



Diseño de una interfaz gráfica que permita la identificación rápida de irregularidades sintomatológicas en pacientes con marcapaso cardiacos

Autores:

Ferrer Vásquez Carlos

Hoyos Beltrán Frederick

Investigación presentada como requisito para optar por el título de Tecnólogo en Electromedicina.

Tutor:

Dr. Jesús López Sánchez

Cotutor:

Ing. Daniel Barrios Gómez

Facultad de Ingeniería

Programa de ingeniería Biomédica

Barranquilla-Atlántico

2024

**Diseño de una interfaz gráfica que permita la identificación rápida de
irregularidades en pacientes con marcapaso cardiacos**

Ferrer Vásquez Carlos

Hoyos Beltrán Frederick

Tutor:

Dr. Jesús López Sánchez

Cotutor:

Ing. Daniel Barrios Gómez

Facultad de Ingeniería

Programa de ingeniería Biomédica

Barranquilla-Atlántico

2024

Agradecimiento:

Carlos Mario Ferrer Vasquez

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi madre, quien me ha brindado un apoyo incondicional en cada paso de este camino. Gracias a su cariño, constancia y fe en mí, he logrado alcanzar esta meta que hoy se materializa en este proyecto. Su amor ha sido el impulso que me ha motivado a no rendirme, sin importar las circunstancias.

También quiero agradecer a mi tío, quien, a pesar de la distancia y con un continente de por medio, siempre estuvo presente para ayudarme a mejorar mi oratoria en preparación para el día de la sustentación. A mi abuelo, gracias por tu apoyo constante: cada tarde, cada noche, al verme trabajar, me preguntabas cómo iba todo, y aunque no comprendías del todo lo que hacía, tu interés y respaldo fueron invaluable.

Agradezco sinceramente a todos mis docentes, quienes fueron parte fundamental en la construcción de este logro. En especial, a mis tutores, el Dr. Jesús López y el profesor Daniel Barrios, por su guía, orientación y compromiso durante el desarrollo de este proyecto. También extendiendo mi gratitud a los docentes de investigación, Javier Burgos y Yully Gutiérrez, por sus aportes y enseñanzas a lo largo del proceso.

Por último, pero no menos importante, agradezco profundamente a mi compañero de proyecto. Gracias por aceptar esta idea que en su momento parecía una locura, por el compromiso compartido, las largas jornadas de trabajo, las investigaciones conjuntas y todas las experiencias vividas que hoy forman parte de este logro.

Frederick Hoyos Beltrán

Quiero tomar este espacio para agradecer profundamente a las personas que han sido fundamentales en mi formación, aquellas que forjaron en mí un carácter resiliente, enseñándome a enfrentar las adversidades sin temor y a superar los obstáculos, por difíciles que fueran. Agradezco especialmente a mis padres, quienes siempre han estado a mi lado en todo momento y me enseñaron que las grandes cosas empiezan con pequeñas acciones, y que lo más importante es no ceder ante las dificultades. Este proyecto fue construido sobre esos ideales de perseverancia y fortaleza.

También quiero expresar mi gratitud a los docentes que nos acompañaron en cada paso del camino, dedicando su tiempo y compartiendo sus conocimientos y consejos para enriquecer este trabajo. En especial, agradezco al tutor Jesús López y a la profesora Yully Gutiérrez por su apoyo y guía constante.

Por último, agradezco a mi compañero, quien estuvo presente en cada momento, sin rendirse, invirtiendo esfuerzo y tiempo para que este proyecto llegara a buen término.

Contenido

Resumen	8
Abstract	9
1. Introducción	10
2. Planteamiento del problema.....	10
3. Justificación.....	13
4. Objetivos	21
4.1. Objetivo General	21
4.2. Objetivos Específicos	21
5. Marco referencial	10
5.1. Marco Conceptual:	22
5.2. Marco Legal:	42
5.2.2 Ley 100 de 1993.....	44
5.2.3 Ley 1751 de 2015	44
5.2.4 Resolución 2003 de 2014.....	44
5.3. Marco teórico	45
5.3.1 Introducción a la Tecnología en la Salud	45
5.3.2 Marcapasos cardiaco : Funcionamiento y Necesidad de Monitoreo.....	46
5.3.3.Monitoreo Remoto: Definición y Beneficios.....	47

5.3.4.Estado del Arte	48
6.Metodología	50
6.1. Tipo de investigación.....	50
6.2. Diseño	50
6.2.1 Revisar guias clinicas	¡Error! Marcador no definido.
6.3.Materiales y Métodos.....	50
6.3. Procedimientos	52
6.4 Área de estudio.....	54
6.4. Desarrollo metodológico.	55
7.Resultados y discusión	64
8.Conclusiones	68
9.Recomendaciones	70
10.Bibliografía	72

Tabla de ilustraciones

Figura 1	22
Figura 2	23
Figura 3	24
Figura 4	24
Figura 5	27
Figura 6	28
Figura 7	30
Figura 8	30
Figura 9	31
Figura 10	32
Figura 11	33
Figura 12	34
Figura 13	35
Figura 14	36
Figura 15	38
Figura 16	39
Figura 17	39
Figura 18	40
Figura 19	42
Figura 20	48
Figura 21	56
Figura 22	58

Figura 23	60
Figura 24	62

Resumen

El monitoreo remoto de pacientes con marcapasos cardiacos presenta importantes desafíos, especialmente en áreas rurales con acceso limitado a servicios de salud especializados. La falta de supervisión continua incrementó el riesgo de complicaciones que podrían haberse prevenido con un seguimiento adecuado. Este problema se vio agravado por la necesidad de consultas presenciales, que implicaron largos tiempos de espera, desplazamientos costosos y una carga emocional para los pacientes, particularmente aquellos mayores o con movilidad reducida.

La creación de una interfaz gráfica accesible para el monitoreo remoto mediante una página web surgió como una solución eficaz. Esto permitió a los pacientes puedan colocar su sintomatología con el marcapasos cardiaco y también acceder rápidamente a sus datos de salud, como, minimizando las visitas presenciales. Además, una interfaz intuitiva y fácil de usar y mejorar la experiencia tanto de los pacientes como de los médicos, optimizando la respuesta ante cualquier eventualidad y facilitando un mejor control de la salud de las personas con marcapasos cardiaco.

Palabras Claves: Marcapasos cardíaco, monitoreo remoto, salud cardiovascular, intervención oportuna, calidad de vida.

Abstract

Remote monitoring of pacemaker patients presents significant challenges, especially in rural areas with limited access to specialized healthcare services. The lack of continuous supervision increases the risk of complications that could have been prevented with proper monitoring. This issue was further aggravated by the need for in-person consultations, which involved long wait times, costly travel, and an emotional burden for patients, particularly the elderly or those with limited mobility.

The creation of an accessible graphical interface for remote monitoring via a website emerged as an effective solution. It allowed patients to quickly access their health data, such as heart rates, minimizing the need for in-person visits. Additionally, an intuitive and user-friendly interface improved the experience for both patients and doctors, optimizing responsiveness to any eventualities and facilitating better health management for pacemaker-dependent individuals.

Keywords: cardiac pacemaker, remote monitoring, cardiovascular health, timely intervention, quality of life.

4. Marco referencial

1. Introducción

En un mundo en constante evolución, donde la salud y el bienestar de las personas son aspectos fundamentales, la tecnología ha cobrado un rol imprescindible en la optimización y el mejoramiento de los sistemas de cuidado médico. Cada avance en este campo permite a los profesionales de la salud y a los pacientes acceder a herramientas que no solo mejoran la calidad del tratamiento, sino que también proporcionan un seguimiento más detallado y accesible de las condiciones de salud. Es en este contexto donde surge el interés por desarrollar tecnologías que faciliten la vida de personas con dispositivos implantables como los marcapasos cardíacos, quienes dependen de un monitoreo constante para garantizar su bienestar.

La falta de oportunidad en la atención en salud se refiere a la incapacidad de acceder a servicios médicos en el momento adecuado, algo que afecta especialmente a los pacientes con marcapasos que requieren revisiones periódicas. Esta investigación se ha centrado en la creación de una interfaz gráfica diseñada específicamente para el monitoreo de la sintomatología y frecuencia cardíaca en pacientes con marcapasos cardíacos. Este tipo de dispositivos es crucial para quienes sufren de arritmias cardíacas, ya que regulan los latidos del corazón y ayudan a prevenir complicaciones graves como ataques cardíacos e insuficiencia cardíaca.

Sin embargo, uno de los mayores retos que enfrentan quienes utilizan estos dispositivos es la dificultad para realizar un seguimiento adecuado. Las limitaciones en el acceso a un control oportuno y continuo pueden ser significativas, sobre todo en pacientes que viven en áreas

rurales o de difícil acceso, donde los servicios de salud no están disponibles de forma rápida y eficiente. Las barreras incluyen la escasez de recursos, la falta de personal médico, largas esperas para atención especializada y obstáculos geográficos y económicos.

El desarrollo de esta interfaz gráfica tiene como objetivo ofrecer una solución accesible y eficiente tanto para los profesionales de la salud como para los pacientes que requieren monitoreo constante de sintomatología. Este proyecto propone una herramienta que permite a los usuarios llevar un control detallado de cómo se sienten los pacientes con marcapasos, registrando su estado de salud y mostrando datos de frecuencia cardíaca y síntomas de manera clara y accesible. La interfaz, basada en la web, facilita la recolección de información y permite que sea visualizada de forma intuitiva en un sitio web amigable. Así, los profesionales de la salud pueden identificar posibles patrones irregulares en la sintomatología del paciente, lo que permite intervenir de manera oportuna y reducir el riesgo de complicaciones graves.

El desarrollo técnico de esta interfaz combina el uso de JSON y HTML, cada uno cumpliendo una función esencial en el proyecto. JSON se utiliza para el intercambio de información en tiempo real, lo cual es fundamental para que los datos clínicos del paciente puedan ser capturados y enviados a la interfaz sin demoras. Los datos obtenidos se representan gráficamente en la interfaz, permitiendo visualizar cómo se ha sentido el paciente en los últimos meses y qué patrones de sintomatología se están repitiendo. Esta representación gráfica está diseñada con un enfoque en la usabilidad, permitiendo que los profesionales de la salud interactúen con la interfaz de manera sencilla, sin requerir conocimientos técnicos avanzados.

Por otro lado, HTML es el lenguaje de programación empleado para la creación de la página web de la interfaz. HTML permite estructurar y organizar la información de manera clara, asegurando que el contenido sea fácil de navegar y entender para cualquier usuario, sin importar su nivel de experiencia tecnológica. Gracias a HTML, cada sección de la página web está diseñada para maximizar la accesibilidad de los datos relevantes, con gráficos y alertas que muestran patrones de salud y emiten notificaciones en caso de detectar alguna anomalía. Este diseño busca que la interfaz no solo sea útil para los médicos, sino también para los propios pacientes, que pueden revisar su estado de salud de manera sencilla y obtener alertas ante cambios significativos en su condición.

Es importante destacar que este proyecto no se limita únicamente a la creación de una interfaz gráfica, sino que también tiene implicaciones significativas en el ámbito de la atención médica, permitiendo que se tomen medidas preventivas antes de que ocurra un evento grave. La posibilidad de acceso remoto a los datos también beneficia a los médicos, quienes pueden consultar la información del paciente en cualquier momento y lugar, mejorando así la calidad del seguimiento y la toma de decisiones clínicas. Además, al reducir la necesidad de visitas presenciales a los centros de salud, esta tecnología es especialmente útil para pacientes en áreas de difícil acceso, lo cual descongestiona los servicios médicos y promueve una atención más ágil y eficiente.

La integración de JSON para el intercambio de datos en tiempo real y HTML para la visualización en una página web amigable permite que esta interfaz ofrezca un monitoreo efectivo y accesible de la sintomatología de pacientes con marcapasos, lo que representa una solución relevante para mejorar la atención médica preventiva en casos de difícil acceso a

servicios de salud. La herramienta facilita el seguimiento continuo de estos pacientes, reduciendo el riesgo de complicaciones graves gracias a la posibilidad de detectar patrones irregulares de salud y emitir alertas que avisan tanto al paciente como al personal de salud sobre la necesidad de una intervención temprana.

Además, el uso de HTML y JSON permite que la interfaz sea intuitiva y fácilmente navegable, asegurando que tanto los pacientes como los profesionales de salud puedan interpretar los datos sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados. Esto resulta en una representación visual clara y detallada del historial de síntomas y variaciones en la frecuencia cardíaca, lo que en última instancia contribuye a la toma de decisiones informadas por parte de los médicos. Al contar con acceso remoto a la información en tiempo real, los profesionales de salud pueden optimizar el proceso de seguimiento, y los pacientes se benefician de un monitoreo constante que reduce la necesidad de desplazamientos frecuentes, promoviendo una atención más ágil y personalizada.

2. Planteamiento del problema

La atención a pacientes con marcapasos cardíacos en áreas rurales plantea desafíos complejos, los cuales repercuten directamente en la salud y el bienestar de estos individuos. A nivel global, el acceso a servicios de salud de calidad sigue siendo un problema crítico en zonas alejadas de los centros urbanos, y este fenómeno afecta de manera aguda a personas con condiciones cardíacas, como quienes tienen marcapasos. Las distancias largas, la falta de infraestructura médica, y la disponibilidad limitada de especialistas se combinan para dificultar el monitoreo y tratamiento adecuado de estas personas, quienes a menudo requieren supervisión continua debido a la naturaleza de su condición cardíaca.

