



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL  
PARA LA CAPTURA DE VOZ,  
INTEROPERABILIDAD E INTEGRACIÓN DE  
LOS REGISTROS MÉDICOS EN LA HISTORIA**

Juan Esteban Burgos Perea

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Medellín, Colombia

2020



Desarrollo de aplicación móvil para la captura de voz, interoperabilidad e integración de los registros médicos en la historia clínica de los pacientes.

**Juan Esteban Burgos Perea**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

**Bioingeniería**

Asesores (a):

Juan José Gaviria Jiménez

Médico magíster en epidemiología y telesalud

Javier Hernando García Ramos

Ingeniero electrónico

Línea de Investigación:

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería.

Medellín, Colombia

2020

# CONTENIDO

## Contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Objetivos .....	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.3 Objetivos Específicos.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes .....	5
2.2 Referentes teóricos conceptuales .....	7
2.2.1 Interoperabilidad.....	7
2.2.2 Integración de los registros hospitalarios en los sistemas de información y tecnología actuales.....	8
2.2.3 Automatización de la salud.....	9
2.2.4 Mirth Connect .....	11
2.2.5 Comando de voz.....	13
3. METODOLOGÍA .....	15
3.1 Fase 1: Estados del arte.....	15
3.2. Fase 2: Diseño de prototipo .....	16
3.3. Fase 3: Canales de interoperabilidad .....	18
3.4. Fase 4: Desarrollo de RPA.....	18
3.5 Fase 5: Desarrollo de la aplicación móvil.....	19
3.6 Fase 6: Prueba de eficacia de la aplicación móvil .....	19
4. RESULTADOS.....	20
5. ANÁLISIS .....	33
6. CONCLUSIONES .....	37
7. REFERENCIAS.....	38
8. ANEXOS .....	39

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Valoraciones de usabilidad del prototipo. ....	16
Tabla 2: Evaluación de las interfaces. ....	27
Tabla 3: Comparación de versiones de pantalla creación de nota médica, utilizando KLM. .....	28
Tabla 4: Tipo de violencia a las reglas heurísticas. ....	30
Tabla 5: Distribución de errores. ....	31

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 .....	12
Ilustración 2 .....	21
Ilustración 3 .....	22
Ilustración 4 .....	23
Ilustración 5 .....	24
Ilustración 6 .....	25
Ilustración 7 .....	25
Ilustración 8 .....	26

## LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1 .....	30
Grafico 2.....	31

## GLOSARIO

**AutoIt:AutoIt:** es un lenguaje freeware multipropósito de automatización para Microsoft Windows. Se ha expandido desde sus comienzos de automatización incluyendo muchas mejoras en el diseño del lenguaje de programación y sobre todo en nuevas funcionalidades

**Backend:** es la parte del desarrollo web que se encarga de que toda la lógica de una página web funcione. Se trata del conjunto de acciones que pasan en una web pero que no vemos como, por ejemplo, la comunicación con el servidor.

**Framework:** estructura conceptual y tecnológica de soporte definido, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, que puede servir de base para la organización y desarrollo de software

**HCE:** el registro mecanizado de los datos sociales, preventivos y médicos de un paciente, obtenidos de forma directa o indirecta y constantemente puestos al día

**Interoperabilidad:** es la capacidad de los sistemas de información y de los procedimientos a los que éstos dan soporte, de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos.

**Ionic:** es un SDK completo de código abierto para el desarrollo de aplicaciones móviles híbridas.

**KIM:** modelo es un método de 11 pasos que puede ser utilizado por individuos o empresas que buscan formas de Estime el tiempo que lleva completar tareas simples de ingreso de datos usando una computadora y un mouse

**NodeJs:** es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma, de código abierto, para la capa del servidor basado en el lenguaje de programación JavaScript

**SDK:** Es un kit de desarrollo de software, es generalmente un conjunto de herramientas de desarrollo de software que permite a un desarrollador de software crear una aplicación informática para un sistema

## RESUMEN

Desarrollo de un prototipo de aplicación móvil (utilizando el framework IONIC) para el registro de información clínica a través de dictado de voz. A su vez, la aplicación interviene en la interoperabilidad con el sistema de Historia Clínica Electrónica del Hospital Pablo Tobón Uribe, por medio de un RPA, el cual busca la optimización del tiempo en los registros de las notas médicas de los sistemas HIS. Para esto se validó, a través de reglas heurísticas, el diseño de la aplicación móvil como también el nivel de exactitud del reconocimiento de voz a partir de la realización de procesos de testing ligados al personal asistencial, arrojando un porcentaje de precisión del 84.5%. Este resultado tiene un valor favorable de aceptabilidad, aunque se deben realizar mejoras en la interpretación de los signos de puntuación.

**Palabras clave:** Interoperabilidad, HCE, Iónica, Reglas heurísticas, KLM.



## **ABSTRACT**

The development of a mobile application prototype (using the IONIC framework) to record clinical information by voice dictation. The application also intervenes in the interoperability with the Pablo Tobón Uribe Hospital Electronic Medical Record system, through an RPA, which seeks to optimize the time in the records of the medical notes of the HIS systems. Therefore, the design of the mobile application was verified using heuristic rules, as well as the level of precision of voice recognition from the performance of test processes linked to health personnel, which gave a precision percentage of 84, 5%. This result is a favorable acceptability value, however, improvements must be made in the interpretation of punctuation marks.

**Keywords:** Interoperability, HCE, Ionic, Heuristic Rules, KLM.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el avance de las ciencias de la salud se encuentra estrechamente ligado al desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC); dicho progreso ha permitido, por ejemplo: brindar mayor y mejor información de salud a través de dispositivos móviles (Mobile health- mHealth), mayor participación de los pacientes en las decisiones y cuidados de la salud (Informática del consumidor), mejorar los sistemas de registros clínicos (historia clínica electrónica) y sistemas de soporte a la toma de decisiones (en inglés: clinical decision support system- CDSS). Existen reportes como el publicado por Malekzadeh et al, que exponen los diferentes tipos de barreras o limitaciones de estos sistemas al momento de su uso e implementación (Malekzadeh et al., 2018), que son agrupados en: dificultades técnicas, personales, organizacionales, y barreras éticas relacionadas con el uso de la información.

El presente trabajo se desarrolla durante el periodo 2019-2 y el transcurso del año 2020, en el Hospital Pablo Tobón Uribe, ubicado en la Ciudad de Medellín, en el cual se trabajó con ayuda del personal médico y el departamento de tecnología de la información, con el fin de propiciar un acercamiento en la mejora del ingreso de notas médicas al sistema HIS del hospital, interoperando varios tipos de tecnología.

Aunque existe en Colombia un ordenamiento normativo que busca incentivar el uso de los sistemas de historia clínica electrónica y su correspondiente funcionalidad de interoperar entre los sistemas (Ley 2015 de 2020, 2020), a la fecha no hemos encontrado reportes oficiales ni estudios que den evidencia del uso y nivel de apropiación de dicha tecnología.

De acuerdo a lo anterior, y por medio del framework open source de aplicaciones híbridas IONIC, se buscó desarrollar una aplicación móvil que integra funcionalidades de captura de registro clínico por medio de comandos de voz con una posterior funcionalidad de registro en el sistema de información (HCE), a través de un robot creado en AutoIt. Con esta aplicación se proyectó mejorar el proceso de registro por medio de canales de interoperabilidad, como lo es MIRTH CONNECT (Healthcare Data - NextGen Connect Integration Engine | NextGen Healthcare, s. f.).

Talknote, como se nombró la aplicación que se desarrolló en este trabajo, tiene como objetivo principal captar la información o notas de voz del personal clínico y convertirla en texto; con la finalidad de ingresarla en la historia clínica del hospital. En función de lo anterior la aplicación utiliza un backend el cual está desarrollado en NodeJs, y sirve como un canal de comunicación para transportar toda la información captada en la aplicación móvil.

Finalmente, con la creación de esta herramienta para el sector de la salud, en especial en el área de registro clínico se facilitan los pasos para mejorar la captura de datos (dictado de voz), interoperabilidad entre sistemas y facilita la automatización de registros en la historia clínica de un paciente.

## 1.1. Planteamiento del Problema

Actualmente el Hospital Pablo Tobón Uribe hace uso de un sistema de registro clínico (Historia Clínica Electrónica) y sistema administrativo de la marca Servinte Clinical Suite Enterprise, un software que se encarga de gestionar los procesos asistenciales y administrativos. Los beneficios que aporta este tipo de software se expresan en el incremento de la rentabilidad por la optimización de procesos y consumo de papel, la agilidad y seguridad en la atención del paciente y la completa trazabilidad de la información clínica del usuario.

Sin embargo, en la entidad de salud existen necesidades derivadas de la falta de integración de nuevas herramientas tecnológicas, que llevan a grandes consumos de tiempo en el registro de las notas asistenciales, tal como lo reporta Oxentenko et al (Oxentenko et al., 2012), con empleo del tiempo laboral usando una computadora de médicos residentes entre el 40 y el 49%, y 70% del total del tiempo en documentación de notas médicas.

Haciendo que a la fecha el proceso de ingreso de notas médicas siga siendo un accionar denso, demorado; dejando de lado acciones que podían mejorar la operabilidad de los mismos médicos en su qué hacer diario.

