

**HEURISTICAS PARA EL DISEÑO DE INTERFACES DE USUARIO EN SISTEMAS DE
TELEMEDICINA**



**David Erazo Arcos
Diana Carolina Sánchez Velasco**

Universidad del Cauca

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Sistemas**

**Popayán
2019**

HEURISTICAS PARA EL DISEÑO DE INTERFACES DE USUARIO EN SISTEMAS DE TELEMEDICINA

Trabajo de grado para optar al
Título de Ingeniero de Sistemas

David Erazo Arcos
Diana Carolina Sánchez Velasco

Director: MSc. Wilson Libardo Pantoja Yopez
Codirector: PhD. César Alberto Collazos Ordóñez

Universidad del Cauca

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Sistemas

Popayán
2019

Nota de aceptación

Director: _____

Mg. Wilson Libardo Pantoja Y.

Jurado: _____

PhD. Pablo Magé Imbachí

Jurado: _____

Mg. Vanessa Agredo

Lugar y fecha de sustentación: Popayán, 17 de Octubre de 2019

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por su apoyo incondicional, esfuerzo, comprensión y confianza depositada en nosotros para cumplir con este objetivo.

Al MsC. Wilson Libardo Pantoja Yépez por su dedicación, tiempo, apoyo y todo el conocimiento brindado para el desarrollo de este trabajo.

Al PhD. César Alberto Collazos Ordóñez por sus asesorías y el apoyo brindado para culminar la realización de este trabajo.

A todos los docentes de la Universidad del Cauca que nos compartieron y transmitieron sus conocimientos.

A nuestros amigos y compañeros que nos brindaron su apoyo durante toda la carrera.

CONTENIDO

CAPITULO I	1
Introducción	1
1.1. Objetivos	3
1.2. Metodología de trabajo	4
1.3. Estructura del documento	6
CAPITULO II	7
2. Marco teórico (conceptualización) y estado del arte (artículos relacionados) ...7	
2.1. Conceptualización	7
2.2. Estado del Arte	10
2.3. Aportes	24
CAPITULO III	25
3. Proceso de adaptación de heurísticas de usabilidad a sistemas telemédicos a través de la metodología propuesta por Cristian Rusu	25
CAPITULO IV	49
4. Evaluación del proceso	49
4.1. Etapas 1: Evaluación de las heurísticas propuestas con expertos en usabilidad	49
4.2. Etapas 2: Diseño de interfaces telemédicas	53
4.3. Interacción constructiva	57
4.4. Evaluación Heurística	66
4.5. Refinación de las heurísticas	71
CAPITULO V	83
5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	83
5.1. Conclusiones	83
5.2. Lecciones aprendidas	83
5.3. Trabajo futuro	84
ANEXOS	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de adaptación de heurísticas.....	26
Figura 2. Diagrama de casos de uso del prototipo.....	54
Figura 3. Grupo 2 diseñadores de interfaces de prototipo 2.....	55
Figura 4. Interfaz de acceso al sistema del prototipo 1.....	56
Figura 5. Interfaz de monitorización de signos vitales del prototipo 1.....	56
Figura 6. Interfaz de acceso al sistema del prototipo 2.....	56
Figura 7. Interfaz de monitorización de los signos vitales del prototipo 2.....	56
Figura 8. Grupo 1 interactuando con los prototipos.....	58
Figura 9. Grupo 2 interactuando con los prototipos.....	59
Figura 10. Grupo 3 interactuando con los prototipos.....	59
Figura 11. Nivel de satisfacción de usuario 1 de prototipos	61
Figura 12. Nivel de satisfacción de usuario 2 de prototipos.....	61
Figura 13. Nivel de satisfaccion de usuario 3 de prototipos	62
Figura 14. Nivel de satisfaccion de usuario 4 de prototipos	62
Figura 15. Nivel de satisfacción de usuario 5 de prototipos.....	63
Figura 16. Nivel de satisfacción de usuario 6 de prototipos	63
Figura 17. Preferencia de prototipos.....	64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cadenas de búsqueda.....	11
Tabla 2. Técnicas de evaluación encontradas en la literatura.....	18
Tabla 3. Plantilla para especificar formalmente las heurísticas.....	19
Tabla 4. Metodologías para proponer heurísticas de usabilidad con sus autores.....	21
Tabla 5. Ventajas y desventajas de la telemedicina en el campo de la Audiología y Otología.....	22
Tabla 6. Trabajos relacionados.....	23
Tabla 7. Pasos del ciclo de adaptación de las heurísticas.....	25
Tabla 8. Plantilla para especificación formal de las heurísticas.....	26
Tabla 9. Descripción Salus Telemedicine	27
Tabla 10. Descripción MyOnCallDoc	28
Tabla 11. Descripción Monitorização 24 hrs.....	28
Tabla 12. Descripción MD.com Telemedicine.....	29
Tabla 13. Descripción KIHMARL TeleMed.....	29
Tabla 14. Descripción TeleMed.....	29
Tabla 15. Descripción TuSaludVirtual.....	29
Tabla 16. Propuesta N°1 heurística Visibilidad del estado del sistema.....	38
Tabla 17. Propuesta N°1 heurística Conexión y Comunicación.....	39
Tabla 18. Propuesta N°1 heurística Lenguaje de los usuarios.....	40
Tabla 19. Propuesta N°1 heurística Consistencia y Estándares.....	41
Tabla 20. Propuesta N°1 heurística Control y libertad del usuario.....	42
Tabla 21. Propuesta N°1 heurística Gestión de errores	43
Tabla 22. Propuesta N°1 heurística Visibilidad y carga cognitiva.....	44
Tabla 23. Propuesta N°1 heurística Flexibilidad.....	45
Tabla 24. Propuesta N°1 heurística Estética de diálogo y diseño minimalista.....	46
Tabla 25. Propuesta N°1 heurística Configuración por defecto.....	47
Tabla 26. Propuesta N°1 heurística Ayuda general y documentación.....	48
Tabla 27. Comentarios y sugerencias de las heurísticas de usabilidad por parte de los expertos.....	52
Tabla 28. Diseñadores de las interfaces de usuario de los prototipos.....	55
Tabla 29. Usuarios de los prototipos.....	58
Tabla 30. Resultado de la encuesta de satisfacción del usuario 1.....	61
Tabla 31. Resultado de la encuesta de satisfacción del usuario 2.....	61
Tabla 32. Resultado de la encuesta de satisfacción del usuario 3.....	62
Tabla 33. Resultado de la encuesta de satisfacción del usuario 4.....	62
Tabla 34. Resultado de la encuesta de satisfacción del usuario 5.....	63
Tabla 35. Resultado de la encuesta de satisfacción del usuario 6.....	63
Tabla 36. Inclinación de los usuarios hacia los prototipos por pregunta de satisfacción.....	64
Tabla 37. Encuesta de uso de tecnología de la información y la comunicación.....	65
Tabla 38. Evaluadores de usabilidad.....	66
Tabla 39. Preguntas seleccionadas sin filtro de la evaluación heurística del prototipo 1 para el análisis.....	67
Tabla 40. Preguntas seleccionadas sin filtro de la evaluación heurística del prototipo 2 para el análisis.....	69
Tabla 41. Preguntas seleccionadas filtradas de la evaluación heurística del prototipo 1 para el análisis.....	70
Tabla 42. Preguntas seleccionadas filtradas de la evaluación heurística del prototipo 2 para el análisis.....	70
Tabla 43. Cumplimiento de las heurísticas por parte de los prototipos.....	71

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

Tabla 44. Propuesta final heurística Visibilidad del estado del sistema.....	72
Tabla 45. Propuesta final heurística Conexión y Comunicación.....	73
Tabla 46. Propuesta final heurística Lenguaje de los usuarios.....	74
Tabla 47. Propuesta final heurística Consistencia y Estándares.....	75
Tabla 48. Propuesta final heurística Control y libertad del usuario.....	76
Tabla 49. Propuesta final heurística Gestión de errores.....	77
Tabla 50. Propuesta final heurística Visibilidad y carga cognitiva.....	78
Tabla 51. Propuesta final heurística Flexibilidad.....	79
Tabla 52. Propuesta final heurística Estética de diálogo y diseño minimalista.....	80
Tabla 53. Propuesta final heurística Configuración por defecto.....	81
Tabla 54. Propuesta final heurística Ayuda general y documentación.....	82

CAPITULO I

Introducción

La organización mundial de la salud ha adoptado la siguiente definición de telemedicina [1]: “La prestación de servicios de atención médica, donde la distancia es un factor crítico, por todos los profesionales de la salud que utilizan tecnologías de información y comunicación para el intercambio de información válida para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades y lesiones, investigación y evaluación, y para la educación continua de los proveedores de atención médica, todo ello con el fin de mejorar la salud de las personas y sus comunidades”. Por consiguiente, en la prestación de servicios tele-médicos, es de suma importancia que el personal de salud encargado tome acciones adecuadas, que conlleven a mejorar o mantener el estado de salud de la persona ya que la telemedicina se relaciona al propósito de proporcionar apoyo clínico y mejorar los resultados de salud [1]. Para ahondar en el tema, está como ejemplo un paciente que es transportado en una ambulancia. Si el estado de salud del paciente es complejo, es posible que el personal encargado dentro de la ambulancia requiera establecer una comunicación con el equipo médico que aguarda en el centro asistencial para transmitir la información vital y así mismo recibir recomendaciones de profesionales en la salud, apropiadas para preservar la vida del paciente.

Si se hace uso de un sistema de telemedicina para contribuir al problema anteriormente expuesto, este sistema debe permitir la transmisión de los datos de forma confiable y en tiempo real [2], y además debe facilitar a los usuarios el ingreso y visualización de la información mediante interfaces amigables. Un ingrediente esencial en el desarrollo de un sistema de telemedicina y su aceptación final por parte de los usuarios finales son los estudios de usabilidad [3]. La usabilidad hace referencia al grado en que un producto puede ser usado por usuarios específicos para conseguir metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción dado un contexto específico de uso [4]. La usabilidad posee las siguientes características:

1. Facilidad de aprendizaje: El sistema debe ser fácil de aprender para que el usuario pueda comenzar rápidamente a trabajar con el sistema. La facilidad de aprendizaje está relacionada [5] con los siguientes términos:
 - Predictibilidad: Calidad de predecible [6], es decir que puede predecirse.
 - Síntesis: Composición de un todo por la reunión de sus partes [7]. En este caso, es la reunión de elementos e información, conocidos por los usuarios, de forma organizada.
 - Familiaridad: Facilidad, naturalidad, desenvolvura [8]. En este caso, el usuario debe poder desenvolverse en una aplicación con ésta característica, debido a que lo que visualiza es familiar.
 - Generalización de los conocimientos previos: Es lograr abstraer lo que es común y esencial a muchas cosas, para formar un concepto general

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

que las comprenda a todas [9]. En este caso, abstraer los conocimientos previos de los usuarios, para que se visualicen en una aplicación.

- Consistencia: El concepto puede aludir a la coherencia que existe entre los elementos o las piezas que forman parte de un conjunto, en este caso las interfaces que conforman un sistema [10].
2. Eficiencia: El sistema debe ser eficiente, de modo que una vez que el usuario ha aprendido a usar el sistema, aumente su productividad.
 3. Facilidad de recordar cómo funciona: El sistema debe ser fácil de recordar, para que el usuario pueda interactuar con el sistema después de un periodo de no haberlo usado.
 4. Frecuencia y gravedad de errores: El sistema debe tener una baja tasa de errores y además si el usuario comete errores debe recuperarse fácilmente de ellos.
 5. Satisfacción: El sistema debe ser agradable al usar, para que los usuarios estén subjetivamente satisfechos cuando lo usan.

La usabilidad juega un papel en cada etapa del proceso de diseño [11]. Una forma en que puede ser alcanzada la usabilidad, es mediante el uso de una serie heurísticas que guíen el proceso de construcción de la aplicación, a fin de generar un producto de calidad que cumpla con las expectativas de los usuarios [12, 13]. Las heurísticas o principios heurísticos son reglas empíricas generales cuyo objetivo es intentar crear un “puente comunicacional” en el que tanto la persona como el sistema se entiendan y trabajen juntos en pos de un objetivo a alcanzar [14]. Jakob Nielsen formuló en 1994, diez principios de usabilidad [12], los cuales hasta el día de hoy son aplicados y adaptados a diferentes campos. En 2012 se publicó un artículo en el cual se evalúa un sistema de radioterapia mediante 14 heurísticas basadas en los principios de Jakob Nielsen para determinar el grado de usabilidad en sistemas médicos. Los evaluadores encontraron un total de 75 problemas de usabilidad, de los cuales 18 se calificaron de gravedad alta. La mayoría de los problemas se encontraron en el sistema de registro y verificación, y muchos se asociaron con el proceso de configuración del paciente. Por lo tanto, los resultados indican potencialmente tener un gran impacto en la seguridad del paciente y por consiguiente se demuestra la necesidad de emplear estrategias de inclusión de usabilidad en sistemas médicos [15].

La telemedicina ha ganado un importante apoyo en los últimos años como una metodología de atención aceptable, con utilización efectiva en muchos dominios clínicos. Se ha implementado para prevención y diagnóstico de enfermedades, monitorización de pacientes, emergencias entre otros [16]. Se ha demostrado que la telemedicina reduce significativamente los costos y la carga de viaje, mientras que aumenta el acceso a la atención médica, en particular a las zonas rurales y marginadas [17]. Sin embargo, pese a estos grandes beneficios, en [17] se puede observar que los sistemas telemédicos que se usan actualmente, presentan errores de usabilidad que dificultan las tareas del usuario desde el inicio de la interacción. Los problemas de usabilidad con la instalación y la creación de cuentas en [17] llevaron a una alta demanda mental y tiempo de finalización de tareas, sugiriendo que los participantes preferían un sistema sin tales requisitos. Esto indica, que en dichos sistemas existe funcionalidad que el usuario no necesita y/o también que no se presenta de forma adecuada, es decir de acuerdo a su modelo mental [18]. Por lo tanto, en el proceso de construcción de software de telemedicina, la usabilidad debe ser considerada

como algo fundamental [3]. Una solución software que se encarga de transmitir, desde lugares remotos, información referente a la salud de una persona, debe tener interfaces de usuario fáciles de entender y utilizar, además de proporcionar las herramientas necesarias para ejecutar las funciones requeridas [19] y minimizar mediante su interfaz amigable, los errores. En el campo médico un error puede significar la muerte de un ser humano [20], por lo cual, es importante que la tecnología no sea un obstáculo para preservar la vida. Los sistemas tecnológicos deben diseñarse para satisfacer las necesidades de personas y así promover la adopción [17].

Para acotar el alcance del trabajo, se emplearán sistemas telemédicos orientados al diagnóstico, tratamiento y/o prevención de enfermedades. Además, se evaluará la usabilidad enfocada en la facilidad de aprendizaje. Nielsen [21] cataloga a la facilidad de aprendizaje como uno de los atributos más fundamentales de la usabilidad, debido a que la primera experiencia que la mayoría de las personas tienen con un sistema nuevo es el aprender a usarlo. El mismo autor plantea también la siguiente pregunta: ¿Qué tan fácil es para los usuarios realizar tareas básicas la primera vez que se encuentran con el diseño? [11]. Los usuarios finales no desearán trabajar con un sistema cuyo diseño no esté enfocado en su modelo mental [18] porque esto genera complejidad para realizar tareas y, por lo tanto, incrementará la dificultad de aprender a usar el sistema [13]. La complejidad del diseño es una barrera para los usuarios [22]. En el caso de sistemas telemédicos, no tiene sentido contribuir mediante diseños que impliquen un desafío de uso para los profesionales en la salud. Si la situación, como es el caso de la atención de un paciente en una ambulancia, implica la toma de decisiones inmediatas, ante un sistema engorroso que retrasa y dificulta las tareas, sería más fácil optar por otras formas de comunicación ya conocidas, tal como la una llamada telefónica a un profesional de la salud, que puede no aportar la misma funcionalidad, pero si la rapidez necesaria [23].

Con base en lo anterior, el presente trabajo de grado plantea la siguiente pregunta de investigación, ¿Cómo se puede mejorar la facilidad de aprendizaje de las interfaces de usuario para sistemas de telemedicina enfocados en el diagnóstico, tratamiento y/o prevención de enfermedades, desde su diseño?

1.1. Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos de este trabajo de investigación:

1.1.1. Objetivo General

Proponer un conjunto de heurísticas de usabilidad que guíen el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina orientadas a la facilidad de aprendizaje.

1.1.2. Objetivos Específicos

OE1. Caracterizar el diseño de las interfaces de usuario de los sistemas de telemedicina a partir de la literatura existente.

OE2. Adaptar las heurísticas de Jakob Nielsen de diseño de interfaces de usuario a sistemas de telemedicina que permitan mejorar la facilidad de aprendizaje.

OE3. Validar la idoneidad de las heurísticas propuestas a través de un estudio de caso.

1.2. Metodología de trabajo

Este proyecto se ejecutará según el método científico propuesto por Mario Bunge [24]. A continuación, se hace un desglose de cada una de las fases del proyecto:

Fase 1. Planteamiento del Problema

- Definir los Objetivos.
- Plantear las preguntas de investigación.
- Redacción formal del problema de investigación.

Fase 2. Construcción del marco teórico

- Establecer criterios de búsqueda.
- Revisar la literatura.
- Selección de estudios de interés.
- Creación formal del marco teórico.
- Formulación de hipótesis.

Fase 3. Adaptar heurísticas de usabilidad a sistemas de telemedicina, para llevar a cabo esta fase, es necesario usar una metodología a fin de establecer heurísticas de usabilidad en un contexto definido. Por lo tanto, la metodología escogida es la propuesta por Rusu [25], la cual consta de seis pasos:

Paso 1: Una etapa exploratoria, para recolectar bibliografía relacionada con los temas principales de la investigación: aplicaciones específicas, sus características, heurísticas de usabilidad (si hay algunas) generales y/o relacionadas.

Paso 2: Una etapa descriptiva, para resaltar características importantes de la información previamente, para formalizar los conceptos principales asociados con la investigación.

Paso 3: Una etapa de correlación, para identificar las características que las heurísticas de usabilidad deberían tener para aplicaciones específicas, basado en heurísticas tradicionales y análisis de estudios de caso.

Paso 4: Una etapa explicativa, para especificar formalmente el conjunto de las heurísticas propuestas, utilizando un modelo estándar.

Paso 5: Una etapa de validación (experimental), para verificar las nuevas heurísticas contra las heurísticas tradicionales por experimentos, a través de evaluaciones heurísticas realizadas en casos de estudio seleccionados, complementado con pruebas de usuario.

Paso 6: Una etapa de refinamiento, basada en los comentarios obtenidos en la etapa de validación.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

Fase 4. Validación: Se hará de manera experimental de la siguiente manera: Se asignará como tarea el diseño de una interfaz de telemedicina a dos grupos de diseñadores. A los primeros se les dará una capacitación previa con las heurísticas propuestas. Al segundo equipo se le dará una capacitación de las heurísticas propuestas por Nielsen [12]. Posteriormente, se les pide a usuarios finales que opinen acerca de ambos prototipos mediante la técnica “Interacción constructiva [1]”, debido a que esta se asemeja a la rutina laboral de los usuarios. Finalmente se les realiza un cuestionario y mediante este se evalúa la facilidad de aprendizaje. El resultado esperado es que el primer equipo tenga un diseño más usable en cuanto a la facilidad de aprendizaje.

Fase 5. Conclusiones

- Contraste de resultados versus hipótesis.
- Conclusiones finales.

Fase 6. Documentación

- Escritura del documento de trabajo de grado.
- Redacción de un artículo que contenga los resultados del proyecto.

[1] **Interacción constructiva:** El método de interacción constructiva implica tener en vez de uno, dos usuarios que hagan el test al sistema conjuntamente. Estas dos personas intercambian opiniones y dan como resultado el grado de usabilidad en el sistema [26].

1.3. Estructura del documento

A continuación, se describe de manera general el contenido y organización de esta monografía.

El Capítulo II – Marco teórico y estado del arte está dividido en tres secciones: Marco teórico donde se encuentran los conceptos importantes para el desarrollo de esta investigación; estado del arte del tema de investigación definido para este trabajo, describiendo los resultados del uso del método de búsqueda de información y del mapeo sistemático, donde se presentan los trabajos relevantes por su relación con el tema planteado para este proyecto, y aportes donde se describen las principales contribuciones a este proyecto de investigación. Este capítulo evidencia el cumplimiento del ciclo conceptual de la estrategia de investigación seleccionada.

El Capítulo III – Describe el proceso de adaptación de las heurísticas de usabilidad de Jakob Nielsen, a la telemedicina, junto con el conjunto de heurísticas de usabilidad para el diseño de interfaces de usuario de sistemas telemédicos. Este capítulo evidencia el cumplimiento del ciclo metodológico de la estrategia de investigación seleccionada.

El Capítulo IV – Describe la evaluación de las heurísticas de usabilidad propuestas mediante un estudio de caso y presenta los resultados obtenidos. Este capítulo evidencia el cumplimiento del ciclo de evaluación de la estrategia de investigación seleccionada.

El Capítulo V – Conclusiones y trabajo futuro que describe las conclusiones, lecciones aprendidas y trabajos futuros establecidos a partir de la investigación realizada.

CAPITULO II

2. Marco teórico (conceptualización) y estado del arte (artículos relacionados).

Para tener una mejor comprensión de este trabajo de investigación se hace importante precisar los estudios realizados y conceptos relacionados con las heurísticas de usabilidad. El objetivo de este capítulo es plantear el marco teórico donde se desarrollan los conceptos o definiciones significativas dentro del contexto del tema de investigación, y el estado del arte donde se describen las investigaciones más relevantes relacionadas con el tema planteado.

2.1. Conceptualización

2.1.1. Organización Mundial de la Salud

La Organización Mundial de la Salud (OMS), es la autoridad directiva y coordinadora en asuntos de sanidad internacional en el sistema de las Naciones Unidas [27].

A tal efecto, sus funciones son:

1. Ofrecer liderazgo en temas cruciales para la salud y participar en alianzas cuando se requieran actuaciones conjuntas.
2. Determinar las líneas de investigación y estimular la producción de conocimientos valiosos, así como la traducción y divulgación del correspondiente material informativo.
3. Definir normas y patrones, promover y seguir de cerca su aplicación en la práctica.
4. Formular opciones de política que aúnen principios éticos y fundamento científico.
5. Prestar apoyo técnico, catalizar el cambio y crear capacidad institucional duradera.
6. Seguir de cerca la situación en materia de salud y determinar las tendencias sanitarias.

2.1.2. Telemedicina

La organización mundial de la salud (OMS), ha adoptado la siguiente definición [1] de telemedicina: “La prestación de servicios de atención médica, donde la distancia es un factor crítico, por todos los profesionales de la salud que utilizan tecnologías de información y comunicación para el intercambio de información válida para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades y lesiones, investigación y evaluación, y para la educación continua de los proveedores de atención médica, todo ello con el fin de mejorar la salud de las personas y sus comunidades”.

La palabra telemedicina procede del Griego *τελε* (*tele*) que significa ‘distancia’ y medicina [28]. La telemedicina puede ser tan simple como dos profesionales de la salud discutiendo un caso por teléfono hasta la utilización de avanzada tecnología en comunicaciones e informática para realizar consultas, diagnósticos y hasta cirugías a distancia y en tiempo real [16].

2.1.3. Heurística

La palabra heurística procede etimológicamente de la palabra griega “euriskein” que procede de “eureka”, un vocablo que significa hallar o encontrar. Este vocablo fue exclamado por Arquímedes en un famoso episodio sin bases históricas [14]. El diccionario de la Real Academia Española [29] define a la palabra “heurística” como:

1. Técnica de la indagación y del descubrimiento.
2. Búsqueda o investigación de documentos o fuentes históricas.
3. En algunas ciencias, manera de buscar la solución de un problema mediante métodos no rigurosos, como por tanteo, reglas empíricas, etc.

2.1.4. ISO 9241-11:2018

La ISO 9241-11:2018 [4] proporciona un marco para comprender el concepto de usabilidad y aplicarlo a situaciones en las que las personas usan sistemas interactivos y otros tipos de sistemas (incluidos entornos construidos) y productos (incluidos productos industriales y de consumo) y servicios (incluidos servicios técnicos y personales). Explica que la usabilidad es un resultado de uso; define términos y conceptos clave. Por último, identifica los fundamentos de la usabilidad y explica la aplicación del concepto de usabilidad.

2.1.5. Usabilidad

La norma ISO 9241-11:2018 define la usabilidad como "La medida en que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico" [4]. Sin embargo, “una definición de usabilidad generalmente aceptada aún no existe, ya que su naturaleza compleja es difícil de describir en una definición” [4]. La norma ISO 9241-11:2018 incorpora lo que se ha aprendido sobre la usabilidad desde 1998 y las novedades que han surgido en relación con el concepto de usabilidad. Actualmente todavía está bajo revisión.