En áreas rurales, las consultas médicas especializadas son a menudo escasas o inexistentes, lo que obliga a los pacientes a recorrer largas distancias para obtener atención. Este traslado implica tanto costos económicos como desgaste físico y emocional, factores que afectan de manera considerable a quienes ya enfrentan limitaciones de salud. Para muchos, el gasto asociado al transporte y el tiempo invertido en acudir a citas de control representa una carga económica insostenible. En algunos casos, los pacientes simplemente no pueden permitirse estos viajes, lo que los lleva a omitir revisiones periódicas que son vitales para el control de su marcapasos y su salud general. Esto aumenta considerablemente el riesgo de que una arritmia o cualquier otra irregularidad cardíaca pase desapercibida, lo que podría resultar en complicaciones severas o incluso en situaciones de emergencia que podrían haberse prevenido con un monitoreo adecuado.

Además, los largos tiempos de espera para recibir atención son otro desafío crucial. En algunas regiones, los médicos especialistas en cardiología o quienes pueden ajustar o monitorear marcapasos sólo están disponibles ciertos días de la semana o del mes. Esto no solo contribuye a una carga adicional de tiempo para los pacientes, sino que también puede retrasar intervenciones necesarias que son fundamentales para evitar complicaciones. Así, la imposibilidad de recibir atención oportuna exacerba la vulnerabilidad de estos pacientes, quienes podrían necesitar ajustes urgentes en la configuración de sus dispositivos o recibir orientación sobre síntomas emergentes.

Un factor adicional que agrava esta problemática es la barrera tecnológica. Las herramientas de monitoreo remoto, que en teoría podrían mitigar estas dificultades, no son del todo accesibles ni comprensibles para todos los pacientes, en especial para aquellos que

son personas mayores o que tienen poca experiencia con la tecnología. La mayoría de las interfaces de los dispositivos de monitoreo actuales pueden resultar intimidantes y confusas para estos usuarios, lo que a menudo se traduce en errores al registrar o interpretar datos. Esto pone en evidencia la necesidad de una interfaz intuitiva y amigable que facilite a los pacientes el seguimiento de su condición sin generarles estrés adicional. La falta de accesibilidad tecnológica no solo limita el uso efectivo de estos dispositivos, sino que también impide que los pacientes y sus familiares comprendan plenamente su estado de salud, aumentando la dependencia de consultas presenciales y exponiéndolos a riesgos innecesarios.

Ante este panorama, la propuesta de desarrollar una interfaz que permita a los pacientes registrar sus síntomas y monitorear su frecuencia cardíaca de manera sencilla y eficaz es fundamental. Esta herramienta debe estar diseñada para que los pacientes puedan evaluar sus síntomas y saber cuándo podrían estar enfrentando una emergencia cardíaca. Además, la plataforma debe incluir instrucciones prácticas sobre qué hacer en caso de experimentar síntomas de insuficiencia cardíaca, así como estrategias para mantener la calma durante situaciones críticas. Esta funcionalidad no solo fortalecería la capacidad de los pacientes para manejar su salud de manera más independiente, sino que también reduciría el número de visitas presenciales, permitiendo que los médicos reciban información en tiempo real y brinden asesoría adecuada desde la distancia.

El valor de una plataforma digital de monitoreo remoto radica también en su potencial para mejorar la comunicación entre pacientes y médicos, proporcionando una manera segura

y confiable de enviar y recibir actualizaciones sobre el estado de salud del usuario. En un sistema de salud en el que los recursos son limitados, esta herramienta podría ayudar a optimizar la distribución de consultas y priorizar a quienes realmente necesitan intervención inmediata. Además, los datos recopilados de forma continua ayudarían a los profesionales a comprender mejor las variaciones en la salud del paciente, permitiéndoles ajustar tratamientos con mayor precisión y anticiparse a posibles complicaciones.

Para lograr una implementación efectiva, es fundamental que la interfaz sea accesible no solo desde dispositivos móviles, sino también desde computadoras, para maximizar su alcance entre diferentes tipos de usuarios. La interfaz debe contar con elementos visuales claros y directrices de uso fáciles de seguir, de modo que pueda ser operada incluso por personas con mínima experiencia tecnológica. La simplicidad en el diseño y la claridad en las instrucciones pueden ser la diferencia entre una experiencia positiva y un rechazo a la tecnología por parte de los pacientes. Además, la plataforma podría incorporar recordatorios automáticos para fomentar el seguimiento de la sintomatología de manera regular, proporcionando una experiencia integral que apoye el autocuidado y el bienestar de los pacientes.

Finalmente, la creación de esta interfaz debe considerar un enfoque inclusivo, en el que tanto los pacientes como sus cuidadores puedan ser partícipes del proceso de monitoreo. Capacitar a los cuidadores en el uso de esta herramienta también sería de gran utilidad, ya que ellos suelen desempeñar un rol clave en la atención diaria de los pacientes, especialmente cuando estos enfrentan dificultades para entender o usar la tecnología por sí mismos. Esto facilitaría que los cuidadores puedan detectar a tiempo síntomas preocupantes

y proporcionar la ayuda necesaria para asegurar la correcta atención del paciente. Teniendo en cuenta surge la siguiente pregunta:

¿Cómo afecta la falta de monitoreo remoto la calidad de vida de los pacientes con marcapasos cardiacos?

3. Justificación

La tecnología ha evolucionado y se ha convertido en un componente esencial para mejorar la atención médica, especialmente en el contexto de pacientes que padecen condiciones cardíacas y dependen de dispositivos como los marcapasos. Este proyecto surge como una respuesta a la necesidad urgente de implementar soluciones tecnológicas que faciliten el monitoreo y seguimiento de los signos y síntomas de paciente con implante de marcapaso cardiaco que presenten dificultad para adquirir atención médica. pacientes en áreas rurales. En muchas de estas comunidades, el acceso a servicios de salud especializados es alarmantemente limitado, creando un entorno que puede ser complejo y peligroso para aquellos que requieren atención médica continua. Las personas que viven en estas regiones enfrentan una serie de barreras, como la distancia a los centros de atención médica, la falta de transporte adecuado, y la escasez de profesionales médicos especializados.

Estas limitaciones se traducen en un aumento significativo del riesgo de complicaciones graves relacionadas con su salud cardíaca, lo que hace aún más urgente la implementación de soluciones innovadoras. El objetivo central del proyecto es desarrollar una interfaz que permita a los pacientes registrar y monitorear sus síntomas de manera efectiva a lo largo del día. Este enfoque es especialmente crucial para aquellos que enfrentan complicaciones o problemas persistentes con su ritmo cardíaco. La capacidad de registrar y comunicar sus síntomas en tiempo real puede ser vital para asegurar una intervención oportuna y adecuada.

Para ello, la plataforma se diseñará con un enfoque en la usabilidad, garantizando que todos los pacientes, independientemente de su familiaridad con la tecnología, puedan acceder a ella sin dificultad. Este diseño centrado en el usuario permitirá a los pacientes no solo reportar cómo se sienten, sino también identificar síntomas de alarma que puedan requerir atención médica inmediata. Además, el sistema incluirá funciones que permitan a los pacientes configurar recordatorios para tomar medicamentos, realizar ejercicios de rehabilitación y asistir a citas médicas, contribuyendo así a una gestión integral de su salud. Este aspecto de la interfaz se convierte en un recurso valioso que no solo ayuda a los pacientes a seguir su tratamiento, sino que también mejora su compromiso con el mismo.

La integración de estos recordatorios y alertas está diseñada para aumentar la adherencia a los tratamientos prescritos y promover una cultura de autocuidado, algo que es esencial para quienes viven con condiciones crónicas. Una de las innovaciones más destacadas de este sistema es su capacidad para proporcionar a los médicos acceso a una base de datos centralizada. Esta base de datos permitirá a los profesionales de la salud revisar la información del paciente en cualquier momento, lo que facilitará un seguimiento continuo y una atención más efectiva.

Los médicos podrán evaluar el historial de síntomas de cada paciente, horario de aparición, observar tendencias a lo largo del tiempo y, con esta información, tomar decisiones importantes sobre el tratamiento. Por ejemplo, mediante el análisis de los datos recopilados, los profesionales de la salud podrán identificar patrones que podrían indicar la necesidad de ajustes en el tratamiento o la intervención inmediata. Esta función no solo mejora la calidad de la atención, sino que también optimiza el uso del tiempo de los médicos, permitiéndoles centrarse en casos que requieren atención urgente. Otro aspecto crítico que se

abordará en este proyecto es la capacitación y educación de los pacientes sobre el uso de la tecnología.

A menudo, los pacientes mayores o aquellos con menos habilidades tecnológicas pueden sentirse intimidados por la adopción de nuevas herramientas digitales. Para superar esta barrera, se ofrecerán sesiones de capacitación y recursos educativos que expliquen cómo utilizar la interfaz de manera efectiva. Este enfoque educativo es vital para asegurar que todos los pacientes puedan beneficiarse de la tecnología sin sentirse abrumados.

Se crearán tutoriales en video, guías paso a paso y asistencia técnica, con el objetivo de empoderar a los usuarios y brindarles confianza en su capacidad para utilizar la plataforma. La implementación de esta solución tecnológica también plantea oportunidades para la investigación y el desarrollo en el campo de la salud digital.

Los datos recopilados a través de la interfaz pueden ser utilizados para realizar estudios sobre la eficacia de diferentes tratamientos y enfoques de gestión de enfermedades. La posibilidad de analizar grandes cantidades de datos de pacientes de diversas regiones proporcionará información valiosa sobre la progresión de las enfermedades cardíacas y los efectos de los diferentes tratamientos en contextos rurales.

Esta investigación puede contribuir a la formulación de políticas de salud más efectivas y a la mejora de los estándares de atención médica en comunidades desatendidas. Asimismo, el sistema fomentará una comunicación más fluida entre pacientes y médicos. La posibilidad de compartir información en tiempo real, junto con el acceso a la historia clínica del paciente,

permite a los médicos realizar consultas más detalladas y precisas. Esto puede ser particularmente beneficioso en situaciones de emergencia, donde cada minuto cuenta. Los médicos podrán acceder a la información relevante rápidamente, lo que puede marcar una diferencia crucial en la atención que se brinda. Además, la solución se diseñará para garantizar la seguridad y privacidad de los datos de los pacientes.

Dada la naturaleza sensible de la información médica, se implementarán medidas de seguridad robustas para proteger la confidencialidad de los datos. Esto incluirá el uso de cifrado, autenticación de dos factores y protocolos de seguridad estrictos, para que los pacientes se sientan seguros al compartir su información. La confianza en la plataforma es fundamental para fomentar la adopción y el uso continuo de la misma. La creación de esta interfaz accesible y fácil de usar es fundamental para asegurar que todos los pacientes, sin importar su nivel de experiencia tecnológica, puedan beneficiarse de esta innovación. Este enfoque busca eliminar las barreras que históricamente han impedido que las comunidades más vulnerables accedan a la atención médica que necesitan. Se espera que esta iniciativa no solo beneficie a los pacientes, sino que también ayude a los profesionales de la salud a brindar un cuidado más integral y adaptado a las necesidades individuales de cada paciente.

En un mundo donde la tecnología y la salud están cada vez más interconectadas, este proyecto se presenta como una oportunidad significativa para mejorar la atención médica para pacientes con marcapasos y otros dispositivos cardíacos. La implementación de esta interfaz tiene el potencial de ser un cambio de paradigma en la forma en que se brinda la atención médica, particularmente en comunidades rurales que han sido tradicionalmente

desatendidas. Al utilizar la tecnología como una herramienta para empoderar a los pacientes y facilitar la comunicación con los profesionales de la salud, se sienta la base para un futuro más saludable y accesible para todos.

4.Objetivos

4.1.Objetivo General

- Diseñar una interfaz Gráfica que permita la identificación rápida de irregularidades sintomatológicas en los pacientes con marcapaso cardiaco

4.2.Objetivos Específicos

- Revisar guías clínicas, observaciones técnicas, indicaciones de personal, frecuencia de seguimientos y consideraciones éticas acerca de la monitorización en pacientes con marcapasos cardiaco
- Incorporar sistemas de alerta en la interfaz para notificar al paciente o al personal médico sobre cambios significativos en la sintomatología del paciente.
- Brindar la posibilidad de almacenar y mostrar datos históricos, a través de la interfaz, permitiendo comprender mejor cómo han cambiado los datos, facilitando la toma de decisiones.

