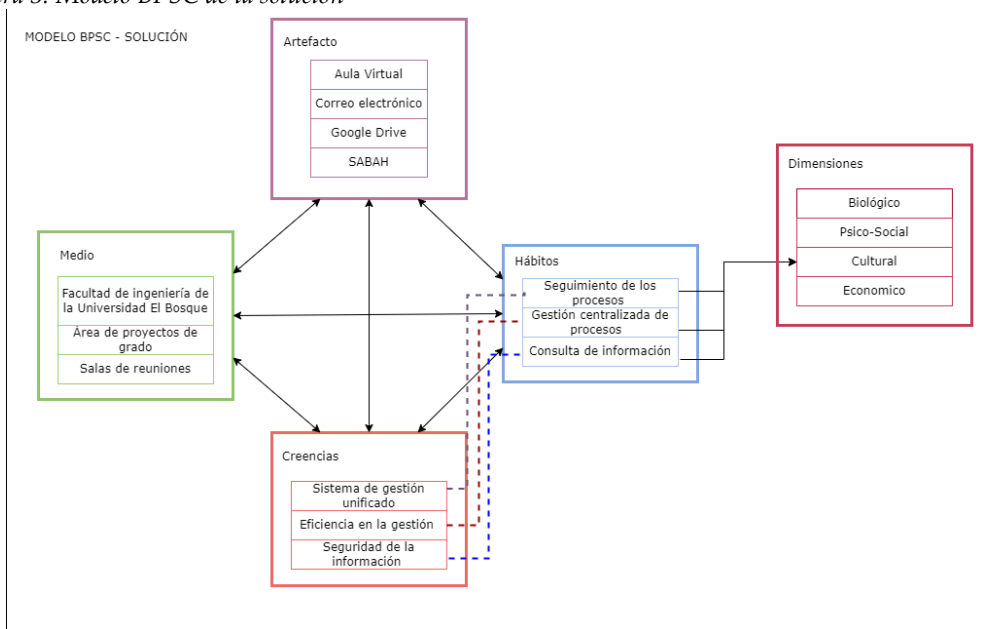
El sistema no incluirá funcionalidades de gestión de estudiantes, ya que solo almacenará información básica de los mismos y los asociará como miembros de un proyecto. Además, los formatos y plantillas de las actas y tablas estarán predefinidos y no podrán ser modificados dentro del sistema. Es importante destacar que el sistema no proporcionará un entorno para realizar reuniones (llamadas, chats o videollamadas), pero permite el seguimiento de las reuniones y la generación de actas como documentos de soporte. El resto de los puntos importantes dentro del alcance y aclaraciones del sistema, se encuentran en el Documento de Lineamientos con el Cliente, que se puede observar en el Anexo No.6 del Documento de Anexos.

4.3. Componente de Análisis: Descripción de la Transformación Esperada del Contexto

El Área de Opciones de Grado enfrenta actualmente la carencia de un sistema de información que pueda asistir en los procesos de gestión y seguimiento de los proyectos de grado. Esta falta incrementa la complejidad y el desgaste, ya que no se dispone de un sistema unificado para administrar y controlar todos los proyectos en curso. Esto, a su vez, dificulta la evaluación, retroalimentación y seguimiento, a pesar de contar con un proceso estandarizado y funcional.

Por lo tanto, con el propósito de abordar esta oportunidad de mejora, se busca implementar un sistema de información que ofrezca una gestión y seguimiento eficaz, segura, eficiente y estructurada de los proyectos de grado. Al proponer esta solución, se identifican varios factores de cambio, incluyendo una mejora en la comunicación con respecto a los plazos de entrega, los métodos de entrega y los diversos formatos requeridos. Además, se permite una gestión más centralizada y organizada de los procesos de los proyectos, lo que simplificaría el seguimiento y la evaluación de cada uno de ellos. Finalmente, se garantiza un acceso más fácil y rápido a la información necesaria para los procesos de evaluación, seguimiento y retroalimentación.

Figura 3. Modelo BPSC de la solución



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Figura 3 previamente presentada, la introducción del sistema de información como solución a la problemática identificada provoca un cambio completo en las creencias y hábitos. El Modelo Biopsicosocial y Cultural de la solución propuesta se centra en la mejora y seguimiento de los proyectos de grado del programa de Ingeniería de Sistemas. El sistema de información unificado se posiciona como el elemento clave para lograr una gestión más eficiente, segura y efectiva. Los agentes involucrados en la solución continúan siendo la facultad de Ingeniería de Sistemas, el área de opciones de grado y las salas de reuniones. En cuanto a las creencias que impulsan esta solución, se centran en la necesidad de mejorar los procesos de gestión y seguimiento de los proyectos. Se espera que los hábitos previamente caracterizados por revisiones tardías, entregas fuera de plazo y sobrecarga de trabajo sean reducidos y modificados para garantizar una

gestión adecuada.

5. DISEÑO METODOLÓGICO

En el estado del arte se han identificado diversas metodologías que pueden ser utilizadas en el desarrollo de software. En este proyecto, se destacan especialmente las metodologías ágiles, como SCRUM o XP, debido a que permiten una comunicación constante con el cliente y ofrecen una mayor flexibilidad en el proceso de desarrollo. Sin embargo, es importante considerar la necesidad y el tiempo disponible para elegir la metodología más adecuada, que permita trabajar de forma eficiente sin generar documentación innecesaria y, al mismo tiempo, garantice un registro constante de los avances y situaciones que se presenten.

Dada la complejidad del sistema de información para la gestión de proyectos de grado, se ha seleccionado la metodología de Desarrollo Basado en Funciones (FDD). Esta elección se basa en su enfoque en las necesidades específicas del cliente y en su promoción del trabajo en equipo mediante iteraciones cortas. FDD se divide en cinco etapas que buscan formular y desarrollar las funciones del sistema de manera clara y oportuna. Para cumplir con los objetivos de esta metodología, se realizarán funciones cada dos semanas. Si una función no puede ser completada en ese plazo, se deberá dividir en funciones más pequeñas.

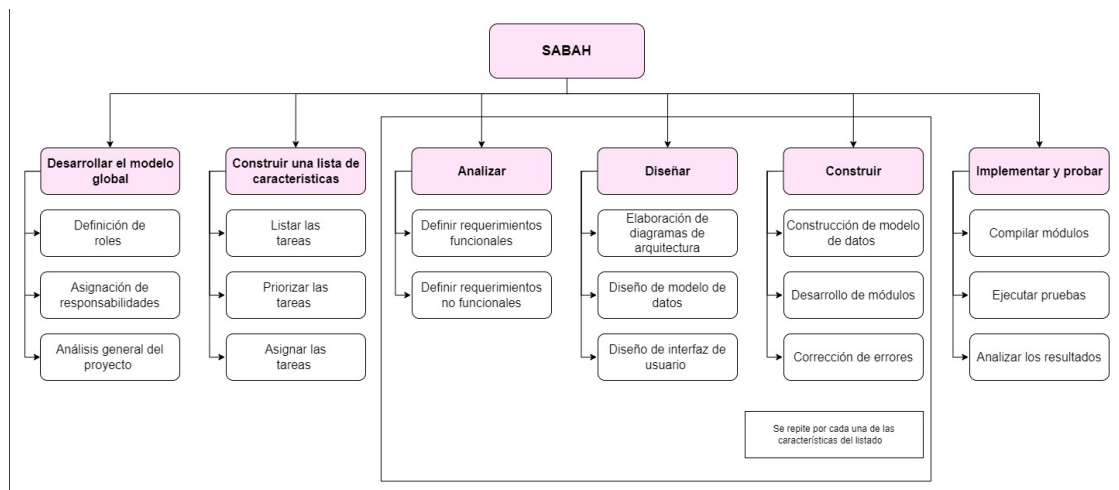
Es importante destacar que se asigna una función específica a cada miembro del equipo, pero todas pueden depender de otras realizadas por otros miembros, lo que asegura un trabajo constante en equipo. Además, los equipos de FDD deben llevar a cabo revisiones de defectos para garantizar la calidad esperada y acordada, al igual que un seguimiento tanto de la codificación como de los informes de progreso [11].

En el equipo de FDD, se identifican seis roles o miembros del equipo: el gerente del proyecto, el arquitecto principal, el gerente de desarrollo, el programador principal, el propietario de clase y el experto en dominio. Cada uno de ellos tiene responsabilidades específicas que garantizan un desarrollo efectivo del proyecto.

Para este proyecto, se han unido dos de las cinco etapas de FDD, resultando en cuatro etapas específicas: análisis, diseño, construcción, y pruebas e implementación. Antes de iniciar estas etapas iterativas, se realizará un análisis exhaustivo de los requerimientos del proyecto para generar una lista de características. Para cada elemento de esta lista, se efectuarán las etapas mencionadas anteriormente. Una vez finalizado el proyecto, se aplicará una metodología cualitativa para evaluar la usabilidad y la satisfacción del usuario final. Esta evaluación se enfocará en la calidad de la experiencia del usuario y en cómo percibe y utiliza el sistema de información en un entorno de pruebas. Se llevarán a cabo pruebas de usabilidad con modelos estándar y se recopilarán comentarios y opiniones de los usuarios finales a través de formularios y entrevistas para determinar el grado de satisfacción del cliente con respecto a los entregables realizados [17].

Por último, se ha utilizado el diagrama WBS para identificar el trabajo que se llevará a cabo en cada etapa del proyecto. Este diagrama es especialmente útil para planificar y controlar los recursos del proyecto y para asegurar que se cumplan los plazos y objetivos establecidos.