La usabilidad presenta las siguientes características:

1. Facilidad de aprendizaje: el sistema debe ser fácil de aprender para que el usuario pueda comenzar rápidamente a trabajar con el sistema. La facilidad de aprendizaje está relacionada con la predictibilidad, síntesis, familiaridad, la generalización de los conocimientos previos y la consistencia [5]. Para medirla se eligen algunos usuarios que no han usado antes el sistema y se mide el tiempo que les lleva alcanzar un nivel específico de competencia en su uso. Por supuesto, los usuarios de prueba deben ser representativos de los usuarios previstos del sistema [21].
2. Eficiencia: el sistema debe ser eficiente, de modo que una vez que el usuario ha aprendido a usar el sistema, aumente su productividad.
3. Facilidad de recordar cómo funciona: el sistema debe ser fácil de recordar, para que el usuario pueda interactuar con el sistema después de un periodo de no haberlo usado.
4. Frecuencia y gravedad de errores: el sistema debe tener una baja tasa de errores y además si el usuario comete errores debe recuperarse fácilmente de ellos.
5. Satisfacción: el sistema debe ser agradable al usar, para que los usuarios estén

subjetivamente satisfechos cuando lo usan.

2.1.6. Interfaz de usuario

La interfaz de usuario se define, como el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo. Normalmente suelen ser fáciles de entender y fáciles de accionar [30], [31].

La interfaz de usuario es una parte muy importante de un sistema. Si ésta resulta aburrida, obsoleta o confusa para el usuario, lo más probable es que no quiera usar el sistema y lo termine descartando [32].

2.1.7. Heurísticas de usabilidad

Las heurísticas de usabilidad son reglas generales y no pautas específicas de usabilidad [14], por lo tanto, sirven como guía para alcanzar o evaluar la usabilidad en una aplicación informática.

Jakob Nielsen formuló en 1994, diez heurísticas de usabilidad las cuales son ampliamente reconocidas y han sido la base de nuevas heurísticas adaptadas a diferentes contextos [12]:

1. Visibilidad del estado del sistema
2. Coincidencia entre el sistema y el mundo real
3. Control y libertad de usuario
4. Consistencia y normas
5. Prevención de errores
6. Reconocimiento en lugar de recuerdo
7. Flexibilidad y eficiencia de uso
8. Diseño estético y minimalista
9. Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores
10. Ayuda y documentación

2.1.8. Evaluación Heurística

La evaluación heurística fue propuesta por Nielsen y Molich [14] involucra a expertos en usabilidad que inspeccionan una interfaz de producto mediante heurísticas e identificación de problemas de usabilidad. Para llevar a cabo una evaluación heurística, los problemas se asocian a las heurísticas de usabilidad, luego se analiza la frecuencia en que suceden, la severidad y se evalúa la criticidad de cada problema. Se recomienda de tres a cinco expertos para realizar una evaluación heurística [14].

Primero, cada evaluador experto juzga la interfaz del producto por separado y prepara una lista individual de problemas de usabilidad basados en un conjunto de heurísticas de usabilidad. Posteriormente, trabajan juntos y generan una lista única de problemas de usabilidad.

A continuación, cada evaluador califica de forma independiente los problemas encontrados en términos de frecuencia, severidad y criticidad. Finalmente, los resultados se resumen en un sólo informe. Este informe describe los problemas de usabilidad encontrados, y pueden sugerir soluciones que ayudan a diseñadores para mejorar el producto [4]. Para calificar los problemas de usabilidad, se utilizan tres escalas:

1. Escala de gravedad: la gravedad del problema de usabilidad identificado. Por lo tanto, es posible detectar problemas que impidan el correcto funcionamiento de la interfaz del producto.
2. Escala de frecuencia: el grado de ocurrencia del problema de usabilidad identificado. Así, es posible saber qué problemas son más comunes o recurrentes dentro de la interfaz del producto.
3. Escala de criticidad: la suma de la severidad y frecuencia. Por lo tanto, es posible determinar qué problemas son los más críticos para que se puedan corregir lo antes posible. Por un lado, las ventajas de realizar una evaluación heurística son: (1) Es menos costosa en comparación con otros métodos en términos de tiempo, número de expertos en usabilidad y recursos; (2) No requiere planificación extensiva; (3) Es aplicable en las primeras etapas de desarrollo de software (desde prototipos de papel hasta sistemas ejecutables); (4) Es posible encontrar muchos problemas (críticos y menos críticos); y (5) No implica a los usuarios. Por otro lado, las desventajas de realizar una evaluación heurística son: (1) Los evaluadores deben tener experiencia y conocimiento para evaluar la interfaz del producto; (2) Los evaluadores pueden no comprender las tareas realizadas por el producto, por lo que puede ser difícil identificar problemas de usabilidad; y (3) Se identifican problemas de usabilidad sin dar directamente una idea de cómo resolverlo (no hay una manera de generar soluciones a los problemas encontrados) [15,33].

2.2. Estado del Arte

2.2.1. Búsqueda de información primaria

A continuación, se presentan los hallazgos encontrados en la literatura. Las bases de datos utilizadas fueron ScienceDirect, Scopus y PMC^[1] debido a que entre sus publicaciones se encuentra los avances que ha tenido las ciencias de la salud por medio de la tecnología. A excepción de un artículo [34] (relevante para la investigación), la búsqueda de publicaciones se limitó por año (a partir de 2007) y palabras clave.

A continuación se lista las palabras clave utilizadas para la búsqueda:

- Telemedicine.
- Usability.
- Heuristics.
- Heuristic evaluation.
- Mobile monitoring.
- Vital sign and monitoring.

[1] PMC:PubMed Central es un repositorio digital gratuito que archiva artículos académicos de texto completo de acceso público que se han publicado en la literatura de revistas biomédicas y de ciencias de la vida.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

Con las anteriores palabras clave se generaron algunas cadenas de búsqueda, y se utilizaron en las bases de datos mencionadas. De esta manera se encontraron las siguientes publicaciones:

No	Cadena de Búsqueda	Publicaciones Encontradas		
		Science Direct	Scopus	PMC US National Library of Medicine National Institutes of Health
1.	Telemedicine and usability and heuristics	29	98	60
2.	Ambulance and telemedicine	627	438	477
3.	Telemedicine and usability and heuristic evaluation	54	91	112
4.	Usability and remote	4664	134	1
5.	Mobile monitoring	76	663	72
6.	Vital sign and monitoring	485	1592	69
7.	e-health and usability	8502	522	1633

Tabla 1. Cadenas de búsqueda

2.2.2. Criterios de selección

A partir de la información encontrada se filtró toda aquella que cumpliera los siguientes criterios:

1. Tipo de documento: Trabajos de investigación, revistas, memorias de congresos, memorias de simposios, reportes técnicos que mencionen heurísticas de usabilidad o sistemas tele-médicos.
2. Título y resumen que contengan información relacionada con el tema.
3. Estudios que contengan proposiciones para heurísticas de usabilidad en sistemas tele-médicos.
4. Estudios que propongan un enfoque, proceso o metodología para establecer heurísticas de usabilidad en sistemas de telemedicina.
5. Estudios en su mayoría publicados a partir del 2007.
6. Trabajos escritos en inglés o en español publicados en revistas científicas, o por la Organización Mundial de la Salud (OMS).
7. Trabajos o artículos relevantes para la investigación sin tener en cuenta el año de publicación. Fue necesario considerar este criterio debido a que hay información importante en estudios que fueron publicados antes del 2007, tal como principios de usabilidad propuestos.

A continuación se describen los trabajos que se consideraron primarios para esta investigación, obtenidos en la búsqueda realizada.

2.2.3. E-AMBULANCE: Real-Time Integration Platform for Heterogeneous Medical Telemetry System

El trabajo propuso un sistema e-ambulancia que provee monitoreo a distancia, a pacientes que sean transportados en una ambulancia hasta un centro médico. El sistema se centra en obtener las variables fisiológicas del paciente, tales como pulso, frecuencia cardíaca y respiratoria, y de acuerdo a estas lecturas, proporcionar alertas o sugerencias al personal paramédico dentro de la ambulancia [2].

La solución se basó en el estándar Data Distribution Service (DDS) (mediador), el cual maneja los problemas de comunicación, y también se utiliza una red de biosensores conectados al cuerpo del paciente; estos biosensores se encargan de procesar la información y enviarla a través de tecnología inalámbrica a una unidad de toma de decisiones automática que puede residir dentro de la e-ambulancia o puede estar alojada en el centro médico.

Mediante la unidad de toma de decisiones, el modelo brinda, información a los profesionales médicos que se encuentran en el centro médico. El personal médico, de esta manera puede evaluar el estado de salud del paciente y, por consiguiente, si es necesario, enviar sugerencias a los paramédicos en la ambulancia sobre el procedimiento a seguir para preservar la vida del paciente.

Las pruebas para el funcionamiento del sistema se realizaron mediante un emulador de sensores y de esta manera se pudo probar el alcance del mediador DDS en cuanto a rendimiento y latencia.

2.2.4. Mobile wearable device for long term monitoring of vital Signs

En el trabajo se presentó un dispositivo inalámbrico que registra remotamente los signos vitales de una persona. Los datos obtenidos son el ECG, la presión arterial y la temperatura de la piel [35].

El prototipo cuenta con diferentes tipos de sensores entre ellos un sensor de aceleración 3D el cual determina los movimientos de la mano y el brazo del usuario; esto permite detectar si el usuario sufre una caída. La interfaz de usuario del dispositivo permite iniciar o detener mediciones, leer valores y dar instrucciones a la persona que lo usa. Además, es posible determinar el gasto energético de la persona debido a actividad física, fiebre o hipotermia. El dispositivo es alimentado por dos pilas AAA, por lo tanto, se presentan distintos enfoques para reducir el consumo de batería.

Se emplea la fusión de datos para reducir la tasa de error en las señales y de esta manera deducir nuevas medidas que permiten determinar el estado de salud del paciente. Este dispositivo está pensado para la supervisión remota de los signos vitales de personas mayores que se encuentren en rehabilitación.

2.2.5. Using usability heuristics to evaluate patient safety of medical devices

La ingeniería de factores humanos es una disciplina que busca diseñar dispositivos, software y sistemas para satisfacer las necesidades, capacidades y limitaciones de los usuarios, en lugar de esperar que los usuarios se adapten al diseño. Un análisis completo de ingeniería de factores humanos para dispositivos médicos o sistemas de software incluye cuatro componentes principales: análisis de usuario, funcional, de tareas y representacional [34].

Estos cuatro tipos de análisis, cuando se combinan y se aplican a un solo producto, pueden revelar toda la gama de problemas de usabilidad [36].

El objetivo del artículo fue modificar la técnica de ingeniería de usabilidad llamada evaluación heurística, para la evaluación de problemas de usabilidad en dispositivos médicos. A través de la identificación de problemas de usabilidad, se pueden identificar indirectamente los posibles puntos problemáticos de los dispositivos médicos que pueden causar errores médicos.

Nielsen [12] desarrolló la técnica de evaluación heurística, y describió un total de 10 heurísticas de usabilidad, que deberían seguirse para la construcción de un buen diseño de interfaz de usuario. Shneiderman [37] también describió ocho reglas de oro que todos los buenos diseños de interfaz de usuario deberían seguir. Sobre la base de las diez heurísticas de Nielsen, las ocho reglas de oro de Shneiderman y las propias consideraciones, este estudio propuso 14 heurísticas para evaluar la usabilidad de sistemas médicos las cuales se mencionan a continuación: Consistencia, Visibilidad, Correspondencia, Minimalista, Memoria, Retroalimentación, Flexibilidad, Mensaje, Error, Cierre, Deshacer, Idioma, Control y Documento.

En conclusión, la evaluación heurística es fácil de usar, fácil de dominar, eficiente, efectiva y útil. Se puede utilizar para identificar una gran proporción de los principales problemas de usabilidad en un producto, de manera oportuna y con un costo razonable.

2.2.6. Applying usability heuristics to radiotherapy systems

La radioterapia es un tratamiento de irradiación que se realiza a pacientes que presentan células cancerígenas en su organismo. Este tratamiento se efectúa mediante el uso de dispositivos que deben ser manipulados por el personal médico para lograr los resultados esperados. Sin embargo, este tipo de equipo médico tiene un nivel de complejidad alto, ya que se divide en múltiples interfaces de usuario.

En este estudio [15] se desarrolló una variante de la evaluación heurística con el fin de encontrar errores de usabilidad en un sistema de radioterapia (sistema de administración del tratamiento en Hospital Princess Margaret (Toronto, Canadá)) [15]. Los expertos en usabilidad sólo pudieron observar cómo los usuarios finales hacían uso del sistema; por lo tanto, llevan a cabo una serie de pasos que se explican a continuación:

1. Se realizó un estudio de campo mediante el cual se determinó las interfaces más usadas por el personal encargado, así como también el flujo de trabajo.

2. Los evaluadores expertos observaron a los usuarios finales mientras desarrollaban el flujo de trabajo y anotaron los problemas de usabilidad encontrados en el sistema.
3. Estos problemas de usabilidad se clasificaron de acuerdo a las heurísticas de usabilidad de Zhang [34].
4. Posteriormente, los evaluadores intercambiaron los resultados obtenidos y los validaron.
5. Se discutieron los resultados y se categorizaron los problemas por gravedad (alto, medio, bajo), tareas asociadas, heurísticas violadas y sistema software.
6. Se concluye con un total de 75 problemas de usabilidad (37 baja gravedad, 20 gravedad media, 18 alta gravedad) donde cada uno de ellos es una violación a una o más heurísticas; en total se encontraron 180 violaciones a las heurísticas de Zhang.

2.2.7. A systematic review of the methodologies used to evaluate telemedicine service initiatives in hospital facilities

El objetivo de esta revisión de la literatura fue identificar publicaciones revisadas de servicios de telemedicina desplegados en instalaciones hospitalarias para informar y valorar la metodología utilizada de evaluación de estos servicios.

En primer lugar se realizó una revisión de la literatura utilizando cadenas de búsqueda como: "Telemedicine" and "Hospital Services" or "Hospital" hasta mayo de 2016, y se identificó un total de 164 documentos, que representan 137 servicios de telemedicina; casi la mitad evaluó sus servicios desde tres perspectivas de evaluación diferentes: resultados clínicos, economía y satisfacción, la otra mitad describieron su servicio y sus actividades sin informar de ninguna medida de evaluación [38].

El artículo recomienda que para el desarrollo de sistemas de telemedicina el primer paso para una implementación exitosa es evaluar las necesidades. La telemedicina debe ser impulsada por las necesidades de los pacientes y los médicos en lugar de la tecnología.

Los estudios han evaluado la satisfacción del servicio de telemedicina para diferentes grupos. De 35 estudios que evaluaron la satisfacción, 14 de ellos se han centrado en la satisfacción del proveedor de atención médica, 10 examinaron la satisfacción del consumidor mientras que los 11 estudios restantes informaron la satisfacción en ambos.

Se consideró una serie de variables de satisfacción en los artículos. Los documentos midieron la satisfacción con respecto a: comodidad, percepción, privacidad, la facilidad de uso y la calidad del sonido e imagen (funcionalidad técnica). El artículo no explica cómo se seleccionaron las variables de satisfacción.

La mayoría de los estudios evaluaron la satisfacción usando cuestionarios, dos estudios utilizaron entrevistas, mientras que otros dos estudios combinaron cuestionarios con entrevistas. El desarrollo y la validación de los cuestionarios no se explican en todos los estudios. Sólo cuatro estudios han indicado que utilizaron una herramienta validada y tres estudios informaron que la herramienta que usaron fue independientemente probada y revisada por los propios investigadores o por un comité consultivo.

En la revisión sistemática se identificó sólo 137 servicios de telemedicina. Esto sugiere que la implementación del servicio de telemedicina todavía no es una parte de los servicios clínicos convencionales, o no se está reportando en la literatura.

2.2.8. Mobile Monitoring and Reasoning Methods to Prevent Cardiovascular Diseases

La monitorización móvil o mhealth es la práctica de la medicina y la salud pública soportada por dispositivos móviles como teléfonos móviles, dispositivos de monitorización de pacientes, asistentes personales digitales y otros dispositivos inalámbricos.

El artículo [33] expuso un sistema software para determinar el riesgo de enfermedades cardiovasculares en ambientes asistidos utilizando Smartphone, bandas eléctricas, tablets, entre otros, además de dar recomendaciones para las actividades diarias de los pacientes. La información es obtenida a través del monitoreo de la glucosa, presión arterial, por medio de dispositivos móviles en combinación con otros factores clínicos y aplicando técnicas de razonamiento basadas en el sistema de Evaluación del Riesgo Coronario. Los usuarios de este sistema son los pacientes, por lo tanto, la usabilidad es crucial, ya que ellos determinan su estado de salud por medio de la aplicación, sin tener ninguna formación en el campo de la salud. Además, se promueve la autonomía del usuario, ya que no es necesaria la intervención del médico para tomar nuevas medidas.

La evaluación de usabilidad y satisfacción del usuario se hizo a través de entrevistas y de estudios de los usuarios para entender cómo utilizan la aplicación.

Como resultado se ha demostrado que el sistema cumple con las expectativas de los usuarios y proporciona un buen rendimiento, con una tasa de aceptación del 69% la cual es prometedora teniendo en cuenta que la mayoría de los usuarios eran ancianos o personas con poco acceso a tecnología de asistencia [39], [19].

2.2.9. Rural Patient Access to Primary Percutaneous Coronary Intervention centers is improved by a novel integrated telemedicine prehospital system

La intervención coronaria percutánea es el nombre de los procedimientos que se llevan a cabo para abrir una arteria coronaria obstruida antes, durante o después de un ataque al corazón. Con esta se logra que la sangre fluya al corazón. También puede ayudar a prevenir problemas, cardíacos ensanchando una arteria que se ha estrechado debido a la acumulación de grasa [40]. Según American Heart Association/American College of Cardiology guidelines el retraso entre el primer contacto médico y la inflación con balón no debe exceder 90 minutos para la intervención coronaria percutánea primaria [41].

El objetivo del artículo [42] fue evaluar un sistema que ayuda al diagnóstico de infarto de miocardio con elevación del segmento (STEMI), para la región de Quebec, Norteamérica, en poblaciones rurales y suburbanas, el cual permite alcanzar el tiempo de referencia de 90 minutos recomendado para un PCI (Intervención Coronaria Percutánea).

Se desarrolló un sistema de telemedicina prehospitalaria [43] que permite: 1) La adquisición y monitoreo continuo de los datos médicos del paciente durante el transporte ambulatorio. 2)

La supervisión médica directa por parte de los médicos de emergencias de un hospital. 3) Actuar como intermediario entre los paramédicos y los hospitales receptores.

Como resultado se obtuvo que la mayoría de los pacientes (88,5%) fueron diagnosticados con STEMI en el primer ECG registrado, mientras que una minoría (11,5%) de los pacientes desarrollaron STEMI en ECG subsiguientes. El tiempo medio para el cambio en el perfil de ECG de negativo a positivo fue de 10 minutos. De los 208 pacientes diagnosticados con STEMI, 31 (14,9%) ya estaban en camino a un hospital con un laboratorio de PCI, y 156 (75,0%) fueron redirigidos a un centro de PCI. Los 21 restantes (10,1%) fueron dirigidos al hospital local más cercano debido a un tiempo de transporte estimado, mayor a 60 minutos, o porque cumplían los criterios de exclusión para el estudio.

2.2.10. Lessons learned from the usability assessment of home-based telemedicine systems

En el estudio se evaluó la usabilidad de cuatro plataformas de software de telemedicina en el hogar: Doxy.me, Vido, Vsee y Polycom. Los criterios que usaron para seleccionar estas plataformas fueron: (1) el sistema se debe utilizar principalmente para ofrecer telemedicina basada en video en el hogar; (2) el sistema puede ser utilizado en casa sin ningún equipo especializado; (3) el sistema puede ejecutarse en un ordenador conectado a internet con capacidades de audio y video; (4) el sistema es compatible con HIPAA^[1] [17].

Un total de 20 personas (12 hombres y 8 mujeres) entre 20 y 32 años participaron en el estudio. Cabe resaltar que ninguna de estas personas tenía experiencia en el uso de sistemas de telemedicina.

Las plataformas de telemedicina seleccionadas permiten la comunicación entre un paciente y un médico de manera escrita, visual y auditiva, por lo tanto, para proceder con la evaluación, cada participante fue asignado aleatoriamente a una plataforma para desempeñar el papel de un paciente diabético y un investigador fue capacitado para realizar el papel de médico. A cada uno se le entregó un guion de preguntas y respuestas. El paciente debió completar tareas como inicio de sesión, comunicación verbal con el médico, escribir valores como por el ejemplo el valor de la presión arterial, entre otros. Un segundo investigador se encargó de observar los desafíos que cada paciente enfrentó para desarrollar las tareas. Los participantes llenaron distintos cuestionarios, entre ellos, el cuestionario de usabilidad del sistema informático de IBM (CSUQ)^[2] [44] y un cuestionario acerca de la utilidad y facilidad de uso percibida. Se les evaluó también mediante el método de carga de trabajo NASA-TLX^[3] [45], además realizaron reflexiones retrospectivas en voz alta y finalmente clasificaron las plataformas de 1 a 4, siendo 1 la más preferida y 4 la menos preferida.

Los resultados indicaron diferencias significativas entre las cuatro plataformas, en cuanto a rendimiento (tiempo de finalización de tareas y número de errores), carga de trabajo,

HIPAA: Ley de Transferencia y Responsabilidad de Seguro Médico (*Health Insurance Portability and Accountability Act*, HIPAA por sus siglas en inglés) de 1996 fue creada para proteger a millones de trabajadores y a miembros de sus familias en los Estados Unidos que padecen alguna afección médica.

^[2]**CSUQ:** Computer System Usability Questionnaire. Based on: Lewis, J. R. (1995).

^[3]**NASA-TLX:** Estimación de la carga mental de trabajo (Task load index); Desarrollado por un equipo de investigadores del Ames Research Center (AMC) en 1988.

demanda mental, esfuerzo, frustración, usabilidad (satisfacción general, utilidad, calidad de la información, calidad de la interfaz, facilidad de uso) y finalmente preferencia.

2.2.11 Applying a human factors approach to improve usability of a decision support system in tele-nursing

El triage^[1] telefónico de enfermeras se ha convertido en una forma internacionalmente aceptada de prestación de servicios de salud para hacer frente a las crecientes demandas de atención primaria y de emergencia [46]-[47].

En el artículo [23] se evaluó la usabilidad del sistema “Call Enhance Call Center TM” (CeCC) [48] proporcionado por Health direct en Australia, el cual es utilizado por enfermeras durante el triage telefónico. Cuando una persona llama, es atendida por una enfermera, la cual es guiada mediante una serie de preguntas suministradas por el software. De esta manera se conocen los síntomas, se establecen las posibles causas y el sistema indica un consejo apropiado a la información obtenida.

La enfermera está obligada a documentar los detalles de la llamada. El estudio está enfocado en la medicación ya que es una de las causas más frecuentes de consulta.

Para evaluar la usabilidad se emplearon tres métodos donde se involucran factores humanos: (1) discusión con los stakeholders. Este método permitió la familiarización con el sistema software CeCC y el proceso realizado por las enfermeras; (2) análisis Heurístico. Para este método se utilizó las heurísticas de Nielsen. Mediante una sesión de 2 horas, dos expertos en usabilidad evalúan tres escenarios. Los resultados incluyeron capturas de pantalla, notas y grabaciones de audio.

Posteriormente, los expertos relacionaron cada problema de usabilidad con una o más heurísticas violadas y finalmente discutieron sus resultados para asignar el nivel de severidad de violación; (3) entrevista con usuarios. Nueve enfermeras participaron en este método. Cada una describió las consultas comunes de medicación, así como también discutieron acerca de las características del sistema, problemas encontrados y mejoras. Estas entrevistas permitieron verificar la mayoría de las violaciones encontradas mediante el análisis heurístico.

Se identificaron 41 violaciones de usabilidad con una gravedad media de 2,25 (rango 0-4 con 0=sin problema a 4=problema catastrófico). El mayor número de infracciones se encontraron para la flexibilidad y eficiencia de uso (n=12, gravedad media=2,5) y para diseño estético y minimalista (n=11, mediana severidad=2,25).

2.2.12. Usability in telemedicine systems—A literature survey

El objetivo del artículo [3] fue hacer una revisión de la literatura de sistemas de telemedicina en los cuales se evaluó la usabilidad. Para esta revisión se tuvieron en cuenta todos los artículos hasta mayo del 2015 encontrando un total de 127 artículos.

[1] Triage: es un sistema de selección y clasificación de pacientes en los servicios de urgencia, basado en sus necesidades terapéuticas y los recursos disponibles para atenderlo; Minsalud.gov.co (2019).

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

El artículo hace énfasis en que el ingrediente esencial en el desarrollo de un sistema de telemedicina y su eventual aceptación por los usuarios finales (por ejemplo, pacientes y profesionales de la atención en salud) son los estudios de usabilidad. La usabilidad se define como la medida en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar los objetivos especificados con efectividad (exactitud e integridad), eficiencia (recursos necesarios para la efectividad) y satisfacción (comodidad y aceptabilidad) en un contexto específico [4].

