



**UNIVERSIDAD APEC**

**VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

**DEPARTAMENTO CURSO MONOGRÁFICO**

**Monográfico Final para optar por el título de Ingeniería en Sistemas de  
Computación e Ingeniería de Software**

**Título de la monografía:**

Propuesta de diseño de un sistema para el monitoreo de pacientes  
envejecientes con antecedentes cardiorrespiratorios en República Dominicana

**Estudiantes:**

Ismael Fernando González Bort	2016-0069
Oliver Emmanuel Fermín Rodríguez	2016-1155
Karen Angelina Brito Agramonte	2016-2671

**Asesor: Willis Polanco**

**Coordinación Trabajo Final Curso Monográfico**

**Dra. Sención Raquel Yvelice Zorob Avila**

**República Dominicana, Distrito Nacional**

**Abril, 2021**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Dedicatorias y Agradecimientos</b>	<b>5</b>
<b>Resumen</b>	<b>9</b>
<b>Introducción</b>	<b>13</b>
<b>Capítulo I</b>	<b>15</b>
<b>Metodología de la Investigación</b>	<b>15</b>
<b>1. Definición del tema de investigación</b>	<b>16</b>
1.2 Metodologías	16
<b>2. Planteamiento del problema</b>	<b>17</b>
<b>3. Objetivos de la investigación</b>	<b>18</b>
3.1 Objetivo general	18
3.2 Objetivos específicos	18
<b>4. Justificaciones de la investigación</b>	<b>24</b>
4.1 Justificación teórica	24
4.2 Justificación metodológica	24
4.3 Justificación práctica	25
<b>5. Marco de referencias</b>	<b>26</b>
5.1 Marco teórico	26
5.2 Marco conceptual	26
5.3 Marco espacial	28
5.4 Marco temporal	29
<b>6. Aspectos Metodológicos</b>	<b>29</b>
6.1 Métodos, procedimientos y técnicas de investigación	29
<b>Capítulo II</b>	<b>30</b>
<b>Pacientes envejecientes con antecedentes cardiorrespiratorios</b>	<b>30</b>

	3
<b>2.1 Origen y evolución de pacientes envejecientes con antecedentes cardiorrespiratorios.</b>	<b>31</b>
<b>2.2 Tendencias de sistema para el monitoreo con antecedentes cardiorrespiratorios.</b>	<b>35</b>
2.2.1 Modelo de referencia y métodos actuales	35
2.2.2 Cardio Fitness: Nueva métrica de salud de Apple	36
2.2.3 ¿Cómo mide el Apple Watch el VO2 máximo?	38
2.2.4 Novedades del Apple Watch	41
2.2.5 Comparación de la solución propuesta con la APP Salud	42
<b>2.3 Diagnóstico y situación actual de pacientes envejecientes con antecedentes cardiorrespiratorios en el Hospital General de la Plaza de la Salud, República Dominicana.</b>	<b>43</b>
2.3.1 Antecedentes	43
2.3.2 Estudios de enfermedades cardiorrespiratorias en envejecientes	45
2.3.3 Investigaciones realizadas en el extranjero	46
2.3.4 Criterios de enfermedades cardiorrespiratorias	53
<b>Capítulo III</b>	<b>54</b>
<b>Sistema para el monitoreo para pacientes envejecientes con antecedentes cardiorrespiratorios</b>	<b>54</b>
<b>3.1 Asistencia en enfermedades cardiorrespiratorias</b>	<b>55</b>
<b>3.2 Requerimiento de Especificaciones del Software</b>	<b>59</b>
3.2.1 Requisitos Funcionales	59
3.2.2 Requisitos No Funcionales	60
3.2.3 Requisitos protección y seguridad	60
3.2.4 Requisitos de Recursos de Hardware y Software	61
3.2.5 Requisitos de Interfaz gráfica	62
3.2.5.1 Interfaces de usuario	62
3.2.6 Requisitos de Rendimiento	63