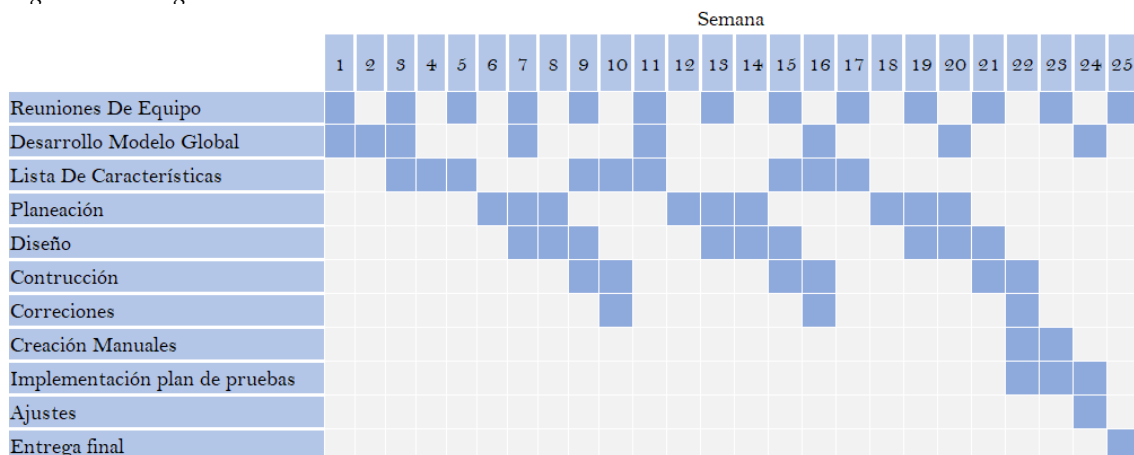
Figura 4. EDT



Fuente: Elaboración propia

La imagen que se muestra a continuación es el cronograma tentativo para la ejecución del proyecto dividido en 25 semanas.

Figura 5. Cronograma



Fuente: Elaboración propia

5.1. Desarrollo Metodológico

En este capítulo se presenta el desarrollo de las fases de la metodología FDD, empezando por el modelo global describiendo la visión, el contexto y los requisitos que debe tener el sistema de información SABAH. Posteriormente a esto se detalla la lista de características y planificación para continuar con cada una de las iteraciones realizadas en la fase de diseño y construcción.

5.1.1. Modelo Global

El sistema de información SABAH está enfocado en los proyectos de grado que permita realizar el seguimiento, la retroalimentación y la gestión de los proyectos por parte del comité, los docentes y los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas. SABAH proporciona una plataforma para registrar los avances y realizar la respectiva retroalimentación, así como la gestión de las solicitudes

y el seguimiento del histórico de los proyectos.

Por otro lado, la definición de requerimientos iniciales se realizó por medio del trabajo conjunto con los representantes del comité de opciones de grado expertos en el proceso de gestión de proyectos para el programa. Para especificar, en las primeras semanas se realizaron alrededor de seis diferentes acercamientos virtuales y presenciales. Las diferentes reuniones permitieron definir la carta de acuerdos de lineamientos con el cliente donde se logró especificar el alcance resaltando lo que no hace parte del sistema a desarrollar.

A partir de las descripciones obtenidas en la etapa de análisis frente al levantamiento de información, se consideraron seis módulos y cuatro roles que engloban la solución, organizada en una lista de características del sistema que se puede encontrar en el Documento de Anexos.

5.1.2. Listado de Características

Con base en el modelo global y el contexto del problema, se desarrollaron una serie de características que sirvieron de base para definir los requerimientos a nivel funcional y técnico. Estos requerimientos fueron agrupados por módulos, lo cual permitió seguir la metodología FDD de manera efectiva. Para obtener un detalle completo de los requerimientos, se puede consultar en el Anexo No.1 del Documento de Anexos.

Figura 6. Fragmento de requerimientos

Funcionalidad 1. Registro proyecto

Descripción

El requerimiento de generación de avances del proyecto tiene como objetivo permitir a los estudiantes llevar un registro del progreso de su proyecto de grado. El sistema debe permitir a los estudiantes actualizar el estado de avance del proyecto y visualizarlo para llevar un control de este.

Requerimientos asociados

- El sistema debe tener una opción para seleccionar y cargar el archivo del documento principal.
- El sistema debe guardar el archivo del documento principal en una ubicación adecuada.
- El sistema debe tener una opción para guardar y visualizar el enlace de la carpeta.

Prioridad

La prioridad del requerimiento es de alto nivel.

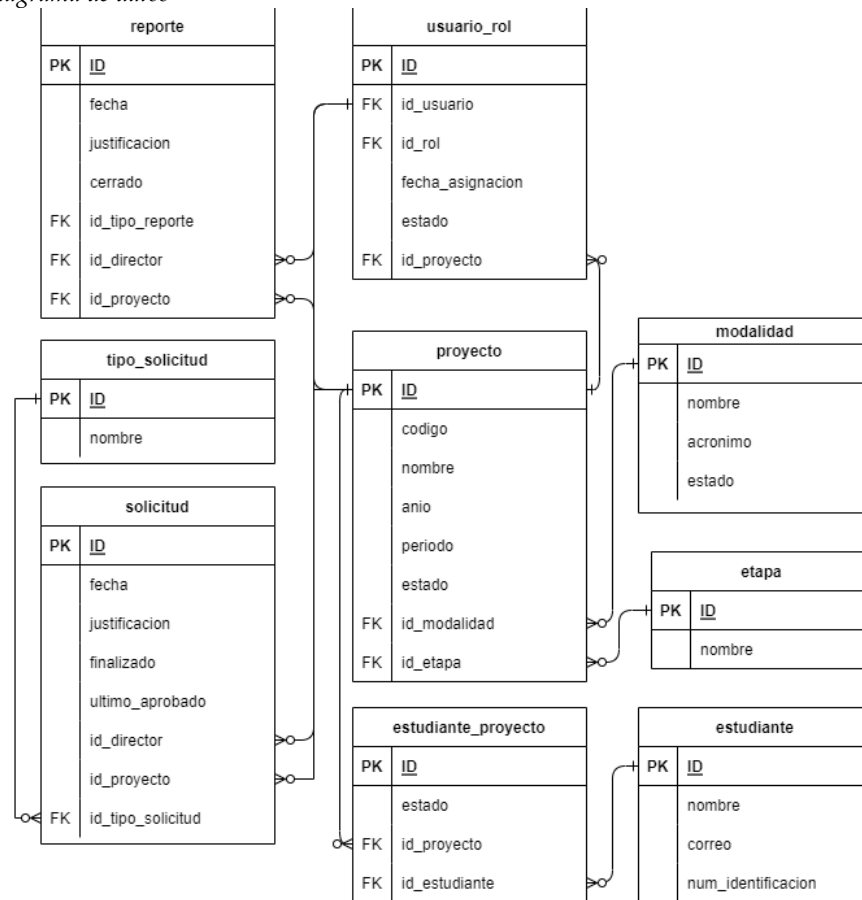
Finalizado el detalle de las funcionalidades con los requerimientos asociados, se realizó la estimación de tiempos de entrega y la asignación de tareas técnicas para los desarrolladores, cuya planificación se presenta en un tablero dentro de la aplicación ClickUp, y se puede observar en el Anexo No. 7 del Documento de Anexos.

El diseño de cada característica implicó la elaboración del diagrama entidad relación correspondiente. En cuanto al diseño de la base de datos, la figura 7 muestra una parte del diagrama de la base de datos PostgreSQL, y también se puede observar en su totalidad en el Anexo No. 3 del Documento de Anexos.

El diagrama de relaciones se completó durante el proceso de diseño de las distintas funciones y representa una estructura que facilita la gestión de las necesidades y solicitudes de los usuarios de

la manera más conveniente y eficiente.

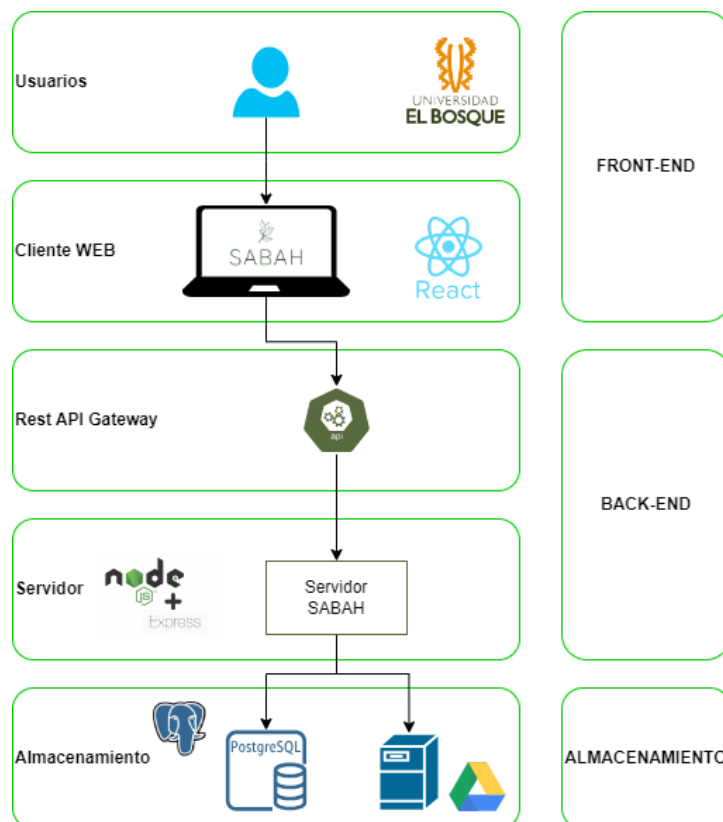
Figura 7. Diagrama de datos



Fuente: Elaboración propia

Antes de iniciar con el desarrollo se diseñó el diagrama de arquitectura. La Figura 8 representa el diagrama de arquitectura cliente-servidor para una aplicación web que utiliza React, Express, una base de datos PostgreSQL y la API de Google Drive. El cliente, que es el navegador web del usuario, envía solicitudes al servidor. El servidor aloja el back-end, que es consumido por el front-end que se ejecuta en el navegador web del usuario. El front-end se encarga de mostrar la interfaz de usuario y procesar las acciones del usuario, mientras que el back-end se encarga de acceder a los datos y proporcionar una respuesta al usuario. El servidor back se conecta con la base de datos PostgreSQL por medio de solicitudes SQL para realizar consultas y actualizaciones de datos. También se conecta con la API de Google Drive para cargar y descargar archivos.