En este Proyecto, se presentó algunos conceptos clave relacionados con el Diseño de una interfaz grafica , que resultan indispensables para contextualizar el objeto de estudio. Entre ellos, destacan:

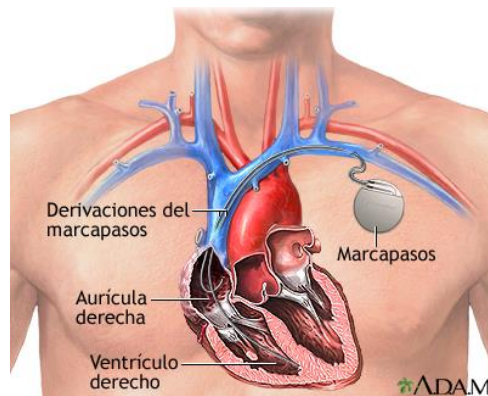
5. Marco Conceptual:

En este Proyecto, se presentó algunos conceptos clave relacionados con el Diseño de una interfaz gráfica, que resultan indispensables para contextualizar el objeto de estudio. Entre ellos, destacan:

- **Marcapasos Cardíaco:**

Figura 1

Anatomía de un corazón con un marcapasos cardiaco instalado



nota: MedlinePlus. (2022, 5 de octubre). *Marcapasos cardíaco*. Biblioteca Nacional de Medicina de EE. UU. Recuperado el 27 de octubre de 2024, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007369.htm>

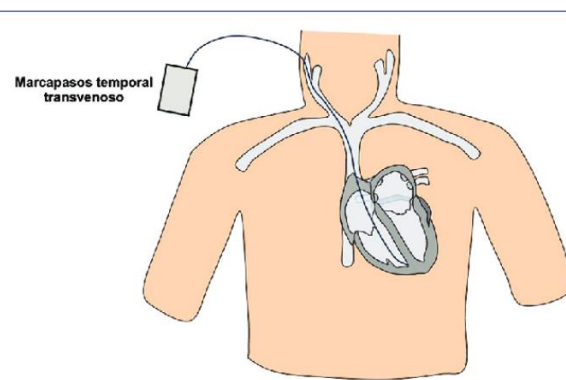
Un marcapasos cardíaco es un dispositivo médico diseñado para regular el ritmo del corazón. Este dispositivo puede ser temporal o permanente y se utiliza en situaciones donde el corazón no puede mantener un ritmo adecuado por sí mismo, como en casos de bradicardia o arritmias. Los marcapasos permanentes son dispositivos electrónicos implantables que generan impulsos eléctricos para estimular

el corazón y asegurar que este lata de manera efectiva (Academia.edu, n.d.), los cuales son los siguientes:

- **Marcapasos Temporal:**

Figura 2

Atomia de un corazón con un marcapasos cardiaco temporal instalado



nota : León-Romero, L. F., Fernández-Domenech, J., Yáñez-Guerrero, P., Ruiz-González, G., Gómez, J., Herrera-Orozco, J., & Nava, S. (2024). *Figura 2: Marcapasos temporal transvenoso* [Figura]. En *Guía para identificar características específicas en dispositivos de estimulación cardiaca mediante figura radiológica*. ResearchGate. Recuperado el 27 de octubre de 2024, de https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Marcapasos-temporal-transvenoso_fig1_369842514

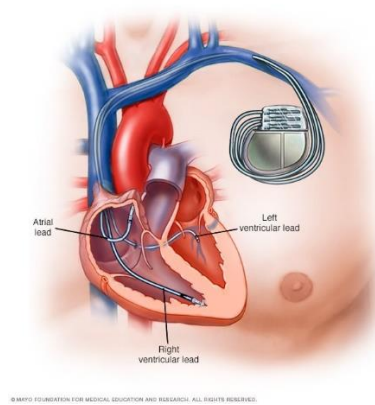
Se utilizan de forma temporal en situaciones críticas, como tras una cirugía cardíaca o en casos de bradicardia aguda. Pueden ser transvenosos (insertados a

través de una vena) o epicárdicos (colocados directamente sobre el corazón)
(Mayo Clinic, 2023)

- **Marcapasos Permanente :**

Figura 3

Anatomía de un corazón con un marcapasos cardíaco permanente instalado



Nota: Mayo Clinic. (2023). *Marcapasos cardíaco: Definición y descripción del procedimiento*. Recuperado el 27 de octubre de 2024, de

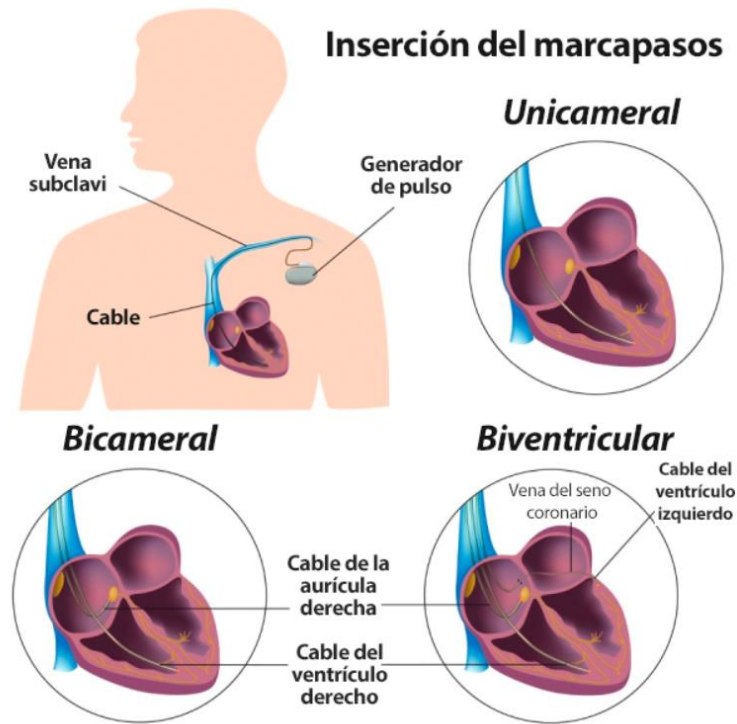
<https://www.mayoclinic.org/es/tests-procedures/pacemaker/about/pac-20384689>

Estos dispositivos se implantan quirúrgicamente y están diseñados para funcionar indefinidamente. Se utilizan en pacientes con condiciones crónicas que requieren estimulación continua del corazón (American Heart Association, 2023).

- **Marcapasos Biventricular y Bicameral**

Figura 4

Anatomio del Corazon con un impla



Biventricular y Bicameral

Nota: My Rhythm Device. (2024). *¿Hay diferentes tipos de marcapasos?* Recuperado el 27 de octubre de 2024, de <https://www.myrhythmdevice.org/es/marcapasos/hay-diferentes-tipos-de-marcapasos/>

También conocidos como marcapasos de resincronización cardíaca, se utilizan en pacientes con insuficiencia cardíaca y disincronía ventricular. Estimulan ambos ventrículos para mejorar la coordinación del bombeo del corazón (National Heart, Lung, and Blood Institute, 2023).

Marcapasos Bicameral son Diseñados para estimular tanto la aurícula como el ventrículo, este

tipo ayuda a mantener una sincronización adecuada entre las dos cámaras del corazón (Heart Rhythm Society, 2023)

IV) Marcapasos Subcutáneo:

Este tipo se implanta debajo de la piel, sin electrodos que entren en el corazón. Es menos invasivo y puede ser una opción para ciertos pacientes que no requieren un marcapasos convencional (Cleveland Clinic, 2023).

- **Monitoreo Remoto:** El monitoreo remoto implica el uso de dispositivos y plataformas digitales para rastrear indicadores de salud, como la presión arterial, la frecuencia cardíaca, los niveles de glucosa y otros parámetros vitales. Estos datos se transmiten a través de internet a los profesionales de la salud, quienes pueden analizarlos y tomar decisiones informadas sobre el tratamiento del paciente sin necesidad de que este se desplace a una consulta médica. Este tipo de monitoreo es especialmente valioso en situaciones donde el acceso a atención médica es limitado o donde los pacientes tienen dificultades para asistir a citas presenciales. (Nadas & Quadros, 2024).
- **Salud Cardiovascular:** La salud cardiovascular es un aspecto fundamental de la salud pública que se refiere al bienestar del corazón y los vasos sanguíneos, así como a la prevención y tratamiento de las enfermedades

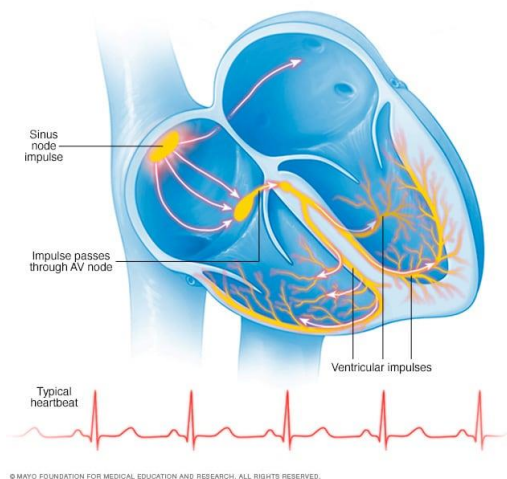
cardiovasculares (ECV). Estas enfermedades, que incluyen condiciones como el infarto de miocardio, accidentes cerebrovasculares y enfermedades coronarias, representan una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en todo el mundo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las ECV son responsables de aproximadamente 17.9 millones de muertes al año, lo que subraya la importancia de abordar este problema desde múltiples frentes (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2021).

algunas principales causas de las enfermedades cardiovasculares son:

- I) **Arritmias:** Son alteraciones en el ritmo cardíaco que pueden provocar palpitaciones, mareos o desmayos. Algunas arritmias pueden ser inofensivas, mientras que otras pueden ser potencialmente mortales (Almirall, n.d.).

Figura 5

Explicación de un corazón sufriendo



© MAYO FOUNDATION FOR MEDICAL EDUCATION AND RESEARCH. ALL RIGHTS RESERVED.

Nota:

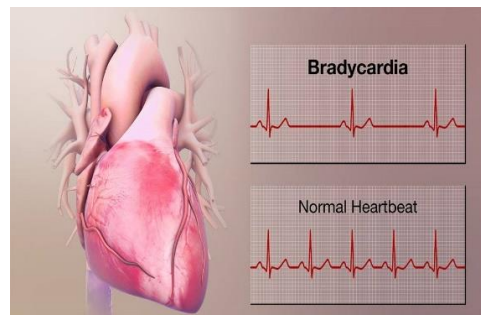
Mayo Clinic. (2023). *Arritmia cardíaca: Síntomas y causas*. Recuperado el 27 de octubre de 2024, de <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/heart-arrhythmia/symptoms-causes/syc-20350668>

Son alteraciones en el ritmo cardíaco que pueden provocar palpitaciones, mareos o desmayos. Algunas arritmias pueden ser inofensivas, mientras que otras pueden ser potencialmente mortales (Almirall, n.d.).

II) **Bradicardia:**

Figura 6

Comparacion de un ritmo cardiaco normal y una bradicardia



Nota: Getwellue. (s. f.). Frecuencia cardíaca baja, ¿cuándo debería preocuparme por la bradicardia? Recuperado el 27 de octubre de 2024, de

<https://es.getwellue.com/Blogs/cardiovascular/frecuencia-card%C3%ADaca-baja%2C-%C2%BFcu%C3%A1ndo-deber%C3%ADa-preocuparme-por-la-bradicardia%3F>

Es una condición médica caracterizada por una frecuencia cardíaca anormalmente baja, definida generalmente como menos de 60 latidos por minuto en reposo. Este fenómeno puede ser fisiológico, como en atletas entrenados que presentan un ritmo cardíaco más lento

debido a una mayor eficiencia cardiovascular, o patológico, asociado a problemas como trastornos del sistema eléctrico del corazón, hipotiroidismo, o efectos secundarios de ciertos medicamentos .

- Causas y Síntomas

Las causas de la bradicardia pueden incluir:

Alteraciones en el nodo sinusal: El marcapasos natural del corazón puede no funcionar correctamente .

Bloqueo cardíaco: Impide que las señales eléctricas viajen adecuadamente entre las aurículas y los ventrículos

Enfermedades metabólicas: Como el hipotiroidismo .

Efectos de medicamentos: Algunos fármacos pueden disminuir la frecuencia cardíaca.

Los síntomas pueden ser sutiles o severos e incluyen fatiga, mareos, desmayos y, en casos extremos, paro cardíaco .

Diagnóstico y Tratamiento

El diagnóstico se realiza mediante un electrocardiograma (ECG) y monitoreo

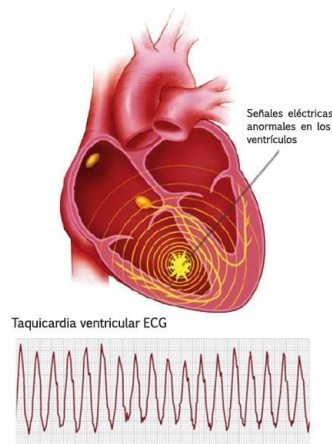
Holter para evaluar la actividad eléctrica del corazón. El tratamiento depende de la

causa subyacente e incluye ajustes en la medicación, marcapasos en casos severos o cirugía .

III) Taquicardia

Figura 7

Ilustración de como se ve la actividad eléctrica en una taquicardia por mediante un ECG

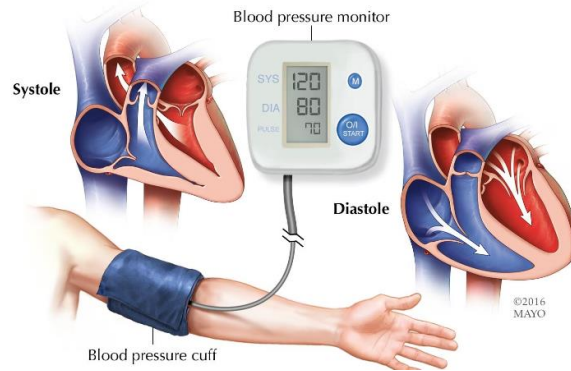


Nota: Boston Scientific. (s. f.). *Arritmias ventriculares*. Recuperado el 27 de octubre de 2024, de <https://www.bostonscientific.com/es-ar/condiciones-de-salud/arritmias-ventriculares.html>

- Hipertensión arterial: La presión arterial alta ejerce una tensión adicional en el corazón y los vasos sanguíneos, lo que puede deteriorar su funcionamiento y aumentar el riesgo de eventos cardiovasculares (Lostao & Olivera, n.d.).