Por lo tanto, se presenta como problema o pregunta problematizadora lo siguiente:

¿Cómo mejorar el proceso de ingreso de notas médicas a los sistemas clínicos del hospital Pablo Tobón Uribe, por medio del uso de la tecnología dispositivos móviles?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Desarrollar un prototipo de registro de información clínica en un ambiente de aplicación móvil, que integre funcionalidades de dictado de voz, verificación de calidad de los registros e interoperabilidad con el sistema de Historia Clínica Electrónica del Hospital Pablo Tobón Uribe.

### **1.2.3 Objetivos Específicos**

Identificar los principales obstáculos en el desarrollo de sistemas de dictado de voz aplicados al cuidado de la salud a través de la literatura publicada.

Diseñar el prototipo de la interfaz gráfica de la aplicación y evaluar la usabilidad de esta con los usuarios finales.

Crear canales de interoperabilidad (BUS de interoperabilidad) para el procesamiento y transporte de datos clínicos registrados en la aplicación móvil y los datos de registro médico.

Desarrollar una herramienta para la automatización del proceso de registro de historia clínica, a partir de la interfaz de verificación de la información dictada.

Evaluar la eficiencia y eficacia del modelo (prototipo) a través de pruebas pilotos.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

En el rastreo bibliográfico realizado, se buscó ahondar en investigaciones que hayan trabajado sobre aplicaciones orientadas al sector de la salud o la utilización de las TIC en el avance del sector médico, en síntesis, que hayan investigado o realizado aportes sobre el marco de interés de este trabajo. Así, en la investigación de Mairittha, T. et al, se desarrolló un formulario electrónico basado en el uso de teléfonos inteligentes, en este se evalúa un sistema de diálogo hablado para la grabación de sistemas de atención de enfermería (Mairittha et al., 2019).

En tal sentido, se hace énfasis en la idea de que el sector de la salud probablemente será impulsado por la transformación digital que vivimos; y cómo la transición del papel a las historias clínicas electrónicas (EHR por sus siglas en inglés) ha aumentado la eficiencia y la productividad de las enfermeras. De acuerdo a esto, se puede decir que “EHR ayuda a minimizar algunos errores, como tal, asociados con la mala escritura y los costos” (p.1) por ejemplo, en la disminución del papeleo. La utilización de estas herramientas permite tener mayor agilidad a la hora de necesitar los registros de pacientes, logrando una atención más eficiente y, por otro lado, permite compartir la información de manera electrónica con pacientes y otros proveedores.

Respecto a esto, se precisa entonces como el uso de la telefonía inteligente hoy en día se ha vuelto casi que vital, y como en este contexto el desarrollo de aplicaciones como los EHR han tenido una gran acogida, pues, como muchas aplicaciones tecnológicas, buscan facilitar procesos que demandan un tiempo específico; que puede ser utilizado en otras cosas por las enfermeras en el caso estudiado, pero en general por médicos u otros.

En este caso en particular, este sistema se basa en detectar la intención de los usuarios y analiza los datos en el formato. Para obtener una información más exacta el sistema se basa en marcos. Otro aspecto, es que la aplicación permite traducir voz a texto, y unido al funcionamiento con manos libres, permite en el caso preciso de las enfermeras, seguir en la

atención de los pacientes mientras se va llevando a cabo el registro. En este texto, también se hace énfasis, en cuanto al reconocimiento de voz que “los sistemas débiles de reconocimiento de voz y los enunciados de palabras no reconocidos pueden degradar enormemente el rendimiento de estos sistemas. Por lo tanto, estos sistemas deben manejar los errores de reconocimiento de voz antes de usarlo.” (p.2) Esto es primordial tenerlo en cuenta, pues las variedades lingüísticas o los ruidos podrían debilitar la precisión en el audio en este tipo de aplicaciones.

Ahora bien, dentro de este rastreo de antecedentes, se encontró también el artículo de Payne, Thomas H., et al. (2018) donde se desarrolla una aplicación móvil y un soporte integrado con un registro de salud electrónico comercial. En este, se hace énfasis, por ejemplo, que para los médicos lo más problemático en los EHR, está relacionado con el proceso de creación de notas.

De acuerdo a lo anterior, en este proyecto se buscó desarrollar un nuevo método para la creación de notas en un ambiente hospitalario, esto por medio de “notas electrónicas mejoradas generadas por voz (VGEENS) financiado por la Agencia para la Investigación y Calidad de la Atención Médica” buscando con esto cambiar el tiempo que los médicos utilizaban en escribir las notas, como también la calidad y la misma satisfacción del personal. Como objetivo principal estaba la idea de que el proceso de la creación de la nota en la aplicación tuviera como principal característica que fuera rápida y precisa.

Aunado a lo anterior, también buscaban que la aplicación fuera de gran ayuda en el trabajo del hospital, pues, en muchas ocasiones se sabe, puede ser un trabajo fuerte y caótico para el personal de los hospitales. La aplicación se desarrolló en un teléfono inteligente Galaxy S III, debido a que es un teléfono de bajo costo, pero permite el desarrollo de estas aplicaciones. Se realizaron entonces pruebas con archivos ya escritos, donde se debían grabar por los usuarios las notas de voz, y por medio del ASR se convirtió el archivo de voz a texto.

Por último, se realizó la integración con la historia clínica electrónica comercial, allí se destaca el hecho de que el personal médico podría realizar varias funciones con las notas generadas por VGEENS, entre ellas editar las notas o firmarlas.

## 2.2 Referentes teóricos conceptuales

### 2.2.1 Interoperabilidad

La interoperabilidad es una categoría importante en el desarrollo de este trabajo, pues abre paso a otras categorías. Según el Ministerio de Salud de Colombia la interoperabilidad se puede definir como: “la acción, operación y colaboración de varias entidades, sistemas o componentes para intercambiar datos que permitan brindar servicios oportunos a los usuarios, empresas y otras entidades, mediante un solo punto de contacto” (Oficina de Tecnología de la Información y la Comunicación - Minsalud, s. f.). Con ella se busca que las personas eviten desplazamientos cuando requieran una atención o trámite administrativo en el sector de la salud, buscando en finalidad una simplicidad en el intercambio de información y en las diferentes necesidades de los diferentes actores de un sistema de salud.

La interoperabilidad entonces se puede entender como la habilidad que tienen uno o más sistemas de intercambiar información y poder utilizar ésta en beneficio de algo o de alguien. En este caso en particular, estos sistemas están orientados a beneficiar el sector médico, en particular los registros médicos en las historias clínicas de los pacientes. Respecto a esto en el texto Interoperabilidad de Datos de la Historia Clínica en Colombia, el ministerio de salud hace en énfasis en que:

La interoperabilidad de la Historia Clínica (IHC) comprende el conjunto de usuarios, normas, procesos procedimientos, recursos físicos, lógicos y financieros, tecnológicos que interrelacionados registran, procesan, almacenan, recuperan y distribuyen datos para dar cuenta de la situación de salud de la persona y del proceso de atención en salud, contribuyendo a la continuidad y a la seguridad de la atención. (p. 11)

De acuerdo a lo anterior, la función principal de la interoperabilidad se centra en generar mayor veracidad y facilidad en los procesos que se llevan a cabo en la atención en salud. Es



preciso anotar que, con la IHC se buscan otros procesos, por ejemplo, compartir datos de la misma historia clínica con otros sistemas de la institución en cuestión. Al mismo tiempo se hace énfasis en este documento, que en el intercambio de información que genera la interoperabilidad, se debe velar porque la información siempre se encuentre segura, asimismo que los mensajes y las respuestas que estos sistemas deben generar se hagan correctamente y en corto tiempo, entre otros aspectos.

En el Libro blanco de interoperabilidad de gobierno electrónico para América Latina y el Caribe en su versión 3.0 de 2007 (Libro blanco de interoperabilidad de gobierno electrónico para América Latina y el Caribe, 2007), la interoperabilidad se reconoce como un aspecto clave a la hora de generar un servicio en el sistema de salud a las personas, y hace énfasis en que esto logre que se haga de manera eficiente y derivado de esto genere un menor costo para el sector salud. En el documento se explica que: “Las ineficiencias y las duplicaciones, además de generar frustración en los ciudadanos, generan costos extra a la administración pública.” (p. 11). En este mismo documento se define entonces la interoperabilidad según parámetros de la Comisión Europea, y refiriéndose a esta como la capacidad o habilidad que se da desde los sistemas TIC para intercambiar datos e información. Aunado a esto, se explican diversos aspectos de la interoperabilidad en general.

En relación a todo lo anterior, se puede decir entonces que la interoperabilidad enfocada en los sistemas de salud, además de permitir tener acceso a datos clínicos del paciente, da otras soluciones, como tener la información en tiempo real, lograr que diferentes sistemas de salud estén conectados, representando esto una continuidad asistencial de los usuarios.

### **2.2.2 Integración de los registros hospitalarios en los sistemas de información y tecnología actuales**

Las tecnologías de información y comunicación (TIC) en conjunto con las metodologías avanzadas de procesamiento de la información han evolucionado significativamente, influyendo activamente en nuestra sociedad. En el área de la salud este impacto estaba orientado hacía diversos factores como: la optimización de procesos, el incremento de

productividad y la gestión financiera, todo esto es lo que conocemos como la era de los “sistemas de información hospitalarios”.