Medir la usabilidad requiere conocimiento de las técnicas y conocimiento del usuario, sus metas y entornos. Debe estar impulsado por objetivos claros. Identificar las características del usuario, tareas y aspectos ambientales que influyen en la usabilidad se denomina análisis de contexto de usabilidad.

La guía ETR (Etsi Technical Report) 095 para evaluaciones de usabilidad presenta pautas para realizar un análisis de usabilidad, basado en estándares ISO, que puede aplicarse a cualquier sistema de telemedicina [49], [50].

En los resultados del estudio se observó un gran aumento en el número de publicaciones donde se evaluó la usabilidad mediante cuestionarios y entrevistas después de 2010. Los estudios que incluyeron los métodos observacionales y auto descriptivos permanecieron aproximadamente constantes a lo largo de los años, pero se observó que la entrevista y el método de registro aumentaban en el número de estudios después de 2010. El artículo, presenta las técnicas de evaluación de usabilidad encontradas en la revisión:

Técnica de evaluación	Porcentaje	Número de publicaciones
Cuestionarios	69%	88
Entrevistas	28%	35
Métodos de observación	26%	33
Método auto descriptivo	13%	16
Métodos de registro	11%	14

Tabla 2. Técnicas de evaluación encontradas en la literatura.

Se obtuvo como resultado que el cuestionario es el método más utilizado por los investigadores ya que permite una evaluación rápida, no se necesita mucha experiencia para usarlo y además es personalizable.

2.2.13. Sistemas de Consulta sobre Grafos de Datos Orientados al Usuario Final

En la tesis titulada Sistemas de Consulta sobre Grafos de Datos Orientados al Usuario Final [13], se propone un lenguaje visual de consulta sobre un modelo de grafos que sirva como medio de interacción con el usuario final, debido a la complejidad que caracteriza a aquellos sistemas que almacenan gran cantidad de información, como es el caso de sistemas que pertenezcan al dominio médico. Los usuarios finales muchas veces no conocen acerca de lenguajes que permitan obtener datos desde una base de datos, lo cual dificulta el uso del sistema y obliga a contratar expertos en la materia.

La solución propuesta en el trabajo es permitir que los usuarios finales interactúen directamente con el grafo para formular las consultas y así obtener la información que necesiten. Este trabajo se desarrolló mediante una metodología de diseño centrado en el usuario. Los usuarios escogidos fueron profesionales en la salud.

Para la evaluación del sistema, se realizaron tres pruebas, dos de evaluación, una realizada por un experto en diseño de interfaces, otra con el grupo de usuarios y la tercera de usabilidad comparativa, realizada con un grupo de usuarios.

2.2.14. A methodology to establish usability heuristics

Este trabajo [25], propone una metodología para desarrollar heurísticas de usabilidad para aplicaciones específicas; está compuesta por 6 etapas que se describen a continuación:

- Paso 1: una etapa exploratoria, para coleccionar bibliografía relacionada con los principales temas de la Investigación: aplicaciones específicas, sus características, heurísticas de usabilidad generales y / o relacionadas (si hay algunas).
- Paso 2: una etapa descriptiva, para resaltar las características más importantes de la información recogida anteriormente, para formalizar los conceptos principales asociados a la investigación.
- Paso 3: una etapa correlacional, para identificar las características que las heurísticas de usabilidad deberían tener basado en las heurísticas tradicionales y en análisis de casos de estudio.
- Paso 4: Una etapa explicativa, para especificar formalmente el conjunto de las heurísticas propuestas, utilizando un modelo estándar. La plantilla estándar utilizada es la siguiente:

ID, nombre y definición	Identificador heurístico, nombre y definición
Explicación	Explicación detallada de la heurística, incluyendo referencias a principios de usabilidad, problemas de usabilidad típicos y heurísticas de usabilidad relacionadas propuestas por otros autores.
Ejemplos	Ejemplos de violación heurística y de cumplimiento.
Beneficios	Beneficios esperados de usabilidad, cuando la heurística se cumple.
Problemas	Problemas previstos de la heurística, malentendidos al realizar la evaluación heurística.

Tabla 3. Plantilla para especificar formalmente las heurísticas

- Paso 5: una etapa de validación (experimental), para verificar las nuevas heurísticas contra las heurísticas tradicionales por experimentos, a través de evaluaciones heurísticas, realizadas en casos de estudio seleccionados, complementando con pruebas de usuario.
- Paso 6: Una etapa de refinamiento, basada en la retroalimentación desde la etapa de validación.

Los pasos 1 a 6 se pueden aplicar de forma iterativa. La lista de verificación de usabilidad específica también puede ser desarrollada, detallando heurísticas de usabilidad y ayudando en la práctica de evaluaciones heurísticas.

Esta metodología fue completamente verificada en aplicaciones grid computing al aplicarla para establecer heurísticas de usabilidad específicas en este contexto, y parcialmente aplicadas en el caso de televisión digital interactiva y mundos virtuales.

En conclusión, se tiene que la metodología propuesta facilita el desarrollo de heurísticas de usabilidad y listas de verificación de usabilidad asociadas a éstas.

Se debe seguir un correcto equilibrio entre especificidad y generalidad. Si las heurísticas son demasiado específicas, probablemente sean difíciles de entender y difíciles de aplicar. Heurísticas generales, complementadas con listas de verificación de usabilidad específicas, probablemente funcionarán mejor, la mayor parte del tiempo.

2.2.15. How to develop usability heuristics: A systematic literature review

Este artículo presenta una revisión exhaustiva de 73 estudios relacionados con heurísticas de usabilidad para dominios y metodologías específicas. El objetivo es identificar el enfoque que se utiliza para crear heurísticas de usabilidad [51].

La revisión sistemática de la literatura que se realizó en este documento se hizo entre artículos publicados entre 2006 y 2016.

Este artículo muestra que, en la mayoría de los artículos revisados, no hay evidencia de que se utilizó una metodología para desarrollar heurísticas de usabilidad. Esto se debe a que no existen teorías o modelos apropiados para establecer heurísticas de usabilidad para dominios específicos, o para evaluar las heurísticas de usabilidad en términos de aplicabilidad a dominios específicos. La mayoría de las heurísticas existentes han sido desarrolladas sobre la base de la amplia experiencia de los investigadores o por métodos de adaptación empleados habitualmente para otros fines [27]. Sin embargo, algunos estudios aplican una metodología para definir, validar y refinar el conjunto de heurísticas propuestas.

En la siguiente tabla se muestran diferentes metodologías para establecer heurísticas.

Nombre de la metodología	Autores
A Methodology to Establish Usability Heuristics	Rusu et al. (2011)
A Three-phase Process to Develop Heuristics	Van Greunen et al. (2011)
A User-Centric Methodology to establish Usability Heuristics for specific domains	Hermawati and Lawson (2015)
User Involvement in Developing Usability Heuristics	Lechner et al. (2013)
Methodology of Heuristics Creation	Hub and Čapková (2010)
Methodology to adapt usability heuristics	Franklin et al. (2014)
Guidelines for Design Science in Information Systems Research	Hevner et al. (2004)

Tabla 4. Metodologías para proponer heurísticas de usabilidad con sus autores.

El punto más notable sobre la revisión actual fue la diversidad de investigaciones relacionadas con el desarrollo de heurísticas de usabilidad para dominios específicos. El análisis de los diferentes estudios proporciona una visión general de varios enfoques para la creación de heurísticas de usabilidad y presenta las metodologías que se utilizaron. Como se describe en el documento, hay varios enfoques basados en: (1) Heurísticas existentes; (2) Metodologías; (3) Revisiones de literatura; (4) Problemas de usabilidad; (5) Mezcla de procesos; (6) Directrices, principios o recomendaciones de diseño; (7) Entrevistas; y (8) Teorías.

En conclusión, los enfoques básicos utilizados para crear heurísticas son basados en: (1) Heurísticas existentes; y (2) Metodologías. Se recomienda usar una metodología porque se siguen etapas claramente definidas para especificar, validar y refinar las heurísticas.

Después de revisar 73 estudios, este artículo enfatiza que, al crear un nuevo conjunto de heurísticas, es necesario realizar al menos las siguientes tareas:

1. Determinar las características específicas de la aplicación con el fin de evaluar estas características basadas en el nuevo conjunto de heurísticas.
2. Identificar los conjuntos existentes de heurísticas de usabilidad para determinar cómo estos conjuntos existentes pueden ayudar a definir las nuevas heurísticas (Por ejemplo, cuáles heurísticas pueden reutilizarse y qué elementos utilizar para definir las heurísticas).

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

3. Especificar el nuevo conjunto de heurísticas siguiendo una plantilla estándar para obtener un conjunto de heurísticas bien definidas y fáciles de entender.
4. Validar el nuevo conjunto de heurísticas para determinar si las heurísticas permiten (1) Encontrar problemas de usabilidad; y (2) Detectar problemas específicos de usabilidad relacionados con la aplicación.

Las actividades anteriores son necesarias para crear un conjunto de heurísticas de usabilidad eficaz y eficiente.

Finalmente, el documento sugiere como las mejores metodologías para el desarrollo de heurísticas:

La propuesta por Rusu et al. [25] porque: (1) Presenta etapas claramente definidas; (2) Incluye una plantilla estándar para especificar las heurísticas; (3) Incluye métodos de validación claros; y (4) Se puede aplicar iterativamente. La segunda, la metodología propuesta por Van Greunen [52] ya que (1) Muestra gráficamente cada etapa, lo que ayuda a comprender mejor la metodología; (2) Explica exhaustivamente cada una de las etapas; (3) Incluye una etapa de validación; y (4) Se puede aplicar iterativamente.

2.2.16. Telemedicine. Current status and future prospects in audiology and otology

Este documento presenta el estado actual y las perspectivas futuras de la telemedicina en audiología y otología [16]. También se hace una clasificación de las aplicaciones telemédicas las cuales se presentan a continuación:

- Tele-prevención.
- Tele-diagnóstico.
- Tele-monitorización.
- Tele-consulta.
- Tele-emergencias.
- Tele-vigilancia epidemiológica.
- Áreas de Acción.

Se hace un análisis definiendo las ventajas y desventajas de la telemedicina y la viabilidad del uso de ésta en el campo de la audiología y otología.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Acorta distancias	Relación médico paciente limitada
Ahorra dinero	Puede ser impersonal
Última tecnología al alcance de todos	Calidad de la información puede ser deficiente
Interacción entre especialistas y centro de atención primaria	Depende de la tecnología
Mejora el acceso a la educación puntera	No es conveniente para niños
Acceso a sitios remotos	

Tabla 5. Ventajas y desventajas de la telemedicina en el campo de la audiología y otología.

Como conclusión se obtuvo que la telemedicina puede aportar beneficios en las áreas de diagnóstico, tratamiento y seguimiento de aquellos problemas relacionados con la audición.

2.2.17. Comparación de trabajos relacionados

A continuación, se presenta una tabla con los aportes y/o diferencias de los artículos anteriores a este trabajo.

Referencia	Enfoque	Aportes y/o diferencias
B. Almadami [2], T.Klingeberg[35], R.Hervás [33], A.Tanguay [42], M. Cardier [16]	Monitoreo remoto de la salud	Estos trabajos resaltan el avance que ha tenido la telemedicina al desarrollarse para distintos dispositivos y entornos, por lo tanto, permiten una contextualización del tema. Aunque son trabajos que proponen soluciones telemédicas, B. Almadami [2], T.Klingeberg [35] y, A.Tanguay [42] no tienen en cuenta la usabilidad.
J.Zhang [34], AJ.Chan [15], A.Tariq [23]	Evaluación de sistemas médicos mediante heurísticas	Mediante estos artículos se evidencia que la evaluación heurística es una técnica potente para identificar problemas de usabilidad. Las heurísticas propuestas [34], son utilizadas para realizar evaluación heurística a sistemas médicos.
S.AIDossary [38], S.Agnisarman [17], B.Klaasen [3]	Evaluación de sistemas telemédicos	Estos trabajos destacan el lugar que ha tomado la usabilidad en los sistemas de telemedicina. Además, permiten una contextualización de los métodos más usados para evaluar la usabilidad.
Sistemas de Consulta sobre Grafos de Datos Orientados al Usuario Final [13]	Visualización de datos médicos	Esta tesis propone que se permita a los usuarios finales (profesionales en la salud), visualizar y extraer datos médicos a partir de un grafo. Aporta un mecanismo diferente de visualización de datos, pero sin dejar de lado la usabilidad.
C Rusu [25], D. Quiñones [51]	Metodologías para establecer heurísticas de usabilidad	Estos artículos muestran metodologías usadas para establecer heurísticas de usabilidad. Aportan la metodología usada en el trabajo de grado para establecer las heurísticas en un contexto específico, en este caso la telemedicina.

Tabla 6. Trabajos relacionados.

En la revisión a la literatura se encontraron diferentes sistemas telemédicos. En algunos de ellos no se tuvo en cuenta a la usabilidad en ninguna etapa del ciclo de desarrollo software [2], [35], [42]. Por otro lado, en los estudios [38], [17], [3], se consideró a la usabilidad al final del ciclo de desarrollo o se evaluó en sistemas que ya están en uso. Por lo anterior, se puede evidenciar que ningún trabajo referencia la utilización de heurísticas de usabilidad, para el diseño de interfaces tele-médicas, enfocadas en la facilidad de aprendizaje.

2.3. Aportes

Nielsen plantea [13] que es mucho mejor utilizar la usabilidad desde el principio, que esperar hasta que haya un diseño casi final y luego someterlo a una "validación" en las pruebas del usuario. De esta manera se pueden evitar problemas de usabilidad que resulten costosos de arreglar. Sin embargo, en la revisión a la literatura realizada en este trabajo de grado no se encontró ningún estudio que propusiera la inclusión de la usabilidad desde el diseño de las aplicaciones software telemédicas y además apoyándose en heurísticas de usabilidad. Considerando además que, la usabilidad es fundamental para la adopción de sistemas de telemedicina [3], [17], esta investigación plantea los siguientes aportes:

1. Las heurísticas de usabilidad de Jakob Nielsen adaptadas a sistemas de telemedicina, las cuales servirán como guía de diseño de interfaces de usuario de dichos sistemas, y lograrán minimizar problemas de usabilidad que pueden aparecer en la etapa de pruebas con usuarios finales o incluso en la etapa de despliegue.
2. El incremento de la facilidad de aprendizaje de las interfaces que sean diseñadas apoyándose en las heurísticas propuestas, en comparación a otras interfaces en las que se incluya la usabilidad mediante otros principios heurísticos.
3. Un cuestionario, que servirá como evaluación heurística para sistemas telemédicos, el cual podrá ser ampliado para que se adapte a cualquier tipo de aplicación telemédica.
4. Estas heurísticas se podrán utilizar como guía para capacitación de estudiantes con el objetivo de realizar un diseño adecuado de interfaces de usuario de sistemas de telemedicina.

CAPITULO III

3. Proceso de adaptación de heurísticas de usabilidad a sistemas telemédicos a través de la metodología propuesta por Cristian Rusu

En este capítulo se presenta el desarrollo de la adaptación de las heurísticas de usabilidad propuestas por Jakob Nielsen a sistemas telemédicos, a través de la metodología propuesta por Cristian Rusu [25] la cual establece seis pasos que se presentan en la tabla 8.

La metodología propuesta por Rusu es, según en Daniela Quiñones [51] una de las mejores para desarrollar heurísticas de usabilidad, porque: (1) Presenta etapas claramente definidas; (2) Incluye una plantilla estándar para especificar las heurísticas; (3) Incluye métodos de validación claros; y (4) Se puede aplicar iterativamente (ver Figura 1).

Pasos	Definición
Paso 1	Una etapa exploratoria, para coleccionar bibliografía relacionada con los principales temas de la Investigación: aplicaciones específicas, sus características, heurísticas de usabilidad generales y / o relacionadas (si hay algunas).
Paso 2	Una etapa descriptiva, para resaltar las características más importantes de la información recogida anteriormente, para formalizar los conceptos principales asociados a la investigación.
Paso 3	Una etapa correlacional, para identificar las características que las heurísticas de usabilidad deberían tener basado en las heurísticas tradicionales y en análisis de casos de estudio.
Paso 4	Una etapa explicativa, para especificar formalmente el conjunto de las heurísticas propuestas, utilizando un modelo estándar.
Paso 5	Una etapa de validación (experimental), para verificar las nuevas heurísticas contra las heurísticas tradicionales por experimentos, a través de evaluaciones heurísticas, realizadas en casos de estudio seleccionados, complementando con pruebas de usuario.
Paso 6	Una etapa de refinamiento, basada en la retroalimentación desde la etapa de validación.

Tabla 7. Pasos del ciclo de adaptación de las heurísticas [25]

Para el paso 4, la plantilla estándar utilizada es la siguiente:

ID, nombre y definición	Identificador heurístico, nombre y definición
Explicación	Explicación detallada de la heurística, incluyendo referencias a principios de usabilidad, problemas de usabilidad típicos y heurísticas de usabilidad relacionadas, propuestas por otros autores.
Ejemplos	Ejemplos de violación heurística y de cumplimiento.
Beneficios	Beneficios esperados de usabilidad, cuando la heurística se cumple.
Problemas	Problemas previstos de la heurística, malentendidos al realizar la evaluación heurística.

Tabla 8. Plantilla para especificación formal de las heurísticas [25]

En el paso 5, para la validación de las heurísticas propuestas en el paso 4, se reúne a un grupo de expertos en usabilidad, para recibir recomendaciones y comentarios acerca de la especificación de las heurísticas, realizada en el paso 4.

Para complementar la validación, se preparan a dos grupos de diseñadores de aplicaciones con perfiles similares y experiencia similar. Un grupo es capacitado con las heurísticas propuestas en este trabajo, mientras que el segundo grupo se capacita con las heurísticas de Nielsen con el fin de que ambos grupos realicen prototipos no funcionales de una aplicación tele-medica. Con estos dos prototipos, se realiza la validación mediante las técnicas “Evaluación heurística” e “Interacción constructiva”.

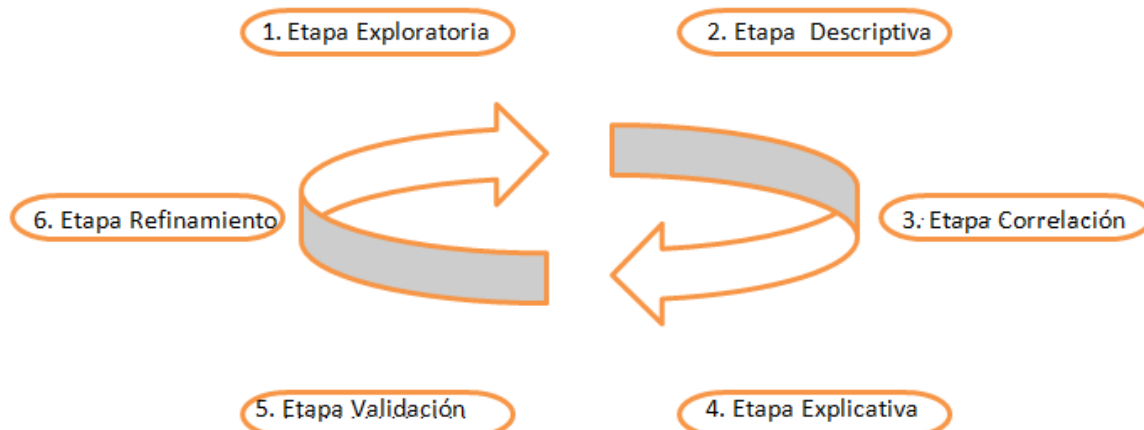


Figura 1. Ciclo de adaptación de heurísticas

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

A continuación se detalla los pasos 1, 2, 3 y 4 de la metodología propuesta por Rusu [25] con sus respectivos resultados, aplicados a la consecución de heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina. Los pasos 5 y 6 se desglosan en el siguiente capítulo ya que hacen parte de la validación, de las heurísticas propuestas, y de los resultados obtenidos.

PASO 1: Esta etapa es exploratoria. Se recolecta bibliografía relacionada con los temas principales de la investigación: investigaciones similares, aplicaciones específicas y heurísticas de usabilidad.

1. Las investigaciones similares a este trabajo de grado y conceptos relacionados, hacen parte del marco teórico, por lo tanto, se especifican en el capítulo 2, desde la página 16 hasta la 27.
2. En cuanto a las aplicaciones específicas, relacionadas a la investigación, fueron seleccionadas de la plataforma “Google Play Store”. Para dicha selección se tuvo en cuenta aplicaciones telemédicas con calificación de 4 o más estrellas. Por cada aplicación seleccionada se realizó una ficha en la cual se indica: nombre de la aplicación, versión, fecha de última actualización, tamaño, número de descargas, tipo de aplicación telemédica (tele-prevención, tele-diagnóstico, tele-monitorización, tele-consulta, tele-emergencias, tele-vigilancia epidemiológica) y descripción.
3. Adicionalmente, se realizó una visita al Hospital Universitario San José para recolectar información acerca de los tipos de monitores de signos vitales. Esta información sirvió para caracterizar las interfaces telemédicas tales como las de tele-emergencia.

A continuación, se presenta cada una de las aplicaciones telemédicas seleccionadas de la plataforma “Google Play Store”:


Nombre	Salus Telemedicine 
Versión	2.15.0
Fecha de última actualización	24 de septiembre de 2018
Tamaño	31M
Descargas	1000+
Tipo de aplicación telemédica	Tele-Consulta
Descripción	Realizando un co-pago, esta aplicación da acceso a más de 40 especialistas en la salud (cardiología, dermatología, oncología, entre otras). Salus telemedicine es compatible con HIPAA y utiliza el cifrado de alto nivel. El usuario puede crear su propio equipo de salud, es decir seleccionar profesionales en la salud para su atención.

Tabla 9. Descripción Salus Telemedicine

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina


Nombre	MyOnCallDoc 
Versión	3.1.2
Fecha de última actualización	23 de octubre de 2017
Tamaño	32M
Descargas	1000+
Tipo de aplicación tele-médica	Tele-Consulta
Descripción	Permite la comunicación con un proveedor de salud por audio y video compatibles con HIPAA y HITECH. Los usuarios tienen la posibilidad de revisar las credenciales y perfiles de los proveedores de salud y seleccionar con el que le gustaría hablar, en lugar de asignarle uno al azar. También pueden enviar una receta a una farmacia (si es necesario) desde la comodidad de su hogar u oficina con sólo tocar un botón en su dispositivo móvil.

Tabla 10. Descripción MyOnCallDoc


Nombre	Monitorização 24 hrs 
Versión	1.0.1
Fecha de última actualización	10 de diciembre de 2018
Tamaño	42M
Descargas	10+
Tipo de aplicación tele-médica	Tele-Consulta
Descripción	Esta aplicación es gratuita para personas que sean beneficiarias de un plan de salud de telemedicina de Brasil. Los usuarios pueden registrar y organizar sus tratamientos, incluyendo medicamentos recetados por su médico e información como dosificación, periodicidad, foto del medicamento, entre otra información útil. Puede realizar llamadas de vídeo, las cuales se envían a la Central de Enfermería, en la que los profesionales están preparados para atender a los llamados de rutina o de emergencia.

Tabla 11. Descripción Monitorização 24 hrs

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina


Nombre	MD.com Telemedicine 
Versión	1.1
Fecha de última actualización	5 de enero de 2018
Tamaño	30M
Descargas	500+
Tipo de aplicación tele-médica	Tele-Consulta
Descripción	Esta aplicación permite que el usuario seleccione un médico basándose en su especialidad, su perfil, educación, entre otra información. También permite reservar una cita. Se puede consultar el horario de cada médico, seleccionar la fecha y hora de la cita, tipo de cita, es decir, por medio de video llamada o no, entre otras opciones. Es posible también compartir imágenes médicas y subir documentos. Además, permite invitar a terceros a una llamada, como especialistas o cuidadores.

Tabla 12. Descripción MD.com Telemedicine.


Nombre	KIHMARL TeleMed 
Versión	8.0
Fecha de última actualización	23 de noviembre de 2018
Tamaño	41M
Descargas	100+
Tipo de aplicación tele-médica	Tele-Consulta
Descripción	Esta es una aplicación de telemedicina de descarga gratuita que permite las consultas médicas en línea, manteniendo la historia clínica digital y brindando consejos de salud para mantenerse saludable. Es una plataforma de atención médica virtual que ofrece, a través de profesionales en la salud, diagnóstico, recetas electrónicas, reuniones virtuales, con el apoyo de consulta de vídeo en tiempo real entre el paciente y el profesional de la salud.