Figura 8

Paciente con hipertensión alta



Nota: Mayo Clinic. (2023). *Hipertensión: Diagnóstico y tratamiento*.

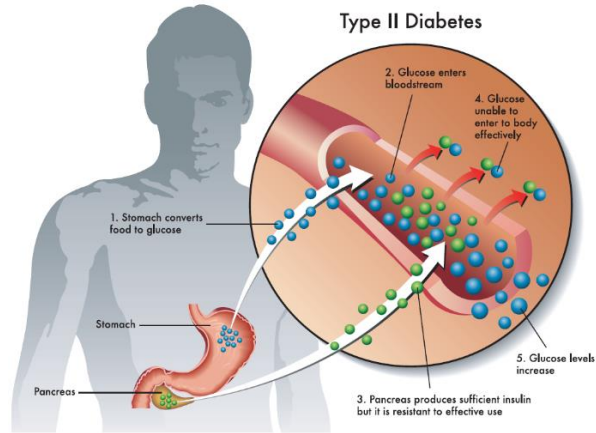
Recuperado el 27 de octubre de 2024, de

<https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/high-blood-pressure/diagnosis-treatment/drc-20373417>

IV) Diabetes mellitus: Las personas con diabetes tienen un mayor riesgo de desarrollar enfermedades del corazón debido a los niveles elevados de azúcar en la sangre y la inflamación crónica que pueden dañar los vasos sanguíneos (Lostao & Olivera, n.d.).

Figura 9

Explicación de cómo el estómago convierte la comida en glucosa

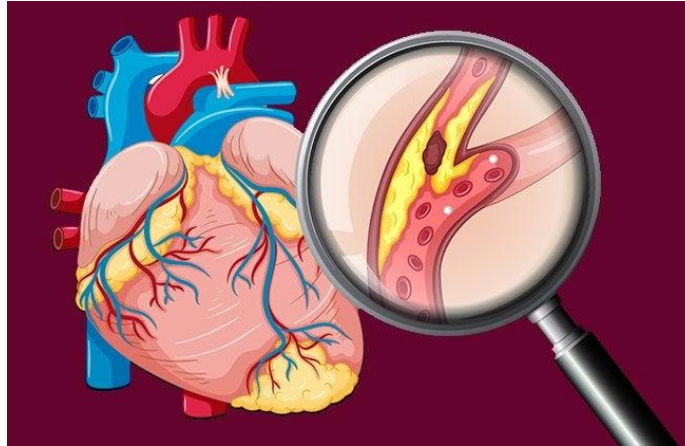


Nota: Legacy Community Health. (s. f.). *¿Qué es la diabetes mellitus?* Recuperado el 27 de octubre de 2024, de <https://www.legacycommunityhealth.org/es/diabetes-2/que-es-la-diabetes-mellitus/>

- V) Dislipidemia: Niveles altos de colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad) y triglicéridos en sangre contribuyen a la formación de placas Dateroscleróticas en las arterias, lo que aumenta el riesgo de infartos y accidentes cerebrovasculares (Mecanismos celulares y moleculares de la aterotrombosis, n.d.).

Figura 10

Arteria tapada por la Dislipidemia



Nota:

Top Doctors. (s. f.). *Dislipidemia*. Recuperado el 27 de octubre de 2024, de

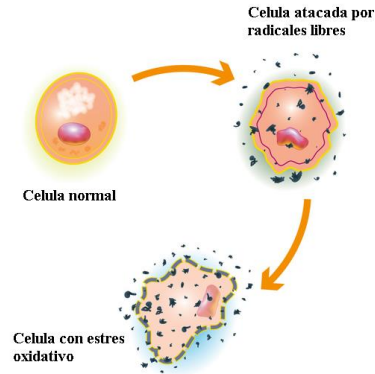
<https://www.topdoctors.mx/diccionario-medico/dislipidemia/>

Niveles altos de colesterol LDL (lipoproteínas de baja densidad) y triglicéridos en sangre contribuyen a la formación de placas Ateroscleróticas en las arterias, lo que aumenta el riesgo de infartos y accidentes cerebrovasculares (Mecanismos celulares y moleculares de la aterotrombosis, n.d.).

VI) Estrés oxidativo e inflamación:

Figura 11

Célula con estrés oxidativo



Nota: E-All Science. (s. f.). *Estrés oxidativo, radicales libres y antioxidantes*.

Recuperado el 27 de octubre de 2024, de [https://www.e-](https://www.e-allscience.com/blogs/articulos/estres-oxidativo-radicales-libres-y-antioxidantes)

[allscience.com/blogs/articulos/estres-oxidativo-radicales-libres-y-antioxidantes](https://www.e-allscience.com/blogs/articulos/estres-oxidativo-radicales-libres-y-antioxidantes)

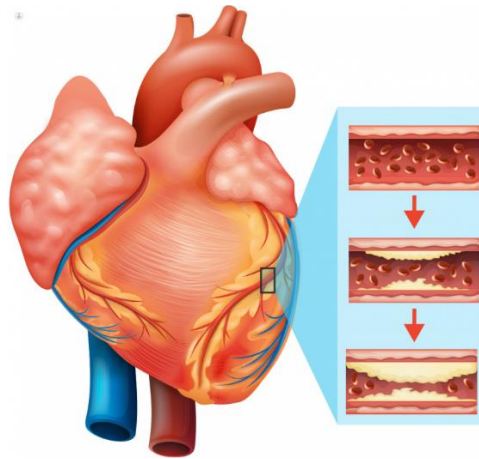
Estos procesos están asociados con la disfunción endotelial y son mediadores clave en la progresión de la aterosclerosis, que es una de las principales causas subyacentes de ECV (Mecanismos celulares y moleculares de la aterotrombosis, n.d.).

VII) Cardiopatía Isquémica:

También conocida como enfermedad coronaria, se produce cuando las arterias que suministran sangre al corazón se estrechan o bloquean, lo que puede llevar a angina de pecho o infarto de miocardio. Esta condición es la principal causa de muerte en muchas partes del mundo (Almirall, n.d.).

Figura 12

Cardiopatía isquémica



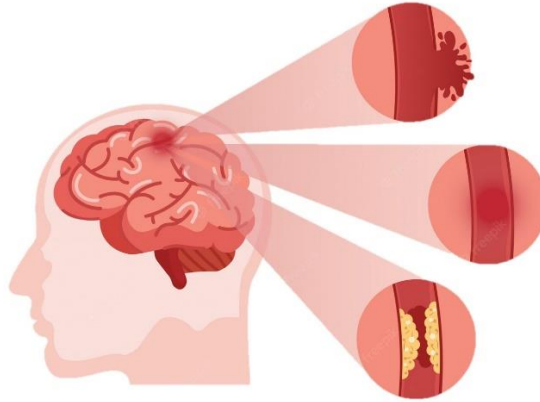
Nota: Top Doctors. (s. f.). *Cardiopatía isquémica*. Recuperado el 27 de octubre de 2024, de <https://www.topdoctors.com.co/diccionario-medico/cardiopatia-isquemica/>

También conocida como enfermedad coronaria, se produce cuando las arterias que suministran sangre al corazón se estrechan o bloquean, lo que puede llevar a angina de pecho o infarto de miocardio. Esta condición es la principal causa de muerte en muchas partes del mundo (Almirall, n.d.).

VIII) Enfermedad Cerebrovascular:

Figura 13

ACV



Nota:

Eurofarma. (s. f.). *¿Qué es un accidente cerebrovascular?* Recuperado el 27 de octubre de 2024, de <https://www.eurofarma.com.pe/articulos/que-es-un-accidente-cerebrovascular>

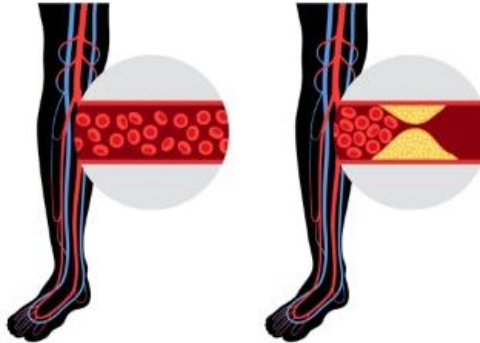
Se refiere a los trastornos que afectan el flujo sanguíneo al cerebro, lo que puede resultar en un accidente cerebrovascular (ACV) o un ataque isquémico transitorio (AIT). Los ACV pueden causar daño cerebral significativo y discapacidad permanente (Almirall, n.d.).

IX) Enfermedad Arterial Periférica:

Figura 14

Extremidad Periferica con taponamiento

ENFERMEDAD DE LAS ARTERIAS PERIFÉRICAS



Nota: Aurora Health Care. (s. f.). *Peripheral artery disease*. Recuperado el 27 de octubre de 2024, de <https://es.aurorahealthcare.org/services/heart-vascular/conditions/peripheral-artery-disease>

Esta condición implica el estrechamiento de las arterias que suministran sangre a las extremidades, generalmente las piernas. Puede causar dolor al caminar (claudicación intermitente) y aumentar el riesgo de infecciones y amputaciones (Dialnet, 2024).

X) Aterosclerosis:

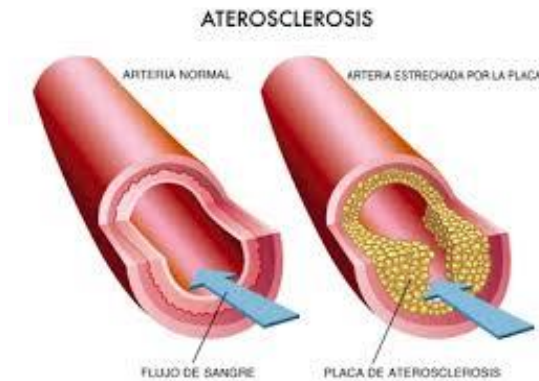
Es un proceso patológico en el cual se acumulan grasas, colesterol y otras sustancias en las paredes de las arterias, formando placas que pueden obstruir el flujo sanguíneo. La aterosclerosis es un factor común en muchas ECV, incluyendo la cardiopatía isquémica y la enfermedad cerebrovascular (Mecanismos celulares y moleculares de la aterotrombosis, n.d.).

Figura 15

Arteria tapada

Figura 15

Arteria tapada



Nota: Probelte Pharma. (s. f.). *Aterosclerosis: qué la provoca y cómo prevenirla.*

Recuperado el 27 de octubre de 2024, de

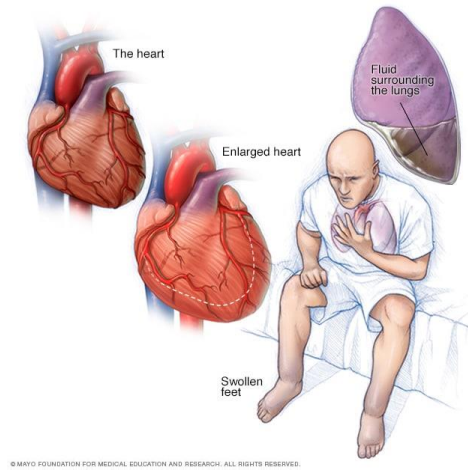
<https://www.probeltepharma.es/aterosclerosis-que-la-provoca-y-como-prevenirla/>

Es un proceso patológico en el cual se acumulan grasas, colesterol y otras sustancias en las paredes de las arterias, formando placas que pueden obstruir el flujo sanguíneo. La aterosclerosis es un factor común en muchas ECV, incluyendo la cardiopatía isquémica y la enfermedad cerebrovascular (Mecanismos celulares y moleculares de la aterotrombosis, n.d.).

XI) Insuficiencia Cardíaca:

Figura 16

Paciente sufriendo una insuficiencia cardiaca



Nota:

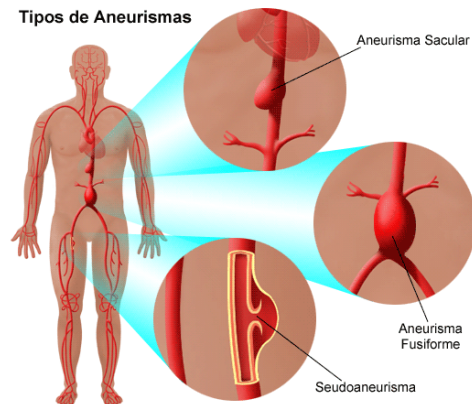
Mayo Clinic. (2023). *Insuficiencia cardíaca: Síntomas y causas*. Recuperado el 27 de octubre de 2024, de <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/heart-failure/symptoms-causes/syc-20373142>

Esta condición ocurre cuando el corazón no puede bombear suficiente sangre para satisfacer las necesidades del cuerpo. Puede ser causada por diversas condiciones subyacentes, incluyendo hipertensión y enfermedades coronarias (Dialnet, 2024).

XII) Aneurismas:

Figura 17

Arteria con paredes dilatadas



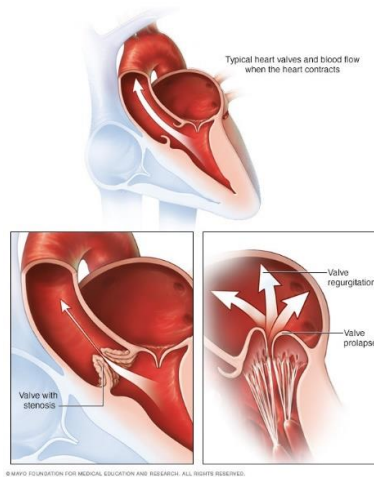
Nota; Stanford Children's Health. (s. f.). *Aneurisma*. Recuperado el 27 de octubre de 2024, de <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=aneurysm-85-P03316>

Se trata de dilataciones anormales en la pared de una arteria que pueden romperse y causar hemorragias internas graves. Los aneurismas aórticos son particularmente peligrosos y requieren atención médica urgente (Dialnet, 2024).