	4
3.2.7 Requisitos de Soportes	64
3.2.8 Requisitos de Confiabilidad	64
3.2.9 Restricciones	64
3.2.10 Suposiciones y dependencias	65
3.2.11 Diagrama de arquitectura	65
3.2.12 Diagrama de flujo general	66
3.2.13 Diagrama de Secuencia	67
3.2.14 Diagramas de Casos de Uso	68
3.2.14.1 Caso de Uso General	68
3.2.14.2 Subcaso de Uso 1	69
3.2.14.3 Subcaso de Uso 2	70
<b>Capítulo IV</b>	<b>71</b>
<b>Valorar el estudio y ejemplificar el sistema de monitoreo de pacientes envejecientes con antecedentes cardiorrespiratorios con la mejora del Hospital General de la Plaza de la Salud</b>	<b>71</b>
<b>4.1 Valoración de estudios y ejemplificación del sistema de monitoreo en pacientes envejecientes con antecedentes cardiorrespiratorios en el Hospital General de la Plaza de la Salud.</b>	<b>72</b>
<b>4.2 Ventajas y desventajas, oportunidades y amenazas del sistema de monitoreo en pacientes envejecientes en el contexto global.</b>	<b>76</b>
4.2.1 Ventajas y Desventajas	76
4.2.2 Análisis FODA del sistema de monitoreo	80
4.2.3 Encuesta Estadística	81
4.2.3.1 Análisis de los resultados de la Encuesta	87
<b>5. Conclusiones</b>	<b>88</b>
<b>6. Recomendaciones</b>	<b>90</b>
<b>7. Referencias bibliográficas</b>	<b>91</b>

# **Dedicatorias y Agradecimientos**

**A Dios**, por darme fuerzas, sabiduría, vida y salud desde inicio a fin de mi carrera en la universidad APEC y por permitirme seguir siempre adelante en todo mi trayecto universitario sin importar los tropiezos y momentos difíciles.

**A mis padres**, Margarita Bort y Rafael González por ser los soportes que han hecho todo esto posible. Por brindarme todo su apoyo y amor incondicionalmente desde principio a fin, por los consejos en todo momento y servir de guía para los caminos que hasta el momento he recorrido.

**A mi hermana**, Cynthia González por su motivación y apoyo para continuar desde el primer día quien siempre está al pendiente de mi bienestar y crecimiento profesional.

**A mis compañeros**, Karen Brito y Oliver Fermín con quienes he decido dar el último paso de esta batalla y esenciales para hacer esto posible, y quienes han llenado el camino de grandes y gratas experiencias en este arduo trabajo.

**Ismael Fernando González Bort**

Quiero expresar mi gratitud **a Dios**, quien con su bendición llena siempre mi vida y ha sido mi guía y fortaleza en todo momento.

**A mis padres** Carlos Fortunato Fermin Figueroa y Maria Ramona Rodriguez que fueron los que forjaron la persona y profesional que soy. Me instruyeron por este camino llamado “vida”, mostrándome los diferentes tipos de barreras que esta incluye. Quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, valentía y superación.

**A mis hermanos** por su apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento, gracias!

**A toda mi familia** porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mi una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar este trabajo **a mis compañeros de estudio**, por apoyarme cuando más los necesite, por extender sus mano en esos momentos difíciles y por acompañarme en estos 4 años de carrera..

**Oliver Emmanuel Fermin Rodriguez**

Agradezco en primer lugar **a Dios**, por haberme permitido llegar hasta este punto; por haberme dado salud, por guiarme y darme la sabiduría y el entendimiento para seguir adelante día a día hasta lograr mis objetivos.

Además, agradezco infinitamente **a mi familia**, por su comprensión y entendimiento, por estar siempre presente, acompañándome y brindándome el apoyo necesario para cumplir con esta importante etapa de mi vida.

**A mis compañeros de carrera**, esos que me ofrecieron su apoyo incondicional, y siempre estuvieron dispuestos a colaborar, tanto en lo personal como en lo académico durante estos cuatro años.

**A ese ser** que puso su confianza en mí, abriéndome las puertas en el ambiente laboral y haciéndome crecer como profesional, poniendo en práctica todo lo aprendido en mi carrera. Gracias por compartir sus conocimientos, por su apoyo y motivación de siempre durante este periodo.

Finalmente, gracias **a mis maestros y aquellas personas**, que de una manera u otra me apoyaron e hicieron que el trabajo se realice con éxito, por eso he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

**Karen Angelina Brito Agramonte**

# Resumen

Las enfermedades crónicas no transmisibles como las *enfermedades cardio respiratorias* se encuentran dentro de las principales causas de muertes en pacientes envejecientes en República Dominicana, lo que preocupa a especialistas de la medicina del mencionado país. Muchos de estos pacientes mueren en crisis de paro respiratorio por la lenta respuesta a la hora de ser atendidos por el personal médico o por no contar con un sistema de alertas que les ayude a prevenir este tipos de situaciones.

Por lo tanto, como colaboración al sistema de salud de República Dominicana, se elaboró esta propuesta con el objetivo de que se minimicen las muertes de pacientes con cuadro clínico relacionado a problemas cardio-respiratorios, utilizando como punto de investigación y referencia al Hospital General Plaza de la Salud. Dicha investigación fue elaborada en el lapso de tiempo de enero - marzo del año 2021 con una población de 10 pacientes de 65 y 78 años.