Figura 8. Diagrama de arquitectura



Fuente: Elaboración propia

Durante el inicio del desarrollo, se llevó a cabo la creación del mock-up, el cual fue sometido a la aprobación del cliente. El anexo No. 2 del Documento de Anexos se presenta el mock-up completo elaborado para el proyecto, y en la Figura 9 se muestra una de las páginas del mock-up, específicamente la página de inicio de sesión.

Figura 9. Mockup



Fuente: Elaboración propia

El desarrollo comenzó con la definición del diseño inicial del artefacto de solución, teniendo en cuenta la lista de características previamente identificadas. Este diseño proporcionó una visión clara

de las soluciones a desarrollar y sirvió como guía inicial del proceso.

5.2. Desarrollo por funcionalidad

Según la metodología FDD, el proyecto se dividió en actividades específicas. Para cada una de estas funciones se tomaron los siguientes pasos:

- Diseño detallado: Se creó un diseño detallado para la función, incluida la identificación de sus requisitos y especificaciones. Esto aseguró una comprensión clara de lo que se debía lograr.
- Definición de tarea: Una vez que se completó el diseño, a los miembros del equipo de desarrollo se les asignaron tareas específicas. Cada tarea estaba relacionada con la implementación de una funcionalidad.
- Desarrollo: Los desarrolladores implementaron funciones de acuerdo con las especificaciones y el diseño detallado. Se promovió la comunicación continua y colaborativa entre los miembros del equipo para resolver posibles desafíos técnicos y garantizar la coherencia del código.

Durante todo el proceso de desarrollo se mantuvieron reuniones periódicas con el representante del cliente y el director del proyecto. Estas reuniones sirven como un mecanismo crítico de retroalimentación y seguimiento. Durante estas sesiones se presentan avances, se discuten posibles ajustes a los requerimientos y se aclaran inquietudes, permitiendo así ajustar continuamente el proyecto de acuerdo con las necesidades del cliente.

5.2.1. Módulo de Administración

El primer módulo se refiere a la administración, del cual se debe aclarar que incluye la sección del inicio de sesión. Dentro de esta sección se aborda la validación del usuario por medio de sus credenciales, lo que le permite acceder al módulo correspondiente. Asimismo, se tienen las funcionalidades de inscripción de una nueva propuesta y cambio de contraseña, el cual se puede observar detalladamente en la figura 11.

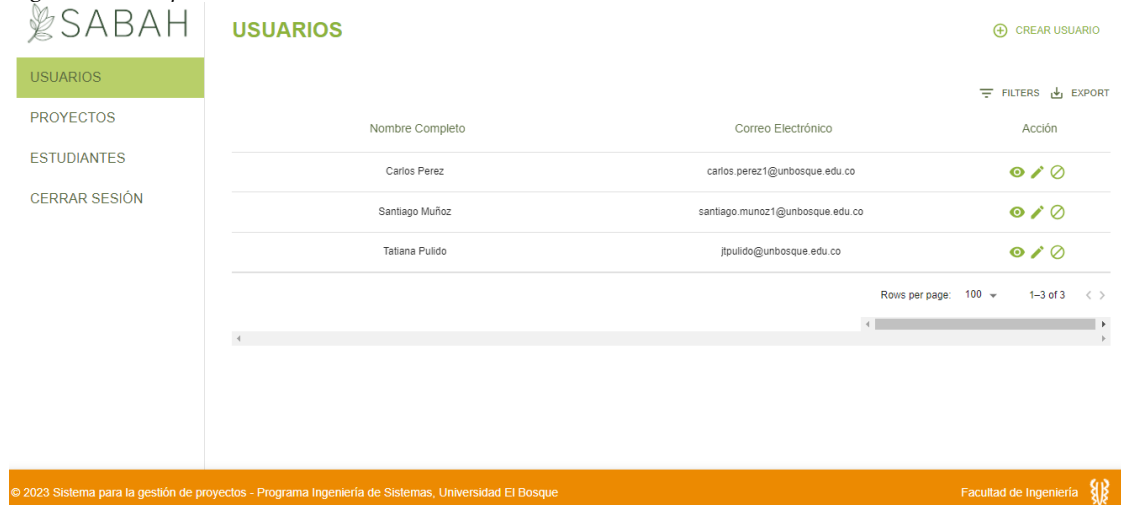
Figura 11. Componente Inicio de Sesión y Registro



Fuente: Módulo de Inicio de Sesión y Registro SABAH

En el módulo de administración, se presenta una sección de usuarios, dispuestos todos aquellos registrados en el sistema por medio de una lista con su información relevante. Desde esta vista, se brinda la opción de acceder a información detallada de cada usuario, realizar modificaciones directas en su perfil o cambiar su estado. Además, se brinda la posibilidad de agregar nuevos usuarios al sistema, asegurando previamente que no existan duplicados. Para una representación visual más clara, se puede observar la figura 12.

Figura 12. Componente visualización de usuarios



Nombre Completo	Correo Electrónico	Acción
Carlos Perez	carlos.perez1@unbosque.edu.co	
Santiago Muñoz	santiago.munoz1@unbosque.edu.co	
Tatiana Pulido	tpulido@unbosque.edu.co	

Rows per page: 100 1-3 of 3

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque

Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Administración SABA H

Luego, dentro del módulo de administración se tiene la sección de proyectos que incluye todas sus funcionalidades necesarias para su gestión. Desde este módulo, es posible visualizar tanto los proyectos en desarrollo como los proyectos cerrados. Además, se brinda la opción de acceder a información detallada de cada proyecto y realizar modificaciones directas en cualquier aspecto relacionado, incluyendo la posibilidad de modificar información sobre el director, el jurado, el lector, los estudiantes y cualquier otra información relevante del proyecto. Para una mejor comprensión, se puede consultar la figura 13, la cual ilustra específicamente el proceso de modificación de un proyecto.

Figura 13. Componente modificación de un proyecto

SABAH

Desarrollo Tecnológico
SABAH: Sistema de gestión de trabajos de grado para el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque
DT_2023-02-01

MODIFICAR CÓDIGO MODIFICAR NOMBRE CAMBIAR ETAPA CAMBIAR ESTADO

PROYECTOS

ESTUDIANTES

CERRAR SESIÓN

Información General

Modalidad: Desarrollo Tecnológico Etapa: Propuesta Estado: En desarrollo

Año: 2023 Período: 02 Director: Tatiana Pulido

Lector: Santiago Muñoz

Cliente

Nombre Cliente Representante Cliente Correo Representante

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Administración SABAH

La última sección que tiene acceso el administrador corresponde a la gestión de estudiantes. Al igual que los usuarios, se disponen por medio de una lista, la cual permite acceder a información concreta de cada estudiante, junto al detalle sobre su participación en proyectos activos e inactivos. Para una mejor comprensión, se puede consultar la figura 14, la cual ilustra específicamente el proceso de modificación de un proyecto.

Figura 14. Componente vista de un estudiante

SABAH

VER ESTUDIANTE

Información General

Nombre Completo: Daniela Benavides Garcia Correo Electrónico: dbenavidesg@unbosque.edu.co

Número de Identificación: 243325647

Proyectos Activos

Nombre	Código	Modalidad	Año	Periodo	Etapa	Estado	Acción
Proyecto de Grado Auxiliar de Investigación - Nuevo	AUX_2023-02-02	AUX	2023	02	Propuesta	En desarrollo	

Rows per page: 100 1-1 of 1

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Administración SABAH

5.2.2. Módulo de Proyecto

Dentro del listado de características se especifica el 'módulo de estudiante'. Sin embargo, es más apropiado denominarlo el módulo de proyecto, ya que el enfoque principal del sistema de información son los proyectos, no los estudiantes. De tal manera, por medio de un único código de proyecto, todos aquellos estudiantes ligados al proyecto podrán acceder a las funcionalidades correspondientes.

Ahora, a partir de la Figura 15 se puede observar la vista principal que observan los estudiantes al iniciar sesión como proyecto. En esta vista, el estudiante tiene acceso a toda la información relevante de su proyecto, y encuentra un menú en el lado izquierdo con diversas opciones para seleccionar y llevar a cabo acciones.

Figura 15. Componente vista

SABA H

Desarrollo Tecnológico
SABA H: Sistema de gestión de trabajos de grado para el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque
DT_2023-02-01

Información General

Modalidad: Desarrollo Tecnológico | Etapa: Propuesta | Estado: En desarrollo | Año: 2023

Período: 02 | Director: Tatiana Pulido | Lector: Santiago Muñoz

Cliente

Nombre Cliente: Universidad El Bosque | Representante Cliente: Carlos Ortiz | Correo Representante: carlos.ortiz1@unbosque.edu.co

Estudiante(s)

Nombre: Angela Ochoa | Correo: aochoa01@unbosque.edu.co | Número de Identificación: 1071235353

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque | Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Proyecto SABA H

Por otro lado, se puede acceder a la sección de entregas, donde se encuentra clasificadas en tres categorías: pendientes, sin calificar, y calificadas. Para cada una de ellas, se puede visualizar la información relevante, tal como fecha de apertura y cierre, nombre del calificador, y otros detalles importantes. Asimismo, se pueden actualizar los enlaces, tanto de *Artefacto de Control*, como de *Documento del Proyecto*, con los correspondientes en Google Drive. Esta sección le permite al estudiante mantenerse al día con las entregas y gestionar de manera efectiva sus archivos relacionados con el proyecto. Para una representación visual más clara, se puede observar la figura 16.