XIII) Enfermedad Valvular Cardíaca:

Figura 18

Corazon con mal funcionamiento en las valvulas



Nota: Mayo Clinic. (2023). Enfermedad de la válvula cardíaca: Síntomas y causas.

Recuperado el 27 de octubre de 2024, de <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/heart-valve-disease/symptoms-causes/syc-20353727>

Implica el daño o mal funcionamiento de una o más válvulas del corazón, lo que puede afectar el flujo sanguíneo adecuado dentro del corazón y hacia el resto del cuerpo (Mecanismos celulares y moleculares de la aterotrombosis, n.d.).

XIV) Estilo de vida poco saludable:

El consumo excesivo de alimentos ricos en grasas saturadas y colesterol, la falta de ejercicio regular, el tabaquismo y el estrés crónico son contribuyentes significativos al desarrollo de ECV (Lostao & Olivera, n.d.).

5.1.Marco Legal:

A nivel internacional, la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece en su constitución el derecho a la salud como un derecho humano fundamental. Además, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible incluye en su Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 3 la meta de "garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades", lo cual implica mejorar el acceso a servicios de salud esenciales en áreas rurales y remotas

Figura 19

Salud y Bienestar



Nota: Organización Mundial de la Salud (OMS). (n.d.). Constitución de la Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://www.who.int/about/governance/constitution>

A continuación hablaremos un poco de las leyes que rigen en Colombia:

5.2.1 Decreto 4725 de 2005

La presente Ley dicta que en Colombia establece un marco regulatorio para los dispositivos médicos, incluyendo los marcapasos cardíacos. Esta ley tiene como objetivo garantizar la seguridad y eficacia de estos equipos invasivos, que son cruciales para el tratamiento de diversas condiciones cardíacas. Según la ley, todos los dispositivos médicos deben contar con un registro sanitario otorgado por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA), asegurando que cumplan con los estándares necesarios antes de ser utilizados en pacientes (Congreso de Colombia, 1998).

Uno de los aspectos más destacados de la Ley 4725 es su enfoque en la protección del paciente. Los marcapasos, al ser dispositivos invasivos, requieren un seguimiento riguroso tanto durante su implantación como en su uso posterior. La ley promueve la vigilancia post-comercialización, lo que implica que se deben realizar estudios continuos sobre el desempeño de estos dispositivos y reportar cualquier incidente adverso relacionado con su uso.

Además, la ley establece responsabilidades claras para los fabricantes, quienes deben asegurar la calidad del producto y estar preparados para responder ante cualquier eventualidad relacionada con sus dispositivos. Esto incluye la obligación de proporcionar información

adecuada sobre el funcionamiento y mantenimiento de los marcapasos a los profesionales de la salud y a los pacientes.

5.2.2 Ley 100 de 1993

Establece el Sistema de Seguridad Social en Salud y sienta las bases para la regulación de los servicios de salud, incluyendo la gestión de dispositivos médicos. La ley promueve el acceso integral a servicios de salud, lo que incluye la utilización de dispositivos médicos necesarios para diagnósticos y tratamientos.

5.2.3 Ley 1751 de 2015

Esta ley establece el derecho a la salud y promueve la regulación de los productos y tecnologías en salud, incluyendo dispositivos médicos. El Sistema garantizará el derecho fundamental a la salud a través de la prestación de servicios y tecnologías, estructurados sobre una concepción integral de la salud, que incluya su promoción, la prevención, la paliación, la atención de la enfermedad y rehabilitación de sus secuelas.

5.2.4 Resolución 3100 de 2019

Establece los requisitos para el registro sanitario de dispositivos médicos y sus categorías. tiene como objeto definir los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud, así como adoptar el Manual de Inscripción de Prestadores y Habilitación de Servicios de Salud que hace parte integral de la presente

5.2.Marco teórico

5.3.1 Introducción a la Tecnología en la Salud

En el siglo XXI, la tecnología ha revolucionado el campo de la medicina, ofreciendo herramientas avanzadas que mejoran la calidad del cuidado y el monitoreo de los pacientes. Entre estas innovaciones, el marcapasos cardíaco ha emergido como un dispositivo crucial para el manejo de trastornos cardíacos. Los marcapasos, al controlar el ritmo cardíaco, se han convertido en una solución eficaz para quienes padecen arritmias, bradicardias y otras afecciones que afectan la capacidad del corazón para bombear sangre de manera adecuada. El impacto de estos dispositivos en la salud cardiovascular es innegable, ya que no solo prolongan la vida de los pacientes, sino que también mejoran significativamente su calidad de vida al reducir los síntomas debilitantes asociados con las enfermedades del corazón.

Sin embargo, el monitoreo y seguimiento de estos dispositivos han sido tradicionalmente limitados por la necesidad de visitas médicas frecuentes. Este enfoque, aunque efectivo, conlleva una serie de desafíos logísticos, especialmente para los pacientes que viven en áreas rurales o de difícil acceso. Estas barreras incluyen la distancia a los centros médicos, los costos asociados con el transporte y las largas esperas para recibir atención médica especializada. A pesar de los avances en la tecnología médica, estas limitaciones continúan siendo un obstáculo importante para un monitoreo continuo y eficiente del estado de salud de los pacientes con marcapasos.

Además, la falta de acceso a tecnologías de comunicación avanzadas, como los sistemas de monitoreo remoto, ha retrasado el progreso en la atención de pacientes con marcapasos. Aunque existen tecnologías que permiten el seguimiento remoto, su adopción ha sido lenta

debido a diversos factores, como la falta de infraestructura tecnológica en ciertas regiones, los costos iniciales para implementar estos sistemas y la necesidad de contar con profesionales capacitados para interpretar los datos recopilados de manera remota. El desarrollo y adopción de soluciones que aprovechen las redes de comunicación modernas, como el Wi-Fi y la conectividad móvil, tienen el potencial de transformar este aspecto del cuidado médico, proporcionando un monitoreo más regular y preciso, lo que puede reducir el riesgo de complicaciones a largo plazo.

Mulpuru, S. K., Madhavan, M., McLeod, C. J., Cha, Y. M., & Friedman, P. A. (2017). Cardiac Pacemakers: Function, Troubleshooting, and Management: Part 1 of a 2-Part Series. *Journal of the American College of Cardiology*, 69(2), 189–210.
<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.10.061>

5.3.2 Marcapasos cardiaco: Funcionamiento y Necesidad de Monitoreo

El monitoreo continuo de los marcapasos es esencial no solo para verificar el estado del dispositivo, sino también para evaluar la respuesta del paciente a lo largo del tiempo. En lugar de depender únicamente de visitas periódicas al médico, las nuevas tecnologías permiten una supervisión constante del rendimiento del marcapasos. Esto es especialmente importante, ya que los marcapasos pueden experimentar una variedad de problemas, como fallos en los electrodos, desgaste de la batería o cambios en los umbrales de estimulación que requieren ajustes específicos. La detección temprana de estos problemas no solo previene complicaciones mayores, sino que también optimiza la calidad de vida del paciente, permitiendo intervenciones más oportunas y personalizadas.

Además, el seguimiento continuo ofrece una visión más integral de cómo el cuerpo del paciente interactúa con el dispositivo. Los cambios en el estado de salud del paciente, como la aparición de nuevas afecciones cardíacas, el envejecimiento o cambios en su estilo de vida, pueden hacer necesario ajustar los parámetros del marcapasos. De esta manera, los médicos pueden personalizar el tratamiento y ajustar el funcionamiento del dispositivo de acuerdo con las necesidades individuales, mejorando la eficacia del tratamiento y reduciendo el riesgo de complicaciones a largo plazo. La combinación de estos factores hace que el monitoreo regular sea una pieza clave en la longevidad y efectividad del tratamiento con marcapasos.

(American Heart Association, 2022).

El monitoreo tradicionalmente se realiza a través de visitas periódicas al médico, lo cual puede ser una barrera significativa para pacientes que viven en áreas rurales o que tienen movilidad reducida. Este sistema tradicional puede limitar la capacidad de los profesionales de la salud para responder de manera oportuna a posibles problemas, incrementando el riesgo de complicaciones graves (Smith et al., 2020).

5.3.3. Monitoreo Remoto: Definición y Beneficios

El monitoreo remoto se refiere a la capacidad de observar y analizar los datos de salud del paciente a distancia utilizando tecnologías de comunicación. Esta técnica ha ganado popularidad debido a su potencial para ofrecer un seguimiento continuo y en tiempo real, sin la necesidad de visitas presenciales frecuentes. Los sistemas de monitoreo remoto para marcapasos cardíaco utilizan tecnologías como la telemetría y la transmisión de datos a través de redes seguras para enviar información crítica a los profesionales de la salud (Johnson & Lee, 2023).

5.3.4. Estado del Arte

Actualmente en el mercado las marcas ; Biotrenik y Boston Scientific comercializa algo parecido

BIOTRONIK. (s.f.). *Home Monitoring*. <https://www.biotronik.com/es-es/products/home-monitoring>

Boston Scientific. (n.d.). *LATITUDE™: Monitoreo remoto de pacientes*. Recuperado el 19 de octubre de 2024, de <https://www.bostonscientific.com/es-MX/products/remote-patient-monitoring/latitude.html>

Figura 20

Comunicador LATITUDE inalámbrico





Nota: Boston Scientific. (n.d.). *LATITUDE™: Monitoreo remoto de pacientes*. Recuperado el 19 de octubre de 2024, de <https://www.bostonscientific.com/es-MX/products/remote-patient-monitoring/latitude.html>

6. Metodología

6.1. Tipo de investigación

En esta investigación se ha adoptado la metodología de investigación aplicada, la cual se distingue por su enfoque práctico y orientado a la resolución de problemas específicos. Para implementar esta metodología, se llevó a cabo una exhaustiva revisión de diversas fuentes bibliográficas relevantes.

6.2. Diseño

El diseño de esta investigación adopta la metodología de investigación aplicada, orientada hacia un enfoque práctico y dirigido a la resolución de problemas específicos, como el acceso limitado a chequeos médicos para pacientes con marcapasos cardíaco en zonas rurales. Este tipo de estudio busca ofrecer soluciones concretas y aplicables a problemas reales, centrándose en identificar barreras críticas como la distancia a los centros de salud, la falta de monitoreo continuo y la limitada disponibilidad de recursos médicos en estas áreas.

6.3. Materiales y Métodos

En esta sección, se detalla el conjunto de componentes y herramientas empleadas para el desarrollo del software, así como los enfoques metodológicos implementados para la realización del sistema de tele monitoreo del paciente.

- **Materiales:**

Formato JSON (JavaScript Object Notation): El formato JSON se utilizó como un estándar para la estructuración y el intercambio de datos entre el paciente y la interfaz gráfica. JSON es ampliamente utilizado debido a su simplicidad y compatibilidad con una amplia variedad de lenguajes de programación, lo que lo convierte en una opción ideal para sistemas como este.

I) **Implementación de JSON en la interfaz:**

1.1. **Intercambio de Datos:** JSON fue empleado para estructurar los datos generados desde el dispositivo móvil del paciente, como los últimos dolores que tuvo, últimas presiones arteriales, nivel de oxígeno en sangre, y otras métricas relevantes. Estos datos se serializan en formato JSON para ser enviados a la interfaz de usuario mediante una conexión segura. Esto permite que los datos biométricos sean transmitidos en un formato legible tanto por humanos como por máquinas, facilitando la interoperabilidad entre los componentes del sistema.

II) **Implementación de HTML:**

Para estructurar y presentar los datos generados desde el dispositivo móvil del paciente, como los últimos dolores, presiones arteriales, nivel de oxígeno en sangre y otras métricas relevantes, se utiliza HTML. Este lenguaje de marcado se encarga de organizar la información biométrica de manera clara y accesible en la interfaz de usuario. De hecho, HTML es fundamental para la creación de páginas web que muestran datos dinámicos de forma estructurada (MDN Web Docs, 2023).

HTML define la estructura del contenido, permitiendo que los datos médicos se muestren de forma ordenada, como en tablas, listas o gráficos. Esto facilita la lectura y el análisis de la información por parte de los usuarios, como médicos y pacientes. Además, se ha demostrado que

el uso de HTML es efectivo para crear interfaces interactivas, mejorando la experiencia del usuario (W3C, 2023).

El lenguaje también permite actualizar partes de la página en tiempo real sin recargar toda la interfaz, lo que se conoce como "renderización parcial" y es crucial para aplicaciones médicas que requieren datos en tiempo real (MDN Web Docs, 2023).

6.3. Procedimientos

El enfoque técnico de esta investigación se centró en la identificación y análisis exhaustivo de los principales desafíos asociados con el monitoreo remoto de pacientes portadores de marcapasos cardíacos, particularmente en áreas rurales o con acceso limitado a servicios de salud especializados. Este problema es especialmente crítico debido a que la falta de acceso a monitoreo continuo no solo impide la detección temprana de anomalías en el funcionamiento del marcapasos, sino que también incrementa significativamente el riesgo de complicaciones cardíacas prevenibles, como arritmias, fibrilación auricular o fallos en el dispositivo, que podrían haber sido identificadas a través de una supervisión constante.