Los resultados de este estudio mostraron que el 95% de los pacientes consideran que es importante contar esta alternativa como medio de prevención y alerta a los posibles ataques que se le pudieran presentar en un futuro.

**Palabras claves:** pulseras inteligentes, sistema, salud, medición, enfermedades cardiorrespiratorios, latidos del corazón, sistema 911, paros cardíacos, pacientes envejecientes, ancianos, actividad motora, enfermedades crónicas, aparato respiratorio, aparato cardiovascular, paro cardiorrespiratorio, reanimación cardiopulmonar, hospital plaza de la salud.

**Propuesta de diseño de un sistema para el monitoreo de  
pacientes envejecientes con antecedentes  
cardiorrespiratorios en República Dominicana**

# Introducción



Actualmente a los envejecientes se le considera como personas que tienen 65 años o más, y es precisamente durante dicha etapa que el cuerpo comienza a presentar una serie de alteraciones tanto anatómicas como funcionales del sistema respiratorio y cardíaco, las cuales ocasionan enfermedades que si no son tratadas a tiempo pueden causar la muerte.

Según estimaciones de la OMS (2004), cientos de millones de personas sufren cada día las consecuencias de una enfermedad respiratoria crónica (ERC). De los cuales unos 235 millones de personas padecen de asma, 64 millones sufren enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), y muchos millones de personas más sufren rinitis alérgica y otras ERC que a menudo no llegan a diagnosticarse.

En la presente investigación se presenta la propuesta para el desarrollo y/o diseño de una aplicación móvil, la cual podrá enlazarse con pulseras inteligentes para el monitoreo del estado de salud de las pacientes envejecientes con cuadros clínicos relacionados a problemas cardiorrespiratorios.

# **Capítulo I**

## **Metodología de la Investigación**

## **1. Definición del tema de investigación**

La medición y monitoreo constante de la frecuencia respiratoria logra pronosticar de forma oportuna eventos que pudieran ocasionar insuficiencias cardiorrespiratorias u paros cardíacos. Las mismas pueden ser causadas por obstrucciones en las vías aéreas (superiores e inferiores), debilidad en los músculos respiratorios o disminución del esfuerzo respiratorio.

Pacientes con enfermedades crónicas y mayores de edad deben ser monitoreados de forma continua. Por lo tanto, nuestra propuesta se basa en el diseño de una aplicación móvil, la cual permitirá integrarse con pulseras inteligentes para el monitoreo de la frecuencia cardíaca. Con el fin, de detectar en todo momento la variación en el ritmo cardíaco en los pacientes con enfermedades crónicas de índole cardiorrespiratorias, y a la vez alertar al sistema 911 y personas predefinidas como contactos de emergencias.

## **1.2 Metodologías**

Los métodos de investigación utilizados en este trabajo fueron teóricos y empíricos. Se realizó un análisis FODA y como instrumento de recolección de datos se utilizó una encuesta. La misma constó con ítems con diferentes opciones de respuesta, para determinar los factores que afectan directamente en la salud de los pacientes envejecientes con cuadros clínicos relacionados a problemas respiratorios, ataques cardíacos, y sus relacionados. Adicional se evaluó la efectividad de las pulseras inteligentes en personas en estado de reposo.

## 2. Planteamiento del problema

Cientos de millones de personas sufren cada día las consecuencias de una enfermedad respiratoria crónica (ERC). Según estimaciones de la OMS (2004), hay unos 235 millones de personas que padecen asma, 64 millones que sufren enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), y muchos millones de personas más que sufren rinitis alérgica y otras ERC que a menudo no llegan a diagnosticarse.

En República Dominicana las enfermedades cardiorrespiratorias son una de las causas del fallecimiento de personas envejecientes, muchos de estos pacientes mueren en crisis de paro respiratorio, por la lenta respuesta a la hora de acceder a la ayuda, que le puedan suministrar oxígeno y la falta de mecanismos para prevenir estos sucesos principalmente en las personas envejecientes.

El tema de la salud es algo sensible e importante, por esta razón esperamos con este proyecto reducir las muertes a causa de crisis cardiorrespiratorias, poniendo a disposición el sistema **Oxystem** como alternativa a la detección oportuna de los eventos que conlleven a paros cardíacos y relacionados. Adicional a esto, se almacenará un historial médico y de eventos que le servirá de insumo a los médicos para la toma de decisiones ante una emergencia.

### **3. Objetivos de la investigación**

#### **3.1 Objetivo general**

Brindar una solución integral que le permita a los pacientes envejecientes con cuadros clínicos en enfermedades crónicas de tipo cardiorrespiratorias, monitorear su estado de salud a través pulseras inteligentes. Con el fin, de detectar en todo momento las variaciones en sus ritmos cardiacos, y que a la vez, estos puedan ser notificados a tiempo en caso de que se detecte cualquier anomalía.