De este modo, al entender el flujo de trabajo y tener mayor conocimiento del contexto clínico (capa clínica), entendiendo que son una serie de procesos complejos en los que el paciente y su interacción con el sistema de salud son el centro de la escena. Estos sistemas evolucionaron hacia sistemas de información en salud o sanitarios, donde la captura, intercambio, almacenamiento, acceso y gestión de información clínica adquieren un rol fundamental; con el objetivo de contribuir a la calidad y eficiencia de la atención en salud, mejorar la accesibilidad a sus servicios y el conocimiento médico (Plazzotta et al., 2015).

De allí que, al momento de crear un modelo de integración e interoperabilidad que se encuentre desarrollado por medio de las TIC, se logra una mejora en el proceso de atención al paciente, al igual que procesar de manera ágil los registros de las actividades que realizan con los pacientes de las entidades hospitalarias.

### **2.2.3 Automatización de la salud**

En una entidad hospitalaria, la información y los datos clínicos que se maneja en torno a los pacientes es de vital importancia, esto en beneficio de las atenciones o servicios clínicos que se practiquen con estos. De allí, que a la hora de tratar de implementar o mejorar un proceso mediante una Automatización Robótica de Procesos (RPA), hay que garantizar que la información esté actualizada y sincronizada con los sistemas de información que manejen las entidades hospitalarias.

En ese sentido, una de las ventajas que brinda este tipo de tecnología es la optimización de tiempos en los procesos que llevan a cabo el personal de salud. El tiempo siempre será menos, ya que son bots que trabajan las 24 horas, y ofrecen la posibilidad de interactuar con varios sistemas y gestionar procesos de alto volumen.

En relación a esto, Deloitte explica en su texto sobre Automatización Robótica de Procesos (RPA) algunos de los beneficios relacionados siempre con la potencialidad de las aplicaciones para desarrollarse en muchas áreas (Deloitte, 2017). Exponen también en su texto que, en esta década la utilización de estas tecnologías para el análisis, monitoreo y

clasificación de información han permitido que se puedan identificar más errores que con el trabajo de las personas. Según esto los RPA, permiten monitorear y tener una mayor efectividad en la recopilación de los datos, como también identificar tendencias y permitir una mayor organización en los datos de las organizaciones.

Según un informe de McKinsey , el potencial de automatización de la atención médica es del 36%: más de una de cada tres tareas de atención médica diarias son automatizables. Esto permite a las empresas concentrar los recursos en la prestación de atención médica de primera línea. La automatización parece ser una situación en la que todos ganan tanto para los proveedores de atención médica como para los pacientes: mayor eficiencia y menores costos para una atención al paciente mejorada, más directa y humana.

En la pandemia por la cual está pasando la humanidad los RPA han ayudado a optimizar los tiempos de los procesos en las entidades hospitalarias como los siguientes:

#### **Casos en los que se adoptó RPA en la atención sanitaria durante la pandemia:**

- El Departamento de Prevención y Control de Infecciones del Hospital Mater en Dublín utilizó el apoyo de los robots atendidos de UiPath para lidiar más fácilmente con la pesada carga administrativa que representa la necesidad de rastrear la enorme cantidad de solicitudes de prueba COVID-19. Los robots de software pudieron procesar los kits de prueba mucho más rápido que sus homólogos humanos. Cada enfermera tenía su propio robot para hacer el papeleo, lo que resultó en un ahorro de tres horas por día. En consecuencia, el personal médico pudo dedicar más tiempo al cuidado real de los pacientes. Paradójicamente, el uso de robots hace que los servicios sanitarios sean más humanos.
- Un gran hospital en los EE. UU., La Clínica Cleveland, utilizó robots atendidos para ayudar con tareas administrativas como agregar nuevos pacientes, registrar con precisión sus datos e informarlos a los CDC. Esto redujo drásticamente el trabajo incompleto y ahorró alrededor de 8 a 9 minutos por paciente. Además, se ha eliminado por completo una fuente adicional de problemas, a saber, los errores en la transcripción y el procesamiento de datos.

- El desinfectante de manos sigue siendo un producto esencial durante la pandemia. La afluencia de pedidos a una empresa china de higiene se multiplicó por diez, lo que imposibilita seguir procesando los pedidos en SAP. Para ayudar a la empresa a afrontar mejor el aumento de la demanda, 20 robots de software desatendidos se convirtieron en miembros del equipo.
- El Hospital Universitario Mater Misericordiae en Dublín recibió la ayuda muy necesaria de los robots de software para automatizar los informes de los resultados de las pruebas COVID-19. Los bots iniciaron sesión en el sistema de laboratorio del hospital, escribieron el código correcto de la enfermedad y luego ingresaron el resultado de la prueba. Al hacer esto, el hospital ahorró tres horas de trabajo por día y el personal médico ganó más tiempo para la interacción de persona a persona con los pacientes. La eficiencia operativa se disparó y también la satisfacción laboral del personal, incluso durante estos tiempos difíciles.
- El papel de los robots (RPA) durante la pandemia también ha sido muy visible en los departamentos de recursos humanos de las empresas sanitarias; apoyando la escasez de trabajadores sanitarios hizo necesario realizar numerosas contrataciones y / o registrar detalles de médicos voluntarios jubilados en un tiempo limitado. Considere las verificaciones de antecedentes, la verificación de credenciales y la incorporación: los robots de software pueden ejecutar las verificaciones, ingresar los datos en los sistemas de recursos humanos, notificar a los departamentos relevantes sobre los candidatos que esperan la incorporación e incluso asignar voluntarios a áreas de trabajo. El tiempo promedio para procesar a los voluntarios se redujo de cinco días a cuatro horas y la entrada de datos manual se redujo en un 35%. (Pullen, 2020).

#### **2.2.4 Mirth Connect**

La tecnología de la información se ha visto en la industria de la salud con un crecimiento fenomenal. El desarrollo condujo al problema con el desarrollo de sistemas informáticos relacionados con la salud en una red informática que enfrenta un problema de comunicación mutua cuando los sistemas hablan diferentes idiomas. En otras palabras,

existen muchos estándares diferentes de atención médica con una amplia y variada gama de protocolos y tipos de datos. Además, existen diferentes tipos de sistemas de información sanitaria, como laboratorios, farmacias, clínicas, hospitales, instalaciones de investigación médica, etc. Cada uno de estos sistemas puede tener una combinación diferente de protocolos, versiones no coincidentes y datos incompatibles.

La necesidad de un lenguaje común surge en un escenario en el que existe interoperabilidad y se requiere comunicación en tales entornos médicos. Este problema fue resuelto por HL7 International en la forma de establecer un estándar HL7 para la comunicación e interoperabilidad de diferentes sistemas de salud, pero necesitaba una interfaz central que pudiera facilitar los sistemas dispares que intentan comunicarse e interoperar entre sí.

Una de las soluciones más populares y poderosas que surgieron y comenzaron a existir para hacer frente a las redes informáticas de tamaño medio que se ocupan de los problemas de salud se denominó motor de interfaz HL7 como es el caso de Mirth Connect, un motor de integración que utiliza una arquitectura basada en canales para conectar a sistemas. Esto permite que todos los mensajes que se generan por parte del personal pasen por un filtro, sean transformados y ruteados con base a reglas definidas por los mismos usuarios. En esa misma línea, el motor también permite la creación de un repositorio centralizado de información, el cual monitorea toda la información del paciente (Healthcare Data - NextGen Connect Integration Engine | NextGen Healthcare, s. f.).

Dentro de este marco, este motor en general permite que se creen canales, donde se podrá intercambiar sistemas, en la Ilustración 1 Canal-interface Mirth Connect y sus componentes, se visualiza un poco la estructura y los componentes que puede tener un canal de comunicación:

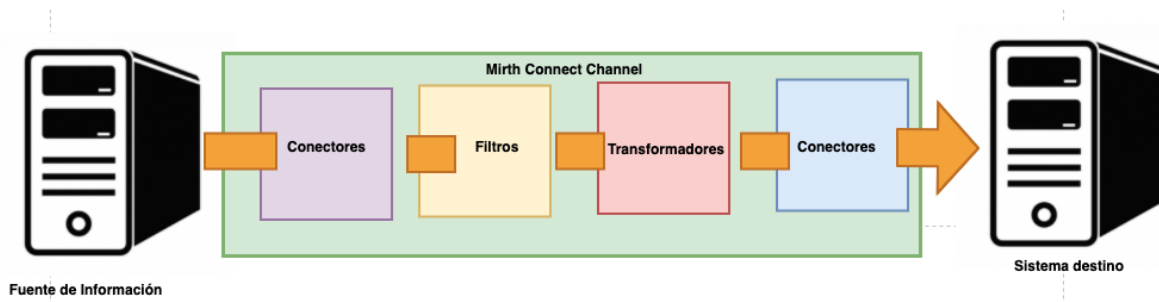


Ilustración 1. Canal-interface Mirth Connect y sus componentes

### 2.2.5 Comando de voz

En este trabajo, resulta fundamental hablar y exponer algunas ideas sobre comandos de voz, esto, derivado de que es uno de los procesos más importantes dentro de la creación de la aplicación desarrollada. Así pues, se destaca como uno de los mayores requerimientos en el uso de los ordenadores siempre ha sido el manejo del teclado; puesto que, se requiere alguna habilidad de mecanografía para poder realizar de una manera óptima la actividad de registro que involucre esta acción.