Una de las limitaciones fundamentales en este contexto es que, a pesar de los avances en la tecnología médica, el monitoreo de marcapasos sigue dependiendo en gran medida de interacciones presenciales, lo que representa un problema logístico en regiones de difícil acceso. Estas barreras incluyen la necesidad de que los pacientes se trasladen largas distancias hasta centros especializados, lo que no solo genera inconvenientes físicos y económicos, sino

que también puede ser emocionalmente desgastante para pacientes de edad avanzada o aquellos con movilidad reducida.

Como respuesta a estas limitaciones, la propuesta tecnológica de este proyecto consistió en desarrollar una interfaz gráfica de usuario (GUI) que actúe como una herramienta intermediaria entre el paciente y el equipo médico especializado, facilitando el monitoreo remoto de los síntomas más relevantes relacionados con la condición del paciente. Esta interfaz se diseñó para ser accesible desde un sitio web optimizado, lo que permite a los pacientes ingresar a su historial clínico y estado de salud actualizado, reduciendo así la necesidad de visitas físicas para chequeos de rutina.

Desde un punto de vista técnico, la interfaz se integra con los sistemas de datos proporcionados por los programadores de los marcapasos a través de tecnología de transmisión segura por Wi-Fi. Estos programadores, que recogen información directamente del dispositivo implantado en el paciente, son capaces de enviar datos relevantes como la frecuencia cardíaca, el estado de la batería del marcapasos y cualquier alerta de mal funcionamiento que pueda requerir atención inmediata. Una vez procesados, estos datos se presentan de forma comprensible y amigable en el portal web, tanto para el paciente como para su equipo médico.

Es importante señalar que, debido a las restricciones impuestas por los fabricantes de marcapasos y la diversidad en los protocolos de transmisión y cifrado de datos, la solución propuesta no interfiere con los algoritmos propietarios del marcapasos. El software simplemente actúa como una interfaz de visualización para los datos permitidos que coloque el paciente preservando así la seguridad y fiabilidad de la información médica.

Por último, se considera que la implementación de esta solución tecnológica contribuirá no solo a mejorar la calidad de vida de los pacientes, sino también a optimizar el tiempo y los recursos de los profesionales de la salud, quienes podrán supervisar a múltiples pacientes en tiempo real y detectar de manera proactiva cualquier señal de alerta que requiera intervención. Además, el sistema puede incluir una función para registrar la sintomatología reportada por el propio paciente, lo que proporcionará una visión más completa de su estado de salud, incluso en momentos en que no haya acceso directo a los datos del marcapasos.

6.4 Área de estudio.

El área de estudio de esta investigación se enmarca en el campo de la telemedicina y la cardiología, con un enfoque en la tecnología aplicada al monitoreo remoto de dispositivos médicos implantables. El creciente interés en mejorar el acceso a servicios de salud mediante la integración de herramientas digitales es fundamental en este proyecto, particularmente para aquellos pacientes con marcapasos cardíacos que requieren un seguimiento constante, pero que enfrentan barreras geográficas o de movilidad que limitan su acceso a cuidados médicos regulares. La telemedicina ha demostrado ser una solución efectiva para reducir las brechas en el acceso a la atención sanitaria, especialmente en poblaciones rurales o de difícil acceso, donde los desplazamientos frecuentes a centros de salud no siempre son viables. En este contexto, el proyecto busca resolver uno de los mayores desafíos asociados al monitoreo de marcapasos: la falta de un seguimiento continuo y accesible. Al combinar los avances en tecnologías web y de programación con la creación de interfaces gráficas intuitivas, esta investigación se alinea con la necesidad de facilitar el acceso a datos clínicos en tiempo real

tanto para pacientes como para profesionales de la salud. Por otro lado, la cardiología, como área clave de la investigación, estudia las afecciones relacionadas con el corazón y los sistemas de marcapasos, los cuales son vitales para personas con arritmias. El proyecto aborda las limitaciones actuales del monitoreo de estos dispositivos mediante un enfoque tecnológico, aportando a la mejora en la atención de pacientes con dispositivos implantables y facilitando intervenciones más oportunas y efectivas.

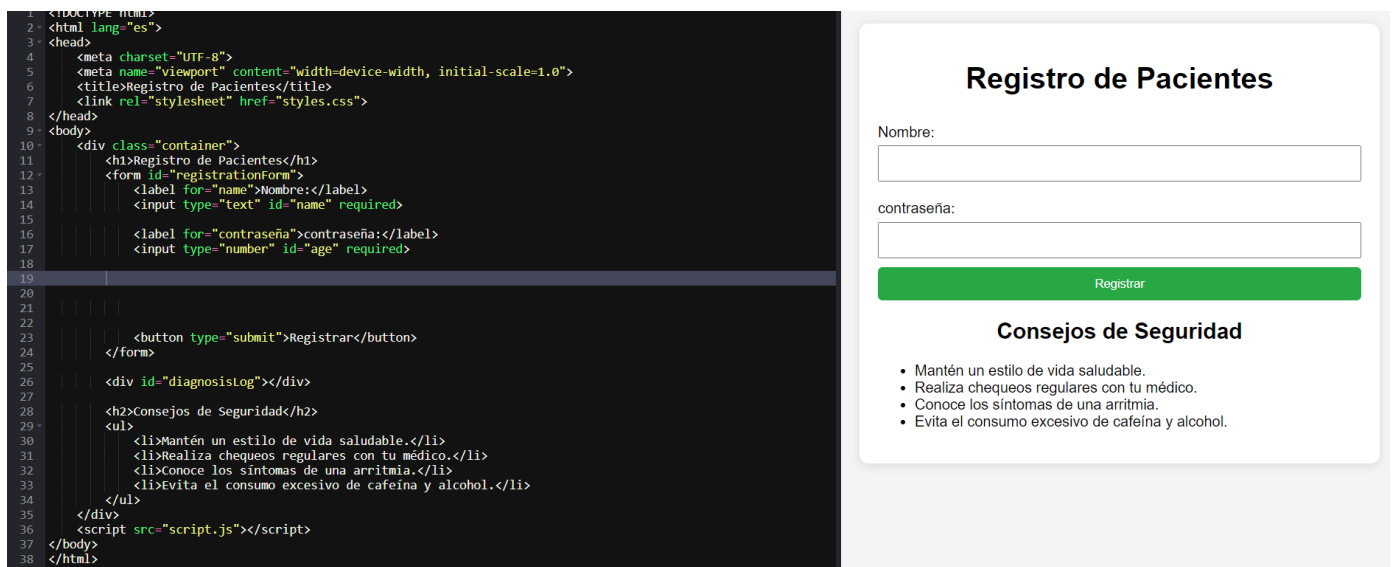
6.4. Desarrollo metodológico.

El desarrollo metodológico de este proyecto tiene como objetivo crear una interfaz de monitoreo remoto para la identificación rápida de cualquier anomalía irregularidades de los signos y síntomas en los pacientes con marcapaso cardiaco, en la interfaz se podrá observar algunos consejos de situaciones parecidas a las que pueda estar presentando el paciente, como el mantener la calma, respirar de manera adecuada, un espacio donde el paciente pueda escribir como se sintió en esos momentos y establecer un registro en una base de datos para registrar Día y hora del momento, para una rápida intervención a futuro con el doctor pueda tener un registro de síntomas que pudo presentar el paciente en periodos largos de tiempo, diagnosticar según lo visto, la interfaz contara con alarmas o notificaciones indicándole al paciente cada cuanto debe registrar como se siente dependiendo del criterio del médico. A través de este enfoque centrado en el usuario y pruebas iterativas, se busca optimizar la usabilidad y accesibilidad de la plataforma, permitiendo a los pacientes registrar y monitorear sus síntomas, así como comunicarse con sus médicos en tiempo real. Además, a continuación, se mostrará todo el paso a paso que se tuvo que hacer para poder llegar a lo estipulado

a continuación se estará mostrando avances del prototipo de la interfaz

Figura 21

Pantalla de inicio de la interfaz



Nota : Elaboración Propia , 2024

La ventana de registro de paciente del prototipo de la interfaz ha sido diseñada para brindar una experiencia de uso intuitiva y accesible, facilitando la comprensión de sus funcionalidades incluso a usuarios con conocimientos básicos en tecnología. Este diseño busca garantizar que los

pacientes, especialmente aquellos en zonas rurales o con dificultades de movilidad, puedan acceder de forma sencilla a la plataforma de monitoreo.

Para ingresar al sistema, cada usuario dispone de un nombre de usuario y una contraseña que son configurados previamente en el sistema. El nombre de usuario está vinculado al número de identificación nacional o al documento de residencia vigente, lo que asegura que la plataforma pueda verificar la identidad del usuario de acuerdo con los registros oficiales. En el contexto de Colombia, estos documentos de identificación pueden incluir el Registro Civil (RC) para menores de edad, la Tarjeta de Identidad (TI), la Cédula de Ciudadanía (C.C.), para residentes extranjeros la Tarjeta de Extranjería (TE), y la Cédula de Extranjería (CE) (Registraduría Nacional del Estado Civil, (2024.)).

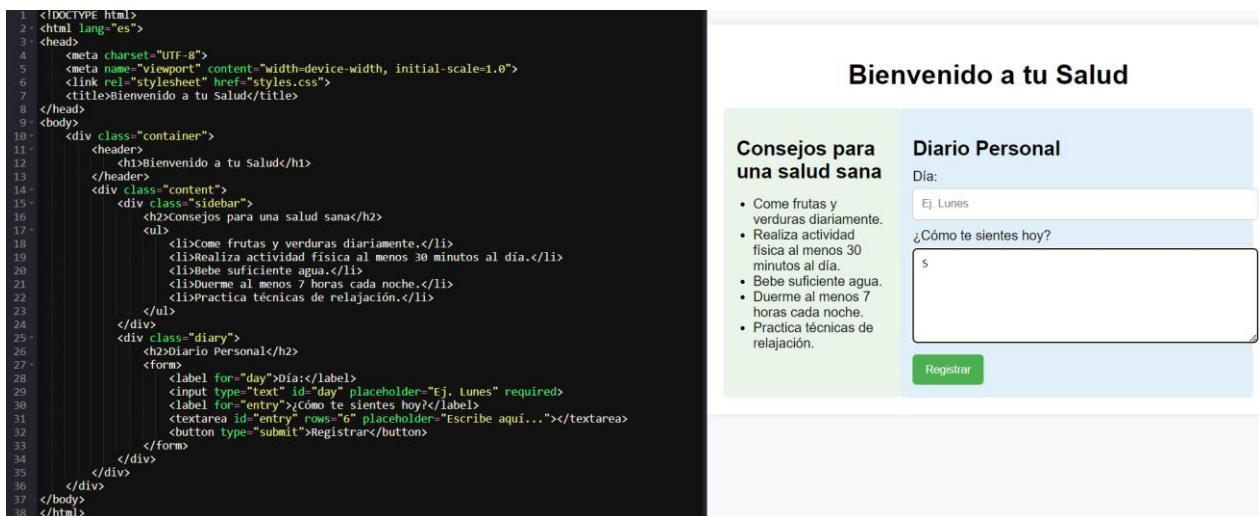
Por razones de seguridad, la contraseña de acceso se compone de los últimos cuatro dígitos del número de identificación del usuario; Ejemplo: Usuario 1043728964, Contraseña: 8964. Este enfoque facilita el recuerdo de la contraseña y añade una capa de privacidad, ya que se basa en una información que es única para cada paciente. Además, esta estructura de acceso respeta las políticas de privacidad y seguridad necesarias para resguardar los datos personales y médicos de los usuarios. (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2024).

Resolución 2238 de 2024.)

La combinación de nombre de usuario y contraseña simplifica el proceso de autenticación y minimiza posibles errores de ingreso, permitiendo a los pacientes iniciar sesión de manera rápida y segura en el sistema. Este diseño también contribuye a reducir la carga de asistencia técnica para el personal de salud, quienes pueden centrarse en ofrecer el monitoreo y la atención necesarios sin requerir configuraciones adicionales de autenticación.

Figura 22

Segunda parte de la interfaz, donde el paciente puede colocar su información



Nota: Elaboración propia, (2024)

Una vez que el paciente ha ingresado al sistema mediante su nombre de usuario y contraseña, la interfaz de monitoreo le muestra una pantalla clara y organizada, diseñada para registrar su estado diario de forma accesible e intuitiva. En la parte superior de la pantalla, el paciente encuentra una sección que dice "**Diario Personal**". Y debajo de la otra sección donde dice "**Día**" Este campo permite al usuario revisar y confirmar la fecha actual o, si lo desea, seleccionar una fecha específica de días anteriores para ingresar un registro retroactivo. La

posibilidad de elegir la fecha facilita que el paciente mantenga un historial continuo de sus síntomas, incluso si en algún momento no pudo registrar sus datos.

Debajo de la sección de día, el paciente se encuentra con una pregunta en un formato claro y destacado: "**¿Cómo te sientes hoy?**". Esta pregunta busca invitarlo a reflexionar y describir su estado de salud actual. Directamente bajo esta pregunta, se dispone un cuadro de texto amplio donde el paciente puede detallar sus síntomas, describiendo cualquier malestar, dolor, fatiga, mareos, o cualquier otro síntoma relevante. La interfaz está diseñada para que el paciente pueda expresar libremente cualquier sensación o problema que considere importante, sin limitaciones de espacio. Esto le proporciona un canal para registrar síntomas diarios, los cuales serán de gran valor para su seguimiento clínico y ayudarán a detectar patrones o cambios significativos en su condición.