#### **3.2 Objetivos específicos**

1. Analizar los principales riesgos que pueden afectar a pacientes basados en su enfermedad cardiorrespiratoria.
2. Elaborar controles de notificación para informar al paciente sobre su estado de salud en caso de emergencia.
3. Salvaguardar el historial clínico del paciente para conocer su situación actual ante posible intervención médica.

**Objetivo 1: Analizar los principales riesgos que pueden afectar a pacientes basados en su enfermedad cardiorrespiratoria.**

Las enfermedades no transmisibles son conocidas como enfermedades crónicas que pueden ser progresivas y de larga duración, entre las más comunes se encuentran las enfermedades respiratorias crónicas como la enfermedad obstructiva crónica (EPOC) y el asma.

Basados en la solución del monitoreo de pacientes envejecientes con enfermedades cardiorrespiratorias, podemos decir que, el envejecimiento no solo pierde parte de su independencia o toda autonomía, sino que también debilita el cuerpo y todos los sistemas que lo componen y genera un mayor riesgo de enfermedades e infecciones de todo tipo.

El paro respiratorio o el deterioro de la respiración, que promueve al paro respiratorio, puede deberse a: obstrucción de las vías respiratorias (tracto respiratorio superior e inferior), dificultad para respirar (por ejemplo, que muestra cambios en el sistema nervioso central) o debilidad de los músculos inspiratorios (neuromusculares, fatiga.).

Este análisis de riesgo trae consigo un sin número de factores, donde se encuentra la edad como un agravante ante estas enfermedades. Es decir, las personas mayores de 65 años, uno de sus grandes males son las enfermedades de las vías respiratorias. Dentro de ellas las más comunes:

- **Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC):** Es una enfermedad común en todo el mundo, que afecta aproximadamente al 15% de la población. Se caracteriza por la inflamación de las vías respiratorias y es una enfermedad crónica, irreversible y progresiva.
- **Bronquitis aguda:** es una inflamación de los bronquios, las vías respiratorias que llevan oxígeno a los pulmones. A menudo, el mismo virus que causa los resfriados y la gripe puede causar bronquitis aguda. Se caracteriza por secreción nasal, dificultad para respirar, sibilancias y opresión en el pecho. La mayoría de los casos de bronquitis aguda se resuelven en unos pocos días, pero la tos puede durar semanas después de que la infección haya desaparecido.
- **Enfermedades crónicas del corazón o de los pulmones:** Tienen un factor de riesgo que se considera en el contexto de los otros. Los factores de riesgo cardiovascular, clásicos o tradicionales, se dividen en dos grandes grupos: no modificables (edad, sexo y antecedentes familiares) y modificables (dislipidemia, tabaquismo, diabetes, hipertensión arterial, obesidad y sedentarismo).

**Objetivo 2: Elaborar controles de notificación para informar al paciente sobre su estado de salud en caso de emergencia.**

Existen métodos que nos apoyan a determinar el riesgo cardiorrespiratorio: cualitativos y cuantitativos.

- **Los cualitativos** se enfocan en la suma de riesgos según su nivel y clasifican al estado del individuo en: **riesgo leve, moderado, alto y muy alto.**
- **Los cuantitativos**, se basan en predicción de riesgo que dan un número que equivale a la probabilidad de presentar un evento cardiorrespiratorio en un determinado tiempo.

**La estimación del riesgo cardiorrespiratorio global por este método busca:**

- Identificar pacientes de alto riesgo que requieren atención e intervención inmediata.
- Motivar a los pacientes para que sigan su tratamiento, y así reducir el riesgo.

En general, la mejor manera de ayudar a prevenir la transmisión de los microbios causantes de enfermedades cardiorrespiratorias es evitar el contacto con gotitas o secreciones de saliva, mucosidad y lágrimas.

Las nuevas tecnologías se han colocado de forma indispensables en nuestras vidas, estas tecnologías se han expandido hasta el universo de la salud, brindando una serie de beneficios tanto para doctores como pacientes.

El teléfono móvil se convirtió en un aliado para el control de la salud, facilitando compartir datos entre el doctor y el paciente; hoy más que nunca esta vía ha apoyado a tener diagnósticos tempranos y actuar oportunamente.

Es importante la identificación de los factores de riesgo que se pueden modificar, con el fin de generar cambios en la atención de los pacientes, dado que los profesionales de la salud muchas veces se enfocan solo en la enfermedad, sin tener en cuenta los factores socioeconómicos, ambientales, y las condiciones de vida que tienen los pacientes, quienes en muchos de los casos son aquellos que reinciden en el servicio de urgencias por falta de adherencia al tratamiento o porque recaen en su patología por un factor social, como por ejemplo la falta de afecto o atención de su familia, lo cual lo lleva a la depresión y posterior decaimiento de su salud.