Lo anteriormente expuesto, pone de entrada la idea del reconocimiento de voz como el siguiente paso natural en la era de la tecnología informática. Esto se hace posible gracias a que, en la actualidad, los sistemas de reconocimiento de voz utilizados se denominan "de habla continua", por lo que contienen un rico vocabulario, y pueden ser utilizados por múltiples usuarios. En efecto, los porcentajes de exactitud de los sistemas de reconocimiento de voz actuales son altos, lo que hace que no sea un limitante para utilizarlo dentro de este proyecto.

Dentro de este marco, el reconocimiento de voz es una tecnología que permite la utilización del habla para desarrollar ciertas actividades que con el uso del teclado o incluso del papel pueden llevarnos más tiempo. No obstante, uno de los aspectos que limita la utilización de este tipo de tecnología es el enfoque para integrar la funcionalidad del habla dentro de las aplicaciones. De esta forma, uno de los grandes desafíos que se presentan al utilizar este tipo de tecnología están relacionados con lograr un alto nivel de exactitud.

Así, el nivel de exactitud se basa solo en uno de los retos que se enfrenta una persona que esté desarrollando una aplicación con el uso de reconocimiento de voz, en relación a que, los usuarios de esta, deben percibir este tipo de tecnología de una manera exacta, eficaz y a la vez confiable. Aunado a lo anterior, existen otros retos en el uso de un sistema de reconocimiento de voz:

- Variabilidad lingüística: Fonética, sintaxis, semántica, etc.
- Variabilidad del usuario: Ritmo, pronunciación, inflexión, fatiga, estrés, ronquera...
- Variabilidad del Canal: Ruido, cambios en el medio de transmisión...

- Coarticulación: Contexto de los fonemas. ^

Ahora bien, el reconocimiento de voz que utiliza este tipo de aplicaciones, debe llevar librerías o plugin, los cuales son los encargados de la conversión de voz a texto. En este caso en particular se utilizará el complemento Apache Cordova (cordova-plugin-speechrecognition - npm, s. f.), un marco de desarrollo móvil de código abierto; que en general permite utilizar tecnologías para desarrollar plataformas que eviten el lenguaje nativo. Este plugin, dentro de sus parámetros maneja valores como: lenguaje, numero, string, entre otros. A su vez, maneja una diferencia para sistemas operativos de Android e iOS, enfocada en el detenimiento del proceso cuando el usuario termina de hablar; en el primero, el usuario no debe detenerlo, mientras en iOS debe detenerlo manualmente.

### 3. METODOLOGÍA

La metodología se desarrolló en un modelo de fases, que corresponden a los diferentes objetivos específicos del trabajo.

#### 3.1 Fase 1: Estados del arte

Se realizó una búsqueda estructura utilizando los principales términos de los elementos involucrados en la herramienta a desarrollar, como: sistemas de historia clínica electrónica, sistema de reconocimiento de voz y resultados en términos de efectividad, beneficios o barreras. Dicha búsqueda se realizó con la ayuda de términos MeSH y sus combinaciones con operadores booleanos.

Se realizó la búsqueda en las siguientes bases de referencias: Pubmed, BIREME, Embase.

En esa búsqueda se priorizaron las fuentes que referencian, por ejemplo, aplicaciones creadas en beneficio del sector de la salud en Colombia y América Latina, también que proporcionen información sobre estrategias de dictado de voz y, por último, donde se compararon con estrategias tradicionales de registro directo en los sistemas de HCE.

Posterior a la fase de rastreo de literatura, se realizó una lectura de título y abstract de los artículos por parte de uno de los investigadores (JJG), seleccionando los de mayor relevancia. Los artículos seleccionados para la lectura completa se revisaron por dos de los investigadores de forma independiente (JEB y JJG), y se extrajeron los principales datos reportados, como: fecha de publicación, tipo de intervención, resultados reportados.



### 3.2. Fase 2: Diseño de prototipo

El proceso de diseño del prototipo y la interfaz gráfica de la aplicación, inicio con un proceso de conceptualización de tarea en el registro clínico que habitualmente se siguen en los procesos asistenciales (identificación del paciente, lectura de registros o información clínica contenida en la historia clínica, y registro de hallazgos derivados del análisis de la información revisada y/o hallazgos encontrados luego del examen físico).

Para el proceso de definición de la interfaz gráfica se utilizaron los conceptos de diseño centrado en el usuario contenidos en el esquema UFuRT (Gong & Zhang, 2005) ; y las diferentes versiones fueron ajustadas en reuniones de seguimiento y ajustes al diseño por medio de prototipos gráficos tipo Mockups en la herramienta Balsamic ® (Balsamiq. Rapid, Effective and Fun Wireframing Software | Balsamiq, s. f.).

Valoraciones de usabilidad del prototipo:

Se realizaron las siguientes pruebas:

<b>Prueba de usabilidad</b>	<b>Descripción de la prueba</b>	<b>Resultados evaluados</b>
Análisis KLM (Key Level Model)	Análisis de las principales tareas de registro de notas asistenciales, a cargo de uno de los investigadores experto en usabilidad y diseño centrado en el usuario (Schulz T, s. f.) .	Medición de tiempos teóricos de interacción con la interfaz.

Tabla 1 Valoraciones de usabilidad del prototipo.

Análisis de reglas heurísticas.	Evaluación de las posibles reglas heurísticas descritas por Zhang et al (Zhang et al., 2003). El proceso de valoración del prototipo se realizó con la participación de 5 usuarios con formación clínica (2 enfermeras y 3 médicos), de acuerdo a la cantidad de usuario recomendada para evaluaciones de usabilidad (Schulz T, s. f.) .	Porcentaje de errores y clasificación de la criticidad de las violaciones, con posibles alternativas de mejora
Análisis de usuarios finales.	Pruebas de evaluación observada por los investigadores, donde el usuario clínico final de pruebas, interactúa con la interfaz y explica en voz alta qué tarea desea realizar y posibles barreras identificadas.	Estudio cualitativo, con resultados descriptivo de los errores más frecuentemente identificados
	Evaluación de calidad y precisión de dictado, con base a textos de prueba en el entorno clínico. Para la evaluación de precisión del dictado, se utilizaron 3 textos predefinidos con contenidos clínicos típicos, elaborados por personal clínico participante en el estudio.	Porcentaje de precisión entre el texto captado por el sistema de reconocimiento de voz vs el texto estándar.  Observaciones sobre las características que con mayor frecuencia muestran error en el proceso de captura de voz.

### **3.3. Fase 3: Canales de interoperabilidad**

Después de realizadas las pruebas en la segunda fase, se procedió en esta etapa a la creación de canales de interoperabilidad (BUS de interoperabilidad), necesarios para el procesamiento y transporte de los datos clínicos registrados en la aplicación móvil, como también los datos de registro médico.

De este modo, para la creación de los canales de interoperabilidad; los cuales son los encargados de conectar toda la información de la aplicación móvil, se utilizó la herramienta Mirth Connect (Healthcare Data - NextGen Connect Integration Engine | NextGen Healthcare, s. f.). Este, es un motor multiplataforma que permite el envío bidireccional de mensajes. Su diseño, el cual permite conectar sistemas HIT, logra que los mensajes puedan ser transformados u organizados, sobre los parámetros que establezcan; aunado a esto, esta herramienta registra una variedad en cuanto a los tipos de mensajes soportados, los conectores y los tipos de transformaciones.

En relación a lo anterior, también la creación de la base de datos se realizó en el motor de mongoDB, en esta plataforma se almacenó toda la información de los procesos que se van registrando en la aplicación.

### **3.4. Fase 4: Desarrollo de RPA**

En esta fase se procedió a desarrollar el sistema de búsqueda o robot, este tiene como principal función la automatización del proceso de registro de historia clínica del paciente. El robot de automatización (RPA) es el encargado de realizar la búsqueda en la base de datos, ejemplo de ello, las notas médicas y los datos del paciente.

Paso seguido, y después de esta búsqueda, el robot debe ingresar la información al sistema de Servinte Clinical Suite Enterprise, donde se almacena toda la información de los pacientes, como también la trazabilidad de los episodios que este ha tenido en el hospital.

### **3.5 Fase 5: Desarrollo de la aplicación móvil**

En esta fase, luego de la creación del robot que permita almacenar toda la información, se procedió al desarrollo de la aplicación móvil. Se realizó entonces un diseño de esta, el cual totalmente terminado, dio paso a programar todo el backend de la aplicación. En el backend se incluyó toda la librería de reconocimiento de voz, y también se realizó la integración de otros motores que son necesarios en el desarrollo de la aplicación.

### **3.6 Fase 6: Prueba de eficacia de la aplicación móvil**

Finalmente se realizó un análisis y evaluación del alcance que tiene la implementación de la aplicación móvil a través de una encuesta donde se medía la eficiencia de la función de reconocimiento de voz mediante unas notas que fueron creadas y compartidas con un grupo de 9 médicos.

#### 4. RESULTADOS

A continuación, se presenta la primera parte de los resultados de este trabajo, en el cual se desarrolló una herramienta de registro de información clínica en un ambiente de aplicación móvil, la cual integra algunas funciones como: dictado de voz, verificación de calidad de los registros e interoperabilidad con el sistema de Historia Clínica Electrónica, en este caso del Hospital Pablo Tobón Uribe.