Figura 16. Componente entregas

SABA H

ENTREGAS

Artefactos De Control | Documentos del proyecto

Entregas pendientes

Nombre	Etapa	Año	Período	Fecha de apertura entregas	Fecha de cierre entregas	Fecha de inicio calificación
No hay entregas pendientes						

Entregas sin calificar

Nombre	Etapa	Año	Período	Fecha de apertura entregas	Fecha de cierre entregas	Fecha de inicio calificación

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque | Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Proyecto SABAH

La siguiente sección se enfoca en las reuniones. En ella, los estudiantes tienen la capacidad de crear una nueva reunión proporcionando información como fecha, hora, nombre, ubicación o enlace, así como el o los invitados. Esta funcionalidad se puede observar en la figura 17 expuesta a continuación.

Figura 17. Componente creación de una reunión

Fuente: Módulo de Proyecto SABAH

Todas las reuniones se encuentran clasificadas en tres categorías: pendientes, completas, y canceladas. En caso de las reuniones pendientes, los estudiantes pueden acceder a información más detallada, realizar ediciones si lo requiere, y cancelarla, aunque se solicita una justificación. En cuanto a las reuniones canceladas, solo se puede acceder a la información detallada de la reunión, que incluye la justificación proporcionada para la cancelación. Por último, para las reuniones completas, se da la posibilidad de ver la información en mayor detalle, y crear un acta de reunión si no se ha generado con anterioridad. Para ello, se redirige al estudiante a un formato de realimentación que debe completar en su totalidad, y luego generar automáticamente un PDF correspondiente. Para una mejor comprensión, se puede consultar la figura 18.

Figura 18. Componente creación de un acta de reunión

Fuente: Módulo de Proyecto SABAH

Al final, el estudiante cuenta con la sección de solicitudes, donde puede crear una nueva que será enviada al director para su aprobación, y visualizar todas sus solicitudes categorizadas en: pendientes, aprobadas, y rechazadas. Esta funcionalidad proporciona al estudiante una forma eficiente de realizar solicitudes y mantenerse informado sobre su progreso. La figura 19 muestra lo observado por el estudiante en el componente de solicitudes.

Figura 19. Componente solicitudes

	Creado por	Tipo de solicitud	Fecha de solicitud	Aprobado Director	Aprobado Comité
No hay solicitudes aprobadas.					
Rows per page: 100 0-0 of 0 < >					
Rechazadas					
	Creado por	Tipo de solicitud	Fecha de solicitud	Respuesta Director	Rechazada Comité
	Proyecto	Cambio de objetivos	29/8/2023	29/08/2023	
	Director	Solicitar retiro de proyecto (Director)	29/8/2023		29/08/2023
Rows per page: 100 1-2 of 2 < >					

Fuente: Módulo de Proyecto SABAH

5.2.3. Módulo de Comité

El tercer módulo corresponde a todas las funcionalidades que tiene el comité. Al ser el rol que tiene la mayor cantidad de responsabilidades, también corresponde al módulo más extenso. Primero, se comienza con la sección de proyectos que es idéntica al expuesto en el módulo de administrador.

Por otro lado, se tiene una sección de sustentaciones de proyectos, ver figura 20, donde se puede

visualizar y agendar la fecha, lugar y el proyecto asociado a la sustentación. Esta sección proporciona una vista rápida y organizada de todas las sustentaciones programas, lo que facilita su planificación y seguimiento.

Figura 20. Componente de sustentaciones

SABAH SUSTENTACIONES DE PROYECTOS

PROGRAMAR SUSTENTACIÓN

FILTERS EXPORT

Fecha Sustentación	Lugar Sustentación	Nombre	Código	Modalidad	Año	Período
20/09/2023 11:00 AM	Auditorio Principal	Sistema de diagnóstico de liderazgo empresarial	IT_2023-02-01	Innovación Tecnológica	2024	01

Rows per page: 100 1-1 of 1

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Comité SABAH

La siguiente sección, que puede observarse en la Figura 21, corresponde a los proyectos meritorios. En este espacio, se destacarán aquellos proyectos que los jurados o el director investigador en para la modalidad de Auxiliar de Investigación, postularán como proyectos destacados teniendo en cuenta la pertinencia del trabajo en cuanto a la orientación estratégica de la Universidad (salud y calidad de vida), la relación con otros entes, facultades, departamentos o dependencias para el desarrollo del proyecto (interdisciplinarietà) y los resultados, utilidad del mismo y la posibilidad de continuar en fases posteriores el proyecto. El comité tomará decisiones sobre cuáles proyectos merecen reconocimiento, considerando los aspectos mencionados, y solo se seleccionará uno por año, período y modalidad.

Figura 21. Componente de proyectos meritorios

SABAH PROYECTOS

Proyectos postulados

FILTERS EXPORT

Fecha Postulación	Modalidad	Año	Período	Nombre	Código
4/9/2023, 0 01:57	Desarrollo Tecnológico	2023	02	SABAH: Sistema de gestión de trabajos de grado para el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque	DT_2023-02-01
4/9/2023, 0 01:57	Innovación Tecnológica	2023	02	BOT DE WHATSAPP PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICAS EN GRADO SÉPTIMO DE BACHILLERATO	IT_2023-02-04

Rows per page: 100 1-2 of 2

Proyectos meritorios

FILTERS EXPORT

Modalidad	Año	Período	Nombre	Código
Auxiliar de Investigación	2023	02	DESPLIEGAR UNA PLATAFORMA DE BLOCKCHAIN EN UN AMBIENTE VIRTUALIZADO PARA EVALUAR SU FUNCIONAMIENTO EN UN PROCESO DE CADENA DE SUMINISTRO PARA EL CASO DE VACUNAS COVID 19	AUX_2023-02-01

Rows per page: 100 1-1 of 1

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Comité SABAH

Las siguientes tres secciones corresponden a los directores, lectores y jurados respectivamente. En cada uno, se tiene un listado por proyecto categorizado en: proyectos en desarrollo, cerrados, inactivos. Como se puede observar en la figura 22, en aquellos proyectos a los que no se les ha asignado un docente con un rol específico, que en este caso es un director, se permite la asignación directa en esta sección o su modificación si es necesario.

Figura 22. Componente de directores

SABA H

DIRECTORES POR PROYECTO

Proyectos en desarrollo

Nombre del director	Fecha de asignación	Código del proyecto	Modalidad	Estado del proyecto
Carlos Perez	3/9/2023	COT_2023-02-01	COT	Proyecto de grado 2 - En desarrollo
Santiago Muñoz	3/9/2023	COT_2023-02-02	COT	Propuesta - Aprobado propuesta
Santiago Muñoz	7/9/2023	IT_2023-02-01	IT	Propuesta - Aprobado propuesta
Tatiana Pulido	3/9/2023	DT_2023-02-01	DT	Propuesta - En desarrollo

Proyectos cerrados

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque

Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Comité SABA H

La siguiente sección corresponde a la gestión de los aspectos, que son los puntos a evaluar para una entrega. Al momento de crear un nuevo aspecto, solo es necesario proporcionar el nombre. También, es necesario incluir que, si se modifica el nombre de un aspecto, se evidenciará este cambio en todas las rúbricas que lo estén utilizando. Esta sección se puede evidenciar por medio de la figura 23.

Figura 23. Componente de aspectos

SABA H

ASPECTOS

CREAR ASPECTO

Identificador	Nombre
16	Análisis de Resultados y Discusión desde el marco del modelo BPSC
8	Apoyo gráfico
23	Artefactos de ingeniería
26	Aspectos de Forma
27	Aspectos de redacción, ortografía y gramática
25	Aspectos éticos
30	Calidad
37	Calidad de resultados a la fecha

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque

Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Comité SABA H

Con base al anterior componente, se presenta la siguiente sección relacionada con las rúbricas de evaluación. Al momento de crear una nueva rúbrica, se deben de colocar todos los aspectos relevantes junto con sus respectivos puntajes. La suma de los puntajes de todos los aspectos seleccionados debe equivaler a un total de 100 puntos. El listado de las rúbricas se puede observar en la figura 24 expuesta a continuación.

Figura 24. Componente de rúbricas



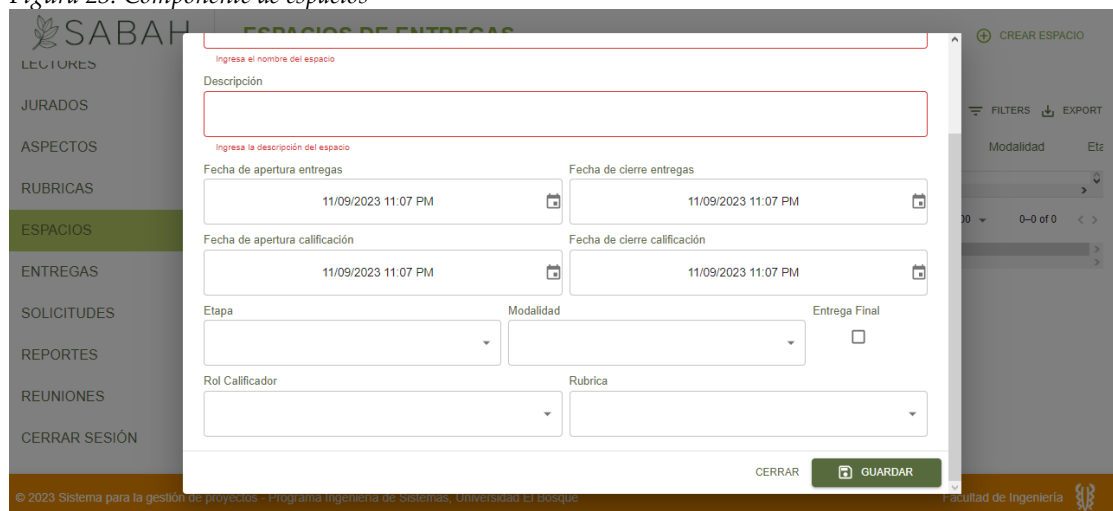
Identificador	Nombre	Descripción
7	Evaluación final documento	Guía de Evaluación Final (Entrega Jurado) (Desarrollo tecnológico)
2	Evaluación Final Global	Guías de Evaluación Final Auxiliar de investigación (Investigadores)
8	Evaluación final video-presentación	Guía de Evaluación Final (Entrega Jurado) (Desarrollo tecnológico)
1	Feria de Proyectos - (Presentación Formal)	Guías de Evaluación Final Auxiliar de investigación - (Evaluadores asignados por el COG)
5	Guía de evaluación final Artefacto de Ingeniería	Evaluación por parte de Jurados (si se tiene el aval del director en la fecha indicada). (Jurados) Proyecto de grado
4	Guía de evaluación final Documento Informe	Evaluación por parte de Jurados (si se tiene el aval del director en la fecha indicada). (Jurados) Proyecto de grado
9	Guía de evaluación presentación sustentación DT	Guía de Evaluación Final (Entrega Jurado) (Desarrollo tecnológico)
6	Guía de evaluación presentación sustentación IT	Evaluación por parte de Jurados (si se tiene el aval del director en la fecha indicada). (Jurados) Proyecto de grado

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Comité SABA H

Ahora, los espacios son aquel componente que será visible para los proyectos y docentes. Dentro de la creación de un nuevo espacio, es de carácter obligatorio el seleccionar una fecha inicial y final de entrega por parte de los proyectos, y una fecha inicial y final de calificación por parte del docente con el rol seleccionado en el espacio creado. Es en esta instancia que se juntan los componentes de aspectos y rúbricas.