Por lo tanto, el establecimiento de controles en el aspecto cardiorrespiratorio para los diagnósticos de alta frecuencia cardíaca, cantidad de oxígeno que se lleva a los pulmones, entre otros, demuestra que la tasa de mortalidad disminuye en alto porcentaje por el hecho de poder atender a tiempo, situaciones que no se puedan controlar y asistir.

**Dentro de los controles de notificaciones relevantes para el cuidado del paciente están:**

- Notificación al paciente, doctor y contacto de emergencia.
- Eventos anormales.
- Análisis de la frecuencia cardíaca.
- Recordatorio sobre los posibles medicamentos que deben ser suministrados al paciente (dichos medicamentos deben ser autorizados por su médico).
- Llamada de notificación a emergencias

### **Objetivo 3: Salvaguardar el historial clínico del paciente para conocer su situación actual ante posible intervención médica.**

En un centro médico es normal tener a menudo que lidiar con la situación en la que los pacientes presentan un paro cardiorrespiratorio, dicha situación requiere una atención urgente. Por este motivo, es importante afrontar esta crisis, comprender y conocer los procedimientos apropiados que son efectivos. Teniendo en cuenta los resultados estadísticos insatisfactorios obtenidos en la actualidad, para la realización de una reanimación de manera oportuna, es importante saber las causas más comunes de los paros cardiorrespiratorios más frecuentes, con el fin de estar preparados para esta enfermedad.

En ese sentido, con miras a disminuir las muertes a causa de paros cardiorrespiratorios, además de monitorear a los pacientes envejecientes, parte esencial de este, será llevar un registro del paciente en la base de datos de todas sus citas, eventos, el seguimiento de su tratamiento y sobre todo el monitoreo en tiempo real. Con esto podremos mantener notificado al paciente, doctor y familiar del progreso de la enfermedad o las mejoras según el tratamiento.

La pulsera inteligente se mantendrá salvaguardando el histórico de eventos del paciente, de manera tal que la base de datos se encuentre siempre actualizada.

Este monitoreo y método de consulta de envíos de información en tiempo real, tiene como objetivo lograr el control del estado de salud del paciente y de ser posible, predecir cuándo este pudiera presentar una crisis de paro cardiorrespiratorio. No obstante, la aplicación tendrá los parámetros establecidos de cada paciente, así saber cuándo su estado

de salud se encuentra en riesgo e ingresar a su centro de salud más cercano, de lo contrario, si se encuentra a punto de tener una crisis, alertar al 911 y al mismo tiempo a los contactos establecidos como favoritos en la APP, es decir, el doctor y algún familiar.

## **4. Justificaciones de la investigación**

### **4.1 Justificación teórica**

El análisis propuesto busca dar seguimiento a los pacientes con dificultades cardiorrespiratorias, a través de la integración de un sistema de monitoreo para la medición de signos vitales, o personas hospitalizadas desde casa.

Considerando lo anterior, los pacientes podrán realizar actividades con normalidad, sin el temor o preocupación de su estado de salud dando así la libertad de actividades y movimientos cotidianos.

### **4.2 Justificación metodológica**

El sector salud tiene como finalidad reducir las muertes por enfermedades cardiorrespiratorias, ahorro de tiempo, mejora en los procesos, reducción del riesgo laboral, mejorar y agilizar la atención a los pacientes. La propuesta trae consigo monitorear a pacientes envejecientes en estado de salud crítico, logrando así alertar de manera rápida y ágil. De este modo, apoyar a los miembros de la salud en sus esfuerzos para reducir la tasa de morbilidad, incapacidad y de muertes prematuras debidas a las enfermedades cardiorrespiratorias.

Al integrar el sistema de monitoreo con la pulsera, se permitirá analizar los latidos del corazón del paciente en tiempo real, esto sin la necesidad de que el mismo se presente físicamente y establecer contacto.

### **4.3 Justificación práctica**

El sistema de monitoreo cardiorrespiratorio está diseñado para obtener información sobre señales críticas y en tiempo real de aquellos pacientes con dificultades respiratorias, con el objetivo de brindar una mejor calidad de vida en la República Dominicana. El diseño expuesto garantiza la respuesta oportuna al paciente sobre aquellas irregularidades presentadas, y en caso de determinar síntomas anómalos tendrá la asistencia del Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 911.