Tabla 13. Descripción KIHMARL TeleMed

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina


Nombre	TeleMed 
Versión	2.1
Fecha de última actualización	18 de abril de 2017
Tamaño	24M
Descargas	1000+
Tipo de aplicación tele-médica	Tele-Consulta
Descripción	<p>Para usar la aplicación por primera vez, se sugiere al usuario llenar un perfil y adjuntar si lo desea, imágenes de los cambios en su cuerpo por los cuales desea consultar.</p> <p>Entre las opciones que brinda, está una pestaña de Noticias, la cual permite comprobar si hay actualizaciones de salud y de servicios mensuales, y compartirlos con su familia y amigos por sus redes sociales preferidas.</p> <p>El usuario puede llamar a cualquier hora, desde cualquier lugar y hablar con el personal médico.</p>

Tabla 14. Descripción TeleMed


Nombre	TuSaludVirtual 
Versión	2.1.68
Fecha de última actualización	11 de diciembre de 2018
Tamaño	62M
Descargas	10+
Tipo de aplicación tele-médica	Tele-Consulta
Descripción	<p>TuSaludVirtual ofrece una solución de telemedicina que permite a los proveedores y los pacientes comunicarse de manera rápida y eficiente mediante mensajería de texto y video. Compatible con HIPAA.</p>

Tabla 15. Descripción TuSaludVirtual

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

Para finalizar con esta etapa, se presentan los resultados obtenidos de la visita al Hospital Universitario San José. Se recolectó las características de los monitores de signos vitales utilizados en el hospital para establecer el estado de salud de un paciente a partir de la medición de ECG [1], respiración, SPO2 [2], temperatura y PNI [3] [53].

El objetivo de la visita al hospital San José fue visualizar el funcionamiento de diferentes tipos de monitores de signos vitales, con el fin de ver la forma en que se muestra las señales y los valores de ECG, respiración, SPO2, temperatura y PNI.

El monitor de signos vitales es un dispositivo que proporciona información acerca del estado de salud de una persona, mostrando mediciones de ECG, respiración, SPO2, temperatura y PNI lo cual posibilita la revisión del paciente, a fin de contribuir a mejorar su estado de salud en caso de que lo requiera. Sus funciones principales son:

1. Configuración por defecto de acuerdo al tipo de paciente (neonatal, infante, adulto, patología especial)
2. Configuración de límites para cada una de las mediciones (ECG, respiración, SPO2, temperatura y PNI)
3. Configuración de alarmas auditivas y visibles de acuerdo a las mediciones tomadas a un determinado paciente
4. Resultados gráficos de ECG, respiración y SPO2
5. Resultados numéricos de todas las mediciones
6. Registro de alarmas
7. Registro de mediciones

Como conclusión de la visita realizada se destaca lo siguiente:

- La configuración del monitor de signos vitales es difícil de llevar a cabo, incluso para técnicos dedicados a la manipulación de estos dispositivos.
- Los históricos sólo se almacenan de manera numérica, es decir, el dispositivo sólo presenta información de manera gráfica mientras el paciente se encuentra monitoreado.

PASO 2: Etapa descriptiva

A continuación, se formalizan los conceptos importantes para la investigación, obtenidos a partir de la literatura y de las aplicaciones telemédicas mencionadas en la etapa anterior.

Telemedicina: Se define como telemedicina la prestación de servicios de medicina a distancia [16]. Para su implementación se emplean usualmente tecnologías de la información y las comunicaciones. La telemedicina puede ser tan simple como dos profesionales de la salud discutiendo un caso por teléfono hasta la utilización de avanzada tecnología en comunicaciones e informática para realizar consultas, diagnósticos y hasta

La nomenclatura utilizada para las señales de los signos vitales [54], es la siguiente:

[1] ECG: Electro cardiograma

[2] SPO2: Saturación de oxígeno

[3] PNI: Presión no invasiva

cirugías a distancia y en tiempo real. Las posibles aplicaciones de la telemedicina son:

1. Tele-prevención: Promoción de la salud a través del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y la prevención de riesgos y daños.
2. Tele-diagnóstico: Como ayuda en el proceso de tomar decisiones, la telemedicina incluye áreas tales como los sistemas especializados a distancia, que contribuyen al diagnóstico del paciente, o el uso de bases de datos en línea.
3. Tele-monitorización: Consiste en la transmisión de información del paciente (ECG, radiografías, datos clínicos, bioquímicos, entre otros.) como medio para controlar a distancia la situación del paciente y diferentes funciones vitales. Suele utilizarse en salas de vigilancia intensiva o también en casos de cuidado domiciliario a pacientes crónicos.
4. Tele-consulta: Acceso a la experiencia o conocimiento de un tele-especialista de ubicación remota para un paciente específico, en una situación particular de atención. No implica necesariamente que el experto remoto examine directamente al paciente. Suele utilizarse en casos de segundo diagnóstico entre personal técnico y un médico, o entre un médico general y un especialista, ya sea en línea o “fuera de línea” (almacenando y reenviando los datos). Casos especiales de Tele-consulta pueden ser:
 - 4.1. Tele-junta médica: cuando el servicio no tiene relación unidireccional y/o jerárquica entre el proveedor del servicio y el beneficiario, sino que comparten recursos de información y conocimientos para la toma conjunta de decisiones. Suele utilizarse en casos de diagnóstico compartido entre médicos de un mismo nivel.
 - 4.2. Tele-presencia: asistencia de un tele-especialista de ubicación remota en una situación de tratamiento específico. La supervisión del paciente la realiza el médico a distancia por videoconferencia. Permite que un médico observe y discuta en el mismo momento los síntomas de un paciente que está siendo asistido por otro médico a distancia.
5. Tele-emergencias: Consiste en la utilización de equipos móviles que ayudan a realizar un diagnóstico, inicial y rápido, contando con la colaboración de expertos o monitorización de funciones vitales del paciente para enviar información al establecimiento de salud, de manera que se tomen las medidas necesarias.
6. Tele-vigilancia epidemiológica: Notificación obligatoria de daños sujetos a vigilancia, como cólera, meningitis por meningococos, parálisis flácida, sarampión, dengue, malaria y otras que por su importancia epidemiológica, requieran de un control estricto, a través del uso de tecnologías de información y comunicación, permitiendo que se tomen las medidas apropiadas de prevención y control.

Comunicación: La comunicación es un proceso de interrelación entre dos (o más) personas donde se transmite una información desde un emisor que es capaz de codificarla en un

código definido hasta un receptor el cual decodifica la información recibida, todo eso en un medio físico por el cual se logra transmitir el mensaje, con un código en convención entre emisor y receptor, y en un contexto determinado [55].

La comunicación es uno de los conceptos más importantes en la telemedicina. Como se puede observar en cada una de las aplicaciones telemédicas mencionadas en el paso anterior, el principal servicio que ofrece cada una es la comunicación. Un usuario de una aplicación telemédica necesita comunicarse con profesionales de la salud de forma remota para diagnóstico, prevención o tratamiento de enfermedades, entre otros.

La comunicación, además puede ser sincrónica o asíncrona. La comunicación sincrónica es aquella “en la que los usuarios, a través de una red telemática, coinciden en el tiempo y se comunican entre sí mediante texto, audio y/o vídeo” [56]. Por otro lado, la comunicación asíncrona es la conexión que se establece entre el cliente y el servidor que permite la transferencia de datos no sincrónica [57], o sea el cliente puede realizar varias peticiones al servidor sin necesidad de esperar por la respuesta de la primera.

Es importante también resaltar las formas en que se puede establecer la comunicación. Las aplicaciones telemédicas mencionadas, brindan mecanismos de audio, video y/o mensajería de texto. Lo ideal es que el usuario tenga la libertad de escoger el mecanismo con el cual se sienta más cómodo.

Conexión: Punto donde se realiza el enlace entre aparatos o sistemas [58]. La conexión de computadores y/o dispositivos mediante redes, permite compartir información, recursos, servicios entre otros [59]. En la telemedicina, la conexión es fundamental para establecer una comunicación entre profesionales de la salud, con el fin de recibir y enviar información de manera remota. Asimismo, en las interfaces telemédicas debe visualizarse si hay una conexión establecida. La Tele-emergencia es un buen ejemplo para esta característica, ya que, si no existe una conexión y en la interfaz telemédica no se visualiza esto, el usuario puede desperdiciar tiempo intentando establecer comunicación ignorando el estado de la conexión.

Intercambio de información: Proceso en el cual un emisor y un receptor intercambian información [55]. En aplicaciones telemédicas, como la Tele-emergencia o el Tele-diagnóstico, el intercambio de información es primordial para establecer un diagnóstico, acciones a tomar, o tratamientos para un paciente. Se debe tener en cuenta que la información se puede presentar en distintas formas, ya sea mediante imágenes médicas, fotografías, historias clínicas entre otros.

Valor predeterminado: En informática, un valor predeterminado es una opción o configuración que un software trae por defecto [60]. En la visita realizada al Hospital Universitario San José se estudiaron los distintos monitores de signos vitales [53], y se pudo evidenciar que en ellos hay valores por defecto, que facilitan la configuración del sistema por parte del usuario. Los parámetros medibles (ECG, respiración, SPO2, temperatura y PNI), desde los cuales se determina el estado de salud de un paciente, tienen límites establecidos de manera predeterminada. También los tipos de pacientes (neonatal, infante, adulto, patología especial), vienen configurados por defecto en el sistema. Como se puede apreciar, los valores por defecto son necesarios en sistemas médicos que se utilizan para atender emergencias médicas, o en sistemas que tienen varias opciones que deben ser

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

establecidas. Por lo tanto, en aplicaciones telemédicas son muy útiles los valores por defecto, ya que facilitan la configuración de los diferentes valores que un usuario debe establecer para realizar su trabajo. En aplicaciones como las de Tele-emergencia es indispensable esta característica ya que de esta manera el usuario tiene en pantalla los valores que puede elegir en cada campo, lo cual disminuye el tiempo que demora en ingresar la información.

Finalmente, a partir de la información recolectada en esta etapa se puede concluir lo siguiente:

1. Al analizar los estudios de caso encontrados, se destaca que la comunicación es primordial en las aplicaciones telemédicas. Debido a ella, se pueden prestar los distintos servicios remotos telemédicos. Para los usuarios de éste tipo de aplicaciones, es importante que se visualice los distintos modos en que puede establecer una comunicación.
2. El usuario debe saber si hay una conexión establecida. Esto es fundamental para el envío de información de cualquier tipo, ya sea imágenes médicas, documentos, diagnóstico, entre otros.
3. En aplicaciones telemédicas como las de tele-emergencia es indispensable que exista una configuración por defecto de valores que sirvan de ayuda para determinar si el estado de salud del paciente es o no estable, y además sirvan para facilitar el ingreso de valores e información de pacientes.
4. Las características encontradas de las interfaces telemédicas son:
 - a. Presenta información mediante palabras, siglas, números, gráficos, entre otros.
 - b. Posee distintas opciones para permitir la comunicación a distancia (video llamada, llamada y mensajería).
 - c. Tiene opciones para el almacenamiento, envío y recepción de información.
 - d. Contiene valores por defecto para facilitar el ingreso de datos.
 - e. Permite configurar alarmas que se presentan de forma visual por ejemplo mediante el uso de colores, y asociadas a su vez con alarmas auditivas.
 - f. Representa el estado de la conexión, por ejemplo mediante iconos.

Cabe resaltar que mediante los pasos 1 y 2 se logra caracterizar el diseño de las interfaces telemédicas con lo cual se cumple el primer objetivo específico de la investigación.

PASO 3: Etapa de correlación

A continuación, se identifican las características que las heurísticas de usabilidad para aplicaciones telemédicas deberían tener, basado en heurísticas tradicionales y análisis de estudios de caso.

Las heurísticas o principios de usabilidad, son reglas generales para el diseño de interacción. Jakob Nielsen [12] especifica un conjunto de diez heurísticas de usabilidad. Uno de los objetivos del presente trabajo de grado es adaptar estas heurísticas a sistemas de telemedicina, por lo tanto, se analizó cada heurística de Nielsen, y se determinó la forma más adecuada de adaptarla. Algunas conservan su definición mientras otras se renombraron y/o redefinieron para enfocarlas hacia el contexto.

Las heurísticas propuestas, a partir de las heurísticas de Nielsen son:

1. Visibilidad del estado del sistema.
2. Lenguaje de los usuarios: Proviene de la heurística “Coincidencia entre el sistema y el mundo real”. Su definición es similar.
3. Consistencia y estándares.
4. Control y libertad del usuario.
5. Gestión de errores: Ésta heurística se define a partir de las heurísticas “Prevención de error” y “Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores” [12].
6. Visibilidad y carga cognitiva: Proviene de la heurística “Reconocimiento en lugar de recuerdo” [12]. Su definición es similar.
7. Flexibilidad y eficiencia de uso.
8. Diseño estético y minimalista.
9. Ayuda y documentación.

Además de las heurísticas de Nielsen, se investigaron otras reglas de usabilidad, para el diseño de interfaces, las cuales se recopilan en el libro [14] y se utilizaron como heurísticas relacionadas a las heurísticas propuestas en la plantilla que se presenta en el siguiente paso.

Finalmente, después de adaptar las heurísticas de Jakob Nielsen a sistemas telemédicos se añadieron las características encontradas en la etapa anterior, mediante la definición de dos heurísticas más: “Conexión y comunicación” y “Configuración por defecto”.

PASO 4: Etapa explicativa

En ésta etapa, con la información obtenida en los pasos anteriores se propone las heurísticas de usabilidad para el diseño de interfaces telemédicas. Primero se explica detalladamente cada una de las heurísticas propuestas y posteriormente se especifica formalmente el conjunto de las heurísticas de usabilidad, utilizando un modelo estándar.

Las heurísticas propuestas son las siguientes:

1. Visibilidad del estado del sistema: En un sistema telemédico es indispensable que el usuario reciba información oportuna acerca del estado del sistema. El usuario debe recibir retroalimentación [61] de sus acciones e información de cambios que se produzcan en el sistema y que interfieran en su trabajo. Un sistema de tele-monitoreo, por ejemplo, debe mostrar al usuario si hay variaciones en los signos vitales del paciente para tomar las acciones pertinentes. Esta heurística proviene de las heurísticas de Nielsen [12], su definición es la misma, pero en la plantilla extendida se dan ejemplos enfocados a la telemedicina.
2. Lenguaje de los usuarios: Para que un software realmente facilite las labores de los usuarios al realizar su trabajo, debe estar diseñado de tal manera que sea entendible para los usuarios finales. A lo anterior se refiere la heurística “Lenguaje de usuarios”. La interfaz de un sistema software debe contar con características que sean familiares a lo que los usuarios conocen, como colores, siglas o palabras que sean comunes a

otros sistemas que se usen dentro de su campo. También es posible que tenga características que se asemejen a otro tipo de aplicaciones como la organización del contenido, íconos o forma de representar los errores, por lo tanto estas deben ser muy similares a lo que ya conocemos y entendemos. En el diseño de un sistema telemédico es importante considerar esta heurística para que sea entendible a la vista del usuario. Esta heurística proviene de la heurística de Nielsen “Coincidencia entre el sistema y el mundo real” [12]. Su definición es similar.

3. **Consistencia y estándares:** Esta heurística hace referencia a la importancia de que exista similitud entre todas las interfaces de usuario de un sistema, con la finalidad de que el usuario final vea al sistema como un conjunto homogéneo. Esto hace que haya una mejor comprensión y de esta manera se logra que el usuario no se pierda en su interacción con el sistema. También esta heurística especifica que se deben aplicar los estándares y convenciones del contexto sobre el que se diseña el sistema. En este caso, en la telemedicina hay siglas, palabras, colores, establecidos para representar la información, por lo tanto, es importante hacer uso correcto de los mismos. Esta heurística fue extraída de las heurísticas de Nielsen [12].
4. **Control y libertad del usuario:** Básicamente, esta heurística indica que el usuario debe tener la libertad de explorar las funciones del sistema y elegir la que necesite ejecutar. En la telemedicina, al ser la distancia un factor crítico, es fundamental que se aplique este principio. Si el usuario final no puede controlar sus acciones en el sistema y explorarlo sin generar errores graves, difícilmente va a usarlo adecuadamente. Para garantizar que el usuario no cometa errores graves, todas las acciones que el usuario pueda realizar en el sistema, debe ser funcionalidad que realmente requiere para realizar sus labores y además el sistema debe brindar retroalimentación adecuada y oportuna por cada acción realizada. Por tanto, el excluir esta heurística del diseño de una aplicación telemédica, puede generar un producto ineficaz al no facilitar las tareas del usuario. Esta heurística se tomó de las heurísticas de Nielsen [12].
5. **Gestión de errores:** Este principio se generó a partir de las dos heurísticas de Nielsen [12] “Prevención de error” y “Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores”, las cuales se refieren a la prevención y manejo de errores respectivamente. Este principio se incluyó en el conjunto de heurísticas para el diseño de sistemas telemédicos porque es necesario tratar el tema de errores en el diseño de aplicaciones que sirven para diagnosticar, prevenir o tratar una afección médica a distancia. La telemedicina está para aportar a la medicina, mediante la atención de pacientes de forma remota, por lo cual un error en el sistema puede hacer que haya demora en la atención, lo cual puede desencadenar, en el peor de los casos, la muerte de un paciente.
6. **Visibilidad y carga cognitiva:** En la telemedicina, los profesionales en la salud manejan una gran cantidad de parámetros para la atención de sus pacientes. Por lo tanto, el usuario debe poder visualizar todos estos elementos fácilmente en la interfaz de usuario, para poder cumplir con la tarea que necesite desarrollar haciendo uso del sistema. A esto se refiere la visibilidad. Sin embargo, el usuario sólo debe ver la

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

información que necesite, es decir, no se debe colocar información extra, que no sea relevante, ya que esto influye negativamente generando carga cognitiva al usuario. Este principio proviene de la heurística de Nielsen [12] “Reconocimiento en lugar de recuerdo” y su definición es similar.

7. Flexibilidad y eficiencia de uso: Esta heurística indica que el sistema debe ser flexible a las necesidades del usuario y permitir a medida que interactúa con el sistema, personalizar sus acciones frecuentes mediante atajos. Por lo tanto, el sistema debe estar diseñado tanto para usuarios expertos como novatos. Esto mejora la interacción y hace que el usuario ejecute sus tareas con mayor rapidez. En sistemas telemédicos, tal como los de tele-emergencia, esta característica marca una diferencia en el tiempo en que un profesional de la salud establece comunicación, ingresa y envía la información y toma las acciones necesarias para proteger la vida del paciente.
8. Estética de diálogo y diseño minimalista: Este principio está muy relacionado con la heurística “Visibilidad y carga cognitiva” ya que trata también acerca de la visibilidad de la información necesaria en la interfaz de usuario, sin embargo se centra en la organización de ese contenido para que se vea agradable al usuario pese a la gran variedad y cantidad de elementos que se deben visualizar en los sistemas telemédicos. Por lo tanto, es muy importante saber agrupar la información y organizarla de acuerdo a como el usuario lo esperaría. Esta heurística fue tomada de las heurísticas de Nielsen [12].
9. Ayuda y documentación: Este principio fue extraído de Nielsen[12] y se refiere a las opciones de ayuda que deben estar presentes en las interfaces de usuario, en este caso, de sistemas telemédicos, para aportar al usuario una guía acerca de las funciones que puede desarrollar con el sistema. Lo ideal es colocar una opción de ayuda cercana a cada elemento o etiquetarlo con una corta y concisa descripción. De ésta manera el usuario puede acceder fácilmente a la ayuda que le brinda el sistema y realizar su trabajo de manera más rápida. De igual forma, en caso de que no sea suficiente con las opciones específicas de ayuda, el sistema debe también proporcionar una ayuda general del sistema, de manera más detallada y comprensible al usuario.
10. Conexión y comunicación: En la telemedicina, una característica importante es la distancia. Debido a que se prestan servicios médicos de forma remota, es indispensable considerar los conceptos de conexión y comunicación. La conexión se refiere al medio por el cual los usuarios acceden al sistema, ya sea wifi, cableada, 4G, entre otros. Es necesario que en la interfaz gráfica de usuario, se presente el medio por el cual el usuario puede establecer una conexión y sus características. Además es fundamental, que también visualice en todo momento el estado de la conexión, es decir, si hay una conexión establecida o hay problemas que impiden establecerla.

La comunicación, por otra parte, se refiere al medio por el cual pueden comunicarse los usuarios en el sistema, ya sea a través de video llamadas, llamada, chat, entre otros. Por lo tanto, de igual forma que la conexión, el tipo de comunicación se debe mostrar en la interfaz de usuario. La forma más común de presentarlo es mediante un ícono ya conocido por el

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

usuario. Otra característica importante, es la visualización de las personas que están usando el sistema, es decir, si un usuario necesita establecer una comunicación, debe conocer qué personas están disponibles para establecer comunicación con ellos. Una vez establecida la comunicación, los usuarios pueden saber cuáles son las personas involucradas en la comunicación.

11. Configuración por defecto: Las aplicaciones telemédicas deben disponer de valores por defecto que faciliten el ingreso de información. Perfiles de pacientes, personal de salud y clasificaciones de enfermedades o de procedimientos médicos, son algunas de las configuraciones por defecto que son necesarias en el sistema, con la finalidad de mejorar la interacción del usuario con el sistema facilitándole el desarrollo de sus tareas y a su vez mejorando su rendimiento.

A continuación, se presentan las heurísticas de usabilidad propuestas haciendo uso de la plantilla sugerida en la metodología.

ID	H01 Visibilidad del estado del sistema El sistema debe mantener informados a los usuarios acerca del estado del sistema mediante mensajes apropiados dentro de un tiempo razonable, es decir inferior a 10 segundos [62], [63].
EXPLICACIÓN	El sistema a través de uno o varios medios llamativos debe mantener informados a los usuarios sobre los cambios del estado del sistema en un tiempo razonable, según las acciones o cambios producidos ya sean por los usuarios o el sistema. Algunos problemas típicos de usabilidad son: -No jerarquizar la información. -No hacer visible el resultado de las acciones realizadas.
EJEMPLOS	Ejemplos de violación: -Completar tareas y no informar al usuario -No hacer uso de barras de progreso para mostrar el estado de progreso de una tarea. -Variación de importancia en los signos vitales y no informar a los usuarios. Ejemplos de cumplimiento: -Hay mensajes de confirmación a cada acción que lo amerite -Se muestra el estado de tareas que se estén realizando. -Las funciones y tareas que pueden ser realizadas por los usuarios en determinada interfaz son visibles.
BENEFICIOS	El usuario tendrá conocimiento del estado de las acciones que ha realizado si estas fueron exitosas, están en proceso o fallaron con lo cual podrá realizar las acciones respectivas.

Tabla 16. Propuesta N°1 heurística Visibilidad del estado del sistema.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H02 Conexión y Comunicación Es indispensable para el usuario conocer en todo momento el estado y características de la conexión y la comunicación establecida.
EXPLICACIÓN	<p>Es indispensable para el usuario conocer en todo momento si la conexión se ha realizado con éxito, en otras palabras si el usuario a través del sistema ha accedido a la red ya sea por wifi, cableada, 4G entre otros; además es importante conocer si hay una comunicación establecida ya sea entre profesionales de la salud o profesional de la salud y paciente a través de video llamadas, llamada de grupo, chat entre otros, teniendo en cuenta que es de suma importancia el tiempo de respuesta el cual debe ser adecuado para el envío y recepción de información.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ausencia de icono que muestre si existe alguna comunicación. -Ausencia de icono que muestre el tipo de conexión. -No hay información de la conexión establecida.
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -No hay icono del tipo de conexión que se ha realizado. -No hay icono del tipo de comunicación que se ha establecido. -No hay información de las características de la conexión. -No se muestra información de la comunicación (personas involucradas, tipo de comunicación (video llamada, llamada de grupo, chat)). <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Existe icono de conexión a la red. -Existe icono del tipo de comunicación realizada ya sea video llamada, llamadas grupales, entre otros. -Se muestra información relevante de los participantes de la comunicación tal como nombre y rol (paciente, medico, especialidad entre otros).
BENEFICIOS	<ul style="list-style-type: none"> -El usuario sabrá en todo momento si existe algún tipo de conexión a la red para el intercambio de la información. - El usuario sabrá qué tipo de comunicación puede establecer o ha establecido para así poder sacarle el máximo provecho. -Los usuarios tendrán conocimiento entre quienes se están comunicando y el perfil de profesional de salud con el que se comunican.

Tabla 17. Propuesta N°1 heurística Conexión y Comunicación.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H03 Lenguaje de los usuarios. Los mensajes que el sistema use para informar al usuario deben ser familiares a éste siempre que sea posible, además la información se debe presentar en orden natural y lógico.
EXPLICACION	<p>La información que muestra el sistema debe ser familiar al lenguaje manejado por los usuarios utilizando frases, conceptos, y terminología semejantes. Además de usar convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico, ya que los usuarios potenciales del sistema son profesionales de la salud tienen una formación previa en la cual manejan una serie de expresiones, frases y siglas para los diferentes parámetros que utiliza el sistema.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son: -Iconos no familiares a los usuarios. -Campos relacionados o interdependientes no están en la misma pantalla.</p> <p>Heurística relacionada: Diálogo simple y natural [14].</p>
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Los mensajes se presentan en lenguaje no apropiado para los usuarios -Las funciones del sistema no usan la terminología de los usuarios. -El ingreso de datos no se hace de forma ordenada y lógica. <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Hace uso de siglas para los nombres de signos vitales, como: Temp (Temperatura), SPO2 (Saturación de oxígeno), PNI (Presión no invasiva), entre otros [53], [54]. -Los diferentes mensajes se muestran en el lenguaje de los usuarios. -La información esta agrupada de forma lógica y de igual forma se presenta.
BENEFICIOS	<ul style="list-style-type: none"> -Mayor eficiencia en el uso del sistema por parte de los usuarios. -Reducción en el tiempo de aprendizaje. -El sistema es más intuitivo.

