

**Sistema de información para la evaluación y el seguimiento de  
aprendizaje de los estudiantes de Medicina de la Universidad El Bosque en  
sus rotaciones clínicas.**

**Autor(es):**

**Briannys Ahiram Páez Monserrate**

**Juan Camilo Peña Perdomo**

**Sergio Eduardo Peña Alméciga**

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

**Sistema de información para la evaluación y el seguimiento de aprendizaje de los estudiantes de medicina de la Universidad El Bosque en sus rotaciones clínicas.**

**Autor(es):**

**Briannys Ahiram Páez Monserrate**

**Juan Camilo Peña Perdomo**

**Sergio Eduardo Peña Alméciga**

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

**Modalidad de Grado:**

**DESARROLLO TECNOLÓGICO**

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

# Tabla de contenido

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Descripción Contexto y Justificación del Problema Desde el Modelo Biopsicosocial y Cultural</b>	<b>3</b>
<b>3. Marco Referencial</b>	<b>6</b>
3.1. Antecedentes y Estado Del Arte	6
3.2. Marco Teórico	18
<b>4. Descripción de la Solución Desde el Modelo Biopsicosocial y Cultural</b>	<b>19</b>
4.1. Objetivos del Proyecto	19
4.2. Descripción del Artefacto	20
4.3. Componente de Análisis: Descripción de la Transformación Esperada del Contexto	21
<b>5. Diseño Metodológico</b>	<b>23</b>
<b>6. Resultados y Discusión</b>	<b>28</b>
<b>7. Conclusiones</b>	<b>37</b>
<b>8. Lecciones Aprendidas y Trabajo Futuro</b>	<b>37</b>
<b>9. Referencias</b>	<b>38</b>

# Sistema de información para la evaluación y el seguimiento de aprendizaje de los estudiantes de Medicina de la Universidad El Bosque en sus rotaciones clínicas.

*Information system for the evaluation and monitoring of learning of medical students at El Bosque University in their clinical rotations.*

Briannys Ahiram Páez Monserrate, Juan Camilo Peña Perdomo, Sergio Eduardo Peña Alméciga.

bpaezm@unbosque.edu.co, jcpenap@unbosque.edu.co, spenaa@unbosque.edu.co  
Universidad El Bosque, Colombia

## Resumen

La Facultad de Medicina de la Universidad El Bosque identificó una necesidad basada en la falta de seguimiento del aprendizaje de un estudiante de Medicina de la Universidad El Bosque en sus rotaciones clínicas, las cuáles son cursadas en los semestres undécimo y duodécimo, afectando así, la calidad de la evaluación que se le realiza a un estudiante. En el presente trabajo de grado se creó un sistema de información que apoya la evaluación y el seguimiento de el aprendizaje de los estudiantes de Medicina de la Universidad El Bosque en sus rotaciones clínicas, siendo así, que está basado en la taxonomía de Bloom, la cual permitió modelar una escala de evaluación dónde los alumnos, docentes, coordinadores, médicos, estén en la capacidad de saber porqué un aprendiz obtuvo una calificación determinada en una rotación clínica. Por tanto, la solución dada a la problemática identificada, contribuye a que el estudiante pueda tener un desarrollo cognitivo monitoreado, así

**Palabras Clave:** prácticas, aprendizaje, medicina, profesionales, sistema, seguimiento

mismo, los tiempos empleados por cada actor de la necesidad, fueron reducidos al utilizar el sistema de información creado.

## Abstract

*The School of Medicine of Universidad El Bosque identified a need based on the lack of follow-up of the learning of a medical student in their clinical rotations, which are taken in the tenth and eleventh semesters, thus affecting the quality of the evaluation of a student. In this degree work, an information system was created to support the evaluation and monitoring of the learning of medical students in their clinical rotations, thus, it is based on Bloom's taxonomy, which allowed modeling an evaluation scale where students, teachers, coordinators, doctors, are able to know why a trainee obtained a certain grade in a clinical rotation. Therefore, the solution given to the identified problem, contributes to the student to have a monitored cognitive development, likewise, the times used by each actor of the need, were reduced by using the created information system*

**Keywords:** practices, learning, medicine, professionals, system, monitoring



## 1. INTRODUCCIÓN

La ingeniería de sistemas aplicada a la salud ha cobrado mayor relevancia en las últimas décadas debido a los avances tecnológicos, el presente proyecto de grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque, contribuye a una innovación tecnológica, basándose en un sistema de información para la evaluación y el seguimiento de aprendizaje de los estudiantes de medicina de la Universidad El Bosque en sus rotaciones clínicas. Según M. Arnaudo [1] sugiere que “La Ingeniería de Sistemas puede proveer herramientas útiles para una gran variedad de aplicaciones relevantes en los sistemas de salud”, lo cuál apoya que por medio de la ingeniería de sistemas se pueden automatizar procesos que reduzcan el tiempo de ejecución de estos.

La Facultad de Medicina de la Universidad El Bosque es una de las más reconocidas en Colombia, la cuál se compromete con la excelencia académica y la formación integral de sus estudiantes. Sin embargo, han identificado una necesidad basada en poder tener acceso a un sistema de información que permita el seguimiento y la evaluación de los estudiantes durante sus rotaciones clínicas, las rúbricas de calificación se miden por procesos manuales, en donde las métricas no tienden a ser claras y concisas con respecto a los criterios de evaluación que tiene como objetivo la Universidad El Bosque.

Por tanto, el cumplimiento de los requisitos por parte de un estudiante de medicina cursante de sus rotaciones clínicas en los semestres undécimo y duodécimo no son del todo claras, siendo así, que se le da una solución desde la ingeniería a la necesidad identificada, debido a que, los estudiantes no cuentan con un medio eficiente para evaluar su progreso, identificar áreas de mejora y establecer metas educativas específicas durante sus rotaciones clínicas, para ello, se implementará la taxonomía de Bloom, la cuál es aplicada en el sistema de información WEB, el cuál será capaz de registrar la información de los estudiantes, fechas, lugar, desempeño de los aprendices, en sus respectivas rotaciones clínicas, entre otros datos relevantes, los cuáles podrán permitir dar seguimiento al aprendizaje adquirido por cada aprendiz, de manera que se jerarquice el desarrollo cognitivo en niveles, lo cuál facilita los procesos de evaluación de el estudiante [2].

La implementación del sistema de información WEB no solo beneficia a la Facultad de Medicina de la Universidad El Bosque, sino a los estudiantes, médicos encargados de la rotación del aprendiz, entre otros actores que forman parte de la problemática identificada, dado que se podrá tener un seguimiento de la evaluación y el proceso del aprendizaje de los estudiantes en sus rotaciones clínicas, lo cuál ayudará a identificar fortalezas y debilidades en el desarrollo cognitivo de los futuros médicos de la Universidad El Bosque. Además, el uso de tecnología y herramientas informáticas en el ámbito de la medicina, puede mejorar la eficiencia y precisión de los procesos, reduciendo errores y teniendo un impacto positivo para los implicados en la necesidad.

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

De acuerdo por la información suministrada por la coordinación de internado de medicina de la universidad El Bosque y entrevista a los actores que se ven relacionados con el proceso del internado de medicina los estudiantes de medicina, deben cursar en los semestres undécimo y duodécimo sus rotaciones clínicas en diferentes IPS, las cuales tienen convenios con la Universidad El Bosque, en ellas los aprendices realizan prácticas en distintas especialidades, donde se pretende que el estudiante practique, y aplique lo aprendido a lo largo de su carrera, con un objetivo de aprendizaje según la rotación que esté realizando y las actividades planteadas dentro de cada una de estas.

Actualmente, para poder evaluar los objetivos que deben cumplir los estudiantes, las IPS asignan a una persona encargada, por lo general son los doctores que guían el proceso de los alumnos en las IPS, para que ellos por medio de diferentes actividades, puedan estimar el conocimiento de esa especialidad en el instituto prestador de salud, una vez calificadas estas actividades, los encargados llenan un formato el cual contiene 5 ítems de calificación, en el Anexo 1 se puede observar más a detalle los ítems de calificación, estos ítems conforman el total de la nota final, siendo esta enviada por medio del correo electrónico a la coordinación de internado de la Facultad de Medicina de la Universidad El Bosque, el Anexo 4, se visualiza el proceso que se realiza actualmente.

La persona encargada de la coordinación del internado de la Facultad de Medicina de la Universidad El Bosque, debe por cada estudiante y rotación que el estudiante realice en las distintas IPS realizar un consolidado de notas, el cual se debe calcular a mano y debe ser enviado por correo electrónico a cada aprendiz. Sin embargo, al hacer el envío de la calificación por este medio, puede presentar varios inconvenientes, algunos de los más regulares es el desvío a la carpeta de spam, donde puede quedar oculto o inadvertido, la falta de completitud, organización y seguimiento de la información, así mismo, un factor importante, es el tiempo empleado por el evaluador, dado que, se puede volver un proceso demorado con un rendimiento por debajo de lo esperado, ya que el evaluador debe evaluar aproximadamente entre 79 a 110 estudiantes por semestre.

En este orden de ideas, uno de los obstáculos importantes es que sólo se tiene un punto de referencia cuantitativo del desarrollo cognitivo de los estudiantes, los profesores al no tener un formato y métricas adecuadas se evidencia una falta de seguimiento de este proceso, dado que, no refleja que los alumnos están obteniendo una enseñanza donde se profundicen los objetivos y habilidades necesarias para un profesional de la salud. Así mismo, la calificación está basada en criterios individuales del encargado de la rotación en la IPS. Por tanto, esto hace notar que este proceso dificulta que la Facultad de Medicina pueda tomar decisiones oportunas con respecto al desarrollo del aprendizaje de sus estudiantes, afectando así la calidad de las rotaciones clínicas, debido a que no se evidencia con claridad las habilidades que se esperan que tengan los aprendices.

Al entender el contexto de la problemática, se abordan las causas y efectos principales con el fin de lograr una solución adecuada, puesto que estas se ven asociadas a diferentes actores que son causa del problema, y a su vez serán parte de la solución. En el Anexo 2, se plantean las causas y efectos que se generan a partir de la falta de seguimiento del aprendizaje de las prácticas de los estudiantes de medicina, en donde al definir las se es posible comprender la necesidad identificada y por qué es relevante resolverla desde el punto de ingeniería, dado que, pueden ser solventadas de una manera global en donde se agrupan los diferentes motivos para que con una solución se resuelva cada una de estas, sin embargo, antes de buscar el desenlace de la problemática, es necesario establecer cómo está funcionando el sistema, las creencias, hábitos, medio y el artefacto que actualmente se presentan para esta necesidad.

El seguimiento de el aprendizaje de los estudiantes, se hace a partir de un criterio subjetivo de un doctor o del encargado de la IPS, limitando tener un monitoreo del desarrollo cognitivo que está teniendo el aprendiz, dado que, no hay una rúbrica o métrica definida donde se evalúe el aprendizaje o se estandarice para que este pueda ser medido, esto lleva al primer problema grande de la necesidad identificada, lo cuál hace que el medio dónde se encuentran los actores se vea afectado.

Al verse afectado el medio, se pierde la norma ya que deja de ser adecuada, debido a que para algunos medios existe una guía de acción determinada para que el estudiante sea evaluado, pero para otros esta cambia, lo cuál conlleva a perder el objetivo de la rotación clínica, donde la idea principal es que los aprendices obtengan los conocimientos adecuados y requeridos por un profesional de la salud. Así mismo, la Facultad de Medicina de la Universidad El Bosque debe poder hacer un seguimiento del aprendizaje que está teniendo el estudiante, y que pueda ser medido con el fin de poder mejorar el desarrollo cognitivo de un aprendiz de ser necesario, pero al tener un medio tan cambiante esto se vuelve una tarea difícil e incluso imposible.

Seguidamente, para poder evaluar el conocimiento de los estudiantes, se genera un formato el cual contiene cinco ítems generalizando así el conocimiento de los aprendices porque son evaluados según distintos criterios según el evaluador, esta acción genera la evaluación de la rotación, sin embargo, esto no comprueba que el estudiante adquiera el conocimiento necesario para ser un profesional de la salud, dado que, no se visualiza de una forma clara el seguimiento del aprendizaje de el aprendiz, teniendo cómo consecuencia la pérdida de actitudes y aptitudes que tiene el estudiante en el proceso de su rotación clínica, siendo estas una guía útil para el autoaprendizaje y la identificación de las habilidades destacadas que posee individualmente cada aprendiz, lo cual en un entorno profesional se vuelve fundamental para decisiones futuras que debe tener un estudiante.

En el modelo biopsicosocial se definen cuatro ítems, siendo el último el artefacto, actualmente este es el formato que contiene los cinco ítems de evaluación,

este formato cumple la función que se espera, obtener una calificación en las rotaciones clínicas. Sin embargo, al ser un formato simple, limita el objetivo principal el cuál se basa en poder hacer un seguimiento del aprendizaje de los estudiantes, dado que los métodos a evaluar no son medibles, y no contribuyen a el autoaprendizaje que debe tener el aprendiz, ya que no se sabe sobre qué criterio se obtuvo la calificación en determinado ítem, ni existe la evidencia de la evaluación, perdiendo así el seguimiento del aprendizaje de los estudiantes.

El médico o encargado de la rotación de la rotación en la IPS, una vez llena el formato con la calificación, realiza el envío a la Facultad de Medicina por medio del correo electrónico, este proceso conlleva varios problemas como lo es la pérdida de documentos, dado que no sólo un estudiante realiza su rotación en una IPS, son más de aproximadamente entre 70 a 130 estudiantes según los semestres 2021-1 a 2023-2, lo que genera un envío masivo de correos individuales, esto genera que la organización de los formatos se vuelva un problema, debido a que no se envían adjuntos por IPS, sino individualmente, haciendo la organización de estos más larga y compleja. Para entender un poco más el sistema y cómo se relaciona, véase el Anexo 3 en donde se presenta el diagrama BPSC del problema, el Anexo 4 en donde se presenta el problema diagramado en forma de proceso de negocio y en el Anexo 5 en donde se presenta en formato sipoc por medio de una tabla el problema del proceso de negocio.

### **3. MARCO REFERENCIAL**

El marco referencial del presente proyecto, está basado en la literatura existente en cuanto a la importancia de las rotaciones clínicas en la formación médica y las estrategias para evaluar el aprendizaje de los estudiantes en distintos contextos, desde el punto de vista de diferentes enfoques pedagógicos y metodológicos, así como los sistemas de información y tecnologías utilizados en la educación médica.