La pulsera inteligente se encontrará transmitiendo en tiempo real el estatus de salud del paciente hacia la aplicación, y en caso de que esta pierda la conexión tendrá la capacidad de almacenar por un lapso de tiempo máximo de 8 horas, las variaciones rítmicas registradas hasta la vinculación con el dispositivo móvil.

No obstante, si el dispositivo logra perder la conexión con la pulsera inteligente, inmediatamente enviará tres (3) alertas cada 5 minutos a su contacto de emergencia registrado, con el objetivo de que éste pueda comunicarse con el paciente y asegurarse de que todo esté en orden.

## 5. Marco de referencias

### 5.1 Marco teórico

El mundo está experimentando actualmente una pandemia que ha provocado la muerte por paro respiratorio. Parece lógico que la edad avanzada se asocia a una menor probabilidad de supervivencia tras la PCR, debido a la pérdida de reserva fisiológica y las comorbilidades que implica el envejecimiento. La decisión de no resucitar es difícil y tiene obvias consecuencias. Estamos limitados por la falta de pautas, consejos de las empresas y la decisión de resucitar depende del arte profesional y el conocimiento médico.

### 5.2 Marco conceptual

**El paro respiratorio o el deterioro de la respiración**, que puede progresar al paro respiratorio, puede ser causado por: una obstrucción de las vías aéreas (vías superiores e inferiores), disminución del esfuerzo respiratorio (refleja una alteración del SNC) o debilidad de los músculos inspiratorios (afección neuromuscular, fatiga.) (Bortle, (2017)).

**El corazón** es un músculo que bombea sangre a través de los vasos sanguíneos mediante un sistema de relajación y contracción. Cuando el miocardio se relaja los ventrículos se llenan de sangre venosa, parte de la cual se bombea a las arterias durante la contracción cardíaca. (Cunningham y Klein; 2009).

Los **agentes que disminuyen el esfuerzo respiratorio** incluyen opiáceos y sedantes-hipnóticos (p. ej., barbitúricos, alcohol; con menor frecuencia, benzodiazepinas). Las combinaciones de estos medicamentos aumentan aún más el riesgo de depresión respiratoria. En general, se debe a una sobredosis (iatrogénica, intencional o no intencionada), aunque una dosis menor puede disminuir el esfuerzo respiratorio en pacientes más sensibles a los efectos de estos agentes (p. ej., ancianos, pacientes con desacondicionamiento, pacientes con insuficiencia respiratoria crónica o apnea obstructiva del sueño).

El riesgo de depresión respiratoria inducida por opioides es más común en el período de recuperación posoperatoria inmediata, pero persiste durante toda la estadía en el hospital y más adelante. La depresión respiratoria inducida por opioides puede conducir a resultados catastróficos como daño cerebral grave o muerte.

**Paro respiratorio inminente**, antes de que se establezca el paro respiratorio, el paciente con función neurológica intacta puede sentirse agitado, confuso y con dificultad para respirar. Hay taquicardia y diaforesis; puede haber retracción intercostal o esternoclavicular.

Los pacientes con alteraciones del sistema nervioso central o debilidad de los músculos respiratorios presentan movimientos respiratorios débiles, respiraciones bloqueantes o irregulares y movimientos paradójicos. Aquellos con un cuerpo extraño en las vías aéreas pueden mostrar signos de asfixia y señalarse el cuello, tener estridor respiratorio o no presentar signos. La monitorización de la concentración de dióxido de

carbón a final de la espiración puede alertar al médico sobre un paro respiratorio inminente en pacientes descompensados.

Las **causas neuromusculares** incluyen lesión de la médula espinal, enfermedades neuromusculares (p. ej., miastenia gravis, botulismo, poliomielitis, síndrome de Guillain-Barré) y fármacos bloqueantes neuromusculares.

La **fatiga de los músculos respiratorios** puede aparecer si los pacientes respiran a una ventilación minuto que excede el 70% de su ventilación voluntaria máxima durante largos períodos (p. ej., debido a acidosis metabólica grave o hipoxemia).

La **obstrucción de las vías aéreas inferiores** puede deberse a aspiración, broncoespasmo, enfermedades de ocupación de los espacios aéreos (p. ej., neumonía, edema pulmonar, hemorragia pulmonar) o ahogamiento.

### **5.3 Marco espacial**

Este proyecto estará orientado en los casos de enfermedades cardio-respiratorias para personas envejecientes, donde inicialmente se lanzará un piloto en el Hospital General de la Plaza de la Salud, ubicado en el Ensanche La Fe, Santo Domingo, Distrito Nacional de la República Dominicana.

## 5.4 Marco temporal

El diseño de nuestra propuesta se realizará en el primer trimestre del año 2021 (enero-marzo), la cual estará enfocada a las personas envejecientes que se encuentran enfrentando problemas cardiorrespiratorias con miras a reducir las muertes y agilizar la atención a los pacientes.