Tabla 18. Propuesta N°1 heurística Lenguaje de los usuarios.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H04 Consistencia y Estándares Los usuarios no deben preguntarse si las diversas palabras, situaciones o acciones significan lo mismo. Se deben aplicar los estándares y convenciones apropiadas teniendo en cuenta el tipo de aplicación tele-médica y usuarios finales.
EXPLICACIÓN	<p>Las aplicaciones deben ser consistentes con las expectativas de los usuarios, es decir, con su aprendizaje previo, por lo que no deberían preguntarse si las diversas palabras, situaciones o acciones significan lo mismo. Ha de usarse la misma terminología en avisos, menús, y pantallas de ayuda; además se debe mostrar y organizar la información por su significado aplicando los estándares y convenciones apropiados, teniendo en cuenta el tipo de aplicación tele-médica y usuarios finales.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -No se hace uso de estándares para representar la información. -Las diferentes interfaces no siguen un mismo patrón. -Botones de igual función tienen nombre diferente. <p>Heurísticas relacionadas:</p> <p>Estructura, Ceguera al color, Legibilidad y WYSWYG [14].</p>
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Uso inadecuado de colores para representación de signos vitales del paciente. Se recomienda usar colores diferentes para cada parámetro fisiológico medido [64], [65]. -Botones con el nombre diferente pero igual función tal como guardar y almacenar. <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Uso adecuado de nomenclatura. -Uso adecuado de colores para representar la información.
BENEFICIOS	<ul style="list-style-type: none"> -Comprensión adecuada de la información. -Mayor comprensión en menor tiempo del estado de salud del paciente, lo que conlleva a toma de decisiones más acertadas en menor tiempo.

Tabla 19. Propuesta N°1 heurística Consistencia y Estándares.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H05 Control y libertad del usuario El usuario debe sentir que tiene la libertad de explorar el sistema y sus funciones, por lo cual el sistema debe estar diseñado para responder a las acciones del usuario.
EXPLICACION	<p>El usuario debe sentir que tiene la libertad de explorar el sistema y sus funciones, por lo cual el sistema debe estar diseñado para responder a las acciones del usuario. Muchas veces los usuarios eligen funciones del sistema por error y necesitan a menudo una salida de emergencia claramente marcada, esto es, salir del estado indeseado sin tener que pasar por un diálogo extendido. Es importante disponer de funciones que permitan deshacer cambios en el sistema que fueron producidos por éste.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -No hay función de “undo” (paso atrás). -No hay función de “deshacer”. -Las acciones con consecuencias drásticas no tienen mensajes de confirmación. <p>Heurísticas relacionadas:</p> <p>Recuperación de acciones, Interfaces explorables, Salidas claramente marcadas y Navegación visible [14].</p>
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Hay funciones bloqueadas a los usuarios. -No existe la función deshacer <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -El usuario puede navegar libremente a través del sistema -Se pueden deshacer cambios del sistema -Existen salidas claramente marcadas
BENEFICIOS	<ul style="list-style-type: none"> -Mayor comodidad por parte de los usuarios, lo que provoca un aumento en la confianza del uso del sistema por lo cual genera un mejor grado de aceptación a éste. -Al ser un sistema explorable, el usuario pasara rápidamente de ser novato a ser experto.

Tabla 20. Propuesta N°1 heurística Control y libertad del usuario.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H06 Gestión de errores. El sistema debe estar diseñado para que el usuario no provoque errores irreversibles, mediante elementos que guíen a los usuarios en el proceso de interacción con el sistema, con la finalidad de obtener resultados deseables por el usuario; también deben existir mecanismos de recuperación o manejo de errores. Se debe garantizar que el usuario nunca pierda su trabajo a causa de acciones equivocadas.
EXPLICACIÓN	<p>Es indispensable que el sistema se diseñe para evitar los errores que pueda cometer el usuario. Sin embargo, si ocurre algún error, el sistema debe presentar mensajes de errores claros y visibles. Además, se le debe brindar al usuario, soluciones claras para recuperarse ante un error, sin que hayan consecuencias graves como pérdida de información.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -No hay marcas de agua en los campos que debe llenar el usuario. -No se marcan los campos obligatorios. -Los errores y mensajes de recuperación no se presentan en lenguaje del usuario. <p>Heurísticas relacionadas:</p> <p>Protección del trabajo del usuario, Diseñar el dialogo para mostrar Trabajo pendiente y Feedforward [14].</p>
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -En formularios no se hace uso de marcas de agua para guiar a los usuarios. -No existe mecanismo de recuperación del estado del sistema, como puntos de restauración. <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Marcas adecuadas para la información que el usuario debe ingresar. -Posibilidad de crear puntos de restauración. -Almacenamiento automático de cierta información.
BENEFICIOS	<ul style="list-style-type: none"> -Recuperación fácil del sistema cuando haya un error. -No hay pérdida de información vital a causa de acciones equivocadas.

Tabla 21. Propuesta N°1 heurística Gestión de errores.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H07 Visibilidad y carga cognitiva No debe ser necesario que el usuario memorice información para realizar una tarea. El usuario debe poder acceder fácilmente a los datos que necesite o éstos deben estar presentes en la interfaz.
EXPLICACION	<p>La información e instrucciones que el usuario necesite para realizar las tareas ha de ser de fácil acceso o presentarse en la interfaz ya que hay un límite de cuánta nueva información puede el cerebro procesar a la vez. Además se deben evitar elementos invisibles de navegación que han de ser inferidos por los usuarios ya que se disminuye la eficacia del trabajo realizado.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none">-Recordar grandes cantidades de información para realizar tareas.-Existen menús o elementos ocultos. <p>Heurísticas relacionadas:</p> <p>Carga Cognitiva y Visibilidad [14].</p>
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none">-Interfaces sobrecargadas con información innecesaria.-Uso de información difícil de recordar.-Menús ocultos. <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none">-Todas las funciones están a la vista del usuario.-Información correlacionada agrupada de forma lógica.
BENEFICIOS	Eficiencia y eficacia en el uso del sistema ya que elementos innecesarios no distraerán a los usuarios.

Tabla 22. Propuesta N°1 heurística Visibilidad y carga cognitiva.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H08 Flexibilidad y eficiencia de uso El sistema debe estar diseñado tanto para usuarios expertos como novatos. A medida que los usuarios interactúan con el sistema deben ser capaces de personalizar sus acciones frecuentes.
EXPLICACION	<p>El sistema debe estar diseñado tanto para usuarios expertos como novatos debido al desarrollo y mejora de las habilidades de los usuarios en el uso del sistema, por lo tanto, a medida que los usuarios interactúan con el sistema deben ser capaces de personalizar sus acciones frecuentes mediante atajos, para mejorar su rendimiento y por ende reducir el tiempo de interacción con el sistema.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -No se puede personalizar el espacio de trabajo -Está diseñado solo para un tipo de usuario (novato ó experto) -No se puede crear atajos o accesos directos, o comandos. <p>Heurísticas relacionadas:</p> <p>Atajos para usuarios y Simplicidad [14].</p>
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -No se puede adaptar a las necesidades de los usuarios -No se puede crear accesos directos <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Se pueden crear atajos. -Existe la opción de crear comandos. -Se pueden manipular los elementos de las interfaces a las necesidades de los usuarios.
BENEFICIOS	<ul style="list-style-type: none"> -Reducción en el número de interacciones con el sistema y por ende reducción del tiempo mejorando la atención. -Eficiencia y eficacia del trabajo realizado por los usuarios (personal de salud).

Tabla 23. Propuesta N°1 heurística Flexibilidad y eficiencia de uso.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H09 Estética de diálogo y diseño minimalista. El sistema no debe contener información o elementos irrelevantes o raramente utilizados para evitar distracción; sin embargo, en los sistemas tele médicos se debe mostrar, en una interfaz, varios datos de forma simultánea, por lo cual es importante agruparlos de manera ordenada.
EXPLICACION	<p>El sistema no debe contener información o elementos irrelevantes o raramente utilizados para evitar distracción ya que compite con las unidades relevantes de la información y disminuye su visibilidad relativa. Sin embargo, debido a la gran cantidad de información que el profesional de la salud debe visualizar de un mismo paciente, es necesario presentar la información de manera ordenada agrupándola por tipo y teniendo en cuenta la representación ya conocida en las interfaces telemédicas existentes.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none">-Las interfaces están sobrecargadas con información no relevante.-Hay elementos o funciones en las interfaces que raramente se usan.
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none">-Información irrelevante se muestra por pantalla-Elementos innecesarios aparecen en las interfaces <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none">-Sólo aparecen elementos oportunos y necesarios en las interfaces.-Las interfaces deben ser lo más sencillas posible.
BENEFICIOS	Al estar la información de forma ordenada y al presentarse solo los elementos relevantes, se evita la distracción de los usuarios lo que mejora la eficiencia y eficacia del sistema

Tabla 24. Propuesta N°1 heurística Estética de diálogo y diseño minimalista.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H10 Configuración por defecto. El sistema debe anticiparse a las necesidades del usuario mediante la configuración por defecto de perfiles de personal de salud y pacientes, con campos que se puedan modificar fácilmente según criterio del usuario.
EXPLICACIÓN	<p>El sistema deberá tener configuración por defecto anticipándose a las necesidades de los usuarios mediante configuración de perfiles de pacientes y personal de salud teniendo en cuenta variables de los pacientes tales como edad, género entre otros y por parte del profesional de salud, información como formación académica y especialidad.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -No hay configuración de usuarios por defecto del personal de la salud. -No es posible hacer una configuración predeterminada del sistema. -Se debe configurar el sistema desde cero cada vez que se usa.
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> -No hay una configuración por defecto de valores vitales que indiquen el estado de salud de un paciente. <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Configuración de perfil de personal de salud (médico, enfermero, paramédico). -Configuración de perfil de paciente (neonato, niño, adulto, adulto mayor).
BENEFICIOS	El cumplimiento de ésta heurística permite agilizar el registro de pacientes en el sistema.

Tabla 25. Propuesta N°1 heurística Configuración por defecto.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H11 Ayuda general y documentación. Además de disponer de ayuda y documentación para el uso del sistema de manera clara, concisa, ordenada y fácil de buscar, el sistema debe incluir información médica detallada referente al tipo de aplicación.
EXPLICACION	Además de disponer de ayuda y documentación para el uso del sistema de manera clara, concisa, ordenada y fácil de buscar, el sistema debe incluir información médica detallada referente al tipo de aplicación para poder hacer uso adecuado del sistema.
EJEMPLOS	Ejemplos de violación: -Las opciones presentadas en la interfaz no tienen una descripción. Ejemplos de cumplimiento: -Cada elemento en la interfaz presenta una descripción concisa acerca de para qué sirve.
BENEFICIOS	El usuario puede visualizar de manera rápida para qué sirve cada opción presentada, sin necesidad de leer una extensa guía del uso del sistema.

Tabla 26. Propuesta N°1 heurística Ayuda general y documentación.

Como conclusión, se obtuvieron un total de once heurísticas propuestas para el diseño de sistemas telemédicos. Las heurísticas “Visibilidad del estado del sistema”, “Consistencia y estándares”, “Control y libertad de usuario”, “Flexibilidad y eficiencia de uso”, “Estética de diálogo y diseño minimalista” y “Ayuda y documentación” fueron extraídas de las heurísticas de Nielsen [12], sin modificaciones a su definición. Sin embargo, en la plantilla extendida, se adaptaron al contexto de la telemedicina, mediante ejemplos de violación y cumplimiento de la heurística.

Por otra parte, de las heurísticas de Nielsen [12] “Coincidencia entre el sistema y el mundo real”, “Prevención de error” y “Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores”, y “Reconocimiento en lugar de recuerdo” se propusieron los principios “Lenguaje de los usuarios”, “Gestión de errores” y “Visibilidad y carga cognitiva” respectivamente. Sus definiciones son similares a las de Nielsen [12], pero enfocadas hacia la telemedicina.

Finalmente, se proponen las heurísticas “Conexión y Comunicación” y “Configuración por defecto”, las cuales surgieron principalmente, de lo encontrado en la etapa exploratoria.

CAPITULO IV

4. Evaluación del proceso

Para la validación de las heurísticas propuestas para aplicaciones telemédicas se desarrollaron cuatro etapas, las cuales se describen a continuación.

En la primera etapa, se realizó un formulario con una serie de preguntas relacionadas a cada heurística propuesta. Cada pregunta fue calificada de manera cuantitativa y cualitativa por estudiantes de posgrado de ingeniería de sistemas, los cuales tienen conocimientos de usabilidad adquiridos en el transcurso del programa y en la especialización que se encuentran realizando.

En la segunda etapa, se realizó una validación experimental con dos grupos de estudiantes de pregrado de ingeniería de sistemas, los cuales diseñaron interfaces telemédicas. Un grupo se apoyó en las heurísticas propuestas para su diseño. En contraste, al otro grupo se le entregaron las heurísticas de Jakob Nielsen para realizar su diseño.

En la siguiente etapa, se evaluó la usabilidad de las interfaces telemédicas obtenidas en la etapa anterior mediante la técnica llamada “Interacción constructiva”, la cual se realizó con los usuarios finales, es decir, personas del área de la salud. Adicionalmente se les entrega una encuesta de satisfacción. De acuerdo a la hipótesis, se espera que el diseño que se realizó apoyándose en las heurísticas propuestas para telemedicina, sea más usable que el que se realizó con las heurísticas de usabilidad de Jakob Nielsen.

En la última etapa, se realizó una evaluación heurística, por estudiantes de ingeniería de sistemas. En esta actividad, los participantes evaluaron la usabilidad de los dos prototipos, obtenidos en la primera etapa, mediante las heurísticas propuestas en éste proyecto. Para validar que las heurísticas propuestas son idóneas para el diseño de interfaces de telemedicina, lo cual hace referencia al objetivo específico 3, el diseño realizado a partir de ellas debe presentar menos problemas de usabilidad, y cumplir con más heurísticas que el prototipo diseñado mediante las heurísticas de Nielsen [12]. Además dado que las heurísticas deben permitir mejorar la facilidad de aprendizaje, esto hace parte de la idoneidad, y se determina a partir de los resultados de la encuesta de satisfacción de la etapa anterior.

Finalmente, con los resultados obtenidos en las cuatro etapas de validación, se refinaron las heurísticas. A continuación, se detallan las etapas de la evaluación:

4.1. Etapa 1: Evaluación de las heurísticas propuestas con expertos en usabilidad

Para llevar a cabo esta actividad, se realizó un formulario, el cual contiene la definición de telemedicina [1], establecida por la Organización Mundial de la salud, para contextualizar a los participantes. A continuación, se presenta la escala de calificación para cada pregunta:

- (1) Totalmente en desacuerdo
- (2) En desacuerdo
- (3) Neutral
- (4) De acuerdo
- (5) Totalmente de acuerdo

Cada una de las heurísticas, tiene su definición y una serie de preguntas relacionadas a la heurística.

Los estudiantes de posgrado que asumen el rol de expertos en usabilidad en ésta etapa son: Andrés Felipe Aguirre Aguirre (afaguirre@unicauca.edu.co) y Angela Patricia Villarreal Freire (avillarreal@unicauca.edu.co). Se contactaron a otros dos estudiantes de posgrado pero por cuestiones de tiempo no pudieron hacer parte de la actividad.

4.1.1. Desarrollo de la actividad

Los dos participantes calificaron individualmente cada pregunta en el formulario (anexo 1). Además de ello, dejaron sus comentarios y/o sugerencias.

Una vez calificadas todas las preguntas, como punto final se les pidió organizar las heurísticas de acuerdo a su relevancia en el tema.

4.1.2. Resultados

A continuación, se presenta una tabla con las heurísticas que recibieron comentarios y/o sugerencias:

Código de la heurística	Nombre de la heurística	Pregunta relacionada a la heurística o definición general de la heurística	Comentarios y/o sugerencias
H01	Visibilidad del estado del sistema	¿Se presenta al usuario un mensaje visual y/o sonoro para indicar alguna variación en la información vital del paciente?	El estado del sistema no es lo mismo que la información vital del paciente.
		¿Al seleccionar una opción se distingue de las demás?	No tiene nada que ver la heurística con esta pregunta.
		Cuando se envía información de manera remota ¿se presenta retroalimentación apropiada y oportuna que indique si el envío es o no exitoso?	Se podría formular mejor la pregunta, de igual manera no creo que aplique para todos los sistemas de telemedicina.
		Cuando se envía información de manera remota, ¿se presenta retroalimentación apropiada	Recibida es vista por otra persona? o qué significa? porque podría ser muy similar

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

		y oportuna que indique si la información fue recibida?	a la pregunta anterior.
		¿Son los tiempos de respuesta adecuados para cada tarea?	Esta podría ponerse en otra heurística, porque esta habla de la visibilidad solamente.
H02	Conexión y Comunicación	¿En la interfaz se muestra un ícono y/o algún tipo de mensaje si se interrumpe la conexión a la red?	Creo que se deberían explorar más preguntas porque el tema de comunicación y conexión es amplio.
		¿Hay algún ícono que señale el método de comunicación digital (videollamada, chat, llamada de voz, entre otros) que se está utilizando?	
		¿Hay algún ícono que señale el tipo de conexión (inalámbrica, por cable, bluetooth, entre otros) que se está utilizando?	
		¿Es posible determinar si hay otro u otros usuarios en línea?	
H03	Lenguaje de los usuarios	¿Las opciones presentadas al usuario, al igual que la información vital del paciente está organizada de manera lógica al usuario?	Esto tendría que ver con alguna heurística de organización de contenidos.
H04	Consistencia y estándares	¿Los elementos están ubicados donde se espera encontrarlos?	Esto tendría que ver con la facilidad de uso, o con experiencia de usuario.
		¿Los iconos están etiquetados?	No estoy segura que entre en esta heurística la pregunta.
H05	Control y libertad de usuario	¿Hay opciones deshabilitadas?	¿Qué tiene que ver? cómo a través de esta opción se cumple la heurística?

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

		Quando el usuario completa una tarea ¿el sistema espera la confirmación del usuario para procesar?	Debería estar en otra heurística.
H06	Gestión de errores	¿Si no hay conexión a la red, los datos quedan almacenados para luego ser enviados?	No le veo la relación con una heurística de usabilidad, más bien podría servir como parte de seguridad pero este aspecto no tiene que ver con la interacción directa del usuario.
		¿Se indica cuáles son los campos obligatorios?	No le veo la relación con la gestión de errores.
H07	Visibilidad y carga cognitiva	¿No es necesario recordar las opciones escogidas para realizar una tarea?	Mejorar la pregunta. en vez de un negativo, en afirmativo.
H08	Flexibilidad y eficiencia de uso	¿Se presentan atajos o es posible crearlos para acceder a una determinada opción y/o información?	Complementar con más preguntas la heurística.
H09	Diseño estético y minimalista	Pese a la gran cantidad de datos que se deben presentar al usuario de sistemas telemédicos ¿los elementos se presentan de manera ordenada?	No sé si esto es relevante, pero debería considerarse aspectos de contraste y tipografía ya que se habla de estética.
		¿No hay elementos innecesarios en la interfaz?	
		¿El sistema completa con punto decimal una entrada de números si es necesario?	
H11	Ayuda y documentación	¿El usuario puede cambiar el nivel de detalle de la información que está visualizando?	¿De la ayuda? Porque si no, esta pregunta no iría en esta categoría.

Tabla 27. Comentarios y sugerencias de las heurísticas de usabilidad por parte de los expertos

4.2. Etapa 2: Diseño de interfaces telemédicas

Para que un producto software genere valor para los usuarios finales, es necesario considerar desde las primeras etapas de creación del software a la usabilidad. Un software adquirido por una organización puede permitir realizar las tareas que los usuarios deben desarrollar pero si no es entendible, difícilmente lo van a utilizar para llevar a cabo sus funciones. En este caso, para el diseño de interfaces de aplicaciones telemédicas es necesario hacer uso de principios de usabilidad que guíen el diseño con el fin de generar un producto amigable al usuario final [15].

Para el desarrollo de esta etapa, se realizaron dos diseños de interfaces de usuario de un sistema telemédico haciendo uso de las heurísticas de usabilidad de Nielsen [12] y de las heurísticas propuestas en éste trabajo de grado.

4.2.1. Selección de la aplicación telemédica a diseñar

La telemedicina es una forma en la cual los profesionales en la salud pueden brindar servicios médicos de manera remota. Existen diferentes tipos de aplicaciones telemédicas [16] tales como tele-prevención, tele-diagnóstico, tele-monitorización o tele-emergencias, entre otras.

La aplicación telemédica a diseñar se enfoca en la tele-emergencia. Este tipo de aplicación telemédica permite resaltar la importancia de usar este tipo de aplicaciones cuando un paciente en estado crítico está lejos de un centro de salud y necesita atención médica inmediata. Se seleccionó la tele-emergencia porque esta investigación surgió a partir de un proyecto entre la Universidad del Cauca y la empresa MACCOB, la cual está dedicada a brindar soluciones al sector salud e industrial. Esta última requería un sistema que permitiera la comunicación remota entre una ambulancia que lleve un paciente y un centro asistencial, con la finalidad de transmitir información y datos del paciente en tiempo real, para que el personal en la ambulancia pueda recibir recomendaciones, para preservar la vida del paciente, dadas por profesionales de la salud que aguardan en el centro asistencial. Por lo tanto, los requisitos del sistema a diseñar son los siguientes:

El sistema telemédico a diseñar se denominará SIS-I y será un producto diseñado para permitir la comunicación en tiempo real entre el personal médico que se transporta en la ambulancia y personal médico que se encuentre en un centro asistencial (ver Figura 2).

Inicialmente el personal médico en la ambulancia debe conectar al paciente los dispositivos necesarios que captarán los signos vitales del paciente. Dichos dispositivos (los necesarios para medir presión arterial, respiración, temperatura, entre otros) harán parte del sistema telemédico.

Posteriormente se registrará al paciente en el sistema SIS-I indicando los datos más relevantes tal como tipo de paciente (neonato, niño, adulto mayor, etc.), descripción del estado de salud, género y la información que considere importante. A continuación, si el personal de salud lo considera necesario, establecerán una comunicación con el personal

médico que aguarda en el centro asistencial a la espera del paciente. La comunicación puede ser mediante distintas formas como escrita, video-llamada, llamada, entre otros. Una vez establecida la comunicación, el personal médico que se encuentra en el centro asistencial, puede visualizar mediante el sistema, los signos y datos del paciente, además de las observaciones hechas por el personal de la ambulancia; además pueden dar sugerencias sobre la medicación que debe recibir el paciente o las acciones que deben tomar para preservar su vida hasta que llegue al centro asistencial.