#### **3.1. Antecedentes y Estado Del Arte**

##### **3.1.1. Artefactos de seguimiento de prácticas médicas universitarias:**

En el artículo Development of digital dashboard system for medical practice: Maximizing efficiency of medical information retrieval and communication [3] se desarrolló un sistema de panel de control digital para mejorar la eficiencia en la recuperación de información médica y la comunicación entre profesionales de la salud, esto permitió a los practicantes acceder rápidamente a información de pacientes, resultados de pruebas médicas y otros datos relevantes en una sola pantalla, lo que ahorró tiempo y mejoró la eficiencia en sus prácticas, por otro lado en el artículo Improving the resident assessment process: application of App-based e-training platform and lean thinking [4] los autores en el año 2018 presentan un estudio sobre la aplicación de una plataforma de entrenamiento basada en aplicaciones y pensamiento lean para mejorar el proceso de evaluación de residentes médicos.

El objetivo principal del estudio mencionado anteriormente, fue mejorar la calidad de las evaluaciones de residentes mediante la reducción de errores y la optimización del proceso de evaluación, dando resultados en aspecto como el desarrollo de habilidades clínicas de los estudiantes en sus rotaciones, esto se logró reduciendo los errores y optimizando los procesos de evaluación, lo que a su vez mejoró la calidad de la atención médica todo apalancado por la el artefacto en conjunto con la aplicación de este por parte de todo el staff médico.

Si retrocedemos hasta 1979 en el artículo *Memory for medical information* [5] Philip Ley se enfoca en los problemas de retención de información que sufrían médicos recién egresados en sus rotaciones médicas y de cómo se usaban sistemas más convencionales para medir la eficacia de los doctores en sus rotaciones, como portafolios, demostraciones y otros métodos que posteriormente demostraron un problema general en la capacidad de retención de información en donde se pudo evidenciar la importancia del aprendizaje activo y la repetición para la retención de información médica. Los recién egresados debían utilizar estrategias de aprendizaje activo, como la elaboración y la organización de la información, para mejorar la retención de la información, es decir se establecieron unas rúbricas que posteriormente tuvieron la necesidad de ser evaluadas con un sistema de información, que aunque estaba lejos de relacionarse de la tecnología que se tiene hoy en día mostraban los primeros indicios de lo que sería una necesidad que evolucionaría a lo largo de los años con la llegada de los artefactos tecnológicos convencionales.

Avanzando un poco hasta 1987 en el artículo *The Oxford System of Medicine: A prototype information system for primary care* [6] Michael O'Neil y Andrzej Glowinski describen el desarrollo y la implementación de un sistema de información médica llamado "The Oxford System of Medicine" (OSM) en un entorno de atención primaria. El OSM es un sistema de información médica integral que tiene como objetivo mejorar la calidad de la atención médica y la eficiencia en la atención primaria. El sistema se basa en la recopilación y el análisis de datos clínicos y de laboratorio, y utiliza algoritmos informáticos para generar recomendaciones de tratamiento para los médicos.

Siendo así, que al utilizar el OSM, los estudiantes pudieron obtener una visión más completa de la atención médica que se brinda a los pacientes en el hospital. El sistema les permitió acceder fácilmente a información médica relevante, como resultados de pruebas de laboratorio, registros de medicamentos y notas de enfermería. También pudieron compartir información con sus compañeros y tutores de manera más eficiente, lo que les permitió colaborar en el desarrollo de planes de tratamiento y mejorar la calidad de la atención médica.

Además, el OSM también les permitió realizar un seguimiento más efectivo de sus pacientes a lo largo del tiempo, lo que les permitió monitorear los resultados de su tratamiento y realizar ajustes en consecuencia. Esto les permitió adquirir una mejor comprensión de la atención médica basada en la evidencia y mejorar su capacidad para brindar atención médica de alta calidad.

Por último y algo más actualizado en el artículo *Evaluation of a newly*

developed flipped-classroom course on interprofessional practice in health care for medical students [7] los autores describen un estudio sobre un curso de educación médica en el que se utiliza el enfoque de flipped classroom para enseñar a los estudiantes sobre la práctica interprofesional en atención médica. Pero lo realmente relevante de este artículo es que se destacan los artefactos de seguimiento de prácticas médicas universitarias que se utilizaron para evaluar el éxito del curso.

Así mismo, se utilizaron cuestionarios de autoevaluación para evaluar el conocimiento y la comprensión de los estudiantes sobre la práctica interprofesional, así como para evaluar su capacidad para trabajar en equipo. Además, se utilizaron herramientas de evaluación de desempeño para evaluar la capacidad de los estudiantes para aplicar lo que habían aprendido en situaciones clínicas reales.

Los resultados del estudio mostraron que el curso mejoró significativamente la comprensión de los estudiantes sobre la práctica interprofesional y su capacidad para trabajar en equipo. Los estudiantes también informaron que el curso les había ayudado a comprender mejor el papel de los diferentes profesionales de la salud en el cuidado del paciente.

Lo anteriormente mencionado aborda diferentes aspectos relacionados con el seguimiento del aprendizaje en prácticas profesionales de medicina y la gestión de la información médica.

En particular en el artículo Development of digital dashboard system for medical practice [3] y el artículo Improving the resident assessment process: application of App-based e-training platform and lean thinking [4] presentan sistemas de información digitales para mejorar la eficiencia en la recuperación y la comunicación de información médica en prácticas profesionales, mientras que en el artículo Clinicians' and Students' Perceptions and Attitudes Regarding the Anatomical Knowledge of Medical Students [8] analiza la importancia del conocimiento anatómico en la formación médica.

Por su parte en el artículo The Oxford System of Medicine: A prototype information system for primary care [6] aborda la importancia de la gestión de la información médica en atención primaria y en el artículo Evaluation of a newly developed flipped-classroom course on interprofessional practice in health care for medical students [7] presenta un enfoque innovador para la enseñanza de habilidades interpersonales en la práctica médica.

En primer lugar, varios de los artefactos, como el sistema de panel de control digital en el artículo "Development of digital dashboard system for medical practice" [3] y la plataforma de entrenamiento basada en aplicaciones en "Improving the resident assessment process" [4], se centran en la eficiencia en la recuperación de información médica y la comunicación entre profesionales de la salud. Estos sistemas utilizan tecnología digital para proporcionar a los practicantes acceso rápido a datos relevantes, lo que ahorra tiempo y mejora la eficiencia en las prácticas médicas.

Por otro lado, el artículo "The Oxford System of Medicine" [6] destaca la importancia de la gestión de información médica en entornos de atención primaria y

utiliza algoritmos informáticos para generar recomendaciones de tratamiento. Esto muestra un enfoque más integral en la gestión de datos clínicos y la toma de decisiones médicas.

Finalmente, el artículo "Evaluation of a newly developed flipped-classroom course on interprofessional practice in health care" [7] se centra en la enseñanza de habilidades interpersonales en la práctica médica utilizando el enfoque de aula invertida. Además, utiliza cuestionarios de autoevaluación y herramientas de evaluación de desempeño para medir el éxito del curso.

### **3.1.2. Artefactos de seguimiento del aprendizaje en prácticas médicas universitarias en África**

En el artículo Scenarios for Virtual Clinical Simulation to Train Nursing Students at a South African University [9] de Cecile Fourie describe la implementación de un sistema de simulación clínica virtual para la formación de estudiantes de enfermería en una universidad sudafricana. Este sistema permite a los estudiantes practicar situaciones clínicas en un entorno seguro y controlado, a través de escenarios simulados en línea.

El artículo muestra cómo las tecnologías de la información y la comunicación pueden utilizarse para mejorar la formación de los estudiantes de enfermería y medicina. Además, el uso de un sistema de simulación clínica virtual para la formación de estudiantes de enfermería es un ejemplo de cómo los sistemas de información pueden utilizarse para mejorar la calidad de la educación en países en desarrollo, como Sudáfrica.

El artículo Medical Journal Research Use of mobile learning technology among final year medical students in Kenya [10] describe cómo los estudiantes de medicina en Kenia utilizaron la tecnología móvil para mejorar su aprendizaje y su preparación para el examen final. Los estudiantes utilizaron una aplicación de aprendizaje móvil que incluía módulos de estudio, preguntas de práctica y exámenes simulados. Los estudiantes también pudieron comunicarse con sus profesores y compañeros de clase a través de la aplicación. También se discuten los beneficios de la tecnología móvil para el aprendizaje médico y se sugiere que esta tecnología podría utilizarse para mejorar el acceso a la educación médica en países de bajos y medianos ingresos. Además, el artículo destaca la importancia del uso de la tecnología móvil en el contexto de Kenia, donde la falta de acceso a recursos educativos es una barrera para el aprendizaje efectivo. El uso de dispositivos móviles como una herramienta de aprendizaje puede ser una solución efectiva para mejorar el acceso a recursos educativos y mejorar la calidad de la educación médica en Kenia.

El artículo Protocol for intervention development to improve adolescent perinatal mental health in Kenya and Mozambique [11] de Lamevs, Kraskaki y Seward describe cómo se usó el sistema de información en 2022 para monitorear la medicina en el contexto de adolescentes perinatales de salud mental en Kenia y Mozambique.

El propósito de la intervención era mejorar la salud mental de los adolescentes durante el embarazo y el crecimiento posparto, ya que la depresión perinatal puede tener un impacto negativo en la madre, el niño y la familia. Para lograr este objetivo, se introdujo un sistema de información basado en tecnologías móviles, lo que permitió a los trabajadores médicos recopilar e intercambiar datos en tiempo real.

El sistema de información incluía una aplicación móvil y un portal web, que permitió a los trabajadores de la salud recopilar datos sobre métodos de atención médica, salud mental de los adolescentes y su calidad de vida. Los datos recopilados se transfirieron a una base de datos centralizada y se usaron para monitorear y evaluar el progreso de la intervención.

El uso del sistema de información permitió a los trabajadores médicos tomar decisiones basadas en datos reales y mejorar la calidad de la atención médica proporcionada por los adolescentes embarazadas y posparto. Además, el sistema de información permitió identificar problemas de salud mental y monitorear a los adolescentes a lo largo del tiempo.

El éxito de esta intervención demuestra cómo los sistemas de información pueden mejorar la calidad de la atención médica y tener un impacto positivo en la salud humana, especialmente el bajo nivel y el desarrollo de contextos. El uso de tecnologías móviles y la recopilación de datos en tiempo real hicieron posible una atención más efectiva y efectiva, lo que, a su vez, tuvo un impacto positivo en la salud mental y física de los adolescentes en Kenia y Mozambique.

En el contexto de las prácticas médicas universitarias en África, se han explorado tres artefactos diferentes que utilizan tecnología de la información y la comunicación para mejorar la educación médica y la atención de la salud. Aunque estos artefactos tienen en común el objetivo de mejorar la formación y la calidad del seguimiento del aprendizaje en un contexto de atención médica, difieren en su enfoque y aplicación.

En primer lugar, el uso de un sistema de simulación clínica virtual en Sudáfrica, como se describe en el artículo "Scenarios for Virtual Clinical Simulation to Train Nursing Students at a South African University" [9], demuestra cómo la tecnología se utiliza para proporcionar a los estudiantes de enfermería una experiencia práctica y segura en situaciones clínicas simuladas en línea. Este enfoque se centra en la formación y la práctica clínica.

En segundo lugar, el artículo "Medical Journal Research Use of mobile learning technology among final year medical students in Kenya" [10] destaca cómo los estudiantes de medicina en Kenia utilizan la tecnología móvil para mejorar su aprendizaje y preparación para los exámenes. Se enfoca en el uso de aplicaciones de aprendizaje móvil y la comunicación entre estudiantes y profesores a través de dispositivos móviles. Esto se centra en la mejora del aprendizaje y un mejor seguimiento del mismo.

Por último, el artículo "Protocol for intervention development to improve

adolescent perinatal mental health in Kenya and Mozambique" [11] presenta un sistema de información móvil utilizado para monitorear y mejorar la salud mental de adolescentes embarazadas, dando un seguimiento de la evolución de estas en tiempo real a través del aplicativo móvil.

### **3.1.3. Artefactos de seguimiento del aprendizaje en prácticas médicas universitarias en Europa**

En el artículo Learning practices of experienced healthcare teams and dyads in acute care settings: A scoping review [12] básicamente se habla de es un estudio realizado en 2022 que analiza las prácticas de aprendizaje de la atención médica y los dúos en atención aguda en Europa. El estudio se centra en cómo los equipos experimentados para la atención médica y los dúos adquieren y transmiten conocimientos y habilidades en cuidados agudos.

El uso de sistemas de información en este estudio fue de importancia fundamental para el registro y el análisis de los datos. Los investigadores utilizaron una variedad de fuentes de información, como bases de datos en línea, revistas médicas y libros para identificar estudios relevantes. Luego, los datos se extrajeron y analizaron para obtener una comprensión completa de las prácticas de aprendizaje de la atención médica y los dúos.

El éxito del estudio se debió en gran medida al uso de sistemas de información efectivos. El acceso a la información precisa y actualizada permitió a los investigadores identificar patrones y tendencias en las prácticas de aprendizaje de los equipos de atención médica y los dúos en Europa. Los resultados del estudio tienen un impacto importante en la práctica clínica y la capacitación de familiares de las profesiones de la salud. Tomando en cuenta este contexto, se puede decir que el uso de sistemas de información fue fundamental para el éxito del estudio en Europa. La grabación y el análisis de datos precisos y actualizados permitieron identificar a los investigadores, patrones y tendencias en las prácticas de aprendizaje de la atención médica y los dúos en la atención aguda. Estos resultados tienen efectos importantes en la práctica clínica y la capacitación de miembros de las profesiones de la salud en Europa.

En el artículo The impact of needs-based education on the change of knowledge and attitudes towards medical genetics in medical students [13] se habla de otro estudio realizado en 2021 que se centra en la educación en función de las necesidades y ¿cómo afecta el conocimiento y las actitudes de los estudiantes de medicina? En este estudio el cual se llevó a cabo en Croacia, utilizando enfoques cuantitativos y cualitativos. Los resultados mostraron que la educación basada en las necesidades ha mejorado en gran medida tanto el conocimiento, el conocimiento del estudiante y la actitud hacia la genética médica. Además, los estudiantes han expresado un mayor interés y comprensión de la importancia de la genética médica en la atención al paciente.

El éxito de la educación basado en este estudio puede tener educación médica

relacionada con otros países en desarrollo en un campo específico o Europa inadecuada. Centrarse en las necesidades específicas de los estudiantes de medicina hará que el programa educativo sea más efectivo y logrará un cambio importante en el conocimiento y la actitud de los estudiantes hacia la genética médica. Esto está alineado con las necesidades y la solución que brinda el artefacto que se propone en este proyecto de grado, dando un refuerzo de la importancia de suplir la necesidad que se trata de resolver.