Cuando el paciente ha ingresado su información en el cuadro de texto, simplemente debe presionar el botón "**Registrar**", ubicado justo debajo. Al hacer clic en este botón, el sistema guarda automáticamente la información del día junto con la fecha seleccionada, creando un historial de síntomas que puede ser revisado posteriormente por él mismo o por su equipo médico. Este historial permite un monitoreo constante y detallado, lo que facilita una atención oportuna en caso de que se observen cambios críticos o recurrentes en su sintomatología.

Además del registro de síntomas, la interfaz tiene una columna en la parte izquierda de la pantalla, dedicada a ofrecer consejos de salud diseñados para fomentar hábitos de autocuidado en el paciente. Estos consejos abarcan temas como la importancia de una alimentación equilibrada, la necesidad de descansar adecuadamente, la práctica de ejercicio moderado y el manejo del

estrés. Los consejos están formulados de manera simple, evitando tecnicismos, para asegurar que sean comprensibles y aplicables. Se renuevan periódicamente para mantener la información relevante y de interés, lo que motiva al paciente a adoptar prácticas de vida saludable que apoyen su condición y su bienestar general.

En conjunto, esta estructura de interfaz no solo permite que el paciente registre su estado de salud con facilidad, sino que también le brinda un recurso constante de autocuidado. La combinación del registro de síntomas y los consejos de salud contribuye a que el paciente se sienta acompañado en el proceso de monitoreo de su condición, ayudándole a llevar una vida más consciente y saludable. Este diseño intuitivo permite que el paciente se centre en su bienestar, incluso en situaciones de movilidad limitada o de residencia en zonas rurales, con acceso constante a un recurso de monitoreo confiable y de fácil uso.

Figura 23

Código y muestra de la tabla de síntomas del paciente

```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="es">
3 <head>
4 <meta charset="UTF-8">
5 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
6 <title>Historial de Síntomas</title>
7 <style>
8 <body {
9   font-family: Arial, sans-serif;
10  max-width: 800px;
11  margin: auto;
12  padding: 20px;
13 }
14 h2 {
15   font-weight: bold;
16 }
17 table {
18   width: 100%;
19   border-collapse: collapse;
20   margin-top: 20px;
21 }
22 table, th, td {
23   border: 1px solid black;
24   padding: 10px;
25   text-align: left;
26 }
27 th {
28   background-color: #f1f2f2;
29 }
30 </style>
31 </head>
32 <body>
33
34 <h2>Historial de Síntomas</h2>
35
36 <table id="tablaHistorial">
37 <thead>
38 <tr>
39 <th>Fecha</th>
40 <th>Hora</th>
41 <th>Síntomas</th>
42 </tr>
43 </thead>
44 <tbody>
45 <!-- Los registros de síntomas se insertarán aquí automáticamente -->

```

Fecha	Hora	Síntomas
2024-10-01	08:30	Palpitaciones y mareos al levantarme rápidamente
2024-10-02	10:15	Fatiga y falta de aliento al ahora de subir las escaleras de mi casa
2024-10-03	14:00	Dolor leve en el pecho durante el día
2024-10-04	09:45	Falta de aliento y palpitaciones después de caminar con el perro
2024-10-05	11:30	Mareos y sensación de desmayo ocasional
2024-10-06	16:20	Senti dolor en el pecho cuando me agache al agarrar el control del televisor que se me había caído
2024-10-07	23:50	Palpitaciones sin causa aparente durante la noche
2024-10-08	07:30	Cansancio extremo incluso después de que me repose

En esta sección de la interfaz, el paciente tiene acceso a su historial de síntomas de una manera sencilla y organizada, que le permite visualizar rápidamente sus registros diarios. La interfaz muestra los datos en una tabla donde cada fila representa un día y un momento específico en el que experimentó ciertos síntomas. La tabla está estructurada en tres columnas:

Fecha: indica el día exacto en que se registró el síntoma.

Hora: muestra la hora específica en la que el paciente experimentó los síntomas, ayudando a identificar patrones a lo largo del día.

Síntomas: describe el tipo de malestar o signo que el paciente reportó, como palpitaciones, mareos, falta de aliento, dolor en el pecho o fatiga.

Para complementar esta información, la interfaz incluirá un módulo de reconocimiento de patrones lingüísticos basado en jergas colombianas o del país y región donde sea el paciente, donde expresiones como “me siento apagado”, “tengo el corazón apretado” o “me dio la chiripiorca”, “me dio un yeyo o patatús” serán interpretadas mediante un sistema de categorización sintomática que permitirá asociarlas a posibles afecciones cardiovasculares. La integración de estas magnitudes en la interfaz gráfica permitirá visualizar tendencias en tiempo real, emitir alertas cuando se detecten valores críticos y optimizar la toma de decisiones médicas, especialmente en pacientes con acceso limitado a chequeos presenciales.

Este historial es de gran utilidad tanto para el paciente como para el equipo médico, ya que facilita el seguimiento de la sintomatología del paciente con marcapasos a lo largo del tiempo. Al

poder acceder a un historial detallado, el paciente puede observar si ciertos síntomas se presentan de manera recurrente y en qué momentos específicos del día. Esto puede ayudar a identificar posibles patrones que podrían ser de interés para su tratamiento o ajustes en el monitoreo.

Para el paciente, la visualización de estos datos es intuitiva y no requiere conocimientos técnicos: simplemente puede ver los registros en una tabla organizada cronológicamente. La interfaz también garantiza que la información se muestre de manera clara, con cada síntoma descrito brevemente para que sea fácil de recordar y comprender en caso de consultas médicas.

Finalmente, esta visualización permite que el paciente participe activamente en su propio monitoreo de salud, ayudándolo a estar consciente de su estado y a comunicar detalles precisos sobre sus síntomas al personal médico en caso de que sea necesario.

Figura 24

Activación de señal de alarma por repetición de un patrón sintomatológico grave

```

47- <table>
48-   <thead>
49-     <tr>
50-       <th>Fecha</th>
51-       <th>Hora</th>
52-       <th>Síntomas</th>
53-     </tr>
54-   </thead>
55-   <tbody id="tablaSíntomas">
56-     <!-- Los registros de síntomas se insertarán aquí automáticamente -->
57-   </tbody>
58- </table>
59-
60- <script>
61-   // Historial de síntomas de ejemplo
62-   const historialSíntomas = [
63-     { fecha: "2024-10-01", hora: "08:30", síntomas: "Dolor en el pecho" },
64-     { fecha: "2024-10-02", hora: "10:15", síntomas: "Palpitaciones y falta de aliento" },
65-     { fecha: "2024-10-03", hora: "14:00", síntomas: "Mareos intensos y dolor en el pecho" },
66-     { fecha: "2024-10-04", hora: "09:45", síntomas: "Falta de aliento y palpitaciones" },
67-     { fecha: "2024-10-05", hora: "11:30", síntomas: "Dolor en el pecho constante" },
68-     { fecha: "2024-10-06", hora: "16:20", síntomas: "Palpitaciones sin causa aparente" },
69-     { fecha: "2024-10-07", hora: "23:50", síntomas: "Dolor en el pecho y mareos" }
70-   ];
71-
72-   // Detectar patrones graves repetitivos
73-   function verificarPatrones() {
74-     const síntomasGraves = ["dolor en el pecho", "falta de aliento", "palpitaciones", "mareos"];
75-     let cuentaSíntomasGraves = 0;
76-
77-     // Revisa los últimos días y cuenta cuántos días seguidos hay síntomas graves
78-     historialSíntomas.forEach(registro => {
79-       const síntomas = registro.síntomas.toLowerCase();
80-       síntomasGraves.forEach(grave => {
81-         if (síntomas.includes(grave)) {

```

Historial de Síntomas

Este historial muestra tus síntomas recientes. Si se detectan síntomas graves repetidos, recibirás una alerta para que tomes precauciones.

⚠️ Alerta: Se han detectado síntomas graves repetidos. Consulta con tu médico lo antes posible.

Fecha	Hora	Síntomas
2024-10-01	08:30	Dolor en el pecho
2024-10-02	10:15	Palpitaciones y falta de aliento
2024-10-03	14:00	Mareos intensos y dolor en el pecho
2024-10-04	09:45	Falta de aliento y palpitaciones
2024-10-05	11:30	Dolor en el pecho constante
2024-10-06	16:20	Palpitaciones sin causa aparente
2024-10-07	23:50	Dolor en el pecho y mareos

Nota: Elaboración propia, (2024)

En esta sección de la interfaz, el paciente tiene la capacidad de monitorear su salud de manera proactiva a través de un sistema de alarma que se activa si se detectan patrones de síntomas graves. Este mecanismo está diseñado para proporcionar una capa adicional de seguridad y atención a aquellos que tienen marcapasos, ayudando a identificar posibles complicaciones antes de que se conviertan en emergencias. La interfaz recoge un historial de síntomas en los últimos días, permitiendo al paciente ingresar datos sobre su estado de salud. Esta información es fundamental para detectar si hay síntomas que se repiten con frecuencia, lo que puede ser indicativo de un problema más serio.

Si el sistema detecta que ciertos síntomas graves, como dolor en el pecho, falta de aliento, palpitaciones o mareos, se han presentado en un patrón repetitivo durante un periodo determinado, la alarma se activa automáticamente. Esto se hace a través de un algoritmo que evalúa el historial ingresado por el paciente y cuenta cuántas veces han ocurrido estos síntomas en un lapso de tiempo específico. Una vez que la alarma se activa, se muestra un mensaje de alerta en la pantalla, “**⚠️ Alerta: Se han detectado síntomas graves repetidos. Consulta con**

tu médico lo antes posible.” advirtiendo al paciente que ha habido una detección de síntomas graves que requieren atención. La notificación está diseñada para ser clara y visible, asegurando que el paciente no la pase por alto y, además, se le aconseja consultar a un médico lo antes posible para evaluar la situación y considerar posibles intervenciones.

Este sistema de alarma no solo brinda tranquilidad al paciente, sino que también actúa como un mecanismo de intervención temprana. Al ser alertado sobre síntomas graves, el paciente tiene la oportunidad de actuar de manera preventiva, evitando complicaciones mayores. Esto es especialmente relevante para aquellos con antecedentes de problemas cardíacos, ya que la intervención temprana puede ser crucial para el manejo efectivo de su salud. En resumen, la función de alarma en la interfaz permite al paciente estar más consciente y en control de su salud, facilitando la comunicación con los profesionales médicos y ayudando a garantizar una respuesta adecuada y oportuna ante cualquier cambio en su condición.

7.Resultados y discusión

La implementación de una interfaz gráfica para el monitoreo de la sintomatología en pacientes con marcapasos cardíacos ha demostrado ser un avance significativo en la atención médica, particularmente para aquellos que enfrentan barreras en el acceso a servicios de salud.

7.1 Resultados

Esta herramienta, basada en tecnologías modernas como JSON y HTML, no solo facilita el registro y seguimiento de los síntomas, sino que también mejora la capacidad de respuesta ante situaciones críticas y emergencias de salud. La interfaz permite a los pacientes llevar un control

detallado de sus síntomas y su estado general, lo que resulta en un mejor entendimiento de su salud por parte de ellos y de los profesionales médicos.

Una de las características más relevantes de esta interfaz es su capacidad para almacenar un historial de síntomas. Esto es crucial para los pacientes con marcapasos, ya que les permite documentar cómo se sienten diariamente y detectar cualquier cambio que pueda requerir atención médica. La recopilación sistemática de estos datos permite a los profesionales de la salud identificar patrones que podrían indicar problemas serios, como arritmias o deterioro en la salud cardiovascular. Además, el acceso remoto a la información en tiempo real mejora la calidad del seguimiento clínico, ya que los médicos pueden revisar los datos del paciente en cualquier momento y lugar, facilitando así una toma de decisiones más informada y rápida.

El uso de un sistema de alarma que se activa ante la detección de patrones de síntomas graves es otro componente esencial de esta interfaz. Este sistema no solo proporciona tranquilidad a los pacientes, sino que también actúa como un mecanismo de intervención temprana. Cuando se registran síntomas preocupantes, como dolor en el pecho, palpitaciones, falta de aliento o mareos, la alarma se activa y notifica tanto al paciente como a su equipo de atención médica. Esto permite que se tomen medidas preventivas antes de que se conviertan en emergencias, lo que es especialmente importante para quienes viven en áreas rurales donde el acceso a atención médica inmediata puede ser limitado.

La integración de JSON para el intercambio de datos en tiempo real y HTML para la visualización en una página web amigable garantiza que la interfaz sea intuitiva y accesible. Los gráficos y las alertas son fáciles de interpretar, lo que permite que tanto pacientes como

profesionales de la salud comprendan rápidamente la información presentada sin necesidad de conocimientos técnicos avanzados. Esto resulta en una representación visual clara y detallada del historial de síntomas y variaciones en la frecuencia cardíaca, lo que contribuye a una atención más eficiente y personalizada.

Al contar con acceso remoto a la información en tiempo real, los profesionales de salud pueden optimizar el proceso de seguimiento, mientras que los pacientes se benefician de un monitoreo constante que reduce la necesidad de desplazamientos frecuentes. Esta funcionalidad no solo descongestiona los servicios médicos, sino que también promueve una atención más ágil y eficiente. Por lo tanto, el desarrollo de esta interfaz no se limita a la creación de una herramienta tecnológica, sino que tiene implicaciones profundas en la mejora de la calidad de vida de los pacientes con marcapasos cardíacos, al facilitar un seguimiento más detallado y accesible de su salud.