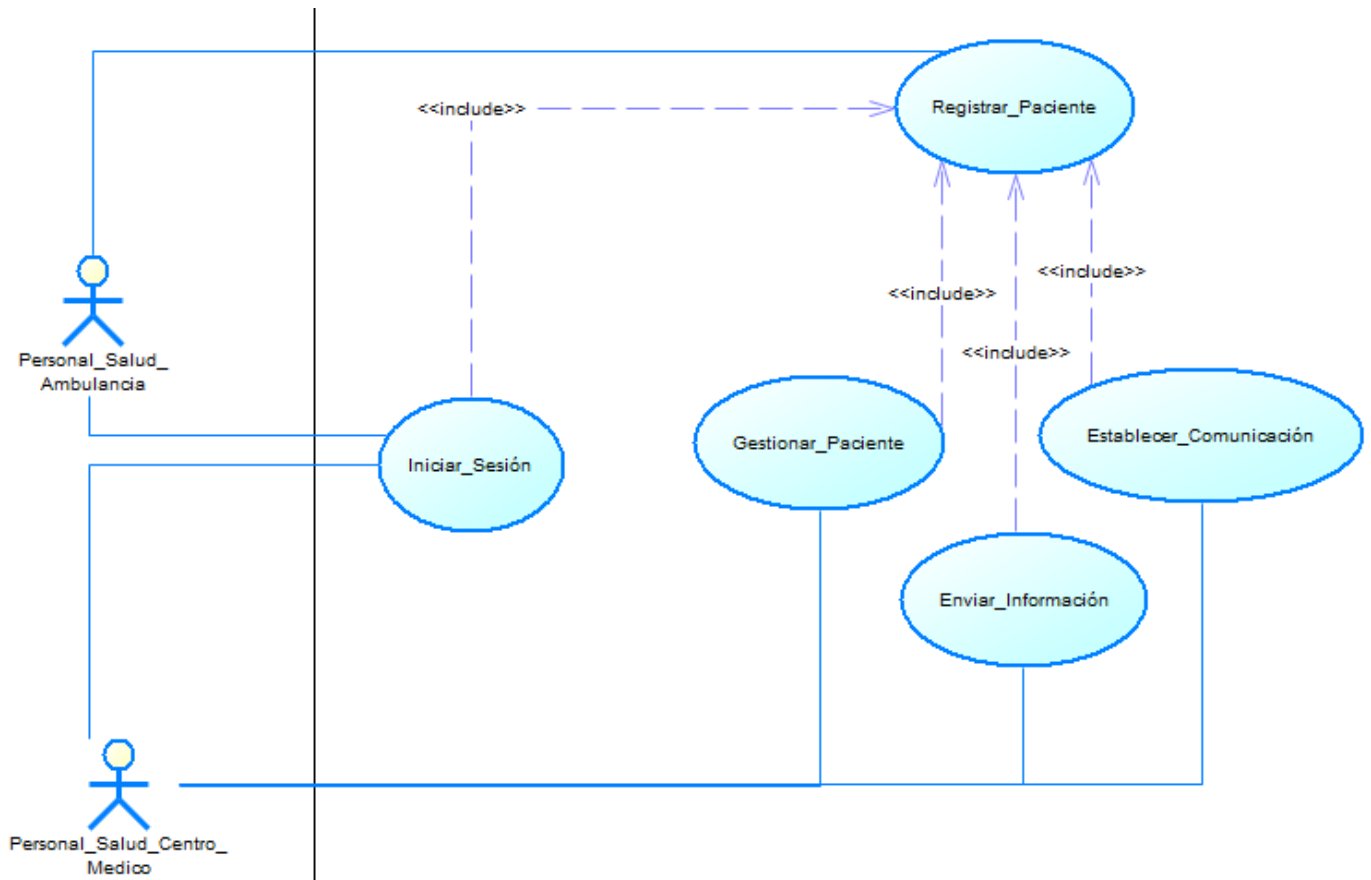


Figura 2. Diagrama de casos de uso del prototipo

4.2.2 Selección de participantes

Se escogieron seis estudiantes de ingeniería de sistemas, de últimos semestres, quienes fueron los encargados de diseñar las interfaces principales de la aplicación telemédica mencionada anteriormente. Los participantes fueron:

PARTICIPANTES DEL DISEÑO DE INTERFACES DE USUARIO		
Participante	Semestre que está cursando	Correo electrónico
GRUPO 1		
Beatriz Elena Sotelo Macías	Estudiante en proyecto de grado	besotelo@unicauca.edu.co
William Ortega García	Octavo	williamort@unicauca.edu.co
Jonny Alexander Montero Sandoval	Estudiante en proyecto de grado	jamontero@unicauca.edu.co
GRUPO 2		
Yurani Andrea Paz	Estudiante en proyecto de grado	yuranipaz@unicauca.edu.co
Juan Carlos Narvaez Narvaez	Estudiante en proyecto de grado	juanarvaez@unicauca.edu.co
Albert Antonio Muñoz Vargas	Estudiante en proyecto de grado	albertmunoz@unicauca.edu.co

Tabla 28. Diseñadores de las interfaces de usuario de los prototipos

4.2.3 Desarrollo de la actividad

A todos los participantes se les entregó de manera escrita, material con los conceptos más relevantes del tema. Adicional a esto se les aclaró dudas y posteriormente se procedió a la entrega de la descripción de la aplicación telemédica, para la cual debían crear las interfaces, y un diagrama de casos de uso (Ver Figura 2), que les brindó una mayor comprensión. El diseño se realizó en prototipos en papel.

Se organizaron a los participantes en dos grupos de tres personas cada uno (figura 3). A un grupo se les entregó las heurísticas de usabilidad propuestas para el diseño de interfaces de telemedicina. Al otro grupo se les entregó las heurísticas de usabilidad de Jakob Nielsen. Cada grupo de estudiantes debió considerar la usabilidad en su diseño apoyándose en el set de heurísticas asignadas. Esto se realizó con el objetivo de contrastar los dos diseños.

Las fechas acordadas para la realización de ésta actividad son: 19 de diciembre de 2018 y 16 y 17 de enero de 2019.



Figura 3. Grupo 2 de diseñadores de interfaces de prototipo 2

4.2.4. Resultados

Cada grupo entregó un prototipo en papel, generado a partir de los requerimientos mencionados.

El grupo que usó el conjunto de heurísticas de usabilidad de Jakob Nielsen, generó un total de 10 interfaces de usuario algunas interfaces (ver Figura 6 y Figura 7). En contraste el otro grupo generó 14 interfaces de usuario (ver Figura 4 y Figura 5).

Para facilitar la comprensión de los resultados en las siguientes etapas, se denomina al prototipo realizado a partir de las heurísticas propuestas en este trabajo, como “prototipo 1” (Anexo 5), y al prototipo realizado a partir de las heurísticas de Jakob Nielsen como “prototipo 2” (Anexo 6).

A continuación, se presenta algunas interfaces diseñadas por los grupos:

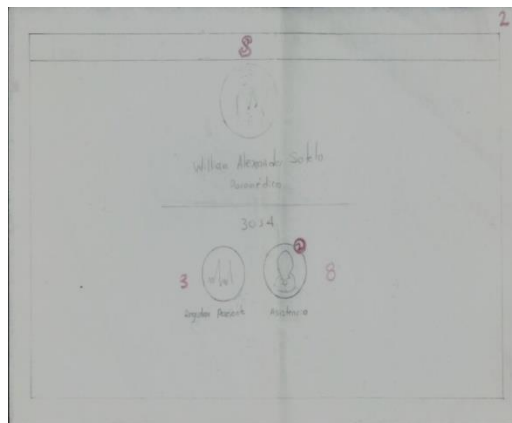


Figura 4. Interfaz de acceso al sistema del prototipo 1

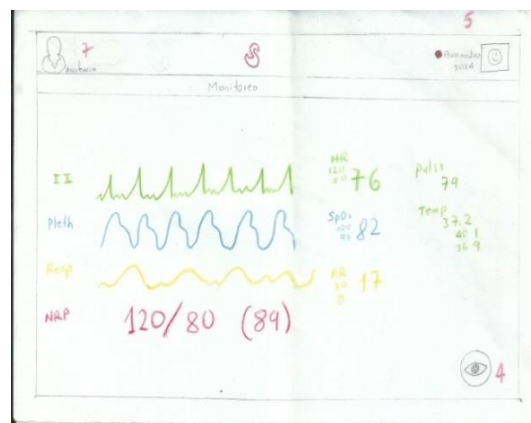


Figura 5. Interfaz de monitorización de signos vitales del prototipo 1

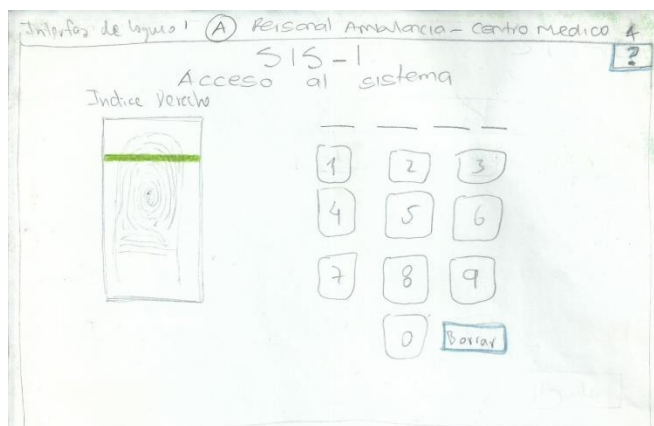


Figura 6. Interfaz de acceso al sistema del prototipo 2



Figura 7. Interfaz de monitorización de los signos vitales del prototipo 2

Una vez que se obtuvo los diseños de cada grupo elaborados mediante prototipos en papel, se decidió trasladarlos a un diseño web, replicando todas las interfaces realizadas por los

diseñadores. Esto se hizo para brindar un entorno más real a los usuarios finales en la siguiente etapa.

Cabe resaltar que en las sub-etapas siguientes de validación, se evalúa los diseños generados y se da cumplimiento al objetivo específico tres: Validar la idoneidad de las heurísticas propuestas a través de un estudio de caso. La especificación del estudio de caso se presenta en el anexo 9.

4.3. Interacción constructiva

El método “Interacción constructiva” es una variante de la prueba “Pensando en voz alta” o “Thinking aloud”. Ésta última consiste en pedirle a los participantes que utilicen el sistema mientras piensan continuamente en voz alta, es decir, simplemente verbalizan sus pensamientos a medida que avanzan a través de la interfaz del usuario [26].

Para realizar la prueba “Interacción constructiva” se requiere que dos usuarios de prueba exploren la interfaz en conjunto y vayan compartiendo sus opiniones. De esta forma, los usuarios establecen una comunicación e interacción natural mientras descubren el sistema. En la interacción constructiva, los usuarios no se limitan a listas de tareas, sino que son libres de explorar el sistema.

Entre las ventajas de este tipo de pruebas se destacan:

- No se distorsiona la realidad.
- Es más natural para el usuario verbalizar conjuntamente.

Algunas de las desventajas que se presentan son:

- Se necesita un número doble de participantes.
- Los usuarios pueden tener diferentes estrategias de aprendizaje.
- Es probable que la interfaz nunca sea usada por dos usuarios en conjunto en condiciones reales.

4.3.1. Selección de los participantes

Los usuarios finales con los cuales se llevó a cabo esta actividad son miembros de la empresa “Servicios pre-Hospitalarios de Atención Médica S.A.S I.P.S” (SPAM). Esta empresa se encarga de prestar el servicio de transporte asistencial en ambulancia en todo el territorio nacional desde el año 2007.

4.3.2. Realización de la prueba “Interacción constructiva”

Para realizar la prueba se organizaron a los participantes en parejas (profesional de la salud y conductor de ambulancia). De esta manera la prueba se convirtió en un diálogo entre los dos integrantes acerca de las interfaces de usuario y a su vez se disminuyó el estrés que pudieron sentir al opinar con sinceridad sobre lo que visualizan. Los participantes fueron:

PARTICIPANTES DE LA TÉCNICA “INTERACCIÓN CONSTRUCTIVA”				
Nombre	Edad	Profesión y cargo	Tiempo de experiencia	Identificación en esta investigación
GRUPO 1				
Jazmín Fernández	24 años	Auxiliar de enfermería	Un año	Usuario 1
César Benites	60 años	Conductor de ambulancia	20 años	Usuario 2
GRUPO 2				
Gerson Dizo	26 años	Técnico en atención pre-hospitalaria	5 años	Usuario 3
Jhon Jairo Mera	36 años	Conductor de ambulancia	2 años	Usuario 4
GRUPO 3				
Andrés Muñoz Silva	23 años	Auxiliar de enfermería	2 años	Usuario 5
Yeison Leandro Higón Mamian	30 años	Conductor de ambulancia	4 años	Usuario 6

Tabla 29. Usuarios de los prototipos

Los pasos que se siguieron para llevar a cabo la prueba son:

1. Se explica a los integrantes de cada grupo cómo se va a realizar la actividad.
2. Se le entrega al grupo, uno de los dos prototipos obtenidos en la etapa anterior para que digan lo que piensan mientras interactúan con este (figuras 8 a la 10).
3. Una vez finalizada la interacción con el primer prototipo, a cada uno se le entrega una encuesta de satisfacción para que califiquen en una escala de 1 a 5 cada pregunta y posteriormente si lo desean pueden escribir sus observaciones (anexo 2).
4. Se le entrega al grupo el segundo prototipo y de la misma manera que con el primero, se realiza la prueba “Interacción constructiva”.
5. Al igual que con el primer prototipo se les entrega a los participantes una encuesta de satisfacción (anexo 2).
6. Finalmente, los participantes llenan una encuesta de uso de tecnología la cual sirve para conocer su nivel de uso de dispositivos tecnológicos de información y comunicación, y aplicaciones similares a los prototipos presentados (anexo 3).

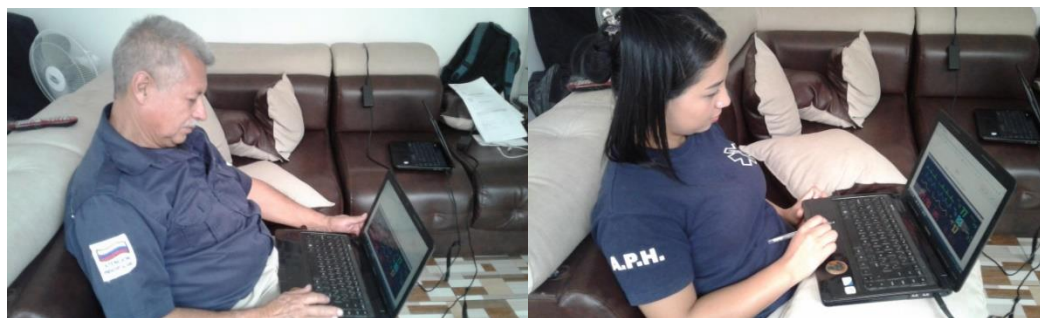


Figura 8. Grupo 1 interactuando con los prototipos

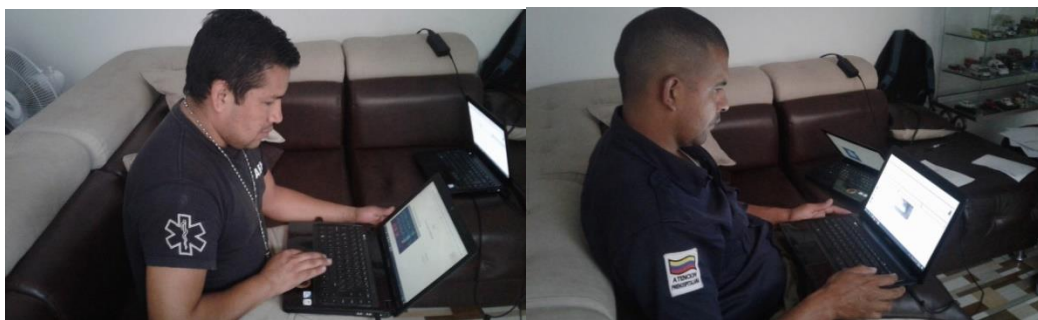


Figura 9. Grupo 2 interactuando con los prototipos

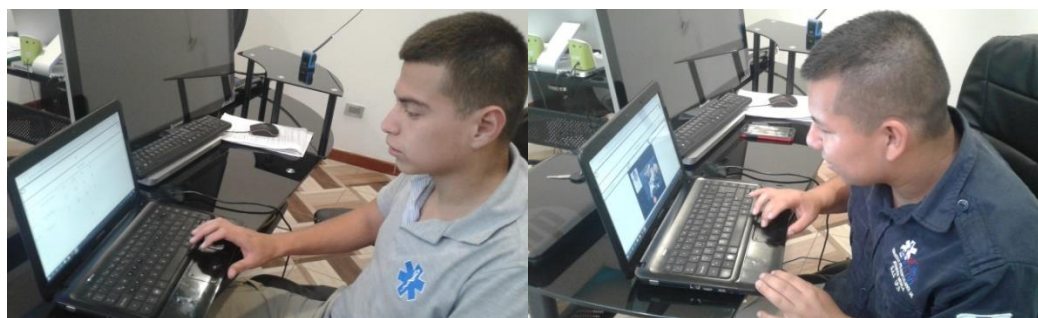


Figura 10. Grupo 3 interactuando con los prototipos

4.3.3. Resultados

La facilidad de aprendizaje, define en cuanto tiempo un usuario, que nunca ha visto una interfaz, puede aprender a usarla bien y realizar operaciones básicas [66]. Por lo tanto, para evaluar la facilidad de aprendizaje se toma el tiempo que un usuario utilice para realizar una tarea representativa del sistema.

Los prototipos generados en este trabajo presentan las siguientes tareas representativas:

-Registro de pacientes: Esta tarea empieza una vez el usuario inicia la sesión. El usuario debe llenar un formulario acerca del paciente y mediante la opción de registrar paciente completa la tarea. Al intentar evaluar la facilidad de aprendizaje mediante esta tarea, se analiza que el tiempo que el usuario tarda en completar la tarea, depende principalmente de lo que tarde en digitar toda la información. Dado que la mecanografía influye directamente en el tiempo utilizado para cumplir con el registro de pacientes, se hizo necesario evitar un sesgo equivocado que proporcionara resultados que no son concluyentes para determinar si los prototipos son fáciles de aprender. Por lo tanto, se concluye que no es apropiado evaluar la facilidad de aprendizaje mediante esta tarea.

-Establecer comunicación con un profesional de la salud: Para realizar esta tarea, el usuario primero debe registrar un paciente, por lo tanto, en esta tarea también influye la rapidez con que el usuario ingrese la información del paciente.

Por lo tanto, ninguna de las dos tareas fue apropiada para evaluar la facilidad de aprendizaje. Debido a lo anterior, se hizo necesario considerar los siguientes criterios relacionados con la facilidad de aprendizaje [5]:

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

- Predictibilidad
- Síntesis
- Familiaridad
- Generalización de los conocimientos previos
- Consistencia

Para cada uno de estos conceptos se realizó una pregunta en la encuesta de satisfacción. Las preguntas que no se relacionan a ninguno de los conceptos anteriores sirvieron para determinar la satisfacción de cada usuario final al interactuar con los prototipos. Las preguntas son las siguientes:

1. Recomendaría el software a mis colegas.
2. Es fácil de usar.
3. En todo momento sé cómo continuar (Relacionada con la predictibilidad [6]).
4. Disfruto su manejo.
5. La información me resulta útil.
6. La manera en que se presenta la información es clara y entendible.
7. En todo momento tengo la información suficiente y necesaria en pantalla (Relacionada con la Síntesis [7]).
8. La organización de los elementos es consistente en todas las interfaces de la aplicación (Relacionada con la Consistencia [10]).
9. Me gustaría usarlo diariamente.
10. La información que me provee es entendible (Relacionada con la Generalización de los conocimientos previos [9]).
11. La aplicación tiene similitud con otras que haya utilizado (Relacionada con la Familiaridad [8]).

4.3.3.1. Resultados de la encuesta por participante

A continuación, se presenta las respuestas dadas por cada uno de los participantes: de los prototipos

Resultado de la encuesta de satisfacción		
Usuario 1		
Número de pregunta	Prototipo 1 Calificación	Prototipo 2 Calificación
1	4	4
2	4	4
3	3	3
4	4	4
5	4	4
6	4	4
7	2	2
8	4	2
9	4	4
10	4	4
11	2	2
Promedio	3,54545455	3,36363636

Tabla 30. Resultado de la encuesta de satisfacción del usuario 1.

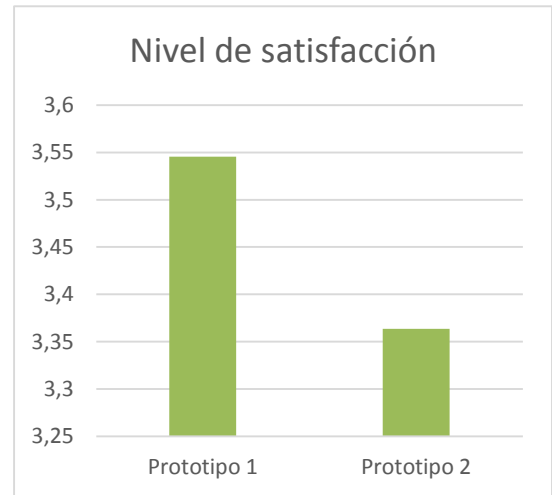


Figura 11. Nivel de satisfacción de usuario 1 de prototipos

Resultado de la encuesta de satisfacción		
Usuario 2		
Número de pregunta	Prototipo 1 Calificación	Prototipo 2 Calificación
1	4	3
2	4	3
3	4	3
4	3	2
5	4	4
6	4	4
7	4	4
8	4	4
9	3	3
10	3	3
11	3	2
Promedio	3,63636364	3,18181818

Tabla 31. Resultado de la encuesta de satisfacción del usuario 2

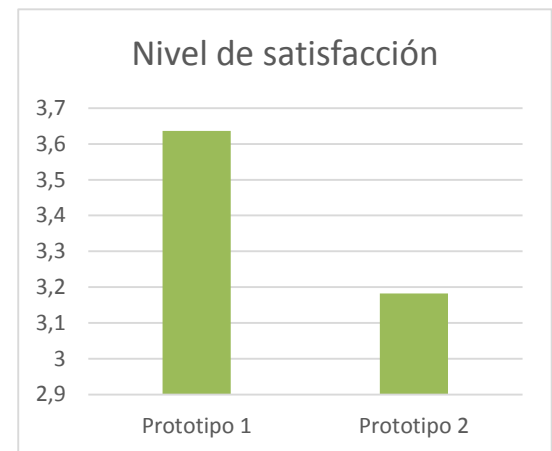


Figura 12. Nivel de satisfacción de usuario 2 de prototipos

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

Resultado de la encuesta de satisfacción		
Usuario 3		
Número de pregunta	Prototipo 1 Calificación	Prototipo 2 Calificación
1	5	5
2	5	4
3	4	5
4	5	5
5	5	5
6	4	5
7	4	5
8	4	4
9	4	4
10	4	5
11	5	5
Promedio	4,45454545	4,72727273

Tabla 32. Resultado de la encuesta de satisfacción del usuario 3.

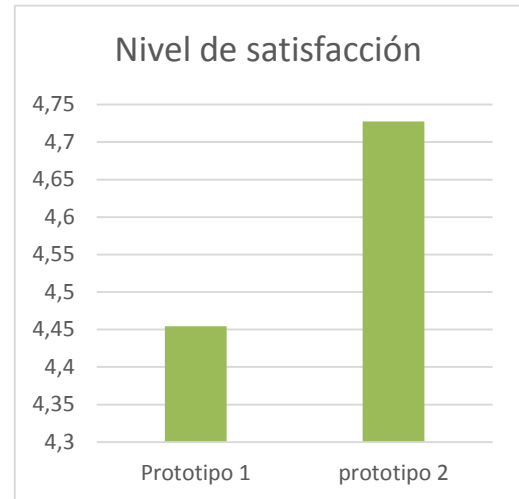


Figura 13. Nivel de satisfacción de usuario 3 de prototipos

Resultado de la encuesta de satisfacción		
Usuario 4		
Número de pregunta	Prototipo 1 Calificación	Prototipo 2 Calificación
1	5	5
2	5	5
3	5	5
4	5	5
5	5	5
6	5	5
7	5	5
8	5	5
9	5	5
10	5	5
11	3	3
Promedio	4,81818182	4,818181818

Tabla 33. Resultado de la encuesta de satisfacción del usuario 4.

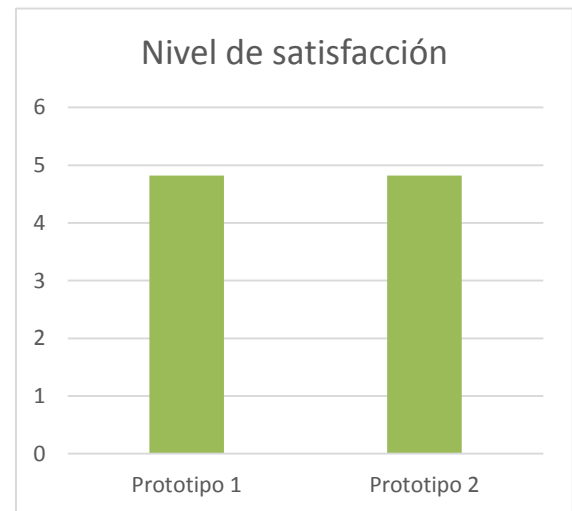


Figura 14. Nivel de satisfacción de usuario 4 de prototipos

Resultado de la encuesta de satisfacción		
Usuario 5		
Número de pregunta	Prototipo 1 Calificación	Prototipo 2 Calificación
1	5	4
2	4	4
3	3	3
4	4	5
5	5	5
6	5	4
7	4	4
8	4	4
9	5	5
10	4	5
11	5	5
Promedio	4,36363636	4,36363636

Tabla 34. Resultado de la encuesta de satisfacción del usuario 5.