Se realizó una búsqueda estructurada utilizando la siguiente sintaxis que incluyó términos Mesh relacionados con “Automated speech recognition” y “speech recognition software”, relacionados con operadores booleanos con términos como sistemas de registro clínico, historia clínica electrónica y resultados expresados en relación a efectividad, beneficios y barreras. No se limitó la búsqueda a límites de tiempo ni por tipo de publicación.

Se recuperaron 10 artículos inicialmente, en los cuales se revisó por parte de uno de los autores el título y abstract, para determinar si cumplían con los objetivos propuestos en la pregunta inicial de determinar evidencia reportada acerca de beneficios, barreras o efectividad de los sistemas de dictado y reconocimiento de voz, aplicados a los sistemas de registro clínico.

De esta forma y buscando responder a los objetivos propuestos se llevó a cabo una lectura y análisis de diferentes textos, entre artículos y tesis que, en consideración con el objetivo de este trabajo hablaban sobre sistemas de dictado de voz, aplicaciones móviles o herramientas tecnológicas aplicadas a la salud.

En esta revisión se encontró que hay un auge de investigaciones y avances científicos que buscan aportar significativamente al sector salud, en casos como aplicaciones para registro de historias clínicas u hospitales que promueven el uso de la tecnología para que los tiempos del personal médico se enfoquen cada vez más en la atención de calidad al paciente.

Ahora bien, el desarrollo de la aplicación móvil Talknote se encaminó directamente al registro de notas médicas en las HCE, para la creación de la aplicación fue necesario la

unión de dos tipos de tecnologías: los RPA y frameworks móvil. De esta manera, se presentará a continuación todo el proceso que permitió al final tener desarrollada la aplicación. Empezando por la creación del mockup en la aplicación Balsamiq, como ya se ha nombrado, validando esta información y la usabilidad de la aplicación móvil con el personal del hospital, todo esto con la finalidad de que el prototipo sea amigable para ellos y, se sostenga en parámetros como la intuición y la practicidad para llevar a cabo los registros médicos.

En ese sentido, en este apartado se muestra el desarrollo de las fases propuestas en la metodología, las cuales en su mismo desarrollo se fueron conversando con el asesor Juan José Gaviria, permitiendo generar los cambios posibles, todo en finalidad de una mejor versión final.

### **Pantalla 1.**

#### **Creación de cuenta en Talknote.**

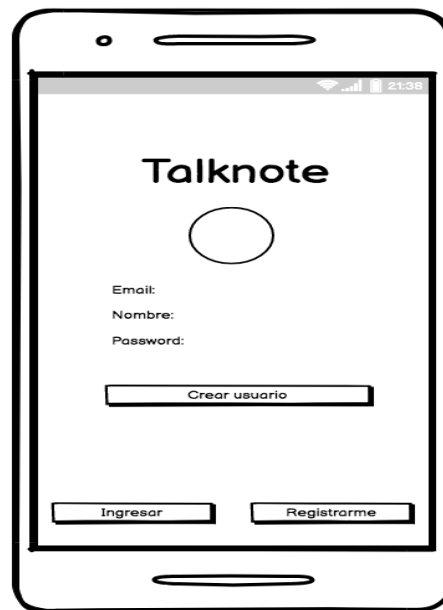


Ilustración 2 Prototipo creación de cuenta en la aplicación talknote

En la ilustración 2 Prototipo creación de cuenta en la aplicación talknote, se muestra el prototipo de la interfaz que se creó para realizar las pruebas pertinentes por el personal médico. Como se evidencia el personal tiene la posibilidad de realizar la creación de su

cuenta, puede decirse de una manera simple; sólo con un correo, un nombre y una contraseña. La distribución de los botones y campos de textos se crearon simplificadaamente en función de que la creación de la cuenta sea un proceso ágil.

En este prototipo se evidencia que la aplicación no cuenta aún con distintivos en su diseño, pues en su etapa final, la aplicación tomará los colores sugeridos por el personal.

## **Pantalla 2.**

### **Login en la aplicación Talknote**

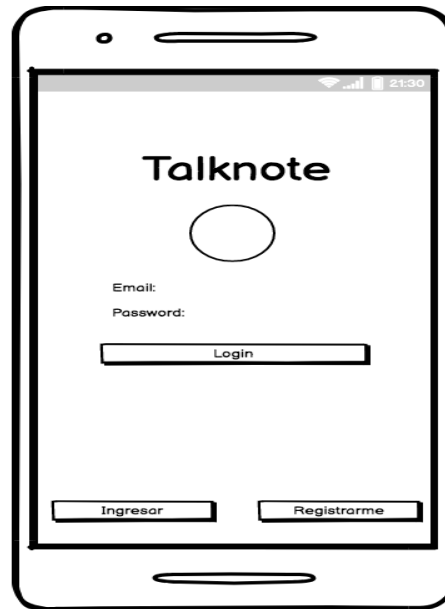


Ilustración 3 Prototipo login en la aplicación talknote

En la ilustración 3 Prototipo login en la aplicación talknote, se evidencia el proceso de Login de la aplicación. Como se mencionó anteriormente, ilustración 2 Prototipo creación de cuenta en la aplicación talknote, el personal médico debió crear su usuario, por consiguiente, en esta pantalla el médico deberá ingresar el email y password para poder ingresar a la aplicación.

Es importante aclarar que el del login de talknote se basó al inicio de sesión de la aplicación del Hospital Pablo Tobón Uribe, módulo Servicios en línea.

### Pantalla 3.

#### Búsqueda de pacientes

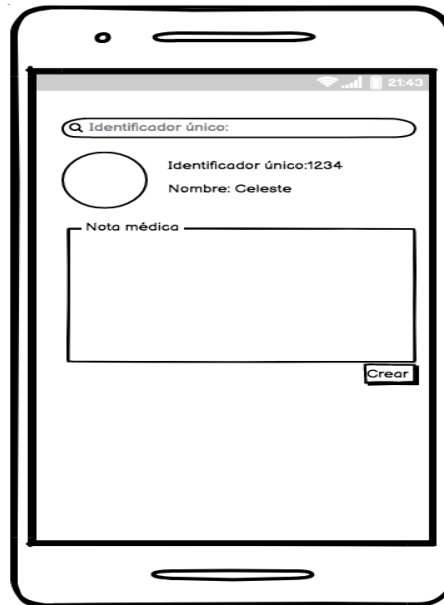


Ilustración 4 Prototipo búsqueda de paciente en la aplicación talknote

En la ilustración 4 Prototipo búsqueda de paciente en la aplicación talknote, se muestra la interfaz del prototipo que permite la búsqueda de paciente a través del identificador único. El diseño de esta pantalla se basó en una de las reglas de heurísticas de Nielsen, estética y diseño minimalista, la cual se basa en no añadir información que no sea relevante para el usuario de una aplicación, por lo cual en esta pantalla se muestra la información más relevante para el médico.

Así, el médico obtiene el número de identificación, el nombre del paciente y a su vez, puede ver la última nota médica creada del paciente. De acuerdo con los objetivos propuestos, esta fue la cuota inicial de la aplicación, y de ahí en adelante se buscó que la creación de esta nota médica, se pudiera hacer por un comando de voz, lo cual en la siguiente imagen se mostrará.



#### Pantalla 4.

#### Creación de nota médica en la aplicación Talknote.

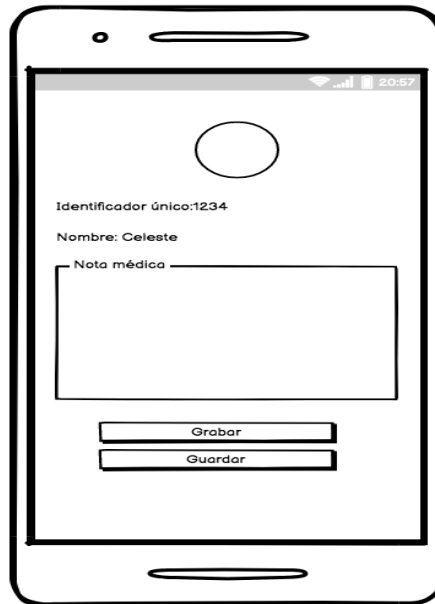


Ilustración 5 Prototipo creación de nota médica en la aplicación talknote

En la ilustración 5 Prototipo creación de nota médica en la aplicación talknote se muestra los componentes que incluye la creación de una nota médica, como lo es la identificación del paciente, nota médica e identificación del médico, para este módulo se utilizó las reglas heurísticas; como estética y diseño minimalista, con el fin de mostrar en pantalla solo la información que va utilizar el médico para poder crear la nota médica, la segunda regla implementada es la visibilidad del estado del sistema; la cual es la primera regla de Nielsen que dice que el usuario debe recibir feedback cuando realiza una acción, y siempre en un espacio de tiempo razonable, es muy importante notificar e informar al médico sobre el proceso o acción que está afectando a la hora de guardar la nota médica

Una vez definido el diseño y las funcionalidades de cada pantalla, se procedió a construir la arquitectura de la aplicación, con el fin de ilustrar los canales de interoperabilidad entre la aplicación móvil, los servidores y el RPA. El resultado de este proceso se muestra en la ilustración 6 Arquitectura desarrollo talknote.