7.2 Discusiones

Los resultados de la implementación de la interfaz gráfica para el monitoreo de pacientes con marcapasos cardíacos evidencian el significativo potencial de esta herramienta en la mejora de la atención médica. Al permitir el registro y seguimiento en tiempo real de los síntomas, no solo se otorga a los pacientes un mayor control sobre su salud, sino que también se facilita la labor de los profesionales al proporcionarles información crucial para la toma de decisiones. La funcionalidad de almacenar el historial de síntomas se destaca como un elemento clave, alineándose con el objetivo general de identificar irregularidades de forma rápida y efectiva. Esta recopilación sistemática de datos permite a los pacientes documentar su estado diario, lo cual es esencial para detectar patrones que podrían indicar complicaciones graves, como arritmias. De este modo, se empodera a los pacientes y se mejora la comunicación con sus médicos, quienes

pueden acceder a esta información en cualquier momento, favoreciendo una atención más proactiva.

La inclusión de un sistema de alarmas para síntomas graves representa un avance importante en la atención preventiva, siendo crucial para pacientes en situaciones vulnerables, especialmente aquellos que viven en áreas rurales con acceso limitado a servicios de salud. Al notificar tanto al paciente como al equipo médico ante la detección de síntomas preocupantes, se establece un protocolo de intervención temprana que puede prevenir el deterioro de la salud del paciente, y potencialmente, salvar vidas. Esto se alinea perfectamente con los objetivos específicos del proyecto, que subrayan la importancia de las guías clínicas y el seguimiento continuo.

La utilización de tecnologías modernas, como JSON para el intercambio de datos y HTML para la visualización, ha dado como resultado una interfaz intuitiva y accesible. La facilidad de uso es un aspecto crucial en la adopción de herramientas tecnológicas en el ámbito de la salud, y la capacidad de presentar datos de manera clara y comprensible es fundamental para que tanto pacientes como profesionales puedan interpretar la información sin dificultad. Este enfoque no solo respalda la funcionalidad de la herramienta, sino que también promueve una mayor adherencia al monitoreo y seguimiento.

Los resultados sugieren que la implementación de esta interfaz tiene el potencial de mejorar notablemente la calidad de vida de los pacientes con marcapasos. Al reducir la necesidad de desplazamientos frecuentes y facilitar un monitoreo constante, se optimizan los recursos de atención médica, permitiendo a los profesionales concentrarse en aquellos pacientes que realmente requieren atención presencial. Esto no solo beneficia a los pacientes individuales, sino que también contribuye a descongestionar los servicios médicos, promoviendo una atención más eficiente.

En conclusión, la creación de esta interfaz gráfica no solo cumple con los objetivos establecidos, sino que también abre nuevas posibilidades para la atención de pacientes con marcapasos. La capacidad de monitoreo remoto, la detección de patrones y el sistema de alertas permiten un enfoque más integral y personalizado en la atención médica. A medida que avanzamos hacia un modelo de atención más digitalizado, esta herramienta representa un paso significativo hacia la mejora de la salud cardiovascular y la calidad de vida de los pacientes.

8. Conclusiones

La investigación sobre el desarrollo de una interfaz gráfica para el monitoreo de sintomatología en pacientes con marcapasos cardíacos. La importancia de la tecnología en la atención médica moderna. En un contexto donde la salud y el bienestar son prioridades fundamentales, la integración de herramientas tecnológicas en el cuidado médico se ha vuelto no solo deseable, sino esencial. Este estudio ha demostrado que la implementación de una interfaz intuitiva y accesible puede transformar significativamente la forma en que se monitorean y gestionan las condiciones de salud, especialmente para pacientes con dispositivos implantables que requieren un seguimiento constante.

Uno de los hallazgos más relevantes es que la interfaz propuesta permite a los profesionales de salud acceder a datos críticos sobre la sintomatología y la frecuencia cardíaca de los pacientes en tiempo real. Esto no solo mejora la calidad del tratamiento al facilitar una intervención más rápida y precisa, sino que también empodera a los pacientes al permitirles tener un mayor control sobre su propia salud. La capacidad de registrar y visualizar su estado de salud en una plataforma accesible les brinda a los pacientes una herramienta valiosa para comprender mejor su condición, lo que puede fomentar una mayor adherencia a los tratamientos y recomendaciones médicas.

Además, el uso de tecnologías como JSON para el intercambio de datos en tiempo real y HTML para la visualización clara y estructurada de la información se ha demostrado fundamental para el éxito de esta interfaz. Estas tecnologías no solo optimizan el flujo de información entre el paciente y el profesional médico, sino que también garantizan que los datos sean presentados de manera comprensible y útil. Este enfoque centrado en el usuario es crucial, ya que asegura que tanto los médicos como los pacientes puedan interactuar con la herramienta sin necesidad de poseer conocimientos técnicos avanzados.

La investigación también ha puesto de manifiesto las barreras significativas que aún existen en la atención médica, especialmente para aquellos que viven en áreas rurales o con acceso limitado a servicios especializados. La falta de recursos, personal médico escaso y largas esperas para atención pueden ser obstáculos importantes para recibir un seguimiento adecuado. Sin embargo, al ofrecer una solución digital accesible, se abre una nueva vía para superar estas limitaciones. La posibilidad de monitoreo remoto no solo reduce la necesidad de visitas presenciales, sino que también descongestiona los servicios médicos, permitiendo a los profesionales dedicar más tiempo a aquellos pacientes que realmente lo necesitan.

Otro aspecto crucial abordado en esta investigación es el potencial de esta tecnología para contribuir a la atención médica preventiva. Al permitir un seguimiento continuo y detallado, se facilita la identificación temprana de patrones irregulares en la salud del paciente, lo cual es vital para prevenir complicaciones graves antes de que se conviertan en emergencias médicas. Este

enfoque proactivo no solo mejora los resultados clínicos, sino que también puede resultar en una reducción significativa de costos asociados con hospitalizaciones y tratamientos intensivos.

Sin embargo, es importante reconocer que el desarrollo e implementación de esta tecnología no están exentos de desafíos. La resistencia al cambio por parte del personal médico y las preocupaciones sobre la privacidad y seguridad de los datos son factores que deben ser abordados cuidadosamente. Para garantizar una adopción exitosa, es fundamental involucrar a todos los actores relevantes desde las etapas iniciales del desarrollo del sistema. Esto incluye no solo a médicos e ingenieros, sino también a pacientes, quienes pueden proporcionar información valiosa sobre sus necesidades y expectativas.

Y por último esta investigación destaca cómo la integración de tecnologías digitales en el cuidado médico puede revolucionar la forma en que se gestionan las condiciones crónicas como las arritmias cardíacas. Al proporcionar una herramienta accesible y efectiva para el monitoreo continuo, se abre un nuevo horizonte en la atención médica preventiva que beneficia tanto a pacientes como a profesionales. A medida que avanzamos hacia un futuro donde la tecnología juega un papel cada vez más central en nuestra vida cotidiana, es imperativo seguir explorando e invirtiendo en soluciones innovadoras que mejoren la calidad del cuidado médico y promuevan un sistema más equitativo y eficiente para todos.

9.Recomendaciones

9.1 Implementación Ampliada:

Se recomienda desplegar esta interfaz gráfica en diversas instituciones médicas, especialmente aquellas ubicadas en regiones rurales o con acceso limitado a servicios

especializados. Esto podría ayudar a cerrar brechas en la atención médica y asegurar que más pacientes reciban un monitoreo adecuado.

9.2 Capacitación del Personal Médico:

Es esencial proporcionar formación continua a los profesionales de salud sobre el uso efectivo de esta tecnología. Esto incluye no solo cómo utilizar la interfaz, sino también cómo interpretar los datos recopilados para tomar decisiones clínicas informadas.

9.3 Evaluación Continua del Sistema: Se sugiere realizar que evalúen la efectividad del sistema a lo largo del tiempo. Estas evaluaciones pueden ayudar a identificar áreas de mejora y asegurar que la herramienta continúe satisfaciendo las necesidades cambiantes de los pacientes y profesionales.

9.4 Integración Tecnológica Adicional:

Considerar incorporar tecnologías complementarias, como sensores biométricos adicionales o sistemas basados en inteligencia artificial que puedan analizar patrones complejos en los datos recopilados, (puede detectar patrones de futuras anomalías que pueden perjudicar el estado de salud del paciente) Esto podría enriquecer aún más el monitoreo y mejorar las alertas tempranas ante posibles complicaciones.

9.5 Fomento del Empoderamiento y responsabilidad del Paciente:

Promover iniciativas educativas que ayuden a los pacientes a comprender mejor su condición y cómo utilizar la interfaz para monitorear su salud bajo una disciplina y

responsabilidad adecuada.. Esto no solo aumentará su participación activa en el cuidado personal, sino que también fomentará un enfoque proactivo hacia su bienestar general.

10.Bibliografía

- Bashshur, R., Shannon, G., Sapci, H., & Bashshur, N. (2016). The role of telemedicine in healthcare systems: A systematic review of the literature. *Telemedicine and e-Health*, 22(4), 1-10.
<https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/tmj.2015.0077>
- Kumar, S., & Snape, D. (2020). Technology in healthcare: A review of the impact of technological advancements on healthcare delivery systems. *Journal of Health Management*, 22(3), 345-356.
<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0972063420930498>
- World Health Organization. (2019). Global strategy on digital health 2020-2025. <https://www.who.int/docs/default-source/documents/global-strategy-on-digital-health-2020-2025.pdf>
- Bates, D. W., & Gawande, A. A. (2003). Improving safety with information technology. *New England Journal of Medicine*, 348(25), 2526-2534.
<https://www.nejm.org/>
- Topol, E. J. (2019). *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. Basic Books.
<https://www.hachettebookgroup.com/titles/eric-topol/deep-medicine/9781541644635/?lens=basic-books>

- Academia.edu. (n.d.). CARDIO RESUMEN Y PREGUNTAS. Recuperado de https://www.academia.edu/37512363/CARDIO_RESUMEN_Y_PREGUNTAS
- American Heart Association. (2023). Pacemakers. Recuperado de www.heart.org
- Cleveland Clinic. (2023). Subcutaneous Pacemaker. Recuperado de www.clevelandclinic.org
- Heart Rhythm Society. (2023). Types of Pacemakers. Recuperado de www.hrsonline.org
- Mayo Clinic. (2023). Pacemaker. Recuperado de www.mayoclinic.org
- National Heart, Lung, and Blood Institute. (2023). Biventricular Pacemakers. Recuperado de www.nhlbi.nih.gov
- Nadas, B., & Quadros, F. C. (2024). La transformación de la salud a través de la tecnología: aplicación Saúde Já Curitiba. Glob Acad Nurs. Organización Mundial de la Salud. (2021). Enfermedades cardiovasculares. Recuperado de www.who.int
- Lostao, T., & Olivera, A. (n.d.). Enfermedades cardiovasculares: una amenaza silenciosa. Recuperado de revistasanitariadeinvestigacion.com
- Mecanismos celulares y moleculares de la aterotrombosis. (n.d.). Recuperado de scielo.org.co

- Almirall. (n.d.). Todo sobre... el abordaje del riesgo cardiovascular.
Recuperado de atencionprimaria.almirallmed.es
- Dialnet. (2024). Relación entre la actividad física y la calidad de vida relacionada con la salud en personas con enfermedades cardiovasculares.
Recuperado de Dialnet
- Cuida tu corazón. (n.d.). Conozca qué es la bradicardia. Recuperado de <https://espana.cuidandotucorazon.com/que-es-la-bradicardia/>
- Mayo Clinic. (2022). Bradicardia - Síntomas y causas. Recuperado de <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/bradycardia/symptoms-causes/syc-20355474>
- González Chapado, C., & Muñoz, M. M. (2022.). Bradicardia. Revista Sanitaria de Investigación. Recuperado de <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/bradicardia/>
- CuídatePlus. (2024.). Bradicardia. Recuperado de <https://cuidateplus.marca.com/enfermedades/enfermedades-vasculares-y-del-corazon/bradicardia.html>
- MDN Web Docs. (2023). HTML: HyperText Markup Language. Mozilla. <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML>
- W3C. (2023). HTML - Living Standard. World Wide Web Consortium. <https://www.w3.org/html/>
- Congreso de Colombia. (1993). *Ley 100 de 1993, por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 41.148, diciembre 23 de 1993.

- Congreso de Colombia. (1998). *Ley 4725 de 1998, por la cual se reglamenta la intervención de dispositivos médicos y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 43.447, diciembre 16 de 1998.
- Congreso de Colombia. (2015). *Ley 1751 de 2015, por medio de la cual se regula el derecho fundamental a la salud y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial No. 49.427, febrero 16 de 2015.
- Ministerio de Salud y Protección Social [Colombia]. (2014). *Resolución 2003 de 2014, por la cual se definen los procedimientos y condiciones de la auditoría de cuentas médicas y se adoptan guías de auditoría para el aseguramiento en salud*.

- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2024). Resolución 2238 de 2024, https://normograma.mintic.gov.co/mintic/compilacion/docs/resolucion_mintic_2238_2024.htm
- Registraduría Nacional del Estado Civil. (2024.). Identificación. Recuperado el [26 de octubre de 2024], de <https://www.registraduria.gov.co/-Identificacion-.html>