## 6. Aspectos Metodológicos

El estudio a realizar es de tipo documental y estudio de caso, en el que se medirá la frecuencia respiratoria a través de las pulseras inteligentes, la misma será transmitida y comparada en tiempo real con el dispositivo del paciente que esté utilizando.

Se realizarán pruebas con un grupo de personas con el cuadro clínico que estamos utilizando como referencia para nuestra investigación, con el fin de verificar la precisión del algoritmo desarrollado con respecto a la referencia.

Para empezar la investigación, inicialmente se realizó una revisión bibliográfica y de fundamentación teórica de las tasas de mortalidad de las personas fallecidas por enfermedades cardiorrespiratorias, así como los medios que existen para detectar y combatir este tipo de irregularidades en el sistema cardio-respiratorio.

### 6.1 Métodos, procedimientos y técnicas de investigación

- **Teóricos:** Análisis histórico.
- **Empíricos:** Casos de estudios, consulta a expertos, medición.

## **Capítulo II**

# **Pacientes envejecientes con antecedentes cardiorrespiratorios**

## **2.1 Origen y evolución de pacientes envejecientes con antecedentes cardiorrespiratorios.**

El envejecimiento de la población está a punto de convertirse en una de las transformaciones sociales más significativas del siglo XXI, con consecuencias para casi todos los sectores de la sociedad, entre ellos, el mercado laboral y financiero y la demanda de bienes y servicios (viviendas, transportes, protección social,...), así como para la estructura familiar y los lazos intergeneracionales.

Según la ONU, Para el 2050, una de cada seis personas en el mundo tendrá más de 65 años, frente a una de cada 11 en 2019. Dentro de los desafíos en salud que impone a la sociedad una población que envejece son:

- Doble carga de la enfermedad
- Mayor riesgo de discapacidad
- Feminización del envejecimiento
- Desigualdades y economía de la población.

El envejecimiento conlleva una serie de alteraciones anatómicas y funcionales del sistema respiratorio y cardíaco, las cuales ocasionan enfermedades que si no son tratadas a tiempo pueden llegar a ser críticas e inclusive pueden ocasionar la muerte.

Dentro de los factores que aceleran el envejecimiento de la anatomía cardiorrespiratoria podemos mencionar la **alimentación excesiva, el estrés, la hipertensión, el tabaquismo y alcoholismo, la obesidad, soledad y el sedentarismo.**

La situación que se observa en algunos países de América Latina y el Caribe, lleva a que las demandas en salud sean distribuidas en atenciones a las enfermedades infecciosas junto a las no infecciosas, habitualmente crónicas, muy ligadas a determinados estilos de vida, cuyos efectos se evidencian en edades avanzadas. Por eso, conforme envejecen las poblaciones se tienen más personas de edad avanzada que necesitan más atenciones en salud que las personas jóvenes.