Figura 25. Componente de espacios



Ingresa el nombre del espacio

Descripción

Ingresa la descripción del espacio

Fecha de apertura entregas: 11/09/2023 11:07 PM

Fecha de cierre entregas: 11/09/2023 11:07 PM

Fecha de apertura calificación: 11/09/2023 11:07 PM

Fecha de cierre calificación: 11/09/2023 11:07 PM

Etapas: [Dropdown]

Modalidad: [Dropdown]

Entrega Final: [Checkbox]

Rol Calificador: [Dropdown]

Rubrica: [Dropdown]

CERRAR GUARDAR

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Comité SABA H

La siguiente sección son las entregas, y es por medio de ésta que se puede acceder a la información completa de todas las entregas registradas en el sistema, sin importar el proyecto al que pertenezcan, y se categorizan en: pendientes, por calificar, y calificadas. También, se puede visualizar todos los detalles de las entregas.

Figura 26. Componente de entregas

Fuente: Módulo de Comité SABA H

Ahora, la sección de solicitudes permite la visualización de un histórica categorizado en: pendientes, por calificar, y calificadas. Para aquellas solicitudes que se encuentran en estado pendientes se les puede dar revisión y respuesta. Como ya se había mencionado anteriormente, se garantiza que el comité solo intervenga en las solicitudes ya aprobadas o creadas por el director de un proyecto. La siguiente imagen expone la visualización de las solicitudes.

Figura 27. Componente de solicitudes

Fuente: Módulo de Comité SABA H

La siguiente sección es de gran relevancia y cumple con una de las solicitudes fundamentales del cliente: los reportes. Cuando se requiere de información muy detallada, esta sección es una valiosa herramienta, ya que permite filtrar la información según las necesidades específicas. En cada uno de los diferentes tipos de reportes, se pueden seleccionar las columnas que deben ser visibles y crear filtros personalizados. La generación de un reporte se puede encontrar en la figura 28.

Figura 28. Componente de reportes

Fuente: Módulo de Comité SABA H

Finalmente, la última sección a la cual el comité tiene acceso corresponde a las reuniones. Es por medio de esta sección que se puede acceder a la información completa de todas las reuniones registradas en el sistema, sin importar el proyecto al que pertenezcan. También, se puede visualizar todos los detalles de las reuniones, al igual que, las actas de reuniones de aquellas que correspondan.

Figura 29. Componente de reuniones

Fuente: Módulo de Comité SABA H

5.2.4. Módulo de Docente

Dentro de este módulo se han integrado las diversas funcionalidades que tiene el director, lector y jurado, al ser más fácil y eficiente para el docente tener toda la información en un perfil centralizado. A partir de la siguiente figura se puede observar la vista principal que observan los docentes al iniciar sesión. En esta vista, el docente puede ver su información personal, como nombre completo, correo electrónico, estado, y roles.

Figura 30. Componente inicio

The screenshot shows the SABAHI system interface. On the left is a sidebar with a green header 'INICIO' and a list of menu items: PROYECTOS, REUNIONES, SOLICITUDES, ENTREGAS, and CERRAR SESIÓN. The main area has a green header 'BIENVENIDO AL SISTEMA SABAHI' and a section 'Información General'. It displays the user's name 'Daniela Benavides García', email 'dbenavidesg@unbosque.edu.co', status 'Habilitado', and roles 'Director', 'Lector', and 'Jurado'. The footer is orange and contains copyright text and the faculty name 'Facultad de Ingeniería'.

Fuente: Módulo de Docente SABAHI

Para cada una de las siguientes secciones, solo se mostrará al docente la información que corresponda a su(s) rol(es). Esto quiere decir que, si solamente es director, en las secciones de proyectos, reuniones, solicitudes y entregas solo verá la información relacionada con ese rol.

Por lo tanto, para la sección de proyectos, y como se puede observar en la figura a continuación, el docente puede ver aquellos proyectos asociados a su rol, que en este caso es de lector, teniendo así una distinción más clara. También, tiene acceso a información más detallada de cada proyecto, incluyendo información general, entregas en sus categorías ya mencionadas, al igual que las solicitudes. Tanto para las entregas, como para las solicitudes puede verlas en mayor detalle, al igual que darle una calificación y respuesta respectivamente.

Figura 31. Componente proyecto por rol

INICIO

PROYECTOS

DIRECTOR

LECTOR

JURADO

REUNIONES

SOLICITUDES

ENTREGAS

CERRAR SESIÓN

PROYECTOS ASOCIADOS AL ROL LECTOR

En desarrollo

FILTERS

EXPORT

Nombre	Código	Modalidad	Año	Periodo	Etapas	Estado	Acción
BOT DE WHATSAPP PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA DE MATEMÁTICAS EN GRADO SÉPTIMO DE BACHILLERATO	TEM_2023-02-01	IT	2023	02	Propuesta	En desarrollo	

Rows per page: 100 1-1 of 1 < >

Cerrados

FILTERS

EXPORT

Nombre	Código	Modalidad	Año	Periodo	Etapas	Estado	Acción
No hay proyectos							

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque

Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Docente SABAH

Por otro lado, se tiene la sección de reuniones que es muy similar a la detallada en el módulo de proyectos, aunque existen algunas diferencias significativas. A la hora de crear una reunión, solo puede seleccionar como invitado un proyecto al cuál se encuentra vinculado en función al rol seleccionado. Asimismo, solo podrá descargar el PDF del acta de reunión si el proyecto ya ha dicho documento con anterioridad. Por último, al editar una reunión completa, solo puede especificar su estado de asistencia, que se categorizada en: presente, ausente y excusado.

Figura 32. Componente reuniones por rol

INICIO

PROYECTOS

REUNIONES

DIRECTOR

LECTOR

JURADO

SOLICITUDES

ENTREGAS

CERRAR SESIÓN

REUNIONES ASOCIADOS AL ROL DIRECTOR

CREAR REUNIÓN

Pendientes

FILTERS

EXPORT

Fecha y Hora	Nombre	Link	Proyecto	Acción
12-09-2023 20:00	Reunión Revisión Objetivos	meet.google.com/zri-qgrj-kgw	Proyecto de Grado Auxiliar de Investigación - Nuevo	

Rows per page: 100 1-1 of 1 < >

Completas

FILTERS

EXPORT

Fecha y Hora	Nombre	Proyecto	Asistencia	Acción
01-09-2023 11:05	Reunión Prueba	Proyecto de Grado Auxiliar de Investigación - Nuevo	Presente	
04-09-2023 15:00	Reunión #1 Proyecto de Grado	Proyecto de Grado Auxiliar de Investigación - Nuevo		

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque

Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Docente SABAH

Ahora, solo será visible la sección de solicitudes a aquellos docentes que tengan el rol de director. En ella, se puede observar las solicitudes categorizadas en: pendientes por responder, pendientes por respuesta del comité, aprobadas y rechazadas. Aquellas que se encuentran pendientes fueron creadas por un proyecto y necesitan aprobación del director para ser luego redirigidas al comité para su revisión y respuesta. Para cada una de las solicitudes, los docentes pueden acceder a su información detallada o ver la información asociada al proyecto correspondiente.

Figura 33. Componente solicitudes rol director

Creado por	Tipo de solicitud	Fecha de solicitud	Código	Estado Proyecto	Aprobado Director	Aprobado Comité
Director	Cambio de objetivos	2/9/2023	AUX_2023-02-02	Propuesta - En desarrollo		03/09/2023
Director	Cambio de título	2/9/2023	AUX_2023-02-02	Propuesta - En desarrollo		03/09/2023
Director	Extensión de tiempo	2/9/2023	AUX_2023-02-02	Propuesta - En desarrollo		03/09/2023

Creado por	Tipo de solicitud	Fecha de solicitud	Código	Estado Proyecto	Respuesta Director	Rechazada Comité
Director	Solicitar retiro de proyecto (Director)	29/8/2023	DT_2022-02-01	Proyecto de grado 2 - En desarrollo		29/08/2023

© 2023 Sistema para la gestión de proyectos - Programa Ingeniería de Sistemas, Universidad El Bosque

Facultad de Ingeniería

Fuente: Módulo de Docente SABAH

Finalmente, la sección de entregas puede ser revisado por el director, lector y jurado. Cada entrega se categoriza por: pendiente, por calificar, y calificada. Al abrir una entrega se puede simplemente visualizar si ya se ha calificado, o proceder con la correspondiente calificación, teniendo en cuenta que se debe dar un puntaje a cada aspecto dentro del rango previsto, y en su totalidad deben sumar 100. Por medio de la figura 34 se puede observar la información solicitada para la calificación de una entrega.