En el artículo *Four years with FALCON - An ESTRO educational project: Achievements and perspectives* [14] se describe la experiencia de implementación de un sistema de información para el seguimiento del aprendizaje en el marco de un proyecto educativo de la Sociedad Europea de Radioterapia y Oncología (ESTRO). Este proyecto, denominado FALCON (From Accreditation to Learning Outcomes and Competences), tiene como objetivo principal mejorar la formación de los residentes en radioterapia y oncología en Europa. Para ello, se ha desarrollado un sistema de información que permite el registro de los objetivos de aprendizaje, las actividades realizadas, las evaluaciones y los resultados de los residentes. El sistema de información FALCON se ha implementado en diferentes universidades europeas desde el año 2015, con excelentes resultados. La información recopilada ha permitido una mejor comprensión de los procesos de enseñanza-aprendizaje, la identificación de fortalezas y debilidades en la formación de los residentes, y la implementación de estrategias de mejora.

En el artículo *The European educational platform on thoracic surgery* [15] en 2014 se describe un proyecto de educación en cirugía torácica implementado en Europa a través de una plataforma educativa en línea. Esta plataforma fue creada con el fin de mejorar la educación y el entrenamiento en cirugía torácica, mediante la integración de diversas herramientas, como videos educativos, casos clínicos, pruebas de autoevaluación, entre otros. La plataforma ha sido implementada desde el año 2016 y se ha utilizado en diversas instituciones y universidades en Europa, incluyendo Francia, Alemania, Italia, España y Reino Unido. Se ha enfocado principalmente en la educación de cirujanos torácicos en formación, así como también en la actualización de conocimientos para cirujanos torácicos experimentados. La plataforma también fue utilizada como herramienta de seguimiento y evaluación del aprendizaje en los estudiantes de cirugía torácica, algunos aspectos destacados del sistema de información nombrados en el artículo son la generación de reportes y estadísticas de uso y desempeño en las pruebas de autoevaluación.

En el contexto europeo, se han explorado tres artefactos diferentes que utilizan tecnología de la información y la comunicación para mejorar el seguimiento del aprendizaje en prácticas médicas universitarias. Aunque todos comparten el objetivo común de mejorar el seguimiento del aprendizaje, cada uno presenta enfoques distintos y aplicaciones específicas.

En primer lugar, el estudio mencionado en el artículo *"Learning practices of experienced healthcare teams and dyads in acute care settings"* [12] utiliza sistemas de información para registrar y analizar las prácticas de aprendizaje de los equipos de atención médica y dúos en entornos de atención aguda en Europa. Estos sistemas permiten un seguimiento preciso y una identificación de patrones en cómo los

equipos adquieren y transmiten conocimientos y habilidades. Este enfoque está centrado en la mejora de la práctica clínica y la atención en entornos de atención aguda.

En segundo lugar, el estudio en Croacia sobre educación basada en las necesidades, como se describe en "The impact of needs-based education on the change of knowledge and attitudes towards medical genetics in medical students" [13], destaca cómo la adaptación curricular puede mejorar el seguimiento del aprendizaje de los estudiantes de medicina en Europa. El enfoque está en el seguimiento de la mejora del conocimiento y las actitudes de los estudiantes hacia la genética médica, lo que sugiere que adaptar el contenido del currículo puede tener un impacto significativo en la formación médica en Europa.

Por último, los proyectos FALCON y la plataforma educativa en cirugía torácica, como se describe en "Four years with FALCON - An ESTRO educational project" [14] y "The European educational platform on thoracic surgery" [15], respectivamente, demuestran la implementación exitosa de sistemas de información para el seguimiento y la mejora de la formación en áreas especializadas de la medicina en Europa. Estos sistemas permiten el registro y seguimiento de los objetivos de aprendizaje, evaluaciones y resultados de los estudiantes, lo que facilita la identificación de áreas de mejora y la toma de decisiones informadas en la formación médica.

#### **3.1.4. Artefactos de seguimiento del aprendizaje en prácticas médicas universitarias en América latina**

En el video Video simulation to learn pediatric resuscitation skills tailored to a low resource setting: A pilot program in Iquitos, Peru [16] los autores nos hablan de un proyecto piloto que utiliza simulaciones de video para enseñar habilidades de reanimación pediátrica en un entorno de bajos recursos en Iquitos, Perú. El proyecto piloto tuvo lugar en 2018 y se centró en estudiantes de medicina de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP) y los profesionales de la salud del Hospital Regional de Loreto. La metodología utilizada incluyó una sesión de capacitación teórica seguida de la práctica de habilidades de reanimación en un ambiente simulado, utilizando videos adaptados a la realidad peruana. Todo este proceso de aprendizaje se gestionó con ayuda de un sistema de seguimiento del aprendizaje basado en la web para evaluar el desempeño de los estudiantes y los profesionales de la salud. Los resultados preliminares mostraron una mejora significativa en la competencia técnica y el conocimiento teórico en ambos grupos, ya que se tenía un conocimiento más amplio de las rúbricas y métricas que se estaban evaluando para de esta manera reconocer debilidades o puntos de mejora que se requieren en el proceso de aprendizaje.

En el artículo Thirty-three vascular residency programs among 13 countries joining forces to improve surgical education in times of COVID-19 [17]: A survey-based assessment los autores detallaron en el año 2022 que 33 programas de residencia vascular en 13 países se unieron para mejorar la educación quirúrgica en

tiempos de la pandemia. Los programas participantes utilizaron diversas estrategias para continuar con la educación quirúrgica, incluyendo la implementación de sistemas de información para el seguimiento del aprendizaje. El artículo destaca la importancia de la implementación de sistemas de información para el seguimiento del aprendizaje en tiempos de pandemia, ya que estos sistemas permiten continuar con la educación quirúrgica de los residentes de manera efectiva, a pesar de las limitaciones impuestas por la pandemia. Además, el artículo sugiere que estos sistemas podrían ser una herramienta valiosa para mejorar la educación quirúrgica en general.

En el artículo *Gaining insight into the implementation of an e-learning smoking cessation course in Latin American countries* [18] los autores se enfocan en cómo se han implementado sistemas de información en el contexto de un curso en línea para dejar de fumar en países de América Latina. El proyecto tuvo como objetivo crear un curso en línea accesible para los profesionales de la salud de la región, lo que permitiría mejorar la calidad de la atención a los pacientes fumadores.

En el año 2015 en el artículo *Online Continuing Medical Education for the Latin American Nephrology Community* [19] los autores se enfocan en la implementación de sistemas de información para la educación médica continua en la comunidad nefrológica latinoamericana. El artículo describe cómo la educación médica continua es fundamental para mantener actualizados a los profesionales médicos sobre los avances en su campo. Esto a su vez ha permitido que se creen sistemas de información en línea que permiten a los médicos acceder a cursos y material educativo desde cualquier lugar y en cualquier momento, en el caso de la comunidad nefrológica latinoamericana, se ha implementado un sistema de información en línea que permite a los médicos acceder a cursos y material educativo sobre la enfermedad renal crónica, la diálisis y el trasplante renal. Este sistema ha sido desarrollado por la Sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión (SLANH) y ha sido diseñado específicamente para atender las necesidades de los médicos de la región haciendo un seguimiento de sus avances y generando métricas de calificación claras que permiten hacer un seguimiento a la evolución del aprendizaje de los médicos. A pesar de que el sistema de información no se implementa directamente a estudiantes en últimos semestres sino a doctores ya graduados, igual se puede evidenciar problemáticas y soluciones similares a las propuestas en este proyecto de grado.

Después de revisar los diferentes artículos sobre el uso de sistemas de información para el seguimiento del aprendizaje en las prácticas médicas, se puede concluir que estas herramientas son cada vez más utilizadas en diferentes países y en distintas especialidades médicas. Se ha encontrado evidencia de que los sistemas de información han tenido éxito en mejorar el aprendizaje y la calidad de las prácticas en diferentes contextos, incluyendo países en vías de desarrollo y situaciones de emergencia sanitaria, como durante la pandemia de COVID-19, también se puede ver la evolución que han tenido los artefactos a lo largo de los contextos históricos y geográficos demostrando así que se tiene una problemática mundial en cuanto al seguimiento del aprendizaje de los estudiantes de medicina.

En el contexto de América Latina, se han explorado varios artefactos que

utilizan tecnología de la información y la comunicación para mejorar el seguimiento del aprendizaje en el ámbito de la educación médica y la formación en salud. A pesar de las diferencias en los enfoques y las aplicaciones específicas de estos artefactos, todos comparten el objetivo común de mejorar el seguimiento del aprendizaje en distintas áreas de la atención médica.

En primer lugar, el proyecto piloto en Iquitos, Perú, descrito en el video "Video simulation to learn pediatric resuscitation skills tailored to a low resource setting" [16], utiliza simulaciones de video y un sistema de seguimiento del aprendizaje basado en la web para enseñar habilidades de reanimación pediátrica. Este enfoque se centra en el seguimiento del desempeño de los estudiantes y profesionales de la salud en un entorno de bajos recursos, lo que demuestra la importancia de la adaptación a contextos específicos.

En segundo lugar, el estudio que involucra a 33 programas de residencia vascular en 13 países en el artículo "Thirty-three vascular residency programs among 13 countries joining forces to improve surgical education in times of COVID-19" [17] destaca la colaboración internacional y el uso de sistemas de información para mantener la educación quirúrgica efectiva durante la pandemia. Este enfoque resalta la necesidad de la continuidad en la formación médica y la importancia de las herramientas de seguimiento en situaciones excepcionales.

En tercer lugar, los proyectos relacionados con la educación en línea en el artículo "Gaining insight into the implementation of an e-learning smoking cessation course in Latin American countries" [18] y "Online Continuing Medical Education for the Latin American Nephrology Community" [19] muestran cómo los sistemas de información se utilizan para proporcionar educación médica continua en América Latina. Estos sistemas permiten a los profesionales de la salud acceder a cursos y material educativo desde cualquier lugar y en cualquier momento, lo que facilita el seguimiento de su progreso y la adaptación de la formación a sus necesidades específicas.

### **3.1.5. Artefactos de seguimiento del aprendizaje en prácticas médicas universitarias en Asia**

En Learning analytics: exploring medical students' study behaviors and their relationships with academic performance in Asia se habla de un estudio realizado en China donde su objetivo principal es utilizar técnicas de aprendizaje analítico para examinar los comportamientos de estudio de los estudiantes de medicina y analizar cómo se relacionan con su rendimiento académico.

En el campo de la educación médica, el seguimiento del aprendizaje se refiere al monitoreo y análisis de las actividades y comportamientos de los estudiantes durante sus prácticas clínicas y experiencias de aprendizaje. Esto incluye aspectos como la asistencia a las prácticas, la participación en actividades clínicas, el tiempo dedicado al estudio individual, el uso de recursos de aprendizaje, entre otros.

El estudio busca identificar patrones y tendencias en los comportamientos de estudio de los estudiantes de medicina en Asia y analizar cómo estos se relacionan

con su rendimiento académico. El aprendizaje analítico permite recopilar datos detallados sobre las actividades de estudio de los estudiantes, como el tiempo dedicado a revisar el material, la interacción con plataformas de aprendizaje en línea o el uso de recursos de aprendizaje específicos.

Al analizar estos datos, se pueden identificar relaciones entre los comportamientos de estudio y el rendimiento académico de los estudiantes. Esto proporciona información valiosa para los educadores y profesores, ya que les permite comprender mejor las estrategias de aprendizaje más efectivas y diseñar intervenciones específicas para mejorar el rendimiento de los estudiantes en sus prácticas médicas.

En Exploration and Practice of University Students Health Education Promotion Model Under Big Data Information los autores hacen un seguimiento a distintas estrategias a tomar en cuenta para monitorear el aprendizaje de los estudiantes de medicina.

**Autoevaluación:** Los estudiantes pueden usar herramientas de evaluación, como cuestionarios y exámenes de práctica, para medir su progreso e identificar áreas en las que necesitan ayuda adicional.

**Comentarios de los instructores:** Los instructores pueden proporcionar comentarios a los estudiantes sobre su desempeño en clase, tareas y exámenes. Esta retroalimentación puede ayudar a los estudiantes a identificar áreas en las que necesitan mejorar.

**Revisión por pares:** Los estudiantes pueden revisar el trabajo de los demás y proporcionar comentarios. Esto puede ayudar a los estudiantes a identificar áreas en las que necesitan mejorar y aprender de los errores de los demás.

El artículo concluye afirmando que el seguimiento del aprendizaje de los estudiantes de medicina es una parte importante del proceso de aprendizaje. Mediante el uso de las estrategias que se describen en el artículo, los estudiantes pueden mejorar su aprendizaje y convertirse en profesionales médicos más efectivos.

Además de las estrategias mencionadas en el artículo, existen otras formas de monitorear el aprendizaje de los estudiantes de medicina. Éstas incluyen:

**Evaluaciones formativas:** Las evaluaciones formativas están diseñadas para proporcionar retroalimentación sobre el aprendizaje de los estudiantes a lo largo del proceso de aprendizaje. Esta retroalimentación puede ayudar a los estudiantes a identificar áreas en las que necesitan ayuda adicional y hacer los ajustes correspondientes a sus hábitos de estudio.

**Evaluaciones sumativas:** Las evaluaciones sumativas están diseñadas para medir el aprendizaje de los estudiantes al final de una unidad o curso. Éstas evaluaciones se pueden usar para identificar a los estudiantes que tienen dificultades y brindarles apoyo adicional.

**Rotaciones clínicas:** las rotaciones clínicas brindan a los estudiantes la oportunidad de aplicar sus conocimientos y habilidades en un entorno del mundo

real. Esta experiencia puede ayudar a los estudiantes a identificar áreas en las que necesitan capacitación adicional y desarrollar sus habilidades clínicas.

Mediante el uso de una variedad de estrategias, los educadores médicos pueden monitorear de manera efectiva el aprendizaje de los estudiantes de medicina y ayudarlos a convertirse en profesionales competentes y seguros.

El artículo *Case report summary browsing system for education of pharmaceutical students through the Internet* discute el desarrollo de un sistema de información para el manejo de informes de casos para la educación de estudiantes de farmacia a través de Internet. El sistema fue desarrollado en el Hospital de la Universidad de Gunma en Japón y está diseñado para brindar a los estudiantes acceso a informes de casos del mundo real que pueden usarse para aprender sobre el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

El sistema se basa en una base de datos de informes de casos recopilados en hospitales y clínicas de Japón. Los informes de casos se resumen y presentan en un formato fácil de usar que los hace fáciles de leer y comprender para los estudiantes. El sistema también incluye una serie de funciones que permiten a los estudiantes interactuar con los informes de casos, como la capacidad de hacer preguntas y obtener comentarios de expertos. También se usó este sistema como método de calificación en donde los autores afirmaron que hubo una facilidad de dar seguimiento a los resultados de estos informes por lo que se tuvo una perspectiva positiva del sistema de información en términos de seguimiento de aprendizaje.