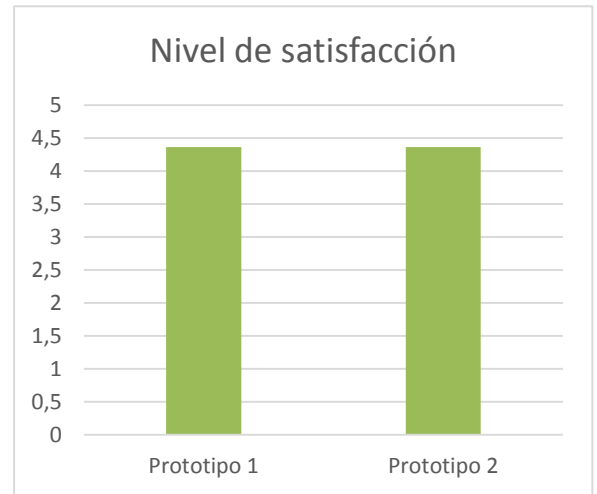


Figura 15. Nivel de satisfacción de usuario 5 de prototipos

Resultado de la encuesta de satisfacción		
Usuario 6		
Número de pregunta	Prototipo 1 Calificación	Prototipo 2 Calificación
1	5	5
2	5	5
3	5	5
4	5	5
5	5	5
6	5	5
7	5	5
8	5	5
9	5	5
10	5	5
11	5	5
Promedio	5	5

Tabla 35. Resultado de la encuesta de satisfacción del usuario 6

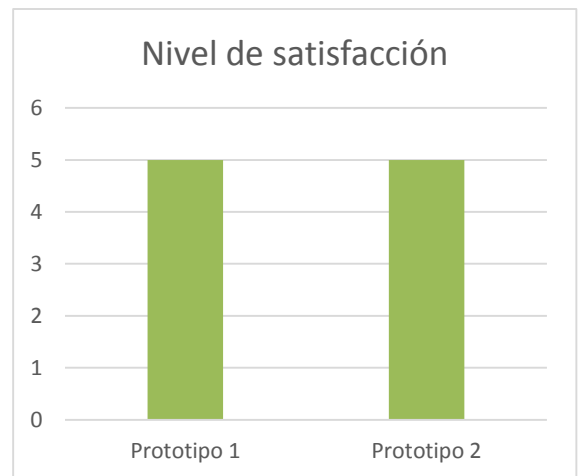


Figura 16. Nivel de satisfacción de usuario 6 de prototipos

Como se puede observar:

- Dos usuarios se sintieron más satisfechos al usar el prototipo 1.
- Un usuario se sintió más satisfecho al usar el prototipo 2.
- Tres usuarios se sintieron satisfechos al usar ambos prototipos.

4.3.3.2. Resultados obtenidos por pregunta

A continuación, se muestra la inclinación de los usuarios hacia uno de los dos prototipos, por pregunta.

Número de pregunta	Número de usuarios que prefieren el prototipo 1	Número de usuarios que prefieren el prototipo 2	Número de usuarios que son neutros en la selección de los prototipos
1	2	0	4
2	2	0	4
3	1	1	4
4	1	1	4
5	0	0	6
6	1	1	4
7	0	1	5
8	1	0	5
9	0	0	6
10	0	2	4
11	1	0	5

Tabla 36. Inclinación de los usuarios hacia los prototipos por pregunta de satisfacción

Como se puede observar los dos prototipos fueron altamente aceptados por los usuarios finales, por lo tanto, no hubo diferencias significativas en la escogencia de los prototipos. Sin embargo, se puede analizar que el prototipo 1 superó al prototipo 2 en las preguntas 1, 2, 8 y 11. De estas preguntas, la 8 y la 11 se enfocan hacia conceptos relacionados con la facilidad de aprendizaje:

Pregunta 8: “La organización de los elementos es consistente en todas las interfaces de la aplicación”. Esta pregunta se relaciona con la Consistencia.

Pregunta 11: “La aplicación tiene similitud con otras que haya utilizado”. Esta pregunta se relaciona con la Familiaridad (ver Figura 17).

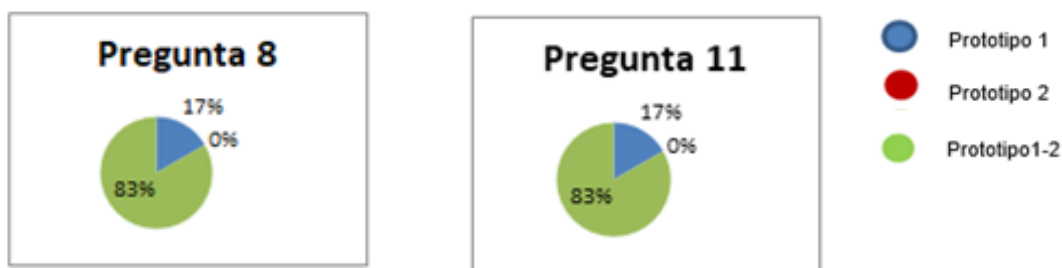


Figura 17. Preferencia de prototipos

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

Dado que la facilidad de aprendizaje se analizó bajo los cinco criterios mencionados, se puede concluir que las heurísticas de usabilidad propuestas en este trabajo de grado, lograron mejorar la facilidad de aprendizaje en relación a dos de ellos: Consistencia y familiaridad en un 17% cada uno. Por lo tanto, el prototipo 1, diseñado con las heurísticas propuestas, resultó ser más usable en cuanto a la facilidad de aprendizaje, en contraste al prototipo 2 diseñado con las heurísticas de Nielsen.

Como tarea final los usuarios llenaron una encuesta de uso de tecnología de la información y la comunicación, para tener una idea de cuáles son sus conocimientos en esta área.

La encuesta realizada es la siguiente:

Pregunta	Escala				
	Si	Frecuentemente	NS/NC	Rara vez	No
Ha utilizado sistemas tele-médicos.					
Ha realizado cursos de sistemas.					
Tiene conocimiento sobre ofimática.					
Usa Smartphone.					
Usa computadores de escritorio o portátiles					
Hace uso de redes sociales.					

Tabla 37. Encuesta de uso de tecnología de la información y la comunicación.

Los resultados en cada pregunta son los siguientes:

- “Ha utilizado sistemas telemédicos”: 4 personas respondieron “No”, un usuario “Si” y un usuario “Frecuentemente”.
- “Ha realizado cursos de sistemas”: 5 usuarios respondieron “Si” y un usuario “No”.
- “Tiene conocimiento sobre ofimática”: 5 usuarios respondieron “No” y un usuario “Si”.
- “Usa smartphones”: 4 usuarios respondieron “Si” y dos usuarios “No”.
- “Usa computadores de escritorio o portátiles”: 4 usuarios respondieron “Si”, un usuario “Frecuentemente” y un usuario “No”.
- “Hace uso de redes sociales”: 5 usuarios respondieron “Si” y un usuario “Frecuentemente”.

4.4. Evaluación Heurística

La evaluación heurística es un método de ingeniería de usabilidad para encontrar problemas de usabilidad en un diseño de interfaz de usuario [67]. Para realizarla se necesita un pequeño grupo de evaluadores expertos en usabilidad que examinen la interfaz y determinen si cumplen o no con un conjunto de heurísticas de usabilidad dadas. Se recomienda usar entre 3 y 5 evaluadores.

El resultado de la evaluación heurística es una lista de problemas de usabilidad, cada uno de ellos relacionado a las heurísticas de usabilidad dadas a los expertos.

4.4.1. Selección de los participantes

Esta última etapa se desarrolló con tres estudiantes del programa de ingeniería de sistemas los cuales participaron asumiendo el rol de evaluadores de usabilidad, ya que han adquirido conocimientos de usabilidad en el transcurso del programa y además dos de ellos cursaron la electiva “Human Computer Interaction” o “Interacción Humano Computador”.

Nombre	Semestre	Código	Identificación en éste trabajo de grado
Claudia Yicel Caldón	Noveno	46102025	Evaluador 1
Alvaro Alfonso Lasso López	Estudiante de trabajo de grado	46101048	Evaluador 2
Celmira Medina Aquite	Estudiante de trabajo de grado	104611010741	Evaluador 3

Tabla 38. Evaluadores de usabilidad

4.4.2. Realización de la evaluación heurística

A cada participante se le entregó los dos prototipos generados en la primera etapa y el conjunto de heurísticas obtenidas en este proyecto de grado. Cada heurística tiene su definición y un conjunto de preguntas orientadas hacia la usabilidad en sistemas de telemedicina [anexo 4]. Mediante cada pregunta determinaron si el prototipo que evaluaron cumplía o no con la heurística. Escogieron en una escala de 1() a 5() la calificación que más se adecuara y además podían añadir observaciones si lo consideraban necesario.

Cabe resaltar, que las preguntas se redactaron en positivo, por lo tanto, a continuación, se presenta la escala de calificación y se explica el significado de cada una:

- (1) Totalmente en desacuerdo: Indica que existe un problema de usabilidad de gravedad muy alta.
- (2) En desacuerdo: Indica que existe un problema de usabilidad de gravedad alta.
- (3) Neutral: Existe un problema de usabilidad de gravedad media.
- (4) De acuerdo: Existe un problema de usabilidad de gravedad baja.

(5) Totalmente de acuerdo: No hay problema de usabilidad.

4.4.3. Análisis de resultados

Los resultados obtenidos en la evaluación heurística por cada evaluador, para cada prototipo, se presentan en el anexo 7. El análisis de los mismos se desarrolló mediante tres pasos:

1. Filtración de las preguntas que no aplican para los prototipos generados.
2. Filtración de datos.
3. Problemas de usabilidad de cada prototipo.

En éste análisis se determinó cuáles fueron los problemas de usabilidad de gravedad muy alta y cuáles de gravedad alta.

4.4.4. Filtración de las preguntas que no aplican para los prototipos generados

Debido a que los prototipos generados son no funcionales, las siguientes preguntas de la evaluación heurística no aplicaron:

- ¿Se presenta al usuario un mensaje visual y/o sonoro para indicar alguna variación en la información vital del paciente? (Correspondiente a la heurística H01).
- ¿Son los tiempos de respuesta adecuados para cada tarea? (Correspondiente a la heurística H02).
- Si existe algún retraso en el tiempo de respuesta, ¿el usuario es informado del estado y del progreso del sistema? (Correspondiente a la heurística H01).
- ¿En la interfaz se muestra un icono y/o algún tipo de mensaje si se interrumpe la conexión a la red? (Correspondiente a la heurística H02).
- ¿Si no hay conexión a la red, los datos quedan almacenados para luego ser enviados? (Correspondiente a la heurística H06).
- Si el dispositivo se apaga inesperadamente (debido a la descarga de la batería o la desconexión abrupta del dispositivo con la energía eléctrica), ¿los datos ingresados se pueden recuperar? (Correspondiente a la heurística H06).
- ¿Los errores que cometa el usuario en el ingreso de datos se muestran automáticamente? (Correspondiente a la heurística H06).
- ¿El sistema completa con punto decimal una entrada de números si es necesario? (Correspondiente a la heurística H09).

Cabe resaltar que las preguntas utilizadas para realizar la evaluación heurística fueron aquellas que analizaron los expertos de usabilidad en la sección 4.1 del documento. La refinación de dichas preguntas se realiza después de completar todo el proceso de validación.

4.4.5. Filtración de datos

En esta parte del análisis se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Si por lo menos dos evaluadores califican una pregunta con 1, se considera como un problema de usabilidad de gravedad muy alta.
- Si por lo menos dos evaluadores califican una pregunta con 2, se considera como un problema de gravedad alta.
- Si dos evaluadores califican una pregunta con 1 o 2, pero el tercer evaluador le asigna un valor alto (4 o 5) se analizan los comentarios para determinar si el resultado es o no concluyente.
- Si un evaluador asigna una calificación que no sea coherente con su comentario se elimina uno de los dos valores.
- Si el comentario dado por un evaluador no es coherente con la pregunta, y su valor cuantitativo difiere significativamente de los otros dos evaluadores, se elimina la respuesta del evaluador.

En base a lo anterior, las preguntas que se tuvieron en cuenta, en cada prototipo son las siguientes:

PROTOTIPO 1				
Número de heurística	Número de pregunta	Calificación de Evaluador 1	Calificación de Evaluador 2	Calificación de Evaluador 3
H01	2	2	2	1
	5	1	1	1
H02	3	1	1	1
H05	3	3	1	1
H06	3	1	5	2
	4	1	1	1
	6	1	1	3
	7	1	1	1
H07	3	1	2	1
H11	1	1	1	2
	2	1	3	1
	3	1	1	1

Tabla 39. Preguntas seleccionadas sin filtro de la evaluación heurística del prototipo 1 para el análisis.

De la tabla anterior, se descartó la pregunta 3 de la heurística H06 porque el Evaluador 2 calificó con 5 a la pregunta, mientras los otros dos evaluadores con valores de 1 y 2. Al analizar los comentarios, no se logró llegar a un consenso entre los valores asignados por los tres evaluadores. En la tabla (ver Tabla 39), se representa mediante una fila de color rojo.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

PROTOTIPO 2				
Número de heurística	Número de pregunta	Calificación de Evaluador 1	Calificación de Evaluador 2	Calificación de Evaluador 3
H01	3	5	3	1
	4	5	2	1
	5	1	1	1
H02	3	1	1	1
	4	1	1	1
H04	5	3	1	4
H05	3	1	1	1
H06	4	1	1	1
	6	1	1	2
	7	1	1	1
H07	3	1	2	1
H10	1	1	1	2
	2	1	1	2
H11	2	1	3	1

Tabla 40. Preguntas seleccionadas sin filtro de la evaluación heurística del prototipo 2 para el análisis.

De la tabla anterior, la pregunta 3 de la heurística H01 presenta valores de 5, 3 y 1. Al analizar los comentarios de los evaluadores, se observó que la calificación dada por el evaluador 2 no es coherente con su comentario. Por lo tanto, no se tomó en cuenta el valor cuantitativo y se tuvo en cuenta la observación. De esta manera se asignó un valor de 1. Por otra parte, el comentario del Evaluador 1 no es coherente con la pregunta, por lo cual se decide anular su respuesta. Ésta fila está representada con un color amarillo.

Por otro lado, la pregunta 4 de la heurística H01 presenta valores de 5, 2 y 1. Al analizar los comentarios, no se logró llegar a un consenso entre los valores asignados por los tres evaluadores, por lo cual se eliminó la pregunta. En la tabla se representa mediante una fila de color rojo.

En la pregunta 5 de la heurística H04 se tienen valores de 3, 1 y 4. El comentario del Evaluador 1 no es coherente con su calificación por lo cual, se tomó en cuenta el comentario y por lo tanto se le asignó un valor de 1. Ésta fila se representa mediante un color amarillo. Por lo tanto, los resultados finales son:

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

PROTOTIPO 1					
Número de heurística	Número de pregunta	Calificación de Evaluador 1	Calificación de Evaluador 2	Calificación de Evaluador 3	Calificación final
H01	2	2	2	1	2
	5	1	1	1	1
H02	3	1	1	1	1
H05	3	3	1	1	1
H06	4	1	1	1	1
	6	1	1	3	1
	7	1	1	1	1
H07	3	1	2	1	1
H11	1	1	1	2	1
	2	1	3	1	1
	3	1	1	1	1

Tabla 41. Preguntas seleccionadas filtradas de la evaluación heurística del prototipo 1 para el análisis.

PROTOTIPO 2					
Número de heurística	Número de pregunta	Calificación de Evaluador 1	Calificación de Evaluador 2	Calificación de Evaluador 3	Calificación final
H01	3		1	1	1
	5	1	1	1	1
H02	3	1	1	1	1
	4	1	1	1	1
H04	5	1	1	4	1
H05	3	1	1	1	1
H06	4	1	1	1	1
	6	1	1	2	1
	7	1	1	1	1
H07	3	1	2	1	1
H10	1	1	1	2	1
	2	1	1	2	1
H11	2	1	3	1	1

Tabla 42. Preguntas seleccionadas filtradas de la evaluación heurística del prototipo 2 para el análisis.

Se concluyó con un total de 11 problemas de usabilidad encontrados en el prototipo 1 (10 de gravedad muy alta y 1 de gravedad alta), y 13 problemas de usabilidad en el prototipo 2, todos de gravedad muy alta.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

El prototipo 1 no presentó problemas en las heurísticas de: Lenguaje de los usuarios (H03), Consistencia y estándares (H04), Flexibilidad (H08), Estética de diálogo y diseño minimalista (H09) y Configuración por defecto (H10). El prototipo 2 no presentó problemas en las heurísticas de: Lenguaje de los usuarios (H03), Flexibilidad (H08) y Estética de diálogo y diseño minimalista (H09). Por lo tanto, el diseño realizado mediante las heurísticas propuestas en éste trabajo (prototipo 1) cumple con 5 heurísticas y el prototipo diseñado con las heurísticas de Nielsen [12] cumple con 3 heurísticas (Ver Tabla 43).

Cumplimiento de las Heurísticas		
Heurística	Prototipo 1	Prototipo 2
H01 Visibilidad del estado del sistema	✘	✘
H02 Conexión y Comunicación	✘	✘
H03 Lenguaje de los usuarios	✓	✓
H04 Consistencia y estándares	✓	✘
H05 Control y libertad de usuario	✘	✘
H06 Gestión de errores	✘	✘
H07 Visibilidad y carga cognitiva	✘	✘
H08 Flexibilidad	✓	✓
H09 Estética de diálogo y diseño minimalista	✓	✓
H10 Configuración por defecto	✓	✘
H11 Ayuda y documentación	✘	✘

Tabla 43. Cumplimiento de las heurísticas por parte de los prototipos.

4.5. Refinación de las heurísticas

A continuación, se presenta la refinación de las heurísticas de usabilidad para sistemas de telemedicina, de acuerdo a los resultados obtenidos en las etapas anteriores. Los cambios realizados se resaltan con un color rojo para dar una mayor comprensión. Con esto se concluye la adaptación de las heurísticas de Nielsen a sistemas de telemedicina, mediante la metodología propuesta por Rusu [25].

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H01 Visibilidad del estado del sistema. El sistema debe mantener informados a los usuarios acerca del estado del sistema mediante mensajes apropiados dentro de un tiempo razonable, es decir inferior a 10 segundos [62], [63]. <u>Se debe tener en cuenta que el sistema debe dar retroalimentación al usuario cada vez que se produzcan cambios importantes para el usuario.</u>
EXPLICACIÓN	<p>El sistema a través de uno o varios medios llamativos debe mantener informados a los usuarios acerca de cambios del estado del sistema, en un tiempo razonable según las acciones o cambios producidos ya sean por los usuarios o el sistema.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none">- No jerarquizar la información.- No hacer visible el resultado de las acciones realizadas.
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none">- Completar tareas y no informar al usuario.- No hacer uso de barras de progreso para mostrar el estado de progreso de una tarea.- Variación de importancia en los signos vitales y no informar a los usuarios. <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none">- Hay mensajes de confirmación a cada acción que lo amerite.- Se muestra el estado de las tareas que se estén realizando.
BENEFICIOS	El usuario tendrá conocimiento del estado de las acciones que ha realizado, si estas fueron exitosas, están en proceso o fallaron con lo cual podrá realizar las acciones respectivas.
PROBLEMAS	

Tabla 44. Propuesta final heurística Visibilidad del estado del sistema.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H02 Conexión y Comunicación. Es indispensable para el usuario conocer en todo momento si la conexión está activa y si hay una comunicación establecida. <u>Además se debe cumplir con el tiempo de respuesta adecuado para el envío y recepción de información siempre que sea posible.</u>
EXPLICACIÓN	Es indispensable para el usuario conocer en todo momento si la conexión se ha realizado con éxito, en otras palabras si el usuario a través del sistema ha accedido a la red ya sea por wifi, cableada, 4G entre otros; además es importante que el usuario conozca cuáles son las formas de comunicación que ofrece el sistema. Adicionalmente, si el usuario establece comunicación, debe saber mediante qué forma se comunica (video llamadas, llamada de grupo, chat entre otros) y con quien o quienes establece la comunicación. Cabe resaltar que es de suma importancia el tiempo de respuesta, el cual debe ser adecuado para el envío y recepción de información. Algunos problemas típicos de usabilidad son: - Ausencia de icono que muestre si existe alguna comunicación. -Ausencia de icono que muestre el tipo de conexión. - No hay información de la conexión establecida.
EJEMPLOS	Ejemplos de violación: - No hay icono del tipo de conexión que se ha realizado. - No hay icono del tipo de comunicación que se ha establecido. - No hay información de las características de la conexión. - No se muestra información de la comunicación (personas involucradas, tipo de comunicación (video llamada, llamada de grupo, chat)). Ejemplos de cumplimiento: - Existe icono de conexión a la red. - Existe icono del tipo de comunicación realizada ya sea video llamada, llamadas grupales, entre otros. - Se muestra información relevante de los participantes de la comunicación como nombre y rol (paciente, médico, especialidad, entre otros).
BENEFICIOS	- El usuario sabrá en todo momento si existe algún tipo de conexión a la red para el intercambio de la información. - El usuario sabrá qué tipo de comunicación puede establecer o ha establecido para así poder sacarle el máximo provecho. - Los usuarios tendrán conocimiento entre quienes se están comunicando y el perfil de profesional de salud con el que se comunican.
PROBLEMAS	<u>Se debe tener claridad sobre los conceptos de conexión y comunicación para no confundirlos al aplicar la heurística en un diseño telemédico.</u>

Tabla 45. Propuesta final heurística Conexión y Comunicación.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H03 Lenguaje de los usuarios. Los mensajes que el sistema use para informar al usuario deben ser familiares a éste siempre que sea posible, además la información se debe presentar en orden natural y lógico.
EXPLICACION	<p>La información que muestra el sistema debe ser familiar al lenguaje manejado por los usuarios utilizando frases, conceptos, y terminología semejante. Además se debe usar convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico, ya que los usuarios potenciales del sistema, que son profesionales de la salud, tienen una formación previa en la cual manejan una serie de expresiones, frases y siglas para los diferentes parámetros que utiliza el sistema.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Iconos no familiares a los usuarios - Campos relacionados o interdependientes no están en la misma pantalla. <p>Heurística relacionada:</p> <p>Diálogo simple y natural [14].</p>
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los mensajes se presentan en lenguaje no apropiado para los usuarios. - Las funciones del sistema no usan la terminología de los usuarios. - El ingreso de datos no se hace de forma ordenada y lógica. <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hace uso de siglas para los nombres de signos vitales, como: Temp(Temperatura), SPO2(Saturación de oxígeno), PNI(Presión no invasiva), entre otros. - Los diferentes mensajes se muestran en lenguaje de los usuarios. - La información está agrupada de forma lógica y de igual forma se presenta.
BENEFICIOS	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor eficiencia en el uso del sistema por parte de los usuarios. - Reducción en el tiempo de aprendizaje. - El sistema es más intuitivo.
PROBLEMAS	

Tabla 46. Propuesta final heurística Lenguaje de los usuarios.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H04 Consistencia y Estándares. Los usuarios no deben preguntarse si las diversas palabras, situaciones o acciones significan lo mismo. Se deben aplicar los estándares y convenciones apropiadas teniendo en cuenta el tipo de aplicación tele médica y usuarios finales.
EXPLICACIÓN	<p>Las aplicaciones deben ser consistentes con las expectativas de los usuarios, es decir, con su aprendizaje previo por lo que no deberían preguntarse si las diversas palabras, situaciones o acciones significan lo mismo. Debe usarse la misma terminología en mensajes, menús, y pantallas de ayuda. Además se debe mostrar y organizar la información aplicando los estándares y convenciones apropiadas, teniendo en cuenta el tipo de aplicación tele médica y usuarios finales.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No se hace uso de estándares para representar la información. - Las diferentes interfaces no siguen un mismo patrón. - Botones de igual función tienen nombre diferente. <p>Heurísticas relacionadas:</p> <p>Estructura, Ceguera al color, Legibilidad y WYSWYG [14].</p>
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uso inadecuado de colores para representación de signos vitales del paciente. Se recomienda usar colores diferentes para cada parámetro fisiológico medido [64], [65]. - Botones de igual función tienen nombre diferente. <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uso adecuado de nomenclatura. - Uso adecuado de colores para representar la información.
BENEFICIOS	<ul style="list-style-type: none"> - Comprensión adecuada de la información. - Mayor comprensión en menor tiempo del estado de salud del paciente lo que conlleva a toma de decisiones más acertadas en menor tiempo.
PROBLEMAS	

Tabla 47. Propuesta final heurística Consistencia y Estándares.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H05 Control y libertad del usuario. El usuario debe sentir que tiene la libertad de explorar el sistema y sus funciones, por lo cual el sistema debe estar diseñado para responder a las acciones del usuario.
EXPLICACION	<p>El usuario debe sentir que tiene la libertad de explorar el sistema y sus funciones, por lo cual el sistema debe estar diseñado para responder a las acciones del usuario. Si el usuario elige funciones del sistema por error, el sistema debe mostrar salidas claras y fáciles de ejecutar, sin tener que pasar por un diálogo extendido.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>No hay función de “atrás”.</u> - No hay función de “deshacer”. - Las acciones con consecuencias drásticas no tienen mensajes de confirmación. <p>Heurísticas relacionadas:</p> <p>Recuperación de acciones, Interfaces explorables, Salidas claramente marcadas y Navegación visible [14].</p>
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hay funciones bloqueadas a los usuarios. - No existe la función deshacer. <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El usuario puede navegar libremente a través del sistema. - Se pueden deshacer cambios del sistema. - Existen salidas claramente marcadas.
BENEFICIOS	<p>Mayor comodidad por parte de los usuarios lo que provoca un aumento en la confianza del uso del sistema por lo cual genera un mejor grado de simpatía con éste.</p> <p>Al ser un sistema explorable el usuario pasará rápidamente de ser novato a ser experto.</p>
PROBLEMAS	