Figura 34. Componente ver/calificar una entrega por rol

Ver/Calificar Entrega

Metodología/Marco de Trabajo

Puntaje *

Valor debe estar entre 0 y 30

Comentario *

Por favor, ingresa un comentario

Resultados alcanzados

Puntaje *

Valor debe estar entre 0 y 30

Comentario *

CERRAR

Fuente: Módulo de Docente SABAH

5.3. Implementar y probar

La última etapa corresponde a la implementación y las pruebas del sistema desarrollado y descrito en los pasos anteriores, según la metodología y el cronograma.

5.3.1. Despliegue del sistema

Para llevar a cabo el despliegue del sistema en un servidor que permitiera la realización de diversas pruebas, se ha tomado como referencia el diagrama de despliegue detallado en el Anexo No. 4 del Documento de Anexos. La fase de despliegue de la totalidad del sistema se está ejecutando actualmente en Google Cloud; se utiliza la API Engine para desplegar de manera independiente el front-end del back-end del sistema, se emplea una instancia de SQL para la configuración de la base de datos PostgreSQL, y finalmente, se utiliza la API de Google Drive para el almacenamiento de archivos.

5.3.2. Pruebas funcionales – Validación de la academia

Para evaluar el comportamiento del sistema, se llevan a cabo dos tipos de pruebas, cada una con un propósito específico. El primer tipo de prueba, conocido como “Pruebas Unitarias”, examina el funcionamiento de cada unidad de código de manera individual. El objetivo principal de las pruebas unitarias es verificar que cada sección del sistema, a nivel de funciones, métodos o componentes de código, esté operando correctamente. Esto implica evaluar la lógica interna de estas unidades para detectar y corregir posibles errores o problemas de implementación. Las pruebas unitarias se detallan en el Anexo No. 5 del Documento de Anexos.

El segundo tipo de prueba, conocido como “pruebas de caja negra,” también documentadas en el Anexo No. 5 del Documento de Anexos. Estas pruebas validan si el comportamiento del software cumple con los requisitos funcionales establecidos para el sistema. A diferencia de las descritas anteriormente, las pruebas de caja negra no requieren acceso al código fuente ni a los detalles de la implementación. Su objetivo principal es detectar posibles errores o defectos en la interfaz y la lógica de la aplicación, así como asegurarse de que el software funcione según lo previsto desde la perspectiva del usuario.

5.3.3. Presentación y prueba con el cliente - Validación estática

Las reuniones periódicas con el cliente han demostrado ser un pilar fundamental en el éxito del proyecto, permitiendo la retroalimentación constante y la adaptación ágil a las necesidades cambiantes, lo que asegura que el sistema de información se ajuste de manera precisa a las expectativas del cliente y cumpla con sus requisitos en evolución, y que sea altamente satisfactorio y efectivo. A partir de lo estipulado por la metodología FDD, es a partir de las reuniones constantes que progresa el proyecto hacia un sistema de información que evoluciona, garantizando que cada componente sea diseñado, implementado y probado minuciosamente, lo que contribuye a un producto final de alta calidad y plenamente alineado con los objetivos del proyecto.

Junto con el comité de opciones de grado de la facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque, se efectuaron tres presentaciones y pruebas en total, ya que el resto corresponden a reuniones con los representantes del comité. Durante estos tres momentos se destaca la presentación y análisis del proyecto, donde las diferentes interacciones permitían una revisión del progreso del proyecto, recolectar retroalimentación valiosa, y tomar decisiones frente a los pasos a seguir. Al tener una alineación entre el equipo del proyecto y el comité de opciones de grado, se garantiza un producto final que cumpla con las expectativas y necesidades del cliente.

En cuanto a la validación estática, se da hincapié al último contacto efectuado con la totalidad del comité de opciones de grado. Fue a través de ésta que se presenta un avance del 90% del artefacto para conseguir un aval para obtener un espacio en el servidor de la universidad para poder implementar las pruebas de usuario. Además, de tener dicho objetivo, el comité fue participó de las pruebas de la mayoría de las funcionalidades de los módulos creados, garantizando que el sistema cumpliera con los requisitos técnicos acordados, el cual también presenta un espacio de oportunidades para identificar y corregir posibles problemas antes de su implementación final.

5.3.4. Evaluación de la percepción de contribución del sistema propuesto - Validación dinámica

Con el fin de evaluar la percepción de contribución del sistema propuesto en los procesos asociados a proyectos de grado, se implementó un enfoque basado en cuestionarios dirigidos a diferentes grupos de interés. Los cuestionarios fueron diseñados para medir percepciones parciales tanto del sistema actual como del propuesto. La población de interés incluyó a estudiantes, profesores que desempeñan roles de director, jurado o lector, así como participantes del comité de opciones de grado.

Se invitó a participantes de cada grupo para asegurar una representación adecuada de los diferentes perfiles y experiencias de la población que usa el sistema actual.

Se realizaron cuatro cuestionarios para cada uno de los roles mencionados anteriormente. Los cuestionarios se centraron en medir el aporte del sistema propuesto frente al sistema actual en procesos relacionados con proyectos de grado. Cada cuestionario está compuesto por preguntas estructuradas que abordaron los siguientes aspectos:

- Evaluar la contribución percibida del sistema actual en los procesos de proyecto de grado.
- Evaluar la contribución percibida del sistema propuesto en los procesos de proyecto de grado.

Estos cuestionarios fueron realizados a través de la plataforma Google Forms. Los participantes evaluaron las preguntas utilizando una escala del 1 al 5, donde 1 representa "Mínima Contribución" y 5 representa "Contribución Muy Significativa", esto con el fin de cuantificar las percepciones de contribución de ambos sistemas.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DESDE EL MARCO DEL MODELO BPSC

En el marco del Modelo BPSC y considerando lo mencionado previamente, esta sección se adentra en el análisis de resultados y la posterior discusión, centrándose en la evaluación de cada uno de los objetivos específicos que se plantearon en este proyecto de grado. La problemática identificada, relacionada con la alta dependencia de los procesos internos llevados a cabo por el Comité de Opciones de Grado de la Universidad El Bosque y la dispersión de información en diversos medios, impulsó la creación de un sistema que modela los roles de comité, estudiantes, docentes y administradores. Este proyecto tenía como objetivo específico desarrollar un sistema de información web para el seguimiento y control de los proyectos de grado del programa de pregrado de Ingeniería de Sistemas de la Universidad El Bosque buscando mitigar la mencionada dependencia, así como organizar y centralizar la información, para finalmente analizar la percepción de contribución del sistema propuesto en los procesos asociados a los proyectos de grado.

Para alcanzar este propósito, se implementó la metodología FDD (Feature-Driven Development o Desarrollo Basado en Funciones), dividiendo el proyecto en etapas clave: desarrollo del modelo

global, construcción del listado de características, análisis, diseño y construcción de cada característica, y finalmente, la implementación y pruebas.

6.1. Objetivo específico: Establecer los requerimientos

Para dar inicio al proyecto, y siguiendo la metodología seleccionada, el análisis extensivo desempeñó un papel fundamental al enriquecer y completar el entendimiento de las necesidades, tareas y roles de todas las partes involucradas en el proceso de gestión de proyectos de grado. Al entender a profundidad los procesos, las limitaciones, desafíos y oportunidades, se identifica y se logra crear una lista de características con cuatro roles frente a los actores involucrados en todos los procesos dentro de la administración y gestión de proyectos de grado. Es así como se tienen los roles de estudiante/proyecto, comité, administrador, usuario normal (director, lector y jurado), con un total de 23 funciones principales acordadas con el cliente. Fue gracias a esto que se pudo definir el alcance y las limitaciones de aquellas funciones que no hacen parte del sistema de información, las cuales son descritas y avaladas por el cliente en el Anexo No. 6.

Cabe resaltar que, el listado de característica es complementado con el listado de requerimientos funcionales y no funcionales, descrito en el Anexo No. 1, donde se detallan la totalidad de las funcionalidades del sistema, así como sus características para que el sistema pueda cumplir con lo esperado.

En resumen, este proceso de recopilación y documentación de los requisitos proporcionó una base sólida y clara para la posterior fase de diseño y construcción del sistema, garantizando que todas las necesidades identificadas se tuvieran en cuenta de manera efectiva en el proceso de desarrollo.

6.2. Objetivo específico: Diseñar una arquitectura de sistemas de información.

En este proceso, se elaboró un detallado documento de arquitectura que delineó la estructura y tecnologías clave a ser empleadas en la construcción del artefacto, tales como PostgreSQL, React, Node.js, Express.js, y Google Drive. Se adoptó una arquitectura cliente-servidor para la gestión eficiente de la información, y se aplicaron patrones arquitectónicos fundamentales como el Modelo-Vista-Controlador (MVC), la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) para garantizar una estructura robusta y escalable. Además, se desarrolló un modelo relacional para la base de datos, y se confeccionaron mockups en colaboración con el cliente, asegurando una representación visual efectiva del sistema y una comprensión compartida de su diseño. En suma, al tener todos estos elementos completos y listos se tiene una arquitectura sólida y coherente con lo anteriormente planteado que respalden y faciliten la realización del resto de objetivos planteados.

6.3. Objetivo específico: Construir e implementar el sistema de información

Durante esta fase, se procedió a la construcción del sistema teniendo en cuenta el detallado listado de características y requisitos, así como la arquitectura previamente diseñada con un modelo de base de datos y los mockups de la interfaz. Cada característica fue desarrollada de manera meticulosa, y se procedió a la implementación del sistema, que se llevó a cabo en el entorno de Google Cloud, como se detalla en el diagrama de despliegue y se describe exhaustivamente en el manual técnico.