Se concluye en el artículo afirmando que el sistema de navegación de resumen de informes de casos es una herramienta valiosa para la educación de los estudiantes de farmacia. El sistema brinda a los estudiantes acceso a informes de casos del mundo real que pueden usarse para aprender sobre el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. El sistema también incluye una serie de funciones que permiten a los estudiantes interactuar con los informes de casos, lo que puede ayudarlos a aprender de manera más efectiva.

De esta manera en el contexto de Asia, se exploró en varios artefactos que utilizan tecnología de la información y la comunicación para mejorar el seguimiento del aprendizaje en la educación médica y la formación en salud. Aunque cada uno de estos enfoques difieren en su aplicación y en los detalles específicos de cómo abordan el seguimiento del aprendizaje, todos comparten el objetivo común de optimizar la formación de los estudiantes de medicina y profesionales de la salud en la región.

Uno de los enfoques se basa en el aprendizaje analítico y se centra en China, como se describe en el estudio *"Learning analytics: exploring medical students' study behaviors and their relationships with academic performance in Asia"*. Este enfoque utiliza técnicas de aprendizaje analítico para examinar los comportamientos de estudio de los estudiantes de medicina y su relación con su rendimiento académico. El análisis de datos detallados sobre las actividades de estudio de los estudiantes permite identificar patrones y tendencias, lo que proporciona información valiosa para los educadores y profesores. Este enfoque destaca la importancia de la recopilación de datos en tiempo real para adaptar la formación de manera efectiva.

Otro enfoque, también en China, se centra en estrategias para monitorear el aprendizaje de los estudiantes de medicina, como se menciona en el artículo "Exploration and Practice of University Students Health Education Promotion Model Under Big Data Information". Este enfoque involucra la autoevaluación de los estudiantes, comentarios de los instructores y revisiones por pares. Estas estrategias permiten a los estudiantes identificar áreas en las que necesitan mejorar y recibir orientación de los instructores y compañeros. Esta colaboración entre estudiantes e instructores es esencial para el seguimiento efectivo del aprendizaje.

El artículo "Case report summary browsing system for education of pharmaceutical students through the Internet" se enfoca en Japón y describe un sistema de información para el manejo de informes de casos en la educación de estudiantes de farmacia a través de Internet. Este sistema permite a los estudiantes acceder a informes de casos del mundo real y aprender sobre diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Además, el sistema facilita la interacción de los estudiantes con los informes de casos y brinda la capacidad de hacer preguntas y obtener comentarios de expertos. Esto demuestra cómo la tecnología puede utilizarse para enriquecer la formación y permitir un seguimiento más detallado del aprendizaje.

### **3.2. Marco Teórico**

Actualmente, el seguimiento del aprendizaje continuo que debe tener un estudiante de Medicina en la Universidad El Bosque mediante sus rotaciones clínicas, tiende a ser una tarea crítica para garantizar la formación de profesionales de la salud. Por ende, el artefacto a construir pretende ser de ayuda para la gestión de los datos relevantes y así mismo del conocimiento y/o desempeño de un estudiante durante sus rotaciones clínicas, puesto que, con la implementación de rúbricas de evaluación y objetivos de aprendizaje se puede determinar las competencias adquiridas por el alumno. Siendo así, que en esta sección es importante indagar modelos, definiciones, etc. que pueden ser aplicados en el diseño e implementación del sistema de información construido.

Para abordar este problema, es esencial recurrir a herramientas y enfoques que faciliten la comprensión y medición del aprendizaje de los estudiantes. Las taxonomías de aprendizaje, como la Taxonomía de Bloom, proporcionan un marco para clasificar los objetivos educativos y establecer niveles de complejidad en el aprendizaje. Esto permite diseñar tareas y evaluaciones que promuevan una comprensión profunda y significativa de los conceptos [20][21].

Además, la Taxonomía de Fink se enfoca en el desarrollo de la enseñanza centrada en el aprendizaje, lo que es especialmente relevante en un entorno de rotaciones clínicas donde se busca no solo el desarrollo de habilidades y conocimientos, sino también la responsabilidad social y personal de los estudiantes [21].

Para medir el progreso y la calidad del aprendizaje, es esencial contar con métricas adecuadas. En educación, las métricas proporcionan datos cuantitativos que evalúan

el desempeño de los estudiantes y la eficacia de las prácticas educativas. Estas métricas incluyen resultados de pruebas, gráficos que muestran el comportamiento del aprendizaje y otros indicadores que son cruciales para tomar decisiones informadas sobre el proceso de enseñanza [22][23][24][25].

En este contexto, los sistemas de información y gestión de bases de datos desempeñan un papel fundamental. Estos sistemas permiten recopilar, procesar y almacenar información de manera eficiente, lo que facilita la gestión de datos relacionados con el seguimiento del aprendizaje de los estudiantes [26][27][28][29].

Por último, las rúbricas, como instrumentos de evaluación, son esenciales para evaluar de manera objetiva y crítica el aprendizaje de los estudiantes. Las rúbricas de evaluación establecen criterios y escalas que permiten determinar la calidad de la ejecución de tareas específicas, mientras que las rúbricas de retroalimentación son herramientas clave para retroalimentar el proceso de aprendizaje continuo de los estudiantes [30][31][32][33].

En conclusión, al combinar taxonomías de aprendizaje, métricas, sistemas de información y gestión de bases de datos, junto con el uso de rúbricas, podemos abordar el problema de la falta de seguimiento efectivo del aprendizaje durante las rotaciones clínicas de los estudiantes de medicina. Estas herramientas y enfoques proporcionan una base sólida para evaluar y mejorar el proceso de formación de futuros profesionales de la salud en la Universidad El Bosque.

#### **4. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN DESDE EL MODELO BIOPSIICOSOCIAL Y CULTURAL**

Actualmente, la Facultad de Medicina, tiene una necesidad que se basa en la evaluación y el seguimiento del conocimiento que tiene un estudiante en sus rotaciones clínicas, por ende, se desarrolló un artefacto que le da solución a esta problemática identificada. Siendo así, que para poder cumplir con ello, se tuvo por objetivo general el cuál se basa en desarrollar un sistema de información WEB que apoye la coordinación del internado de Medicina de la Universidad El Bosque en la evaluación y el seguimiento al aprendizaje de los estudiantes en las rotaciones clínicas, por tanto, para dar el cumplimiento de este, se requiere tener plasmados objetivos específicos,

Seguidamente para poder darle cumplimiento al objetivo general planteado, se definieron objetivos específicos basados en formular un modelo para la evaluación de las rotaciones clínicas de los estudiantes de Medicina basado en la taxonomía de Bloom, siendo así, que permita apoyar el seguimiento del aprendizaje a través de experiencias de otras universidades con el fin de proponer el diseño del sistema de información, este modelo se encuentra en el Anexo 6, así mismo, construir un sistema de información WEB para apoyar la evaluación y seguimiento de los estudiantes en las rotaciones clínicas basado en el modelo planteado, por último se plantea evaluar la eficacia del sistema de información WEB construido, y a su vez la eficiencia, basándose en el aporte a los diferentes actores en el proceso de evaluación y

seguimiento del aprendizaje de los estudiantes en las rotaciones clínicas.

#### **4.1. Objetivos del Proyecto**

Se tiene por objetivo general:

- Desarrollar un sistema de información WEB que apoye la coordinación del internado de Medicina de la Universidad El Bosque en la evaluación y el seguimiento al aprendizaje de los estudiantes en las rotaciones clínicas.

Así mismo, se plantearon dos objetivos específicos, los cuales se basan en:

- Formular un modelo para la evaluación de las rotaciones clínicas de los estudiantes de Medicina basado en la taxonomía de Bloom, siendo así, que permita apoyar el seguimiento del aprendizaje a través de experiencias de otras universidades con el fin de proponer el diseño del sistema de información.
- Construir un sistema de información WEB para apoyar la evaluación y seguimiento de los estudiantes en las rotaciones clínicas basado en el modelo planteado.
- Evaluar la eficacia del sistema de información WEB construido, y a su vez la eficiencia, basándose en el aporte a los diferentes actores en el proceso de evaluación y seguimiento del aprendizaje de los estudiantes en las rotaciones clínicas.

#### **4.2. Descripción del Artefacto**

Se identificó una problemática en la Facultad de Medicina de la Universidad El Bosque, la cuál ha sido descrita con anterioridad, se plantea que si los estudiantes tuvieran un seguimiento continuo en sus rotaciones sin importar las IPS y las ocupaciones a lo largo de estas, se podrían establecer mejores decisiones en la Facultad de Medicina respecto al desarrollo cognitivo del aprendiz. Esto contribuye a que se adquirieran las habilidades necesarias que debe tener un profesional médico, estandarizando la creación, gestión y evaluación de los objetivos de cada una de las especialidades.

Por ende, la solución planteada consistirá en desarrollar un sistema de información WEB que apoye la coordinación del internado de Medicina de la Universidad El Bosque en la evaluación y el seguimiento al aprendizaje de los estudiantes en las rotaciones clínicas, según un modelo planteado basado en la taxonomía de Bloom, este fue realizado según a través de experiencias de otras universidades en el Anexo 7 se realizó una comparación de cómo los formatos de evaluación utilizan la taxonomía de bloom, al realizar esta comparación se permitió crear una parte del modelo relacional que se usó en el artefacto en donde evalúa la taxonomía de bloom, permitiendo apoyar el seguimiento del aprendizaje, viéndose una serie de rúbricas y métricas que permitirán mejorar y/o estandarizar la creación, gestión, visualización y

evaluación de los objetivos de cada rotación. Al tener esto normalizado por parte de la facultad, se podrá establecer lo importante y necesario para mejorar la calidad del conocimiento que adquieren los estudiantes

El artefacto tecnológico será una aplicación web, en donde se utilizará una arquitectura API RESTful, véase el Anexo 8 para el funcionamiento de la aplicación, integrando patrones de diseño tales como, mvc y prototype. Esta arquitectura permitirá tener un mejor modularización del código, como también tener un alta disponibilidad y escalabilidad.

Para aplicar la validación de la academia, estática y dinámica, se establecen dos variables de interés, siendo una de ellas la eficiencia, basándose en el aporte a los diferentes actores en el proceso de evaluación y seguimiento del aprendizaje de los estudiantes en sus rotaciones clínicas, dado que se tiene una interfaz intuitiva y amigable para los usuarios involucrados, así mismo, una segunda variable de interés, es la eficacia del sistema de información WEB construido, dado que se entregará una solución completa y de alta calidad con las tecnologías más modernas y actuales. Al aplicar estas variables de medición e integrándose a las validaciones establecidas, se crea una serie de ítems para comprobar las validaciones:

- **Validación de la academia:**
  - Pruebas unitarias y de integración.
- **Validación estática:**
  - Para la validación estática basada en las reuniones con el cliente y los criterios de aceptación hablado y firmado en las actas de reunión, se probará que la aplicación cumple con lo esperado y acordado con el cliente.
- **Validación dinámica:**
  - Para la validación dinámica se utilizará un cuestionarios para saber y contemplar que eficiente y eficaz es la aplicación web para apoyar el proceso evaluativo utilizando la taxonomía de bloom

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

Basándose en lo explicado anteriormente, se quiere causar una transformación que le permita a los actores evaluar el conocimiento de sus aprendices de una manera eficaz, simple y que no requiera de tanto esfuerzo de tiempo y recursos. El sistema de información permitirá reemplazar el

método calificativo que se les realiza a los practicantes actualmente, artefacto que será construido con el apoyo de la taxonomía de bloom, la cuál permite dar una mejor visión del entendimiento obtenido por los estudiantes, ya que prioriza ciertos objetivos educativos.

Esta transformación va relacionado de una manera muy fuerte con la gestión del cambio, puesto que, al ser un medio relacionado con la medicina, los procesos que se realizan ya están muy definidos en este contexto, y el artefacto al ser una nueva tecnología que implica el tiempo y el conocimiento de entenderlo y comprenderlo, pueden generar en los actores cierto rechazo a este, pues sus creencias, hábitos, medio y el artefacto como tal serán cambiados de una manera muy diferente a como lo han venido manejando estos últimos años.

El proceso que se realiza actualmente para calificar a los estudiantes en su proceso de internado es un poco ineficiente como se ha explicado anteriormente, con el sistema de información se espera que cambie mayormente este proceso en donde se ven involucrados actores como la coordinación académica, los doctores de las ips y los estudiantes, puesto que el medio por el cual se relacionarán estos mismo ya no será a través de correos electrónicos como se venían haciendo sino será por medio del artefacto creado y desarrollado con el fin de mejorar la gestión de la información que se esta relacionada en el proceso de calificación del estudiante en su internado, llegando así a cambiar no solamente el medio por una orientado al proceso de calificación y al internado sino que también cambiando el artefacto a uno más avanzado, puesto que este permitiría gestionar, organizar, crear y evaluar la información necesaria en el proceso de calificación del estudiante en sus internado.

Al tener un nuevo medio y un nuevo artefacto las creencias de los actores se verán afectadas significativamente, comenzando mayormente y donde hay mas posibilidad de sufrir una gestión del cambio es con el doctor o encargado de la ips, pues este solo necesitaba llenar un formato de 5 items de evaluación y enviarlo en cualquier formato por medió de un correo electronico pero ahora al tener que ingresar a una aplicación y tener que calificar diferentes actividades basadas en criterios y taxonomias, percibirá que tendra mas trabajo y menos criterio propio, puesto que, ahora la coordinación academica le impondra que la calificación debe ser estar basada en las normas colocadas en las actividades con el fin de lograr el objetivo que se tiene, que es tener un seguimiento del aprendizaje de los estudiántes basado en la taxonomia de bloom, esta nueva creencia que tiene que hacer el doctor será la mas difícil que se percibe pero en su momento cual se adapte el sistema como tal, será una de las mas beneficiosas, ya que se cree que el doctor verá un proceso mas accesible, mas rapido, y de una forma mas facil de calificar desde cualquier medio electronico, puesto que ya no tendra que enviar correos, crear formatos, recordar actividades basadas en el creterio de el, sino que ya encontrara todas estas cosas en una forma mas detallada y explicita y solo

tendra que crear el habito de ingresar al artefacto para poder ver toda esta información y realizar acciones sobre esta.