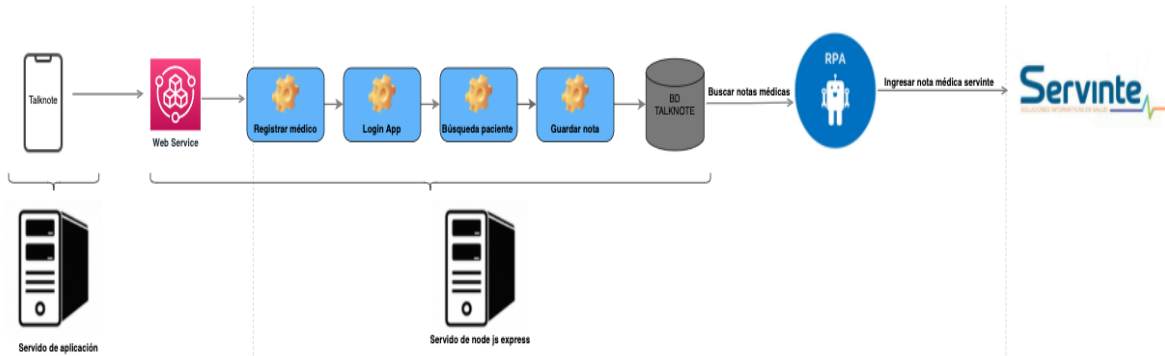


Ilustración 6 Arquitectura desarrollo talknote

### Versión final de la aplicación Talknote.

En esta segunda parte de los resultados se mostrará después del proceso anterior de mockup, la versión final de la aplicación mediante la ilustración 7 proceso de funcionamiento de talktone, en donde se ven los módulos por los cuales el médico navega dentro de la aplicación, desde el registro en ella, hasta la creación de la nota de voz

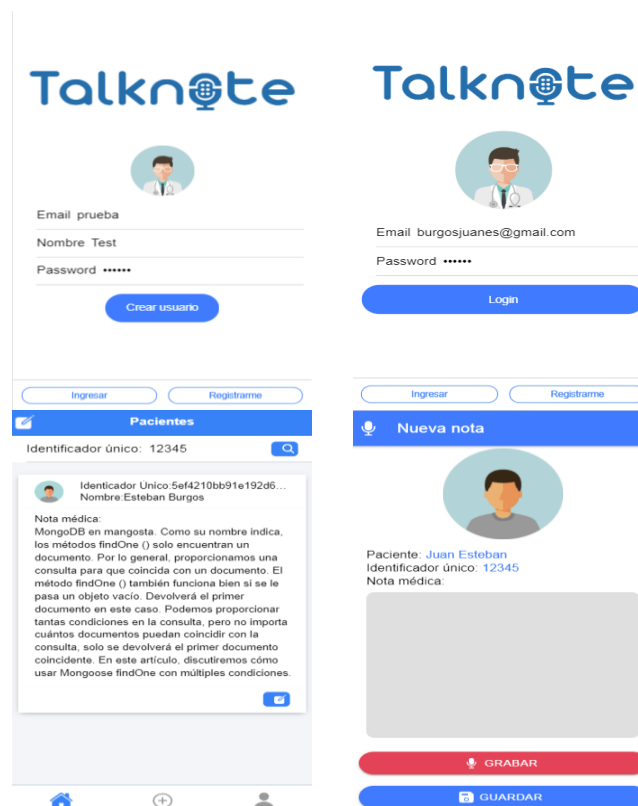


Ilustración 8 Proceso de funcionamiento de talknote

Con base al diseño realizado en la herramienta Balsamiq y utilizando maquetación de estilo scss, se logró crear el diseño de la aplicación. A continuación, se presenta un mapa con la descripción de la funcionalidad de cada módulo.

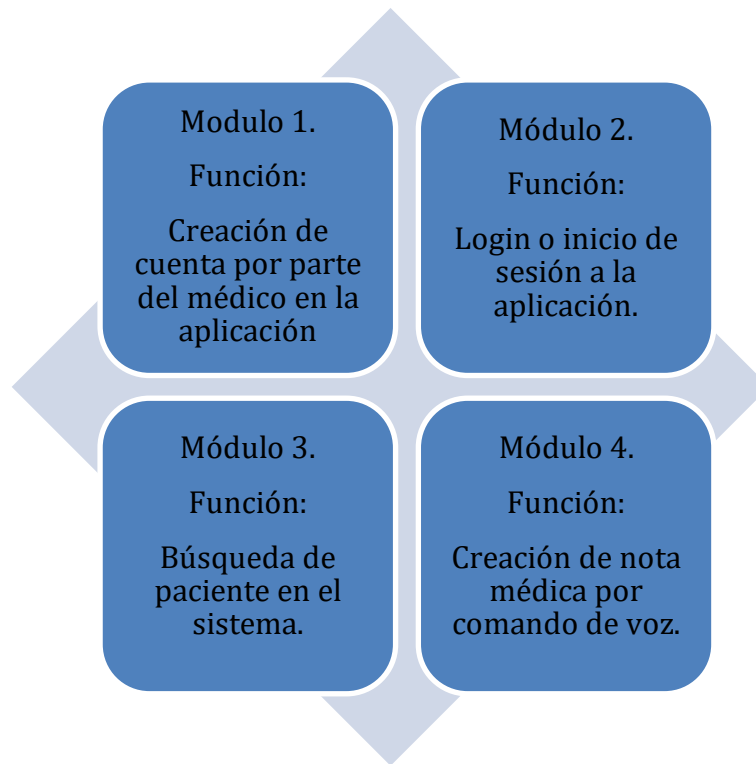


Ilustración 9 Módulos de talknote

En la ilustración 8 Módulos de talknote se muestra los pasos o módulos por los que se puede navegar en el uso de la aplicación, para finalizar se hace énfasis en que una vez el médico se encuentra en el último módulo de creación de nota médica por comando de voz, este debe presionar el botón “guardar” para almacenar la información en la base datos de la aplicación.

En relación a lo anterior, en este proceso de registro de la nota médica, la información queda clasificada en un estado “P” (pendiente), este estado sirve para saber qué notas no han sido sincronizadas o registradas en la HCE del hospital. También este, sirve para activar el robot, el cual es el encargado de recuperar estas notas y registrarlas en la historia clínica del paciente en el sistema Servinte, y por último ir a la base de datos de la aplicación

y cambiar el estado de la nota, es decir, las que se encontraban en “P” convertirlas a estado “S” (Sincronizado).

### **Evaluación de las interfaces:**

#### **Evaluación KLM**

Se analizó la tarea de grabación y guardado de notas utilizando el prototipo Talknote utilizando la metodología de KLM (Key Level Model) adaptada a interfaces de aplicativos móviles, teniendo en cuenta las siguientes acciones con sus respectivos tiempos.

Para una mejor aplicabilidad de esta herramienta de usabilidad, se realizó un análisis comparativo entre la versión 1 y versión 2 del prototipo, identificando una mejora del 24,7% en los tiempos, con solo 1 cambio en el diseño de la pantalla de inicio en la grabación.

<b>Operador</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo (seg)</b>
P	Apuntar con un dispositivo.	1.10
K	Pulsar y soltar una tecla o botón.	0.20
H	Pasar del mouse al teclado (o viceversa).	0.40
R(t)	Tiempo de espera de respuesta del sistema.	t
M	Preparación mental y tiempo para pensar.	1.35

Tabla 2: Evaluación de las interfaces.

Actividad	Versión 1 Talknote	Versión 2 Talknote (mejoras en la visualización)
		
<b>Cantidad de pasos en la tarea</b>	15 pasos (6 pasos de actividad mental, 2 pasos de puntero en pantalla, 2 pasos de desplazamiento de pantalla, 5 pasos de clic)	11 pasos (6 pasos de actividad mental, 5 pasos de clic)
<b>Tiempo total en segundos</b>	12,1 segundos	9,1 segundos

Tabla 3: Comparación de versiones de pantalla creación de nota médica, utilizando KLM.

## Evaluación Heurística

La evaluación heurística tuvo en cuenta los 14 ítems descritos por Zhang para el análisis de interfaces (Zhang et al., 2003); este proceso se realizó por 2 usuarios expertos en usabilidad y los datos se recolectaron con la ayuda de un formulario de google form para facilitar su estandarización y consolidación de resultados.

Para esto se evaluaron 3 pantallas denominadas respectivamente pantalla de dictado, pantalla de captación de micrófono y pantalla de verificación de guardado.

Se detectaron en total 9 violaciones a las reglas heurísticas y se presentan en la siguiente tabla.

<b>Tipo de violación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Consistencia	0	0%
Visibilidad	2	22%
Concordancia (Match)	1	11%
Minimalismo	0	0%
Memoria	0	0%
Retroalimentación (Feedback)	0	0%
Flexibilidad	1	11%
Mensaje (claridad del mensaje)	0	0%
Error	1	11%
Avances de las acciones (Closure)	0	0%
Posibilidad de regresar las acciones (Undo)	1	11%
Lenguaje	1	11%

Control	2	22%
Documentación	0	0%

Tabla 4: Tipo de violencia a las reglas heurísticas.

En relación a la criticidad de los hallazgos se utilizó la siguiente clasificación con sus respectivos valores.

1. No estoy de acuerdo con que sea un problema de usabilidad, valor :0
2. Solamente es un problema cosmético, necesita arreglarse, pero solo si sobra tiempo extra en el proyecto, valor :1
3. Es un problema menor de usabilidad: La prioridad de arreglarlo es baja, valor :2
4. Es un problema mayor de usabilidad: Importante su corrección, debe tener una prioridad alta, valor :3
5. Es una catástrofe en la usabilidad: Debe arreglarse ya, antes de que el sistema o producto sea liberado, valor :4

La siguiente gráfica muestra distribución porcentual de los errores en la versión final evaluada.