Dentro del artefacto desarrollado, se distinguen cinco módulos individuales que abarcan todas las funcionalidades requeridas por los actores involucrados. Esto centraliza el proceso de gestión de proyectos de grado. Se tiene el módulo de inicio de sesión y registro, módulo de administración, módulo de comité, módulo de proyecto, y módulo de docente o usuario normal. Cada uno de estos módulos es fundamental para que todo el proceso funcione correctamente, permitiendo una constante comunicación entre los roles que forman parte del flujo natural del desarrollo de un

proyecto de grado. Esto asegura que los estudiantes, el comité, y los docentes puedan colaborar de manera eficiente, lo que es esencial para el éxito de cada proyecto.

Por otro lado, para la validación del sistema se realizaron las pruebas de validación en la academia, que incluyen las pruebas de caja negra y unitarias, de las cuales se realizaron dos rondas de pruebas funcionales. En la primera ronda se aprobaron el 64% de las pruebas, y en la segunda ronda se aprobaron todas las pruebas, lo que permitió presentar la última versión del sistema de información al cliente. En resumen, a medida que se realizaron más pruebas y se corrigieron los errores, se logró mejorar las funcionalidades del sistema hasta alcanzar el 100% de aprobación, lo cuales se muestran y detallan en la versión final del Anexo No. 5.

De igual manera, se llevaron a cabo pruebas de validación estática durante una reunión con el cliente cuando el proyecto estaba en un estado avanzado, alcanzando aproximadamente un 90% de completitud. Durante esta reunión, se sometieron a prueba las funcionalidades del sistema, y las mismas fueron evaluadas y aceptadas por los cuatro miembros del comité que asistieron. Durante este proceso, se recogieron valiosos comentarios y sugerencias por parte del cliente, los cuales fueron considerados y posteriormente implementados en la versión final del sistema.

Es necesario subrayar que, los resultados de la validación dinámica se mostrarán en la explicación y profundización del último objetivo.

En suma, el proceso de construcción e implementación respaldado por pruebas sólidas asegura que el sistema cumpla con los requerimientos y objetivos establecidos.

6.4. Objetivo específico: Validar la percepción de contribución del sistema de información

Al considerar la percepción de contribución, se realiza un análisis fundamental en el contexto de este proyecto de grado, ya que se busca entender cómo los diferentes actores involucrados perciben el valor y la utilidad del sistema de información desarrollado. A continuación, se tiene una descripción completa de las pruebas y evaluaciones que se llevaron a cabo para medir la percepción de contribución del sistema por parte de los usuarios y cómo se ha reflejado en su experiencia. Este tipo de pruebas son esenciales para evaluar si el sistema satisface las expectativas y necesidades de los usuarios finales, así como su nivel de satisfacción y percepción de valor agregado.

Para medir esta variable, se utilizaron diversos tipos de cuestionarios específicos según el rol de los participantes, lo que resultó en un total de cuatro cuestionarios: uno dirigido al comité, otro para los docentes, y dos diseñados para los estudiantes. En total, se obtuvieron 176 respuestas que nos proporcionaron una visión completa de la percepción de contribución del sistema.

El cuestionario destinado a los estudiantes consta de dos partes divididas en dos cuestionarios diferentes. La primera se enfoca en preguntas relacionadas con el sistema actual, que incluye la utilización de diversas herramientas como el aula virtual de la universidad, Google Drive y Gmail, empleadas durante todas las etapas del proyecto de grado antes de la implementación del sistema de información SABAH. Por medio de las respuestas enviadas, se identifica que 8 de 9 preguntas realizadas sobre el sistema actual tienen como media el número 3, que corresponde a una tendencia neutral frente a la contribución. Esto sugiere que la mayoría de los estudiantes encuestados se sienten conformes con el sistema actual, aunque no lo consideran excepcional.

En lo que respecta a los comentarios escritos, de un total de 33 respuestas, 18 corresponden a opiniones negativas o críticas hacia el sistema actual. Estos indicativos exponen la realidad de que

existen áreas que podrían mejorarse dentro de todo el proceso. Los comentarios sobre el sistema actual presentan una variedad de opiniones, algunos usuarios expresan insatisfacción y desafíos, como la falta de claridad en los procesos, tiempos de respuesta lentos y falta de interés de algunos profesores en los proyectos de grado. Otros mencionan la complejidad y la necesidad de una mejor comunicación y seguimiento de las solicitudes. Algunos usuarios, consideran que las herramientas actuales son sencillas de usar, pero suele convertirse en un proceso complejo al no tener total claridad de qué hacer y cómo hacerlo. Estos comentarios resaltan la importancia de abordar los desafíos y deficiencias del sistema actual en el desarrollo de SABAHI.

Ahora, para el segundo cuestionario realizado a los estudiantes, se tienen nueve preguntas que abordan su percepción de contribución del sistema de información propuesto. Por medio de las respuestas enviadas, en 9 de 9 preguntas del sistema propuesto, la media se encuentra en 4,5. Frente a los comentarios, se tiene que 9 de 24 comentarios corresponden a oportunidades de mejora del sistema propuesto. En general los comentarios sobre el sistema propuesto son en su mayoría positivos y expresan entusiasmo sobre el proyecto, donde 14 de 24 corresponden a comentarios positivos. Los estudiantes ven el sistema de información como una solución valiosa para la gestión y organización de proyectos de grado, destacando la gestión de reuniones y retroalimentación de observaciones de directores de proyectos. También, aprecian lo intuitivo y fácil que representa el uso del sistema, aunque sugieren hacer la interfaz de usuario más amigable. Los comentarios reflejan el potencial de la aplicación para centralizar información y mejorar la gestión de proyectos de grado en el futuro, donde se optimiza el proceso de proyectos de grado, mejora la comunicación y la organización, y es altamente beneficioso tanto para estudiantes como para docentes.

Por otro lado, el cuestionario destinado a los docentes consta de dos secciones. La primera se enfoca también en preguntas relacionadas con el sistema actual. Esta sección consta de un total de nueve preguntas, seguidas por una sección de comentarios adicionales. Su propósito es evaluar la percepción de la contribución del sistema actual y obtener una comprensión más profunda de las opiniones al respecto. A través de las respuestas se puede evidenciar una tendencia neutral de contribución significativa, ya que 7 de 9 preguntas tienen una media de 3 conforme al sistema actual.

Dentro de los comentarios se tiene que 5 de 5 comentarios corresponden a opiniones negativas o de oportunidades de mejora. Los docentes expresan la necesidad de gestionar una herramienta que permita recibir entregas parciales y realizar un seguimiento con trazabilidad en caso de requerir correcciones. A pesar de que el proceso actual utiliza múltiples herramientas independientes, algunos docentes consideran que cumple con su objetivo. No obstante, se señala que el sistema actual es manual y no integrado, lo que dificulta el control de los proyectos y la revisión adecuada de los documentos. Se reconoce que la percepción de algunos docentes puede estar sesgada al ser miembros del Comité de Opciones de Grado y conocer en detalle las herramientas utilizadas actualmente.

En cuanto a la segunda sección, se tienen las preguntas relacionadas con el sistema propuesto. Se tiene que 9 de 9 preguntas tienen una media de 4,5, y frente a los comentarios se tiene que 5 de 7 respuestas tienen enfoques positivos, y 4 de 7 incluyen comentarios de oportunidades de mejora. Los comentarios subrayan la importancia de la trazabilidad en los proyectos y sugieren la implementación de alertas tempranas para el cronograma de actividades y la carga de documentos. Se destaca la excelencia y utilidad de la interfaz de usuario, así como la necesidad de contar con un indicador de estado clave para identificar el proceso en flujo. Además, se elogia el trabajo y se considera que la herramienta propuesta es de gran apoyo. Se reconoce que algunas preguntas en el cuestionario pueden estar orientadas hacia el uso continuo de SABAHI, lo que dificulta responderlas en la fase de pruebas.

Finalmente, el cuestionario dirigido al comité de opciones de grado también consta de dos secciones,

tal como se mencionó anteriormente. Es relevante destacar que las respuestas sobre el sistema actual pueden no reflejar respuestas objetivas, dado que los participantes están directamente involucrados en la administración y creación del proceso actual, y podrían estar sesgadas. Es importante recordar que este rol específico corresponde al cliente del sistema de información SABA H.

En cuestión al sistema propuesto, 6 de 9 preguntas tienen una media de 5. Para este cuestionario se obtuvieron dos comentarios de los participantes, el primero destacando un excelente trabajo. Por otro lado, se señala que algunas preguntas en la encuesta están formuladas como si el sistema ya estuviera en uso continuo en el Programa de Ingeniería de Sistemas, lo que dificulta proporcionar respuestas precisas en la fase de pruebas. Además, se resalta que algunas preguntas carecen de claridad en su formulación, como la relacionada con la coordinación de sustentaciones. Se menciona que SABA H parece ayudar en los procesos de sustentación, pero no se encontró evidencia de que facilite la coordinación de las presentaciones en sí.

En resumen, al validar la percepción de contribución del sistema de información y desde el marco del modelo BPSC al introducir un sistema de información como solución a las mejoras identificadas en la gestión de proyectos de grado del programa de Ingeniería de Sistemas. Según los resultados del análisis, los estudiantes, que inicialmente tenían una percepción neutral hacia el sistema actual, demostraron una alta satisfacción y entusiasmo con el sistema propuesto, destacando su valor en la gestión de proyectos y la organización. Los docentes, que veían limitaciones en el sistema actual, expresaron una mejora significativa en la percepción del sistema propuesto, destacando su utilidad y la mejora en la trazabilidad. El comité de opciones de grado, como cliente del sistema SABA H, también mostró una recepción positiva en su mayoría, aunque se señalaron algunas áreas de mejora. Así, el proyecto logró transformar el modelo BPSC al mejorar significativamente la percepción de contribución y la experiencia de los actores involucrados, agrupados en la centralización de la gestión de los procesos relacionados con proyectos de grado.

Todos estos resultados y comentarios expuestos anteriormente se pueden encontrar en el Anexo No. 10.