Uno de los actores que tendrá más participación y se cree que será uno de los más beneficiados es el estudiante, pues este ahora podrá ver sus calificaciones y actividades de una forma mucho más detallada basado en la taxonomía de bloom, en donde podrá saber sus fortalezas y debilidades, lo cual como se realiza actualmente no lo puede hacer puesto que con el formato de 5 ítems no es posible saber sus fortalezas y sus debilidades, estos ítems de calificación a ser evaluados por criterios propios del doctor o encargado de la ips, no se sabe de qué modo los están evaluando lo cual genera un problema al estudiante pues no sabe realmente qué está haciendo en sus rotaciones. El estudiante también tendrá un canal de comunicación y de retroalimentación mucho más rápido y conciso a lo que él tiene actualmente, esto dará a lugar a una entendimiento mayor de sus rotaciones y las acciones que este puede realizar y necesita comunicarlo o hablarlo como por ejemplo una nota mal puesta, una actividad que se realizó de una manera diferente, entre otras cosas, esto hará que la relación con el doctor y la coordinación sea mucho mas rapida y facil de arreglar y aportará al estudiante un mejoramiento en sus rotaciones.

Por último se cree que la coordinación académica tendrá el cambio más positivo, anteriormente se hablo como el problema de este proceso es tan poco eficiente, por el tiempo que consume la coordinación académica para poder realizar el consolidado de notas, puesto que, este proceso viene relacionado con varios problemas y procesos que lo hacen ser lento, uno de esto y el que mayormente afecta es la recolección de notas por cada rotación, ya que este proceso se hace por medio de emails individuales, en donde por cada rotación y estudiante debe llenar un consolidado de esto, al tener ahora el nuevo artefacto este proceso no tendrá que hacerse más, dado que, el artefacto ya tendrá todas las calificaciones de los estudiantes de sus rotaciones, en donde llegará a convertir el proceso de calificación en uno más sencillo, debido a que, la coordinación sólo tendrá que ingresar al artefacto y ahí mismo obtendrá toda la información necesaria para poder ver la calificación de los estudiantes, sin la necesidad de esperar que los doctores o encargados de la ips realizan envios masivos de calificaciones de las rotaciones para poder calificar y dar la nota a los estudiantes. Otra de las acciones que se espera que se realice es la rápida acción con los estudiantes que tiene un rendimiento bajo en las rotaciones, ya que al poder ver las calificaciones de las rotaciones de una forma más fácil sencilla y práctica, la coordinación también podrá ver las fortalezas y debilidades del estudiante pues esto cumple el objetivo principal de realizar un seguimiento a las rotaciones, y actuar sobre esto, y ver si algo está fallando en el internado o como tal en el estudiante y poder apoyarlo de una forma rápida, y no esperar hasta el final como se hacía antes, lo cual implicaba un tiempo de acción casi nulo para que el estudiante no fallará en sus rotaciones. Para ver mas grafico las creencias, hábitos, medio y el artefacto véase el Anexo 9 en donde se presenta el diagrama BPSC de la solución, el

Anexo 10 en donde se presenta la solución diagramado en forma de proceso de negocio y en el Anexo 5 en donde se presenta en formato sipoc por medio de una tabla la solución del proceso de negocio.

## 5. DISEÑO METODOLÓGICO

En el presente trabajo se plantea un objetivo general el cuál se basa en desarrollar un sistema de información WEB que apoye la coordinación del internado de Medicina de la Universidad El Bosque en la evaluación y el seguimiento al aprendizaje de los estudiantes en las rotaciones clínicas, siendo así, que se desglosan una serie de objetivos específicos, a los que se les debe aplicar metodologías de investigación y de desarrollo que permitan realizar un estudio a profundidad de los datos que se evaluarán, y de esta manera cumplir con la problemática planteada.

Para cumplir con el primer objetivo específico del proyecto, basado en formular un modelo para la evaluación de las rotaciones clínicas de los estudiantes de Medicina basado en la taxonomía de Bloom, siendo así, que permita apoyar el seguimiento del aprendizaje a través de experiencias de otras universidades con el fin de proponer el diseño del sistema de información, para ello se hizo una indagación de forma exploratoria, en donde se realizó una búsqueda de cómo se llevan a cabo las rotaciones clínicas de los estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad El Bosque, Universidad Javeriana y Universidad de Los Andes, en los semestres undécimo y duodécimo, con el fin de entender el proceso y el contexto en el que se desarrollan las rotaciones clínicas, dado que es la base para lograr entender la problemática de una manera detallada.

Al entender el proceso y el contexto de la problemática, se dio inicio a una indagación de forma documental y exploratoria, en donde se hizo una recolección de los formatos de evaluación de las rotaciones clínicas en la Universidad El Bosque, Universidad Javeriana y Universidad de Los Andes, y de otras fuentes de información fiables como google scholar, IEEE, ScienceDirect, entre otros, con el fin de tener un referencia teórica y práctica del proceso, y el contexto de las rotaciones clínicas, permitiendo así, poder realizar una tabla comparativa de cómo es la evaluación y el seguimiento de aprendizaje de los estudiantes de Medicina en cada institución de educación superior, véase el Anexo 7.

Seguidamente, una vez llevada a cabo la investigación documental y exploratoria, se identificó que la forma de evaluación en las rotaciones clínicas en la Facultad de Medicina de la Universidad El Bosque, es distinta a las instituciones de educación superior con las que se realizó la comparación, en el Anexo 7, se puede visualizar la tabla de comparaciones realizada.

Así mismo, se realizaron entrevistas a los distintos actores que participan en la problemática identificada, con el fin de entender más a fondo cómo cada uno de ellos realiza el proceso de evaluación de las rotaciones clínicas, esto ayuda a que el problema no sea visto solamente desde el punto de vista de la ingeniería, sino cómo

cada usuario está involucrado en el requerimiento por parte de la beneficiaria, entendiéndolo que al tener una descripción total de la problemática, se le puede dar una solución más eficiente y eficaz.

Ahora bien, para la construcción del artefacto, se usará la metodología ágil Scrum que sirve para trabajar colaborativamente, en equipo obteniendo así el mejor resultado posible según la investigación realizada anteriormente. Esta metodología tiene una serie de herramientas y características que permiten el mejor desarrollo del producto, además de aplicar una estrategia de desarrollo incremental que permiten basar la calidad en resultados parciales entregados más que en el desarrollo y planificación y ejecución completa del producto. [34].

Esta metodología tiene una serie de herramientas y características que permiten el mejor progreso del producto, además de aplicar una estrategia de desarrollo incremental.

Las herramientas de la metodología Scrum se dividen en eventos y artefactos [35] - [36]:

- **Eventos - se componen:**
  - **Sprint:** Es el nombre que recibe cada uno de los ciclos o iteraciones que va a estar dentro del proyecto.
  - **Planificación del sprint:** El objetivo de la planificación del sprint es definir qué se puede entregar en el sprint y cómo se realizará, es la que da el inicio al sprint.
  - **Scrum Daily:** Es una reunión de Scrum de corta duración, unos 15 minutos, que debería ocurrir todos los días del Sprint y siempre a la misma hora. El objetivo de esta reunión es promover la comunicación y la transparencia dentro del equipo.
  - **Revisión del sprint:** Se realiza al final del Sprint y en este evento se revisa el Incremento, es decir, lo que se realizó durante el Sprint, y se analizan los cambios que tuvo el Product Backlog.
  - **Retrospectiva del sprint:** Se realiza al final del Sprint, después de la Revisión de Sprint y antes de la siguiente Planificación de Sprint. El propósito de la retrospectiva es planificar formas de aumentar la calidad y la efectividad.
- **Artefactos - se componen:**
  - **Lista del producto:** Es una lista de características que han sido priorizadas, y contiene descripciones breves sobre todo lo que se desea para el producto que se va a desarrollar.

- **Lista de pendientes del sprint:** Es el conjunto de elementos de la lista de producto seleccionados para el Sprint, más un plan para entregar el Incremento de producto y conseguir el Objetivo del Sprint.

Esta metodología se divide en tres roles:

- **Product Owner:** El cual será el encargado de que el equipo Scrum realice el trabajo de la forma más adecuada, siendo este encargado de escribir las historias de usuarios, priorizando y las colocándolas en el Product Backlog.
- **Scrum Master:** Se asegura que las reglas del marco del trabajo se cumplan, agiliza el desarrollo del sprint.
- **Desarrollador/a:** Realizar el desarrollo del producto según el sprint en que se encuentre, tienen las habilidades necesarias para realizar el trabajo de análisis, diseño, desarrollo, pruebas, documentación entre otros.

Conociendo las herramientas y los artefactos que provee la metodología ágil Scrum, se diseñó un cronograma detallado utilizando los eventos sprint de la metodología, este cronograma se compone de 7 sprints, en donde muestra el detalle de cada sprint, mostrando las actividades realizadas y por realizarse con su fecha y duración en días, cada sprint tiene una duración de 15 días acordado previamente por el grupo desarrollador y va hasta la fecha 17/10/2023. Véase el Anexo 11 y 12.

Además se con el fin de construir la mejor solución a la problemática, basándose en la investigación previa y aplicando la metodología ágil Scrum, los estudiantes realizaron un diagrama EDT, véase el Anexo 13 el cual agrupa los documentos que se necesitan a lo largo del proyecto, estos documentos serán vitales y necesarios para el proyecto, al nivel del desarrollo del artefacto como a su previo análisis.

### ¿Por qué Scrum?

En la actualidad existen diferentes metodologías tanto ágiles como tradicionales, las cuales a pesar de que pueden ser un medio para la resolución del problema o la creación de una nueva solución, estas van enfocadas a diferentes aspectos de un proyecto. Una metodología ágil muy usada que se podría utilizar para la solución planteada es la metodología XP o Extreme programming, esta metodología se centra en potenciar diferentes relaciones interpersonales para obtener éxito en el desarrollo de software, centrándose sobre todo en el desarrollo y crecimiento de los desarrolladores. [37] - [38].

La metodología XP se utiliza para situaciones en donde el proyecto es muy cambiante e impreciso, lo cual conlleva a estar siempre dispuesto a cambiar todo de una manera rápida y constante, en este proyecto no es necesario estar tan alertas al cambio constante de una manera tan rápida, además unas de las principales preocupaciones en este proyecto es darle al cliente o el beneficiario el resultado que el desea, por lo tanto Scrum es la mejor solución para este tipo de proyectos, puesto que a pesar de que es una metodología que se enfoca en la comunicación con el cliente, también se tienen procesos que permiten el cambio constante de una manera más transitoria y no tan drástica como lo haría la metodología XP sin perder el enfoque de que el desarrollo de software tenga éxito.

Al comparar Scrum con otra metodología ágil tan usada como lo es XP, observamos que nos centramos es en el cliente y darle un resultado conforme a lo que el cliente espera, esto lleva a pensar de que a pesar que la metodología XP no aplica en este proyecto, puede existir otra metodología que puede aplicarse en este contexto y es muy usada en la actualidad. La metodología FDD o Feature Driven Development es una metodología que se basa en las fases de un proyecto dividiéndolo en funcionalidades regulares y fáciles de entregar, esta metodología no requiere un modelo de proceso y es usada junto con metodologías ágiles [39]. Al tener la definición de la metodología FDD se podría tomar como opción utilizarla para que sea el medio para realizar el proyecto, puesto que se entregarán diferentes actividades en diferentes fases y esto es muy bueno al momento de desarrollar, ya que al tener diferentes actividades el equipo de desarrollo puede tener un mayor libertad y rendimiento en sus tareas, pero así mismo como la metodología XP pierde esa comunicación con el cliente y se centra más en el desarrollo y en el ambiente cambiante bajo un riesgo muy alto o en el caso de esta metodología un riesgo bajo, lo cual no se busca en este proyecto.

Al analizar estas razones y otras más se decidió utilizar la metodología Scrum, la cual provee diferentes herramientas y eventos, además de la capacidad de adaptación e iteración en el transcurso del proyecto, todo esto sin perder la comunicación con el cliente, el cual es de suma importancia para obtener la solución deseada.

### **Validación de la eficacia y eficiencia**

Para evaluar la eficacia y eficiencia se considera un escenario en donde se harán una serie de evaluaciones de eficacia y eficiencia, en donde la eficacia se tendrá en cuenta como "Si logra o hace lo que debía hacer" siguiendo si logra los objetivos para los que se diseñó. [40] y la eficiencia se tendrá en cuenta como "El grado en que se cumplen los objetivos de una iniciativa al menor costo posible" [40], se medirá funcionalidad, percepción del apoyo de la coordinación en la evaluación y seguimiento del aprendizaje en el proceso de internado, rendimiento de los procesos, entre otros por medio de cuestionarios y herramientas, en donde se les pondrá a probar la aplicación web desde diferentes puntos y vistas según el rol que se tenga con el fin de sistematizar las acciones y comprobar que los resultados esperados se

cumplan. para ver más a detalle véase el Anexo 14.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente proyecto de grado se creó un sistema de información que apoya la evaluación y el seguimiento del aprendizaje de los estudiantes de Medicina de la Universidad El Bosque, dicho artefacto tuvo un proceso de definición de la problemática y cómo se debía abordar desde la ingeniería. Así mismo, se definieron objetivos específicos que ayudarían a cumplir con el objetivo general del proyecto.

A través de las experiencias de otras universidades, se realizaron tablas de comparación, véase la figura 1 a la 3, según los formatos de evaluación de cada universidad véase el Anexo 20, dónde se evaluaron formatos y rúbricas de las actividades planteadas, con el fin de formular un modelo con la taxonomía de Bloom, que ayudó a proponer el diseño del sistema de información.

Primero, se evaluó el formato de evaluación que utiliza la Universidad El Bosque, Universidad de los Andes y la Universidad Javeriana, indagando en qué nivel de la taxonomía de Bloom se encuentra el ítem evaluado, la cuál está basada en niveles que van del uno(1) al seis(6), siendo el nivel uno “Recordar”, y el nivel 6 “Crear”.