Tabla 48. Propuesta final heurística Control y libertad del usuario.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H06 Gestión de errores El sistema debe estar diseñado para que el usuario no provoque errores, mediante elementos que guíen a los usuarios en el proceso de interacción con el sistema, con la finalidad de obtener resultados deseables por el usuario; también deben existir mecanismos de recuperación o manejo de errores. Por otro lado, también es importante considerar las fallas de energía y conexión que se pueden presentar, garantizando que el usuario no pierda su trabajo debido a éste tipo de fallas o a acciones equivocadas.
EXPLICACIÓN	<p>Es indispensable que el sistema se diseñe para evitar que el usuario cometa errores. Sin embargo, si ocurre algún error, el sistema debe presentar mensajes de error claros para el usuario. Además, se le debe brindar al usuario, soluciones claras para recuperarse ante un error, sin que haya consecuencias graves como pérdida de información.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -No hay marcas de agua en los campos que debe llenar el usuario. -No se marcan los campos obligatorios. - Los errores y mensajes de recuperación no se presentan en lenguaje del usuario. <p>Heurísticas relacionadas: Protección del trabajo del usuario, Diseñar el dialogo para mostrar Trabajo pendiente y Feedforward [14].</p>
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En formularios, no se hace uso de marcas de agua para guiar a los usuarios. - No existe mecanismo de recuperación del estado del sistema como puntos de restauración. <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Marcas adecuadas para la información que el usuario debe ingresar. - Posibilidad de crear puntos de restauración. - Almacenamiento automático de cierta información.
BENEFICIOS	<ul style="list-style-type: none"> -Recuperación fácil del sistema a causa de un error que se haya presentado. -No hay pérdida de información vital a causa de acciones equivocadas.
PROBLEMAS	

Tabla 49. Propuesta final heurística Gestión de errores.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H07 Visibilidad y carga cognitiva. No debe ser necesario que el usuario memorice información para realizar una tarea. El usuario debe poder acceder fácilmente a los datos que necesite o estos deben estar presentes en la interfaz.
EXPLICACION	<p>La información e instrucciones que el usuario necesite para realizar las tareas ha de ser de fácil acceso o presentarse en la interfaz ya que hay un límite de cuánta nueva información puede el cerebro procesar a la vez. Además se deben evitar elementos invisibles de navegación que han de ser inferidos por los usuarios ya que esto hace que se disminuya la eficacia del trabajo realizado.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recordar grandes cantidades de información para realizar tareas. - Existen menús o elementos ocultos. <p>Heurísticas relacionadas:</p> <p>Carga Cognitiva y Visibilidad [14].</p>
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Interfaces sobrecargadas con información innecesaria - Uso de información difícil de recordar - Menús ocultos <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Todas las funciones están a la vista del usuario. -Información correlacionada agrupada de forma lógica.
BENEFICIOS	Eficiencia y eficacia en el uso del sistema ya que elementos innecesarios no distraerán a los usuarios.
PROBLEMAS	

Tabla 50. Propuesta final heurística Visibilidad y carga cognitiva.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H08 Flexibilidad . El sistema debe estar diseñado tanto para usuarios expertos como novatos. A medida que los usuarios interactúan con el sistema deben ser capaces de personalizar sus acciones frecuentes, mediante atajos, para mejorar su rendimiento.
EXPLICACION	<p>El sistema debe estar diseñado tanto para usuarios expertos como novatos para el desarrollo y mejora de las habilidades de los usuarios en el uso del sistema, por lo tanto, a medida que los usuarios interactúan con el sistema deben ser capaces de personalizar sus acciones frecuentes mediante atajos, para mejorar su rendimiento y por ende reducir el tiempo de interacción con el sistema.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No se puede personalizar el espacio de trabajo. - El sistema está diseñado sólo para un tipo de usuario (novato o experto). - No se puede crear atajos o accesos directos, o comandos. <p>Heurísticas relacionadas: Atajos para usuarios y Simplicidad [14].</p>
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No se puede adaptar a las necesidades de los usuarios. - No se puede crear accesos directos. <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se pueden crear atajos - Existen comandos o se pueden crear. -Se pueden manipular los elementos de las interfaces a las necesidades de los usuarios
BENEFICIOS	<p>Reducción en el número de interacciones con el sistema y por ende reducción del tiempo de interacción.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Eficiencia y eficacia del trabajo realizado por los usuarios (personal de salud).
PROBLEMAS	

Tabla 51. Propuesta final heurística Flexibilidad.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H09 Estética de diálogo y diseño minimalista. El sistema no debe contener información o elementos irrelevantes o raramente utilizados para evitar distracción. Sin embargo, en los sistemas tele médicos se debe mostrar, en una interfaz, varios datos de forma simultánea, por lo cual es importante agruparlos de manera ordenada.
EXPLICACION	<p>El sistema no debe contener información o elementos irrelevantes o raramente utilizados, para evitar distracción ya que compite con las unidades relevantes de la información y disminuye su visibilidad relativa. Sin embargo, en los sistemas tele médicos se debe mostrar, en una interfaz, varios datos de forma simultánea, por lo cual es importante agruparlos de manera ordenada y lógica.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las interfaces están sobrecargadas con información no relevante. - Hay elementos o funciones en las interfaces que raramente se usan.
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Información irrelevante se muestra por pantalla. - Elementos innecesarios aparecen en las interfaces. <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Solo aparecen elementos oportunos y necesarios en las interfaces. - Interfaces sencillas y organizadas pese a la gran cantidad de datos.
BENEFICIOS	Al estar la información de forma ordenada y al presentarse solo los elementos relevantes se evita la distracción de los usuarios lo que mejora la eficiencia y eficacia del sistema.
PROBLEMAS	<u>Un diseño minimalista no implica necesariamente que hayan pocos datos en una interfaz. En el diseño de interfaces telemédicas se deben abordar toda la información que el usuario necesita visualizar, de manera organizada.</u>

Tabla 52. Propuesta final heurística Estética de diálogo y diseño minimalista.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H10 Configuración por defecto. El sistema debe anticiparse a las necesidades del usuario, mediante la configuración por defecto de valores que se puedan modificar fácilmente según criterio del usuario.
EXPLICACIÓN	<p>El sistema debe tener establecidos valores por defecto, referentes a pacientes, personal de salud, enfermedades, entre otros.</p> <p>Algunos problemas típicos de usabilidad son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - No hay valores por defecto de la especialidad (neurología, pediatría, enfermería, entre otros) de un profesional de la salud. - No es posible hacer configuración predeterminada del sistema. - Se debe configurar el sistema desde cero cada que se usa. <p>Heurística relacionada:</p> <p>Anticipación [14].</p>
EJEMPLOS	<p>Ejemplos de violación:</p> <p><u>-Al registrar un paciente, es necesario ingresar todos los datos y características sin que el sistema brinde opciones por defecto.</u></p> <p><u>-No hay un umbral establecido de valores de signos vitales normales, que puedan servir para alertar al profesional de salud sobre el estado del paciente.</u></p> <p>Ejemplos de cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Configuración de perfil de personal de salud (médico, enfermero, paramédico, entre otros). - Configuración de tipo de paciente (neonato, niño, adulto, adulto mayor).
BENEFICIOS	<u>Los usuarios pueden registrar rápidamente pacientes y personal de salud sin llenar todos los campos.</u>
PROBLEMAS	

Tabla 53. Propuesta final heurística Configuración por defecto.

Heurísticas para el diseño de interfaces de usuario en sistemas de telemedicina

ID	H11 Ayuda general y documentación. El sistema debe disponer de ayuda y documentación para su uso de manera clara, concisa, visible, ordenada y fácil de buscar.
EXPLICACION	<u>El sistema debe disponer de opciones de ayuda para permitirle al usuario consultar información acerca de las funciones que le brinda el sistema con la finalidad de comprender más a fondo cada una de ellas.</u> <u>Cada elemento en la interfaz que pueda ser confuso para el usuario, debe tener una opción de ayuda cercana a él.</u>
EJEMPLOS	Ejemplos de violación: <ul style="list-style-type: none"> -<u>Las opciones no tienen etiquetas en donde se explique brevemente para que sirven.</u> - <u>La opción de ayuda general del sistema no está en todas las interfaces del sistema.</u> - <u>Las etiquetas y opción de ayuda se encuentran redactadas en un lenguaje no comprensible para el usuario.</u> Ejemplos de cumplimiento: <ul style="list-style-type: none"> - <u>La opción de ayuda general es claramente distinguible de las demás.</u> - <u>Las opciones del sistema tienen etiquetas que expresan de forma clara y breve para que sirven.</u> -<u>La opción de ayuda de un elemento, está redactada de manera clara y concisa.</u>
BENEFICIOS	El usuario puede comprender mediante pocas palabras para que sirven las distintas opciones que ofrece el sistema.
PROBLEMAS	<u>Aunque hay algunos sistemas que aún presentan una lista extensa de ayuda, lo ideal es que la ayuda se presente en cada elemento que lo requiera, mediante pocas palabras.</u>

Tabla 54. Propuesta final heurística Ayuda general y documentación.

Finalmente, para complementar los aportes brindados mediante este trabajo de grado, se realizó una mejora a las preguntas planteadas para la evaluación heurística (Ver anexo 8).

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1. Conclusiones

Del presente trabajo de grado se desprenden las siguientes conclusiones:

1. El conjunto de heurísticas propuestas podría ayudar a los diseñadores de interfaces de usuario de sistemas telemédicos, a tener en cuenta aspectos que apoyan el diseño de un producto software usable, ya que fue probado por ingenieros de sistemas y usuarios potenciales obteniendo resultados favorables, y además fueron formuladas a partir de las heurísticas de Nielsen, las cuales son muy conocidas, aceptadas y además adaptadas a distintos contextos.
2. En la caracterización de las interfaces telemédicas se destacó la diversidad en la forma de representar la información (palabras, siglas, números, gráficos, entre otros), las opciones para el ingreso, almacenamiento envío y recepción de la información y aquellas que permiten establecer una conexión y una comunicación remota. Por lo tanto, las heurísticas de usabilidad propuestas podrían servir para contribuir en la creación de aplicaciones telemédicas usables que cumplan con dichas características.
3. Los resultados fueron favorables en el caso de estudio. Sin embargo, es necesario realizar más experimentos para generar un conjunto de heurísticas más robusto.
4. La evaluación heurística es un instrumento de bajo costo, que demostró ser eficiente para evaluar el nivel de usabilidad de un software.
5. El grado de usabilidad de los sistemas telemédicos puede marcar la diferencia en la rapidez con que se preserve la vida de un paciente, por lo cual es importante considerar la usabilidad en el diseño de dichos sistemas, y si es posible, en todo el ciclo de desarrollo.

5.2. Lecciones aprendidas

1. Emplear la metodología propuesta por Rusu [25], para adaptar heurísticas de usabilidad al contexto telemédico fue acertado, ya que el proceso se desarrolló de manera organizada, obteniendo resultados por cada etapa. Además el proceso de validación sugerido fue eficiente para permitir la mejora de las heurísticas propuestas.
2. El método “Interacción constructiva” fue conveniente para la evaluación de los prototipos generados en este trabajo de grado, ya que se asemeja a la realidad de los usuarios finales y por lo tanto, hace más natural el uso del sistema.
3. Es importante seleccionar un conjunto heurísticas de usabilidad robusto, como lo es el propuesto por Nielsen [12], para el proceso de adaptación a un contexto específico.
4. La revisión de la literatura es indispensable para conocer el estado actual de un tema, en este caso la telemedicina, y encontrar los vacíos en los cuales se puedan brindar soluciones.

5.3. Trabajo futuro

Como trabajo futuro, se puede resaltar lo siguiente:

1. Experimentar mediante más estudios de caso, las heurísticas de usabilidad propuestas, a fin de refinarlas.
2. Evaluar la usabilidad de aplicaciones telemédicas existentes, mediante las preguntas sugeridas por cada heurística propuesta. De esta manera se podrán brindar soluciones a los problemas de usabilidad encontrados y a su vez este proceso servirá para refinar las heurísticas propuestas con sus preguntas.
3. Contrastar el grado de usabilidad de aplicaciones diseñadas a partir de las heurísticas propuestas, con aquellas aplicaciones en donde no se hayan utilizado las heurísticas.
4. Generar diseños de aplicaciones telemédicas apoyándose en las heurísticas propuestas y evaluarlos a mayor escala, con un mayor número de usuarios y expertos en usabilidad.
5. Especificar más detalladamente el proceso de diseño de interfaces de usuario de aplicaciones telemédicas apoyado en las heurísticas propuestas.
6. Repetir el proceso de adaptación con las heurísticas propuestas, caracterizando otros tipos de aplicaciones telemédicas y de esta manera generar un conjunto de heurísticas más robusto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] M. Kay, J. Santos and M. Takane, Telemedicine: opportunities and developments in Member States, 2nd ed. PDF, 2010, pp. 10, 11 [Online]. Available: http://www.who.int/goe/publications/goe_telemedicine_2010.pdf. [Accessed: 03- May- 2018]
- [2] B Almadani, M Bin-Yahya, EM Shakshuk, “E-AMBULANCE: Real-Time Integration Platform for Heterogeneous Medical Telemetry System”, Procedia Computer Science, vol. 63, pp. 400-40, 2015.
- [3] B.Klaassen, B.J.F.van Beijnum y H.J.Hermens, “Usability in telemedicine systems—A literature survey”, Int J Medl Inform, vol. 93, pp. 57-69, 2016.
- [4] Ergonomics of human-system interaction -- Part 11: Usability: Definitions and concepts, ISO 9241-11:2018.
- [5] J.Ferrer, “Creación de paginas web con el lenguaje de marcas”, Madrid, Paraninfo S.A, 2015.
- [6] “Predictibilidad”, [Online]. <https://dle.rae.es/?id=TxIYpR2> [Accessed: 15- May- 2019]
- [7] “Síntesis”, [Online] <https://dle.rae.es/?id=Xzp9ksD> [Accessed: 15- May- 2019]
- [8] “Familiaridad”, [Online] <https://dle.rae.es/?id=HZrSor2> [Accessed: 15- May- 2019]
- [9] “General”, [Online] <https://dle.rae.es/?id=J3mD89u> [Accessed: 15- May- 2019]
- [10] “Consistencia”, [Online] <https://definicion.de/consistencia/> [Accessed: 15- May- 2019]
- [11] J. Nielsen, “Usability 101: Introduction to Usability”, Nielsen Norman Group, 2012. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>. [Accessed: 26-Abril-2018]
- [12] J. Nielsen, “10 Usability Heuristics for User Interface Design”, Nielsen Norman Group, 1994. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics>. [Accessed: 26-Abril-2018]
- [13] “QA (quality assurance) & UX (user experience).” [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/quality-assurance-ux/>. [Accessed: 29-Oct-2019].
- [14] M. Gonzales, A. Pascual, J. Lorés, Evaluacion Heuristica, PDF, 2002, pp. 6 [Online]. Available: <https://aipo.es/libro/pdf/15-Evaluacion-Heuristica.pdf>. [Accessed: 03- May- 2018]
- [15] AJ.Chan ,MK. Islam ,T. Rosewall ,DA. Jaffray , AC.Easty y JA.Cafazzo, “Applying usability heuristics to radiotherapy systems”, Radiother Oncol, vol. 102, pp.142-147, 2012.

- [16] M. Cardier, R. Manrique, A. Huarte, M. Lourdes, D. Borro, D. Calavia, M. Manrique, "Telemedicine. Current status and future prospects in audiology and otology", Revista Médica Clínica Las Condes, vol. 27, pp.840-847, 2016
- [17] S.Agnisarman, K.Madathil, K.Smith, A.Welch y T.McElligott J, "Lessons learned from the usability assessment of home-based telemedicine systems", Applied Ergonomics, vol 58, pp 424-434, 2017.
- [18] "Mental Models and User Experience Design." [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/mental-models/>. [Accessed: 29-Oct-2019].
- [19] B. Phillips, H. Zhao, "Predictors of assistive technology abandonment", Assist. Technol, vol. 5, pp. 36-45, 1993.
- [20] J. Ceriani Cernadas, "El error en medicina: reflexiones acerca de sus causas y sobre la necesidad de una actitud más crítica en nuestra profesión," Arch. argent. pediatr, vol. 99, no. 6, pp. 522–529, 2001.
- [21] N. Jakob, Usability Engineering: Jakob Nielsen. 1994.
- [22] J. Nielsen, "Are User Stupid?", Nielsen Norman Group, 2001. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/are-users-stupid/>. [Accessed: 26-Abril-2018]
- [23] A.Tariq, J.Westbrook, M.Byrne, M.Robinson y T.Melissa Baysari, "Applying a human factors approach to improve usability of a decision support system in tele-nursing", Collegian, vol. 24, pp. 227-236, 2017.
- [24]M. Bunge, Philosophy of Science. Vol I. From Problem to Theory. New Brunswick, Transaction. Especialmente los caps. 6, 7 y 8. También en la versión castellana La investigación científica (México, Siglo Veintiuno Editores, 2002).
- [25]C. Rusu, S. Roncagliolo, V. Rusu, C. Collazos, "A methodology to establish usability heuristics", The Fourth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, January 2011.
- [26] G. García Toribio et al., "Medición de la usabilidad del diseño de interfaz de usuario con el método de evaluación heurística: dos casos de estudio," Rev. Colomb. Comput., vol. 20, no. 1, pp. 23–40, May 2019.
- [27] "Acerca de la OMS", [Online]. Available: <http://www.who.int/about/what-we-do/es/>. [Accessed: 15- May- 2019]
- [28] "Medicina", [Online]. <https://dle.rae.es/?id=OkukRhl> [Accessed: 15- May- 2019]
- [29] "Heurística", [Online]. Available <https://dle.rae.es/?id=KHdGTfC>. [Accessed: 15- May- 2019]

- [30] “Interfaz de usuario”, [Online]. Available: https://www.ecured.cu/Interfaz_de_usuario. [Accessed: 15- May- 2019]
- [31] “Interfaz de usuario”, [Online]. Available <https://campus.usal.edu.ar/mod/book/view.php?id=25464>. [Accessed: 15- May- 2019]
- [32] J. Nielsen, “My Foreword to Mullet and Sano's Book on Visual Design”, Nielsen Norman Group , 1994. [Online]. Available: <https://www.nngroup.com/articles/foreword-visual-design/> . [Accessed: 26-Abril-2018]
- [33] R.Hervás, J.Fontecha, D. Ausín, F.Castanedo, J.Bravo y D.López-de-Ipiña, “Mobile Monitoring and Reasoning Methods to Prevent Cardiovascular Diseases”, Sensors Basel, vol. 13, pp. 6524-6541, 2013.
- [34] J.Zhang, TR.Johnson, VL.Patel, DL.Paige, T. Kubose, “Using usability heuristics to evaluate patient safety of medical devices”, Journal of Biomedical Informatics, vol. 36, pp. 23-30, 2003.
- [35] T.Klingeberg, M.Schilling, “Mobile wearable device for long term monitoring of vital Signs”, Computer Methods and Programs in Biomedicine, vol. 106, pp. 89-96, 2012.
- [36] J. Zhang, V.L. Patel, K.A. Johnson, J. Malin, J.W. Smith, “Designing human-centrad distributed information systems”, IEEE Intell. Syst., vol. 17, no. 5, pp. 42-47, 2002.
- [37] B. Shneiderman, “Designing the user interface”, Addison-Wesley, vol. 3, 1998.
- [38] S.AIDossary, MG.Martin-Khan,NK. Bradford, AC.Smith, “A systematic review of the methodologies used to evaluate telemedicine service initiatives in hospital facilities”, Int. J. Medl. Inform, vol.97, pp. 142-147, 2017.
- [39] L.N. Gitlin, “Why older people accept o reject assistive technology”, J. Am. Soc. Aging, vol. 19 pp. 41-46, 1995.
- [40] B. Amos, C. Cronin, E. Ellig, F. Valentine, L. Havens, M. Flagg, N. Hoffman, P. Dodd and R. Powers, "Health-Encyclopedia - Kaiser Permanente", Espanol.kaiserpermanente.org, 2017
- [41] O’Gara PT, Kushner FG, Ascheim DD, et al. ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, Vol.127, pp.362–425, 2013.
- [42] A.Tanguay, R. Dallaire, D.Hébert, F. Bégin y R.Fleet, “Rural Patient Access to Primary Percutaneous Coronary Intervention centers is improved by a novel integrated telemedicine prehospital system”, Int J Medl Inform, vol. 49, pp. 657-664, 2015.
- [43]"PREHOSPITALARIA", Acotaph.org, 2018. [Online]. Available: <http://www.acotaph.org/>. [Accessed: 03- May- 2018]

- [44] Lewis, J.R., "Computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use", *Int. J. Human-Computer Interact.* Vol.7, no.1, pp. 57-78, 1995.
- [45] S.G. Hart, L.E. Staveland, "Development of NASA-TLX (Task Load Index): results of empirical and theoretical research. In: Hancock, Peter A., Meshkati, Najmedin (Eds.)", *Advances in Psychology*, vol. 52, pp. 139-183, 1988.
- [46] A. Ernesäter, I. Holmström, M Engström, "Telenurses experiences of working with computerized decision support: Supporting, inhibiting and quality improving", *Journal of Advanced Nursing*, vol. 65, no.5, pp.1074-1083, 2009.
- [47] A. O’Cathain, F. C. Sampson, J. F. Munro, K. J. Thomas, J. P. Nicholl, "Nurses views of using computerized decision support software in NHS direct", *Journal of Advanced Nursing*, vol. 45(3), pp.280-286, 2004.
- [48] G. Karabatsos, A. Wilson, A. Patterson, L. Gardiner, M. Cullen, I. George, "Universal telenursing triage in Australia and New Zealand: A new primary health service", *Australian Family Physician*, vol. 37, no.6, pp. 476, 2008.
- [49] N. Bevan, "What is usability", in: *Proceedings of the 4th International Conference on HCI*, Stuttgart, September 1991.
- [50] M. Macleod, R. Bowden, "The MUSiC performance measurement method", *Behav. Inf. Technol.* Vol.16, pp.279–293, 1997.
- [51] D. Quiñones, C. Rusu, "How to develop usability heuristics: A systematic literature review", *computer standards & interfaces*, vol. 53, pp.89-122, 2017
- [52] D. Van Greunen, A. Yeratziotis and D. Pottas, A three-phase process to develop heuristics, in: *Proceedings of the 13th ZA-WWW conference*, Johannesburg, South Africa, 2011.
- [53] "Monitor signos vitales", [Online] <https://materialmedico.org/monitor-multiparametrico-signos-vitales/>. [Accessed: 15- May- 2019]
- [54] F. Julio, R. Enrique, and V. Adriana, "Guía tecnológica No 13. Monitor de signos vitales GMDN 34085," no. 13, p. 36, 2005.
- [55] "Comunicación", [Online]. <https://campus.usal.edu.ar/mod/book/view.php?id=25464> [Accessed: 15- May- 2019]
- [56] "Tutorización de acciones formativas para el empleo. UF1646 (Ed. 2019). - Miguel Ángel Ladrón de Guevara."
- [57] "Comunicación Asíncrona", [Online]. https://www.ecured.cu/Comunicaci%C3%B3n_as%C3%ADncrona. [Accessed: 15- May- 2019]

- [58] “Conexión”, [Online] <https://dle.rae.es/?id=ADjjlyE> / [Accessed: 15- May- 2019]
- [59] “Conexión”, [Online]. https://www.academia.edu/11004047/Dispositivos_de_Comunicacion?auto=download. [Accessed: 15- May- 2019]
- [60] “Predeterminado”, [Online] <https://definicion.de/predeterminado/> / [Accessed: 15- May- 2019]
- [61] “Retroalimentación”, [Online]. <https://dle.rae.es/?id=WKl3ZKm>. [Accessed: 15- May- 2019]
- [62] S. C. M. Arantes, “UF1880 - Gestión de redes telemáticas,” Elearning, 2016. [Online].
- [63] “Diseno De Paginas Web Y Diseno Grafico/ Web Page And Graphic Design ” Ramón Mariño Campos , Sep 2005.
- [64] “Evaluación de un monitor de paciente.” [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S086403002001000200008&script=sci_arttext&lng=en. [Accessed: 29-Oct-2019].
- [65] Ceriani Cernadas, “Neonatología Práctica - Ceriani” 2009, p. 380.
- [66] “Facilidad de aprendizaje”, [Online] <https://www.guiadigital.gob.cl/articulo/que-es-la-usabilidad.html> [Accessed: 15- May- 2019]
- [67] “Evaluación heurística”, [Online] <https://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/> [Accessed: 15- May- 2019]
- [68] I. Holmström, “Decision aid software programs in telenursing: Not used as intended? experiences of Swedish telenurses”, Nursing & Health Sciences, vol. 9, no. 1, pp.23-28, 2007.
- [69] “HIPAA”, [Online] <https://www.cancer.org/es/tratamiento/como-buscar-y-pagar-por-el-tratamiento/compreesion-del-seguro-medico/leyes-sobre-seguros-de-salud/que-es-hipaa/que-es.html>
- [70] “Triage”, [Online] <https://www.minsalud.gov.co/salud/PServicios/Paginas/triage.aspx> [Accessed: 15- May- 2019]