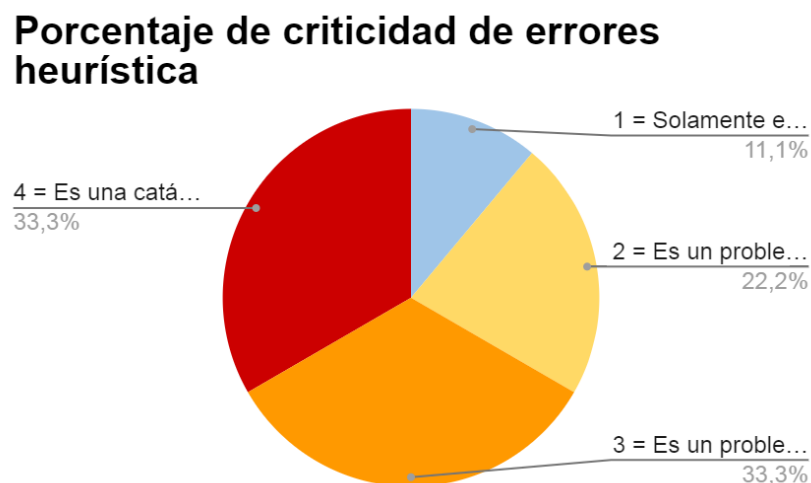


Gráfico 1: Porcentaje de criticidad de errores de heurística

### **Evaluación de precisión del proceso de dictado**

Se realizó una revisión individual de cada texto dictado y grabado en la base de datos, y se comparó con el gold estándar de textos clínicos, los cuales contenían una mezcla de abreviaturas usadas en el entorno clínico, términos clínicos y componentes propios de un examen físico habitual.

Se determinó para cada texto el indicador estándar de posibilidades de error, el cual era la suma de palabras contenidas en el texto y los caracteres incluidos (por ejemplo: “,”, “;”, etc). El nivel de precisión se determinó como el porcentaje de error presentado en el dictado (número de errores/cantidad de palabras y caracteres contenidos en el estándar).

La siguiente tabla contiene la distribución de errores para cada uno de los textos evaluados.

	<b>Promedio de errores encontrados</b>	<b>Estándar (suma de palabras y caracteres)</b>	<b>% de errores encontrados</b>
Texto 1	<b>10</b>	<b>82</b>	<b>12,2%</b>
Texto 2	<b>11</b>	<b>59</b>	<b>18,6%</b>
Texto 3	<b>24,5</b>	<b>153</b>	<b>16,0%</b>
<b>Total</b>	<b>15,2</b>	<b>98,0</b>	<b>15,5%</b>

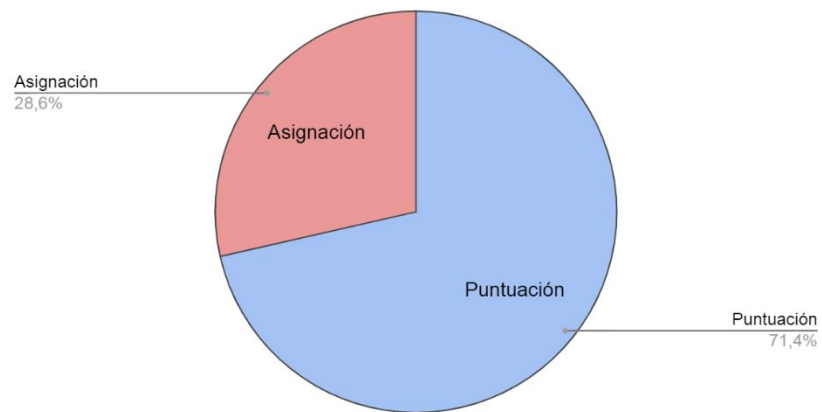
Tabla 5: Distribución de errores.

De los 91 errores detectados en el análisis de los 3 textos clínicos (6 revisiones), se identificó que el 71,4% correspondió a fallas en la asignación de adecuada puntuación al



momento del dictado, seguido por errores o cambios en algunas de las palabras (28.6 %)

**Distribución porcentual de tipo de error - transcripción de voz por dictado**



(ver gráfica)

Gráfico 2: Distribución de tipo de error – transcripción de voz por dictado

## 5. ANÁLISIS

El desarrollo del prototipo de la aplicación móvil Talknote implementó la interoperabilidad con el sistema de historia clínica electrónica con el fin de optimizar el proceso de registro de notas médicas sobre la evolución de los pacientes en el hospital Pablo Tobón Uribe. Este proyecto permitió el trabajo en equipo entre el personal sanitario y el departamento de tecnología de la información, buscando alternativas basadas en fuentes literarias que ayudasen a minimizar el mayor número de problemas con los que se enfrenta un desarrollo de esta índole. Por esta razón la creación del primer prototipo llamado Talknote indagó en la implementación de varios conceptos como, por ejemplo, análisis de testing KLM, reglas heurísticas y análisis de eficiencia del módulo de reconocimiento de voz.

Aunque el prototipo de la aplicación de Talknote lo componen varios módulos como son la creación de la cuenta, la búsqueda del paciente y la creación de nota médica, este análisis tendrá un mayor enfoque en este último, debido a que éste realiza un proceso de mayor criticidad basado de manera específica en la captación y almacenamiento de la evolución del paciente. Posteriormente, esta información será procesada y almacenada con la ayuda de un proceso de RPA en la historia clínica del paciente.

En este contexto, al someter el desarrollo de la aplicación a análisis, por medio de la metodología KLM, se pretendió mejorar la interacción de los usuarios finales con la aplicación Talknote. En un principio se procedió a mejorar la primera versión del diseño de la interfaz gráfica de creación de notas médicas, revisando todos los movimientos y detalles que se deben realizar para crear una nota del paciente. Las variables que se utilizaron para medir las acciones que realizarán los usuarios finales se encuentran detalladas en la Tabla 3. Se debe resaltar que este tipo de análisis se realizó con el objetivo de cuantificar los tiempos que emplean los usuarios finales en cada proceso de una aplicación. El análisis KLM de la primera versión arrojó un proceso de 15 pasos, donde 6 de estos consistían en la actividad mental, 2 pasos en el puntero en pantalla, 2 pasos en desplazamiento de pantalla y 5 pasos de clic (ver Tabla 4). El tiempo total estimado para llevar a cabo todos los pasos se

calculó en 12,1 segundos. A pesar de que la experiencia de usuario en esta primera versión implicaba una mayor serie de pasos, el tiempo que arrojó se puede considerar estable, óptimo y equilibrado en términos generales. De esta manera, al realizar las respectivas mejoras se procedió a lanzar una segunda versión, la cual redujo el número de pasos totales a 11, y el tiempo procedimental en 9,1 segundos. En este sentido, al realizar la comparación entre la primera versión y la segunda, se optimizó el tiempo en 3 segundos, el cual mejoró de manera significativa el tiempo que los usuarios empleaban al realizar la creación de una nota médica. De acuerdo a esta información, la última versión optimizó aún más la funcionalidad, el tiempo, la usabilidad, la experiencia de usuario y la interfaz gráfica. La importancia en el uso de este tipo de metodologías de testing automatizado ayuda a optimizar en gran medida los tiempos de los procesos de la aplicación móvil.

Por otro lado, uno de los hallazgos importantes se basó en los resultados de las reglas heurísticas. En este contexto, en el proceso de creación de notas médicas desde Talknote se evidenció que éstas fueron violadas en 9 ocasiones, presentando mayor porcentaje las variables de visibilidad y control (como se puede observar en la Tabla 5). Este tipo de medición fue realizado por dos expertos en temas de usabilidad a través de un formulario de google form y, a su vez, determinaron cada calificación en una escala de 0 a 4 (siendo 0 el valor más positivo y 4 el valor más catastrófico). Dependiendo de la criticidad de cada regla violada se obtuvieron los porcentajes que se reflejan en el gráfico 1. En éste se evidencia que los ítems que presentaron un mayor impacto fueron aquellos donde existe un problema mayor de usabilidad y los que se consideran una catástrofe en la usabilidad. Cada uno arrojó un porcentaje de 33,3 %. Estas calificaciones obedecen a eventos que fueron captados a la hora de realizar un registro de nota médica en la aplicación de Talknote. Es de reconocer que se trata de un porcentaje considerable, sin embargo, los problemas de usabilidad y los problemas cosmeticos arrojaron 11,1 % y 22,2% respectivamente. Lo cual quiere decir que éstos poseen un comportamiento más estable y funcional con respecto a los otros ítems. En este contexto también se debe tener en cuenta que este tipo de calificación es muy subjetiva y depende en gran medida de la experiencia del evaluador.

Esta metodología heurística contribuye trascendentalmente en el desarrollo de mejores versiones futuras de la aplicación, debido a que este tipo de reglas se centran en la intuición

de los componentes de un módulo, influyendo de manera significativa en el momento de interactuar con la aplicación por primera vez.