Ítem de evaluación	UNIVERSIDAD EL BOSQUE						
	NO APLICA	RECORDAR	COMPRENDER	APLICAR	ANALIZAR	EVALUAR	CREAR
HISTORIA CLÍNICA: Presentación calidad y evoluciones Justificación del Laboratorio con el diagnóstico. Epícrisis.	1						
RESPONSABILIDAD Asistencia, cumplimiento, colaboración, trabajo en equipo. Trato con el paciente y familiares.	1						
PRÁCTICA Ligencias, Consulta Externa, Hospitalización, Cirugía, Sala de Partos y otras.	1						
CONDOMINIOS Y ACTUALIZACIONES CIENTÍFICAS Seminarios, Paneles, Exposiciones, Club de Revistas, Conferencias, Conocimientos teóricos.	1						

Figura 1. Tabla de Comparación

Ítem de evaluación	UNIVERSIDAD ANDES						
	NO APLICA	RECORDAR	COMPRENDER	APLICAR	ANALIZAR	EVALUAR	CREAR
Hace la historia clínica y el examen físico completo y adecuado				1			1
Analiza pruebas diagnósticas, propone planes de estudio y establece diagnósticos diferenciales.					1		
Realiza los procedimientos diagnósticos y terapéuticos esenciales para el área de práctica.				1			
Desarrolla planes de prevención, tratamiento y rehabilitación a pacientes.				1			1
Busca y analiza críticamente la literatura para dar solución a problemas clínicos		1			1		
Se propone metas de aprendizaje y de mejoramiento, a partir de la retroalimentación recibida	1						
Se comunica adecuada y oportunamente, con el paciente, la familia y todo el personal involucrado en el cuidado del paciente.	1						
Trabaja efectivamente como miembro de un grupo de cuidado de la salud	1						
Escribe la historia clínica de manera clara, verídica y concreta	1						
Presencia oralmente el encuentro clínico	1						
Demuestra compasión, integridad y respeto por los demás.						1	
Desarrolla una práctica médica interdisciplinaria, honesta, ética, respetuosa teniendo en cuenta el contexto familiar y sociocultural				1			1
Trabaja con otros profesionales de la salud para establecer y mantener un clima de respeto mutuo, dignidad, diversidad, integridad, ética y confianza	1						
Tiene un comportamiento que brinde confianza a los pacientes y familias	1						

Figura 3. Tabla de Comparación

UNIVERSIDAD JAVERIANA							
Ítem de evaluación	0	1	2	3	4	5	6
Puntualidad, presentación personal (incluye aseos de la bata, bata abotonada, carné visible), trato a la paciente, compañeros y colaboradores, proactividad, ética entre otros.	1						
HISTORIA CLÍNICA	1						
CONOCIMIENTO	1						

Figura 2. Tabla de Comparación

Siendo así, que pudimos detectar que los formatos que utiliza la Universidad de los Andes, cumplen en cierta parte con los niveles de la taxonomía de Bloom, por ende, decidimos guiarnos de este para poder construir el diseño del sistema de información, este fue diseñado a través de mockups, haciéndolos lo más intuitivos para el usuario, véase la figura 4 a la 13.



Figura 4. Mockups

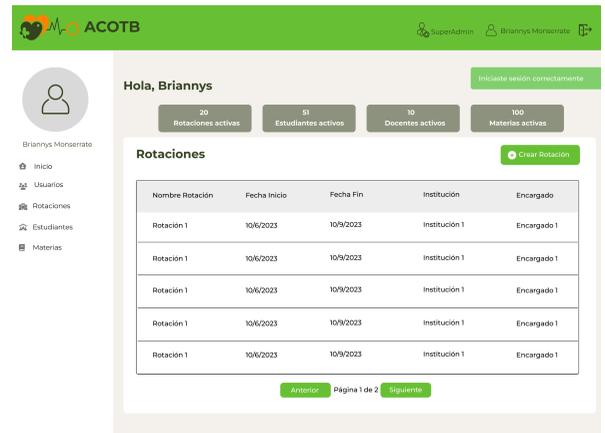


Figura 5. Mockups

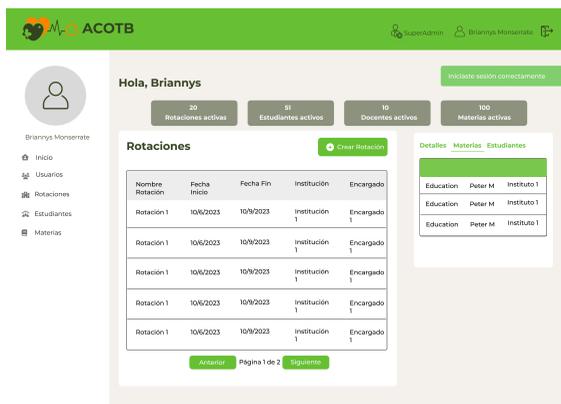


Figura 6. Mockups

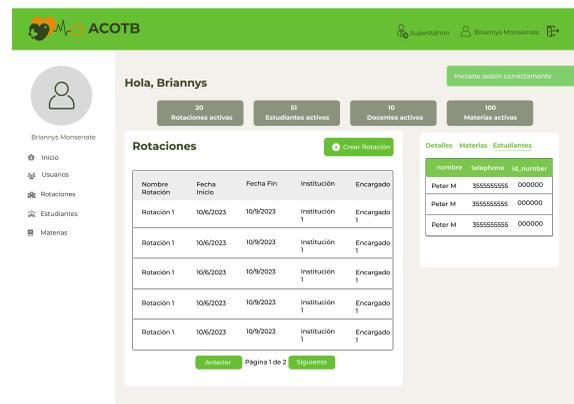


Figura 7. Mockups

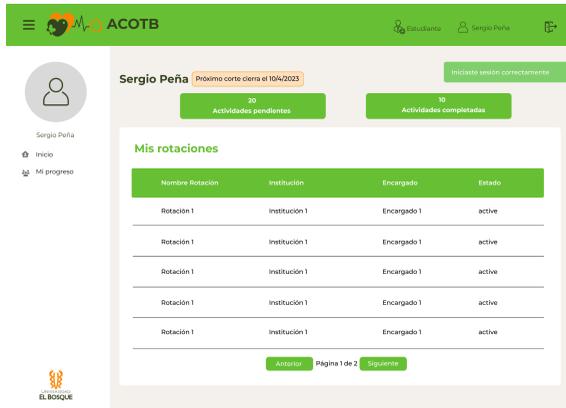


Figura 8. Mockups

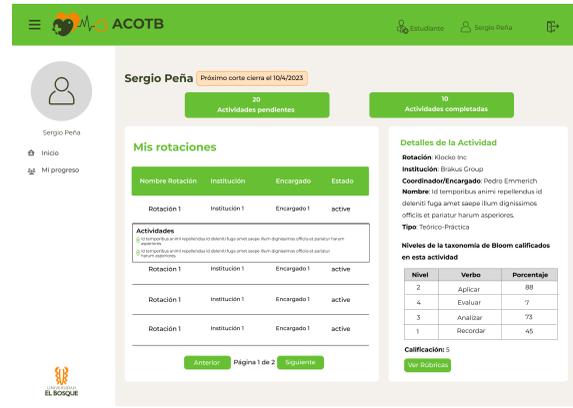


Figura 9. Mockups

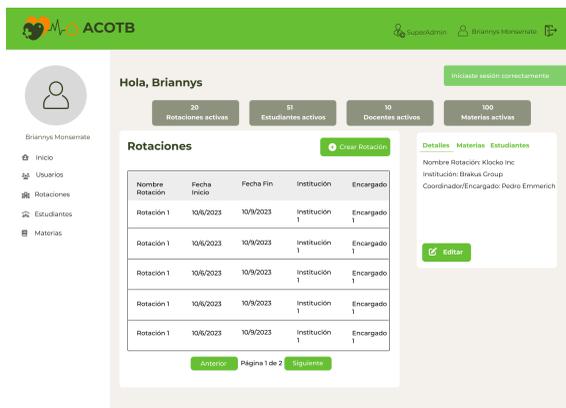


Figura 10. Mockups

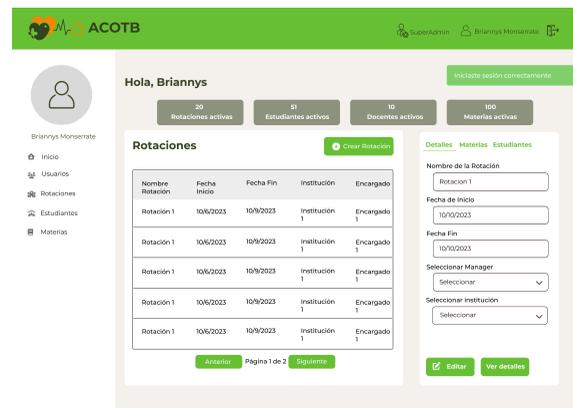


Figura 11. Mockups

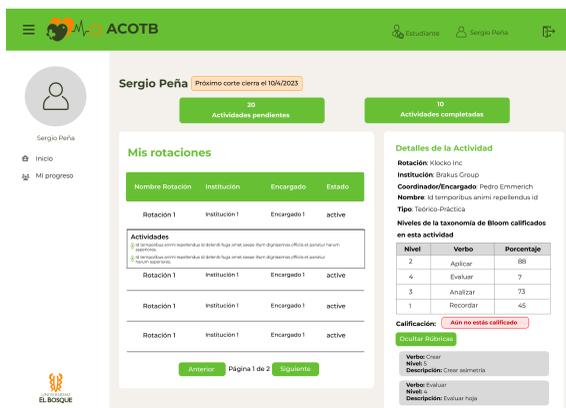


Figura 12. Mockups

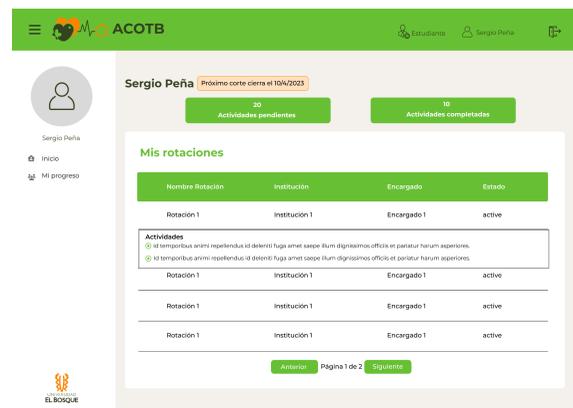


Figura 13. Mockups

El proceso de diseño fue bastante largo dado que se quería un sistema de información que fuese lo más intuitivo y eficiente posible, para ello tuvimos distintas reuniones y discusiones con el cliente, director y demás actores del sistema, para poder llegar a un diseño de la aplicación que satisficiera la necesidad de la problemática planteada, véase el Anexo 15.

Así mismo, el sistema de información maneja los siguientes actores, administrador, encargado de la rotación clínica en la IPS, docente y estudiante para cada uno de ellos se manejan funcionalidades distintas, en el documento SAD se encuentra especificado qué acción tiene cada rol en el sistema de información construido, además de otra información relacionado al software y su construcción, véase el Anexo 16.

Seguidamente, uno de los aspectos que se debían evaluar era la eficacia y eficiencia del sistema de información, para ello nos reunimos con los distintos actores del sistema, para que lo probaran y nos pudiesen dar un feedback de este, siendo así, que al evaluar la respuesta de cada stakeholder nos pudimos dar cuenta que el sistema de información cumple con las expectativas planteadas y a su vez, agiliza el proceso para la evaluación y el seguimiento de aprendizaje de los estudiantes de Medicina de la Universidad El Bosque en sus rotaciones clínicas, véase el Anexo 21.

También, se realizaron distintas encuestas para cada actor de el artefacto construido, dónde se tuvo muestra de 56 personas, 50 estudiantes, 1 coordinador, 2 doctores y 3 profesores, dónde a cada uno se le hicieron una serie de preguntas según sus necesidades y requerimientos, que nos ayudó a visualizar la eficiencia y eficacia de el sistema.

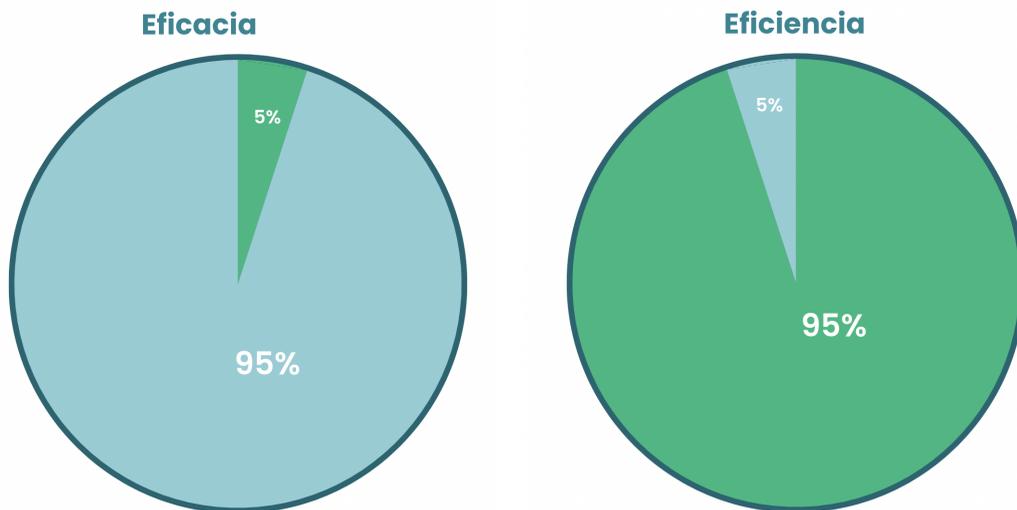


Gráfico 1. Eficacia del sistema de información, coordinador.

Gráfico 2. Eficiencia del sistema de información, coordinador.

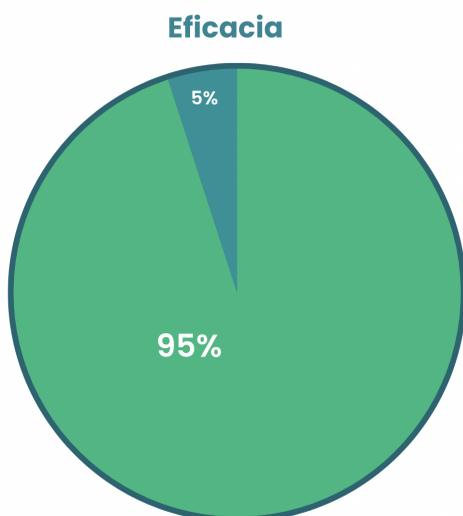


Gráfico 3. Eficacia del sistema de información desde los doctores.

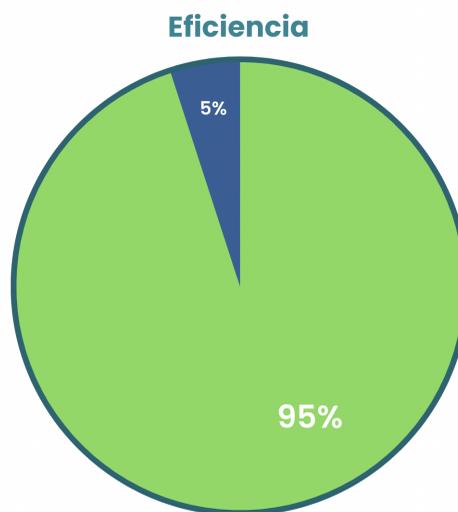


Gráfico 4. Eficiencia del sistema de información desde los doctores.