7. CONCLUSIONES

A partir de la información proporcionados, se puede concluir el sistema propuesto ha sido un éxito, en la abstracción, el análisis, la construcción y la implementación. La adopción de la arquitectura y los patrones previamente definidos se ha traducido en un sistema de información robusto y altamente funcional que aborda se adapta a los procesos actuales y brinda una mejora. La planificación meticulosa, que incluyó la elaboración de un plan detallado que estableció una hoja de ruta clara, tiempos y tareas debidamente alineados con los recursos y restricciones del proyecto, ha sido un factor crucial en el logro de este éxito.

La metodología FDD desempeñó un papel fundamental en la gestión eficiente de los requisitos, el diseño de la arquitectura y la implementación del sistema. Esta metodología permitió una estructuración organizada y una descomposición efectiva de las características del sistema, lo que facilitó la construcción de cada parte del proyecto. Además, las pruebas de validación estática con el cliente contribuyeron significativamente al refinamiento del sistema, asegurando que las funcionalidades fueran aceptadas y mejoradas de acuerdo con las necesidades del comité.

Tras la validación realizada en colaboración con expertos y la recolección de datos de los diferentes actores involucrados, se puede concluir que el sistema de información se percibe como una contribución significativa. Esto se debe a que se ha logrado cumplir con la mayoría de los puntos identificados en la fase de validación. En resumen, gracias al arduo trabajo llevado a cabo a lo largo

del proyecto, en las etapas de validación y recopilación de datos, se ha determinado que el sistema de información cuenta con una base sólida para su funcionamiento, siempre y cuando se tengan en cuenta las restricciones establecidas.

Tras analizar las respuestas a las preguntas planteadas para medir la validación dinámica, al introducir el sistema de información en el contexto del modelo BPSC, se ha logrado una mejora significativa en la percepción de contribución y la experiencia de los estudiantes, docentes y el comité de opciones de grado en la gestión de proyectos de grado del programa de Ingeniería de Sistemas. El sistema propuesto ha demostrado su valor al centralizar la gestión de procesos y mejorar la trazabilidad, generando satisfacción y entusiasmo entre los usuarios, a pesar de algunas áreas de mejora identificadas.

En resumen, el proyecto ha demostrado que la metodología FDD y la planificación detallada son fundamentales para el éxito en el desarrollo de sistemas de información. El proyecto ha logrado cumplir con los objetivos planeados, brindando una solución sólida y efectiva que mejora significativamente los procesos de gestión y seguimiento de proyectos de grado. La implementación de una arquitectura sólida y la colaboración estrecha con el cliente han llevado a un sistema que cumple con los objetivos planteados y que aborda eficazmente las problemáticas identificadas. Este proyecto representa un logro significativo en la búsqueda de soluciones tecnológicas para mejorar los procesos internos de los proyectos de grado del programa de ingeniería de sistemas de la Universidad El Bosque.

8. LECCIONES APRENDIDAS

En el desarrollo del proyecto, se aprende que la inmersión en el entorno real a intervenir, tomando en cuenta tanto los aspectos básicos como los culturales, es esencial para comprender plenamente las necesidades y desafíos. La elección de la metodología y herramientas adecuadas se revela como una lección valiosa. Se destaca la importancia de seleccionar la metodología que mejor se adapte a las características del proyecto, los recursos disponibles y los objetivos a alcanzar.

La comunicación constante y efectiva con el cliente se considera crucial en este proyecto. La interacción con el cliente permite alinear las expectativas, recibir retroalimentación valiosa y garantizar que el proyecto avance en la dirección correcta. En particular, la validación dinámica con los actores del sistema desempeña un papel fundamental en el éxito del sistema.

Asimismo, se destaca la importancia de mantener una comunicación fluida con los miembros del equipo. Esta comunicación interna asegura que todos estén alineados con los objetivos y los avances del proyecto, lo que facilita la resolución eficiente de problemas y la toma de decisiones informadas.

Por último, se reconoce la importancia de considerar las restricciones del proyecto, como los plazos y los recursos disponibles. La gestión adecuada de estas restricciones se revela como esencial para evitar desviaciones significativas y asegurar la finalización exitosa del proyecto. Estas lecciones aprendidas se convierten en valiosas guías para futuros proyectos, permitiendo sortear obstáculos comunes y optimizar los resultados a través de una comprensión más profunda de los aspectos sociales y culturales, la elección adecuada de metodologías y herramientas, y una comunicación efectiva con el cliente y el equipo.

9. TRABAJOS FUTUROS

Para mejorar el sistema propuesto en futuros trabajos se brindan diferentes oportunidades alineadas con los comentarios recibidos en la fase de evaluación dinámica. Se recomienda en primer lugar,

priorizar la adaptación de la interfaz para dispositivos móviles, garantizando así una experiencia de usuario óptima y cómoda. También se sugiere incorporar la firma digital para actas de reuniones y la integración con Google Drive para agilizar procesos administrativos y facilitar el acceso a documentos. Además, la implementación de un chat dentro de la plataforma mejoraría la comunicación en tiempo real entre los usuarios, optimizando la retroalimentación y la resolución de dudas. Por último, se debe considerar la inclusión de un sistema de notificaciones para mantener a todos los involucrados informados sobre eventos críticos en la gestión de proyectos de grado.

10. REFERENCIAS

- [1] G. Gerón-Piñón *et al.*, “Sistemas de información en las universidades latinoamericanas: su impacto en los rankings internacionales,” *Revista de la educación superior*, vol. 50, no. 198, pp. 23–35, 2021, doi: 10.36857/RESU.2021.198.1699.
- [2] Desarrollo de un sistema de información para la gestión de los proyectos de responsabilidad social del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Colombia.” <https://repository.ucatolica.edu.co/items/59989f45-776b-4e69-b27c-e3446e04dd44> (accessed Mar. 03, 2023).
- [3] C. A. Esguerra Labrador and D. Monroy Cotamo, “Sistema de información para la administración de procesos de proyectos de investigación de las entidades educativas de nivel superior del proyecto Eri-Acaima (ERI-DB),” 2018, Accessed: Mar. 03, 2023. [Online]. Available: <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6070>
- [4] L. Felipe Sánchez, P. Lina, and M. A. Lara, “Sistema de Información Web para la Gestión de Proyectos de Grado”.
- [5] Sistema de información para la gestión de trabajos de grado del programa de ingeniería de sistemas de la universidad de Cundinamarca extensión chía sigtg udec.” <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/2577> (Accessed Mar. 03, 2023).
- [6] Sistema de información y gestión de proyectos de grado.” <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/8875> (Accessed Mar. 03, 2023).
- [7] F. Z. CLARO VEGA and A. A. DURAN CORONEL, “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION PARA LA GESTION DE LOS TRABAJOS DE GRADO TOMANDO COMO PILOTO AL PROGRAMA DE INGENIERIAS DE SISTEMAS DE LA UFPSO,” Jan. 2017, Accessed: oct. 07, 2022. [Online]. Available: <http://repositorio.ufps.edu.co/jspui/handle/123456789/1077>
- [8] N. del Autor, J. Ricardo, L. Pineda, G. B. Reyes, R. Neftalí, and L. Reyes, “Gestión de información para trabajos de grado de la maestría en gestión de la tecnología educativa,” *IV Jornadas de TIC e Innovación en el Aula*, vol. 1, no. 1, p. 7, 2017, Accessed: Mar. 03, 2023. [Online]. Available: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/65679>
- [9] “ANÁLISIS, DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN BAJO AMBIENTE WEB PARA LA GESTIÓN DE TRABAJOS DE GRADO DEL PROGRA.” http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:ZChoz3ttijMJ:scholar.google.com/+An%C3%A1lisis,+dise%C3%B1o+y+desarrollo+de+un+sistema+de+informaci%C3%B3n+bajo+ambiente+web+para+la+gesti%C3%B3n+de+trabajos+de+grado+del+programa+de+especializaci%C3%B3n+en+gesti%C3%B3n+de+proyectos+inform%C3%A1ticos+de+la+Universidad+de+Pamplona&hl=es&as_sdt=0,5 (accessed Oct. 07, 2022).
- [10] C. Mauricio, G. Cuevas, and U. del Valle, “Desarrollar un prototipo de un sistema de información para la gestión de los trabajos de grado de la EISC,” 2018, Accessed: oct. 07, 2022. [Online]. Available: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/15682>
- [11] K. C. Laudon and J. P. Laudon, “Sistemas de información gerencial Decimocuarta edición Decimocuarta edición”, Accessed: Mar. 08, 2023. [Online]. Available: www.pearsonenespañol.com

- [12] J. Sligo, R. Gault, V. Roberts, and L. Villa, "A literature review for large-scale health information system project planning, implementation and evaluation," *Int J Med Inform*, vol. 97, pp. 86–97, Jan. 2017, doi: 10.1016/J.IJMEDINF.2016.09.007.
- [13] B. Miłosierny and M. Dzieńkowski, "The comparative analysis of web applications frameworks in the Node.js ecosystem," *Journal of Computer Sciences Institute*, vol. 18, pp. 42–48, Mar. 2021, doi: 10.35784/JCSI.2423.
- [14] "Getting Started – React." <https://reactjs.org/docs/getting-started.html> (accessed Mar. 09, 2023).
- [15] "Express - Node.js web application framework." <https://expressjs.com/> (Accessed Mar. 09, 2023).
- [16] "PostgreSQL: Documentación." <https://www.postgresql.org/docs/> (Accessed Mar. 09, 2023).
- [17] "Proceso de la investigación cualitativa: Epistemología, metodología y ... - Nelly Patricia Bautista C. - Google Libros." https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=yr2CEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT13&dq=aplicacion+de+una+metodologia+cuantitativa+en+un+proyecto+de+desarrollo+&ots=1yOZtWSOCO&sig=CtVlStTEySkCQjOEAI7pz95NsYw&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false (accessed Apr. 05, 2023).

11. ANEXOS

Todos los anexos mencionados durante el documento se pueden encontrar en el Documento de Anexos, donde se especifican detalladamente cada uno de ellos y se presentan como recursos adicionales para proporcionar una visión más completa y detallada.