Por su parte el reconocimiento de voz se enfocó en que éste sea percibido por el usuario como muy exacto, robusto y fiable; los aspectos que se tomaron en cuenta corresponden a la variabilidad lingüística, la cual se basa fundamentalmente en la fonética y semántica, la cual consiste más en el ritmo, la pronunciación, inflexión, fatiga y estrés a la hora de crear la nota médica. Para esto se crearon 3 tipos de textos de notas médicas los cuales contienen abreviaturas clínicas, signos de puntuación y conceptos clínicos que fueron compartidos a 2 personas del sector clínico con el fin de que realizaran la creación de nota a través de la aplicación Talknote. Una vez creadas, éstas fueron almacenadas en la base datos y comparadas con el fin de cuantificar y medir el nivel de exactitud y precisión de cada una de las notas; De esta manera se obtuvo un promedio de precisión del 84,5 % contra un 15,5 % de error; esta medición se basa en el promedio obtenido de las 3 pruebas realizadas por cada usuario. El resultado de esta precisión se puede considerar favorable y aceptable en la usabilidad de la aplicación, ya que este tipo de aplicaciones de comandos de voz suelen ser algo imprecisas e inexactas.

Asimismo, al realizar un análisis más detallado sobre el número de casos de errores registrados en la creación de las notas médicas (6 en total) , se obtuvieron 91 errores de los cuales el 71,4% correspondió a fallas en la asignación de adecuada puntuación en el momento del dictado, seguido por errores o cambios en algunas de las palabras (28.6 %). Esto evidencia una pequeña falencia que posee la aplicación Talknote a la hora de captar los signos de puntuación y las abreviaturas en cada una de las notas de pruebas. Sin embargo, se generó un buen porcentaje de aceptabilidad con la captación de la terminología clínica. Para superar estos errores es necesario que el software clasifique los signos de puntuación de manera personalizada y de igual forma para la inserción de abreviaturas inherentes al procedimiento clínico de la entidad.

Aunque TalkNote es el primer prototipo de aplicación móvil empleado para interoperabilidad de registro de notas médicas en el hospital Pablo Tobón Uribe, se puede resaltar el nivel de exactitud del 84.5 % en el módulo de registro de notas médicas como un rango óptimo y estable de operación. A su vez, es posible analizar que con respecto a los

temas de experiencia de usuario, la aplicación presenta buenos resultados ya que según éstos, en las reglas heurísticas, hay factores que se pueden corregir en futuras versiones. Sumado a esto la percepción que tuvo el personal médico del hospital sobre el prototipo fue positiva, ya que éste contribuye de manera significativa en el proceso de registro de notas médicas de los sistemas HIS debido a que en la actualidad estos emplean mucho tiempo de su jornada ingresando las notas sobre la evolución de los pacientes.

Otro factor importante que se debe agregar a la hora de crear una nota médica es el tipo de dispositivo desde donde se realiza ésta, ya que entre más moderno sea el equipo mejor es la captación y eliminación de ruidos externos se producen, ocasionando consigo una captación más clara, precisa y transparente de las notas médicas.

Se sugiere que para nuevos desarrollos que pretendan implementar el tipo de reconocimiento de voz, a través de dispositivos móviles, se utilicen los que vienen integrados en el teclado de los dispositivos, ya que estos tienen una mejor transcripción, interpretación de texto y captación de signos de puntuación comparado con el reconocimiento de voz que ofrece la API de google.

Para versiones posteriores de TalkNote se pretende ampliar el espectro hacia muchas más funcionalidades, las cuales permitan incluso abarcar un mayor alcance a nivel hospitalario. También se proyecta recopilar la información de la app para la generación de reportes, análisis de datos, gráficos estadísticos de todos los procesos de los pacientes y los procesos asistenciales, los cuales permiten, por ejemplo, identificar patrones para lograr diagnósticos y procedimientos exitosos.

En cuanto a las mejoras al reconocimiento de voz se prevé el uso de macros y personalizados para la utilización de textos preformateados y plantillas de tallado activados por voz, como también la inclusión de tecnología artificial (específicamente redes neuronales) las cuales se entrenen con los términos clínicos, ayudando con esto a reducir los tiempos de corrección de las notas médicas.

Finalmente se debe resaltar que la visión que plantea Talknote se puede escalar hacia diversos procesos hospitalarios, contribuyendo con la optimización, eficiencia y calidad de las funciones cotidianas del personal asistencial.

## 6. CONCLUSIONES

La integración de funcionalidades de reconocimiento de voz, revisión del registro y grabación del mismo de forma automatizada en los sistemas de registro de Historia Clínica Electrónica ofrece una novedosa forma de optimizar recursos en torno a la atención clínica. Este ejercicio de prototipo encontró importantes retos y necesidades de optimizar la interfaz de interacción de dictado, a través de la usabilidad.

Algunas de las limitantes del estudio se basaron en no poder publicar los servicios en servidores del Hospital, teniendo la necesidad de acompañamiento de los investigadores durante el proceso de evaluación, con posibles sesgos de evaluación de los usuarios finales.

Se identifican limitante de carácter tecnológico como consumo de los servicios web en desde el dispositivo físico por temas de certificado ssl.

Al ser un prototipo en el cual sirvió como primer acercamiento para la implementación de la automatización de registro de notas médicas en la aplicación de HCE del hospital, sirvió para esclarecer las fases que componen todo un sistema de registro de notas médicas a través de reconocimiento de voz.

## 7. REFERENCIAS

*Balsamiq. Rapid, Effective and Fun Wireframing Software* | Balsamiq. (s. f.). Recuperado 2 de octubre de 2020, de <https://balsamiq.com/>

*cordova-plugin-speechrecognition—Npm.* (s. f.). Recuperado 2 de octubre de 2020, de <https://www.npmjs.com/package/cordova-plugin-speechrecognition>

Deloitte. (2017). *Automatización Robótica de Procesos (RPA)*.  
[https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/strategy/Automatizacion\\_Rob%C3%B3tica\\_Procesos.pdf](https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/strategy/Automatizacion_Rob%C3%B3tica_Procesos.pdf)

Gong, Y., & Zhang, J. (2005). A human-centered design and evaluation framework for information search. *AMIA ... Annual Symposium Proceedings. AMIA Symposium*, 281-285.

Goss, F. R., Blackley, S. V., Ortega, C. A., Kowalski, L. T., Landman, A. B., Lin, C.-T., Meter, M., Bakes, S., Gradwohl, S. C., Bates, D. W., & Zhou, L. (2019). A clinician survey of using speech recognition for clinical documentation in the electronic health record. *International Journal of Medical Informatics*, 130, 103938.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2019.07.017>

*Healthcare Data—NextGen Connect Integration Engine* | NextGen Healthcare. (s. f.). Recuperado 2 de octubre de 2020, de <https://www.nextgen.com/products-and-services/nextgen-connect-integration-engine-downloads>

HealthIT.gov. (s. f.). *Benefits of EHRs*. Recuperado 12 de octubre de 2020, de <https://www.healthit.gov/topic/health-it-basics/benefits-ehrs>

Ley 2015 de 2020, (2020).  
<https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%202015%20DEL%2031%20DE%20ENERO%20DE%202020.pdf>

*Libro blanco de interoperabilidad de gobierno electrónico para América Latina y el Caribe.* (2007).  
[https://www.cepal.org/socinfo/noticias/noticias/2/32222/Libro\\_blanco\\_de\\_interoper](https://www.cepal.org/socinfo/noticias/noticias/2/32222/Libro_blanco_de_interoper)

abilidad.pdf

Mairittha, T., Mairittha, N., & Inoue, S. (2019). Evaluating a Spoken Dialogue System for Recording Systems of Nursing Care. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 19(17).

<https://doi.org/10.3390/s19173736>

Malekzadeh, S., Hashemi, N., Sheikhtaheri, A., & Hashemi, N.-S. (2018). Barriers for Implementation and Use of Health Information Systems from the Physicians' Perspectives. *Studies in Health Technology and Informatics*, 251, 269-272.

Oficina de Tecnología de la Información y la Comunicación - Minsalud. (s. f.). *ABECÉ Interoperabilidad de Datos de la Historia Clínica en Colombia—Términos y siglas*. Recuperado 2 de octubre de 2020, de

<https://www.minsalud.gov.co/ihc/Documentos%20compartidos/ABC-IHC.pdf>

Plazzotta, F., Luna, D., & González Bernaldo de Quirós, F. (2015). Sistemas de Información en Salud: Integrando datos clínicos en diferentes escenarios y usuarios. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 32, 343-351.

Pullen, D. (2020). Automatización de procesos robóticos en el cuidado de la salud. *Hospital and Healthcare*. Recuperado de:

<https://www.hospitalhealth.com.au/content/technology/article/robotic-process-automation-in-health-care-292738552#axzz6afDhyDRS>

Schulz T. (s. f.). Using the Keystroke-Level Model to Evaluate Mobile Phones.

*ResearchGate*. Recuperado 8 de octubre de 2020, de

[https://www.researchgate.net/publication/252815667\\_Using\\_the\\_Keystroke-Level\\_Model\\_to\\_Evaluate\\_Mobile\\_Phones](https://www.researchgate.net/publication/252815667_Using_the_Keystroke-Level_Model_to_Evaluate_Mobile_Phones)

Zhang, J., Johnson, T. R., Patel, V. L., Paige, D. L., & Kubose, T. (2003). Using usability heuristics to evaluate patient safety of medical devices. *Journal of Biomedical Informatics*, 36(1-2), 23-30. [https://doi.org/10.1016/s1532-0464\(03\)00060-1](https://doi.org/10.1016/s1532-0464(03)00060-1)