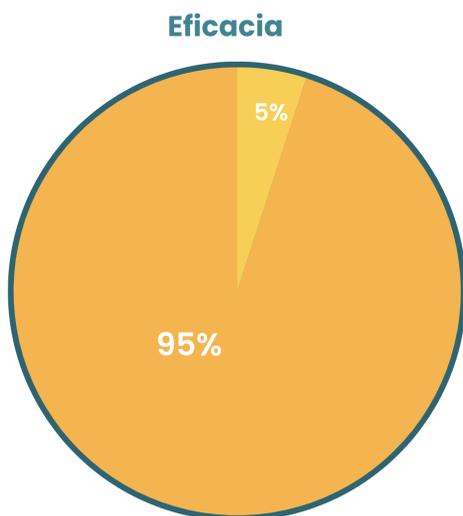


Gráfico 5. Eficacia del sistema de información desde los profesores.

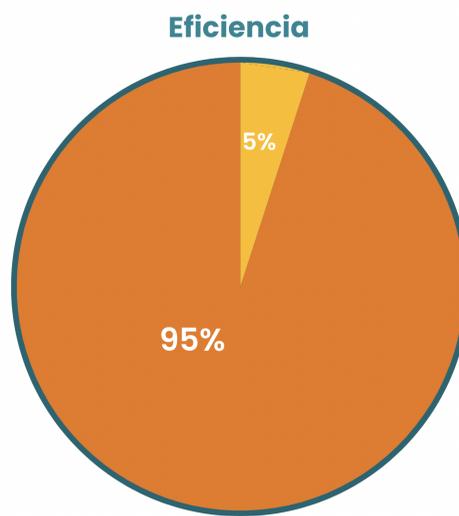


Gráfico 6. Eficiencia del sistema de información desde los profesores.

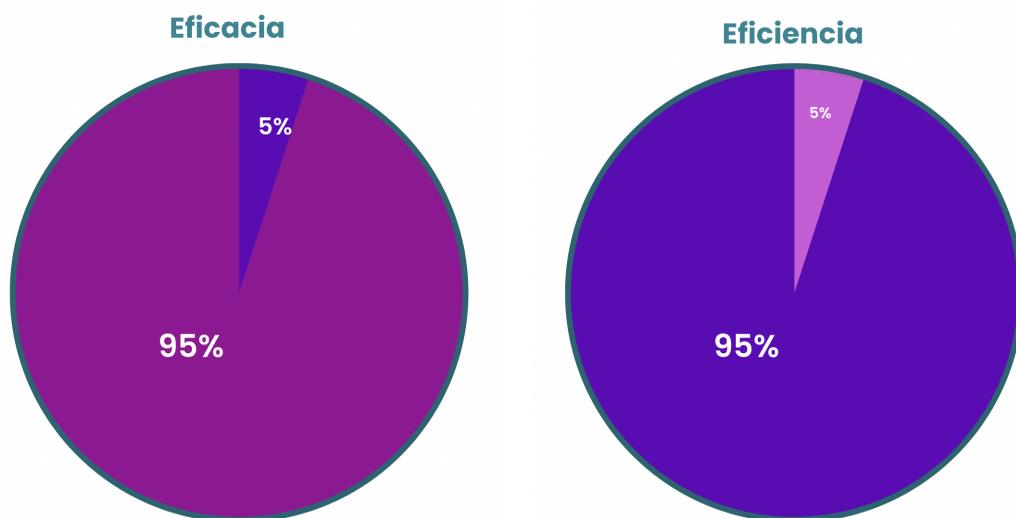


Gráfico 7. Eficacia del sistema de información desde los estudiantes.

Gráfico 8. Eficiencia del sistema de información desde los estudiantes.

Al evaluar la eficacia y la eficiencia denotamos la satisfacción de cada actor participante en el sistema de información, dónde obtuvimos un margen de error del 5%, obteniendo cómo resultado un 95%, lo que quiere decir que cumple con los requerimientos y necesidades de cada persona.

Así mismo, se le realizó una serie de preguntas a una pequeña muestra de los otros actores del sistema, 1 coordinador, 2 profesores y 1 médico, los cuáles fueron de vital importancia para evaluar la eficiencia y eficacia del sistema de información construido.

Ahora bien, el grupo de trabajo después de analizar las diferentes tecnologías, herramientas y medios que existen para lograr esta solución, realizó una serie de tablas , en estas tablas cada una tiene una serie de características en donde tienen un peso expresado en un valor y cada tecnología tiene un porcentaje de 0 a 1, realizando una multiplicación entre variables, se obtuvo la mejor herramienta tecnológica posible para utilizar en el frontend del artefacto, véase la tabla 1, en el backend, véase la tabla 2 y en la base de datos, véase la tabla 3. Los resultados de esta tabla nos da como resultado la herramienta tecnología que más tuvo peso fue React Js con un total de 51,08 para el frontend, la herramienta tecnológica que más tuvo peso fue Ruby Js con un total de 51,32 para el backend y en la base de datos la herramienta tecnológica que más tuvo peso fue PostgreSQL con un total de: 50,61.

Características	Característica Peso	React JS	Vue JS	Angular JS	PHP
Curva de	4	0,76	0,76	0,55	0,35

aprendizaje					
Arquitectura	10	0,93	0,85	0,85	0,70
Componentes reutilizables	5	0,90	0,90	0,90	0,84
Rendimiento	8	0,93	0,96	0,93	0,69
Flexibilidad	7	0,97	0,97	0,88	0,69
Escalabilidad	9	0,94	0,94	0,94	0,81
Herramientas y librerías	1	0,88	0,83	0,88	0,72
Multiplataforma	2	0,94	0,94	0,94	0,86
Acceso abierto	3	0,99	0,99	0,99	0,99
Facilidad de mantenimiento	6	0,97	0,96	0,93	0,86

*Tabla 1 - Matriz de comparación frontend.*

Características	Característica Peso	Ruby	Django	Spring Boot	Node.js
Curva de aprendizaje	4	0,76	0,76	0,55	0,35
Arquitectura	10	0,93	0,85	0,85	0,7
Componentes reutilizables	5	0,9	0,9	0,9	0,84
Rendimiento	8	0,96	0,93	0,93	0,69
Flexibilidad	7	0,97	0,97	0,88	0,69
Escalabilidad	9	0,94	0,94	0,94	0,81
Herramientas y librerías	1	0,88	0,83	0,88	0,72
Multiplataforma	2	0,94	0,94	0,94	0,86
Acceso abierto	3	0,99	0,99	0,99	0,99
Facilidad de mantenimiento	6	0,97	0,96	0,93	0,86

*Tabla 2 - Matriz de comparación backend.*

Características	Característica Peso	PostgreSQL	MariaDB	MongoDB	MySQL
Curva de aprendizaje	4	0,82	0,8	0,77	0,71
Arquitectura	10	0,93	0,89	0,84	0,87
Componentes reutilizables	5	0,84	0,83	0,76	0,78
Rendimiento	8	0,93	0,91	0,89	0,85
Flexibilidad	7	0,94	0,9	0,86	0,87
Escalabilidad	9	0,93	0,91	0,9	0,86
Herramientas y librerías	1	0,87	0,88	0,75	0,82
Multiplataforma	2	0,95	0,92	0,85	0,88
Acceso abierto	3	0,99	0,99	0,99	0,99
Facilidad de mantenimiento	6	0,95	0,92	0,89	0,86

*Tabla 3 - Matriz de comparación base de datos.*

Según las matrices de comparación se llega a la conclusión de utilizar las herramientas React Js para el frontend, Ruby para el backend y postgresQL para la base de datos. Estas herramientas no sólo a su nivel independiente son de alta calidad, actualmente y unas de las más usadas en el mercado laboral, si no que también en conjunto crean un marco de desarrollo de alta calidad, siendo su mayor ventaja la facilidad al crear un artefacto de desarrollo con la arquitectura API RESTful, siendo esta una de mas utilizadas en la actualidad por sus grandes funcionalidades como la modularización, escalabilidad y la alta disponibilidad.

### **¿Por qué React Js?**

En el mercado existen diferentes herramientas para la creación de interfaces de usuarios, siendo algunas Vue Js, Angular, Angular JS, Php, entonces ¿Por qué React Js?, React Js provee diferentes ventajas tanto como para los desarrolladores como a los usuarios algunas de estas son [41]:

- **Dom virtual:** Realizar cambios en la interfaz de usuario, sin la necesidad de crear nuevos llamados o recargas en la pantallas donde se encuentren los usuarios de manera innecesaria, eliminado así los tiempos que afectan el rendimiento de la interfaz.
- **Flujo de datos unidireccional:** React solo admite que los datos se actualicen en una dirección, en donde cuando se actualizan los

componentes inferiores o superiores, los dos componentes tendrá la misma actualización y no tendrán datos en conflicto.

- **Multiplataforma:** React es de fácil migración en diferentes plataformas como lo pueden ser de aplicación web a aplicación mobile.

## ¿Por qué Ruby?

Se tienen varios frameworks a la hora de hacer sistemas de información, teniendo en cuenta que se va a hacer una rest API, se decidió usar ruby por las siguientes razones:

- **Productividad:** Ruby on Rails es conocido por ser un framework que favorece la productividad. Esto se debe a que cuenta con una estructura y convenciones bien definidas, lo que permite a los desarrolladores concentrarse en la lógica de negocio en lugar de preocuparse por aspectos técnicos más tediosos. Además, RoR tiene una amplia variedad de gemas (librerías) disponibles que permiten acelerar el desarrollo y simplificar la implementación de funcionalidades complejas.
- **Escalabilidad:** RoR es una tecnología escalable. Es decir, es posible desarrollar una aplicación pequeña y sencilla en un principio y, a medida que la aplicación crece y se hace más compleja, se puede escalar la arquitectura para soportar mayores demandas. Esto es importante en sistemas de información de seguimiento de aprendizaje, ya que estos suelen crecer en tamaño y complejidad con el tiempo.
- **Estabilidad:** Ruby tiene una comunidad muy activa por lo que sus librerías que son Open Source están en constante actualización y mantenimiento, además de ser un framework especializado en desarrollo web, tiene por detrás grandes empresas que han confiado en él tales como Github, Airbnb, Twitter entre otras
- **Facilidad para trabajar con bases de datos:** RoR tiene una excelente integración con bases de datos relacionales, lo que facilita el manejo de grandes cantidades de datos. En sistemas de seguimiento de aprendizaje, es probable que haya una gran cantidad de datos a manejar, y RoR puede manejarlos con facilidad.
- **Flexibilidad:** Ruby on Rails permite desarrollar aplicaciones que son muy flexibles en términos de requerimientos y adaptabilidad. En el caso de un sistema de seguimiento de aprendizaje de estudiantes de medicina, es probable que existan muchos requerimientos específicos que deban ser considerados, y RoR puede adaptarse fácilmente.

En resumen Ruby on Rails es una excelente opción para manejar la API de nuestro sistema de información por su gran flexibilidad, por ser un framework que se orienta

más hacia el desarrollo web y por su facilidad para conectarse con el resto de Frameworks que se van a utilizar [42]

### ¿Por qué PostgreSQL?

En el mercado existen diferentes herramientas para el manejo de los datos en una aplicación, como los MySQL, SQL Server o MariaDB, entonces ¿Por qué PostgreSQL?, PostgreSQL provee una base de datos relacional lo cual se busca en este proyecto, pues el contexto de la solución se relacionan los datos como los usuarios, los medios y los formatos que se utilizan de una manera rápida y sencilla, además este gestor provee diferentes características como [43]:

- Soporta diferentes tipos de datos, como los números, palabras, diferentes archivos, entre otros.
- Cumple con el modelo ACID, osea los datos cuentan con la característica atomicidad, consistencia, aislamiento y durabilidad.
- Ofrece la posibilidad de crear tablas heredadas, esquemas o triggers que son muy usados para tareas repetitivas.

Como se puede observar en el Anexo 17 se crea un diagrama de despliegue de nivel dos y un diagrama de arquitectura véase el anexo 8, esto con el fin de generar un mejor documentación tanto para las personas aparte del desarrollo como lo son el director, evaluadores y beneficiarios, como también para comprender un poco se va a realizar la solución utilizando las herramientas anteriormente mencionadas.

Con las herramientas descritas anteriormente, fueron las implementadas para realizar el desarrollo del sistema de información web, así mismo, se construyó un documento SAD que soporta los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, también se encuentran los diagramas necesarios para la construcción del artefacto.

Para la construcción del artefacto se manejaron sprints de 15 días, con el uso de el product backlog, en el Anexo 18 puede visualizar la división de tareas y el cumplimiento de cada una de estas, así mismo, también diseñó un cronograma de actividades para darle cumplimiento al trabajo de grado, véase en este Anexo 19.

Seguidamente, se tuvieron reuniones continuas con el beneficiario, para mostrar los avances del artefacto y así obtener retroalimentación para la mejora continua del sistema de información, en un inicio las reuniones fueron realizadas para entender muy bien la necesidad y poder construir los requerimientos que tendría el artefacto, así mismo, al realizar los diseños (mock-ups) de el artefacto, se hicieron reuniones para realizar los cambios necesarios hasta que fueron aceptados, en el siguiente enlace se pueden ver las actas de reunión y los acuerdos con el cliente

[https://drive.google.com/drive/folders/1-Ds7EqLY3CmRfQtf32OMyg53rTG3vzPo?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1-Ds7EqLY3CmRfQtf32OMyg53rTG3vzPo?usp=share_link).

Por último, el artefacto puede ser visualizado en el siguiente enlace, .  
<https://app-acotb.vercel.app/>.

## 7. CONCLUSIONES

Tras una exhaustiva revisión y un seguimiento detallado, acompañados por pruebas continuas con estudiantes, profesores y partes interesadas, como resultado de una investigación integral por parte de los integrantes de los modelos de evaluación en rotaciones clínicas de diversas universidades en Bogotá, Colombia, se implementó con éxito un modelo de evaluación basado en la taxonomía de Bloom en el sistema de información propuesto. Este enfoque ha demostrado ser fundamental para respaldar el monitoreo del progreso de los estudiantes de medicina durante sus rotaciones clínicas, ofreciendo un valioso apoyo al proceso de aprendizaje.

Tras realizar un exhaustivo seguimiento a la evolución del artefacto tecnológico y considerar las retroalimentaciones, reuniones y sugerencias continuas, el beneficiario otorga su aprobación al artefacto como un sistema de información que implementa con éxito la taxonomía de Bloom. Destaca su capacidad para facilitar el seguimiento del progreso de aprendizaje de los estudiantes durante sus rotaciones clínicas. Aprueba integralmente la implementación, las interfaces gráficas, el modelo de datos, las representaciones gráficas y la distribución de la información en la interfaz de usuario (UI).

La taxonomía de Bloom, utilizada como modelo calificativo para evaluar los niveles de aprendizaje en el campo de la medicina, se revela como un método altamente efectivo para jerarquizar los distintos niveles de aprendizaje transmitidos a través de las actividades propuestas en los planes de estudio de rotaciones clínicas. Este enfoque proporciona una estructura sólida que facilita la comprensión y evaluación de los procesos de aprendizaje en entornos clínicos. Al categorizar los niveles de aprendizaje en dimensiones claramente definidas, desde habilidades cognitivas fundamentales hasta niveles más complejos de pensamiento, la taxonomía de Bloom permite una evaluación más completa y detallada del progreso de los estudiantes.

## 8. LECCIONES APRENDIDAS Y TRABAJO FUTURO

A lo largo del trabajo de grado, hemos aprendido distintas cosas, entre ellas:

- Los entregables del proyecto deben ser claros desde un principio, para así en un futuro no se exijan cosas que no han sido acordadas.
- Al desarrollar el proyecto es importante la organización de los documentos, puesto que a pesar que son pocos su organización es clave si se quiere llevar un buen control de lo que se está haciendo.

- La comunicación entre el equipo de trabajo es fundamental, para que todos estén en la misma sintonía y evitando a futuro malentendidos o conflictos que manchan un poco el proceso de creación del artefacto.
- Los programas y herramientas de software pueden volverse obsoletos rápidamente, y si no se actualizan o reemplazan a tiempo, pueden tener un impacto negativo en la eficiencia y efectividad de un negocio o empresa, por lo tanto como equipo, quisimos que mantener las mejores tecnologías del mercado y más modernas para el proyecto fuera primordial.
- A lo largo de este proceso he podido entender la importancia de la planeación, muchas veces no planeamos las cosas o simplemente nos enfocamos en la parte lógica, antes de evaluar cuál es el problema realmente.

Lo descrito anteriormente, forma parte de las lecciones aprendidas que ha tenido el equipo de trabajo desde que el proceso inició, siendo cada una de estas de vital importancia para la construcción del proyecto de grado, al identificar cada error, habilidad, nos hace entender cómo podemos mejorar y cómo apoyarnos los unos a los otros en las distintas tareas y actividades que se debían entregar y/o realizar.

Así mismo, el artefacto tiene mejoras a futuro, a pesar de que es funcional según lo requerido por el beneficiario, se identificó que el sistema de información web puede tener algunas mejoras, entre ellas:

- Una aplicación mobile.
- Tener un mejor manejo de los datos.
- Añadir nuevas funcionalidades que le permitan a cada actor una experiencia mejor.
- Realizar análisis de vulnerabilidad.
- Asegurar que el proceso funciona de manera continua, automatizando otros procesos que se encuentren tanto como sea posible.

Las mejoras mencionadas anteriormente, son algunas cosas que se identificaron del trabajo que se puede realizar a futuro, que harían que el sistema de información sea mucho más escalable y automatizado.

## 9. REFERENCIAS

[1]. M.-F. Arnaudo, F.-P. Lago, J.-A. Bandoni, J. A. Bandoni, F. Pablo, and L. Este, "Toma de decisiones en el sistema de salud: aportes interdisciplinarios desde la Economía de la Salud y la Ingeniería de Sistemas de Procesos," *Ensayos de Economía*, vol. 30, no. 56, pp. 136–150, Jul. 2020, doi: 10.15446/ede.v30n56.78681.

[2]. S. Walter and A. Olivera, "TAXONOMIA DE BLOOM," 2000.

[3]. K. H. Lee, S. Yoo, H. G. Shin, R. M. Baek, C. Y. Chung, and H. Hwang, "Development of digital dashboard system for medical practice: Maximizing efficiency of medical information retrieval and communication," *Stud Health Technol Inform*, vol. 192, no. 1–2, p. 1091, 2013, doi: 10.3233/978-1-61499-289-9-1091.

- [4]. W. Yuan et al., "Improving the resident assessment process: application of App-based e-training platform and lean thinking," *BMC Med Educ*, vol. 23, no. 1, pp. 1–9, Dec. 2023, doi: 10.1186/S12909-023-04118-2/TABLES/3.
- [5]. P. Ley, "Memory for medical information," *British Journal of Social and Clinical Psychology*, vol. 18, no. 2, pp. 245–255, Jun. 1979, doi: 10.1111/j.2044-8260.1979.TB00333.X.
- [6]. J. Fox, A. Glowinski, and M. O'Neil, "The Oxford System of Medicine: A prototype information system for primary care," pp. 213–226, 1987, doi: 10.1007/978-3-642-95549-5\_22.
- [7]. A. V Thomae et al., "Evaluation of a newly developed flipped-classroom course on interprofessional practice in health care for medical students," *Med Educ Online*, vol. 28, no. 1, p. 2198177, Dec. 2023, doi: 10.1080/10872981.2023.2198177.
- [8]. M. S. Alnizani et al., "Clinicians' and Students' Perceptions and Attitudes Regarding the Anatomical Knowledge of Medical Students," *Adv Med Educ Pract*, vol. 13, pp. 1251–1259, 2022, doi: 10.2147/AMEP.S370447.
- [9]. B. B. Stephanus and F. Cecile, "Scenarios for Virtual Clinical Simulation to Train Nursing Students at a South African University," *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 561 LNNS, pp. 724–733, 2023, doi: 10.1007/978-3-031-18344-7\_51/COVER.
- [10]. M. M. Masika, G. B. Omondli, D. Simiyu Natembeya, E. M. Mugane, K. O. Bosire, and I. O. Kibwage, "Medical Journal Research Use of mobile learning technology among final year medical students in Kenya", Accessed: Mar. 10, 2023. [Online]. Available: [www.panafrican-med-journal.com](http://www.panafrican-med-journal.com)
- [11]. K. Lamahewa et al., "Protocol for intervention development to improve adolescent perinatal mental health in Kenya and Mozambique," *SSM - Mental Health*, vol. 3, p. 100200, Dec. 2023, doi: 10.1016/J.SSMMH.2023.100200.
- [12]. K. Walker et al., "Learning practices of experienced healthcare teams and dyads in acute care settings: a scoping review," *BMJ Open*, vol. 12, no. 7, p. e061144, Jul. 2022, doi: 10.1136/BMJOPEN-2022-061144.
- [13]. P. Čargonja, M. Mavrinac, S. Ostojić, and N. Perez, "The impact of needs-based education on the change of knowledge and attitudes towards medical genetics in medical students," *European Journal of Human Genetics*, vol. 29, no. 5, pp. 726–735, May 2021, doi: 10.1038/S41431-020-00791-9.
- [14]. J. G. Eriksen et al., "Four years with FALCON - An ESTRO educational project: Achievements and perspectives," *Radiotherapy and Oncology*, vol. 112, no. 1, pp. 145–149, Jul. 2014, doi: 10.1016/J.RADONC.2014.06.017.
- [15]. G. Massard, G. Rocco, and F. Venuta, "The European educational platform on thoracic surgery," *J Thorac Dis*, vol. 6 Suppl 2, no. Suppl 2, 2014, doi: 10.3978/J.ISSN.2072-1439.2014.05.06.
- [16]. K. Shemwell et al., "Video simulation to learn pediatric resuscitation skills tailored to a low resource setting: A pilot program in Iquitos, Peru," *SAGE Open Med*, vol. 10, Feb. 2022, doi: 10.1177/20503121221077584.
- [17]. M. A. Fabiani et al., "Thirty-three vascular residency programs among 13 countries joining forces to improve surgical education in times of COVID-19: A survey-based assessment," *Vascular*, vol. 30, no. 1, pp. 146–150, Feb. 2022, doi:

10.1177/1708538121991268.

[18]. A. Vides-Porras et al., "Gaining insight into the implementation of an e-learning smoking cessation course in Latin American countries," *Health Promot Int*, vol. 36, no. 2, pp. 349–362, Apr. 2021, doi: 10.1093/HEAPRO/DAAA054.

[19]. A. Margolis et al., "Online Continuing Medical Education for the Latin American Nephrology Community," *Stud Health Technol Inform*, vol. 216, pp. 372–375, 2015, doi: 10.3233/978-1-61499-564-7-372.

[20]. F. A. Haolader, M. R. Ali, and K. M. Foysol, "The taxonomy for learning, teaching and assessing: Current practices at polytechnics in Bangladesh and its effects in developing students' competences," *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, vol. 2, no. 2, pp. 99–118, 2015, doi: 10.13152/IJRVET.2.2.9.

[21]. L. W. Anderson and D. R. Krathwohl, "A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives," Feb. 2021, Accessed: Mar. 10, 2023. [Online]. Available: <http://dspace.vnbrims.org:13000/xmlui/handle/123456789/4570>

[22]. R. B. Finkbine, "Metrics and Models in Software Quality Engineering," *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 21, no. 1, p. 89, Jan. 1996, doi: 10.1145/381790.565681.

[23]. T. T. York, C. Gibson, S. Rankin, T. T. ; York, and C. ; Gibson, "Defining and Measuring Academic Success," *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, vol. 20, no. 1, p. 5, Nov. 2019, doi: <https://doi.org/10.7275/hz5x-tx03>.

[24]. "Metricas Del Marketing - Alejandro Domínguez Doncel - Google Libros." <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=i58h3Uoe4WQC&oi=fnd&pg=PA9&dq=qu%C3%A9+son+las+m%C3%A9tricas%3F&ots=Y6YVXvEF89&sig=vK112ta6dscWx-BYgEV4PVCMSdg#v=onepage&q=qu%C3%A9%20son%20las%20m%C3%A9tricas%3F&f=false> (accessed Apr. 19, 2023).

[25]. [www.familiesusa.org](http://www.familiesusa.org), "Health System Improvement Measuring Health Care Quality: An Overview of Quality Measures ISSUE BRIEF / MAY 2014 / Evidence Generation."

[26]. L. Johnson, "What is a System?," Nov. 2021, doi: 10.26153/TSW/38059.

[27]. J. P. L. Kenneth C. Laudon, "Management Information Systems: Managing the Digital Firm - Google Books," 2000. [https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=KD8ZZ66PF-gC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Management+information+systems:+managing+the+digital+firm&ots=hnopt9oYXE&sig=qpyMqlv-Y1NDwbeRJ624GJmX\\_aE#v=onepage&q=Management%20information%20systems%3A%20managing%20the%20digital%20firm&f=false](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=KD8ZZ66PF-gC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Management+information+systems:+managing+the+digital+firm&ots=hnopt9oYXE&sig=qpyMqlv-Y1NDwbeRJ624GJmX_aE#v=onepage&q=Management%20information%20systems%3A%20managing%20the%20digital%20firm&f=false) (accessed Mar. 10, 2023).

[28]. Agustin Riscos Nuñez, "Sistemas de Gestión de Bases de Datos," *Ciencias de la Computacion e IA* (<http://www.cs.us.es/>) Universidad de Sevilla, Nov. 2010. <http://www.cs.us.es/cursos/bd-2010/tema1.pdf> (accessed Apr. 19, 2023).

[29]. P. Lledó and G. Rivarola, "INTRODUCCION A LA ADMINISTRACION DE PROYECTOS".

[30]. G. Casco Casco and A. D. Calderón, "Rúbrica, un camino para evaluar objetivamente el aprendizaje en el aula virtual," *Revista Multi-Ensayos*, vol. 6, no. 11, pp. 8–12, Jan. 2020, doi: 10.5377/MULTIENSAYOS.V6I11.9282.

- [31]. M. García Irlés, J. M. S. Ortells, F. Marco De La Calle, M. L. De La, and S. Fernández, "La rúbrica de evaluación como herramienta de evaluación formativa y sumativa".
- [32]. K. J. G. Vélez, "Aprendizaje de lengua y literatura mediante rúbricas de evaluación," *Sociedad & Tecnología*, vol. 4, no. 2, pp. 174–190, May 2021, doi: 10.51247/ST.V4I2.103.
- [33]. K. Ragupathi and A. Lee, "Beyond Fairness and Consistency in Grading: The Role of Rubrics in Higher Education," *Diversity and Inclusion in Global Higher Education*, pp. 73–95, 2020, doi: 10.1007/978-981-15-1628-3\_3.
- [34]. "Home | Scrum.org." <https://www.scrum.org/> (accessed Mar. 10, 2023).
- [35]. K. Schwaber and J. Sutherland, "La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego." 2020. Accessed: Apr. 07, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.uvm.edu.ve/handle/123456789/59>
- [36]. M. Trigás Gallego, "Metodología Scrum," Jun. 2012, Accessed: Apr. 07, 2023. [Online]. Available: <https://openaccess.uoc.edu/handle/10609/17885>
- [37]. P. Letelier and P. Letelier, "Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)," [www.cyta.com.ar/ta0502/v5n2a1.htm](http://www.cyta.com.ar/ta0502/v5n2a1.htm), Apr. 2006.
- [38]. J. C. Salazar, Á. T. Casallas, J. C. Linares, A. Lozano, and Y. L. Valbuena, "Scrum versus XP: similitudes y diferencias," *Tecnología Investigación y Academia*, vol. 6, no. 2, pp. 29–37, Dec. 2018, Accessed: Apr. 08, 2023. [Online]. Available: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/10496>
- [39]. A. Calderón and S. Dámaris Valverde Rebaza Jorge Carlos, "Universidad Nacional de Trujillo Metodologías Ágiles," 2007.
- [40]. Home - Material en Línea. Accedido el 18 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible: <http://courseware.url.edu.gt/PROFASR/Docentes/Facultad%20de%20Ciencias%20Políticas%20y%20Sociales/Guía%20Docente%20Gerencia%20Social%201/Bibliografía%20digital/Guía%203/Unidad%209/MOKATE1.PDF>
- [41]. Introduction to React - Cory Gackenheimer - Google Libros. (n.d.). Retrieved April 9, 2023, from [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=NZCKCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR6&dq=react+js&ots=KBzqRqEC0h&sig=dIs\\_eR\\_IDZ621Nu3uvm059eRjdg&redir\\_esc=y#v=onepage&q=react%20js&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=NZCKCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR6&dq=react+js&ots=KBzqRqEC0h&sig=dIs_eR_IDZ621Nu3uvm059eRjdg&redir_esc=y#v=onepage&q=react%20js&f=false)
- [42]. Evaluating web development frameworks: Django, Ruby on Rails and CakePHP. [www.ibit.temple.edu](http://www.ibit.temple.edu)
- [43]. Momjian, B. (2004). PostgreSQL: Introduction and Concepts. [www.awl.com/cseng/](http://www.awl.com/cseng/) Plekhanova, J. (2009).