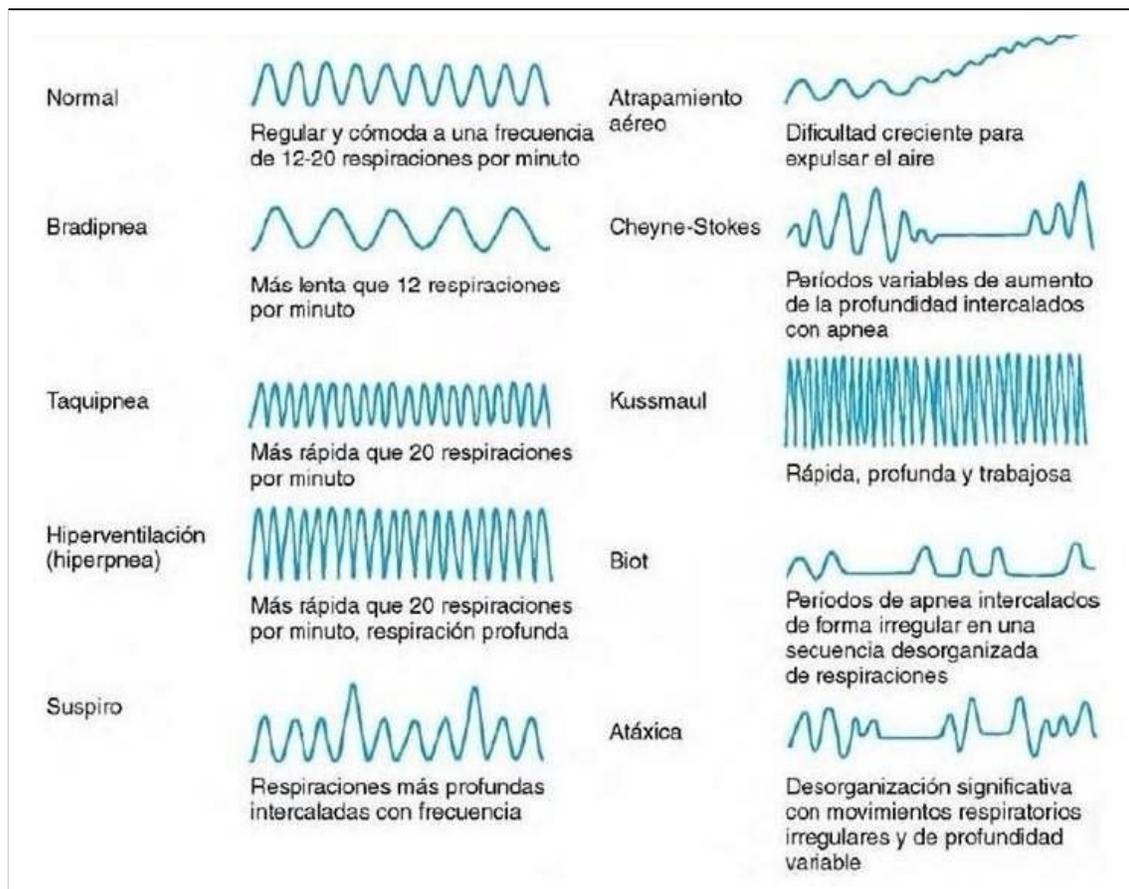
En el campo de la salud, las consecuencias de este envejecimiento poblacional son especialmente marcadas. Esto se debe a la concurrencia, junto a la transición demográfica, de una transición epidemiológica que ha llevado a que las enfermedades infecciosas sean sustituidas por las no infecciosas, habitualmente crónicas, muy ligadas a determinados estilos de vida y que se presentan preferentemente a edades avanzadas. Por tanto, conforme envejecen, las poblaciones no solo tienen más ciudadanos de edad avanzada, sino que estos necesitan más de los servicios de salud. Sin embargo, aunque una gran parte de los enfermos son adultos mayores, no debe equipararse el envejecimiento con la mala salud, ya que buena parte de los adultos mayores no padecen de enfermedades graves durante casi toda su vejez.

En los países en desarrollo el **42%** de las muertes de adultos tiene lugar después de los 60 años, mientras que en los países desarrollados ese porcentaje asciende a **78%**. En

términos mundiales las personas de 60 años tienen un **55%** de posibilidades de morir antes de cumplir los 80. Conforme envejecen las poblaciones, aumenta la carga de enfermedades no transmisibles.

Debido a que hemos identificado las enfermedades cardiorrespiratorias en pacientes envejecientes como una problemática mundial, hemos incluido como alternativa a la problemática el monitoreo de la arritmia (ritmo cardíaco anormal) a través de un dispositivo (pulsera inteligente) para pacientes envejecientes, como instrumento principal para anticipar las posibles muertes a causa de pre-infartos o paros cardíacos.

La causa más común del paro cardíaco repentino es un ritmo cardíaco anormal, que se presenta cuando el sistema eléctrico del corazón no funciona correctamente. El sistema eléctrico del corazón controla el ritmo y la frecuencia de los latidos. Si algo no está bien, el corazón puede latir demasiado rápido, demasiado lento o de forma irregular (arritmia).



Estos episodios suelen ser breves e inofensivos, pero algunos tipos de arritmia pueden provocar un paro cardíaco repentino.

El ritmo cardíaco más común en el momento de un paro cardíaco es una arritmia en una cavidad inferior del corazón (ventrículo). Los impulsos eléctricos rápidos y erráticos hacen que los ventrículos se agiten con pulsaciones ineficaces, en lugar de bombear sangre (fibrilación ventricular).

Estos pulsos eléctricos se encuentran categorizados y parametrizados por edades y condiciones de salud en la aplicación que estará conectada a la pulsera inteligente, y la podrá evaluar estos pulsos para determinar si corresponden a una arritmia o anomalía en los pacientes que se encuentren utilizando.



## **2.2 Tendencias de sistema para el monitoreo con antecedentes cardiorrespiratorios.**

### **2.2.1 Modelo de referencia y métodos actuales**

En esta propuesta tomaremos como referencia la aplicación “Salud de Apple”, esta APP recolecta datos de salud a través del reloj inteligente Apple Watch y las aplicaciones que usa, de manera integrada para lograr ver el progreso de la persona en un solo lugar. La aplicación Salud calcula automáticamente los pasos que das y la distancia que recorres cuando paseas y corres.



### 2.2.2 Cardio Fitness: Nueva métrica de salud de Apple

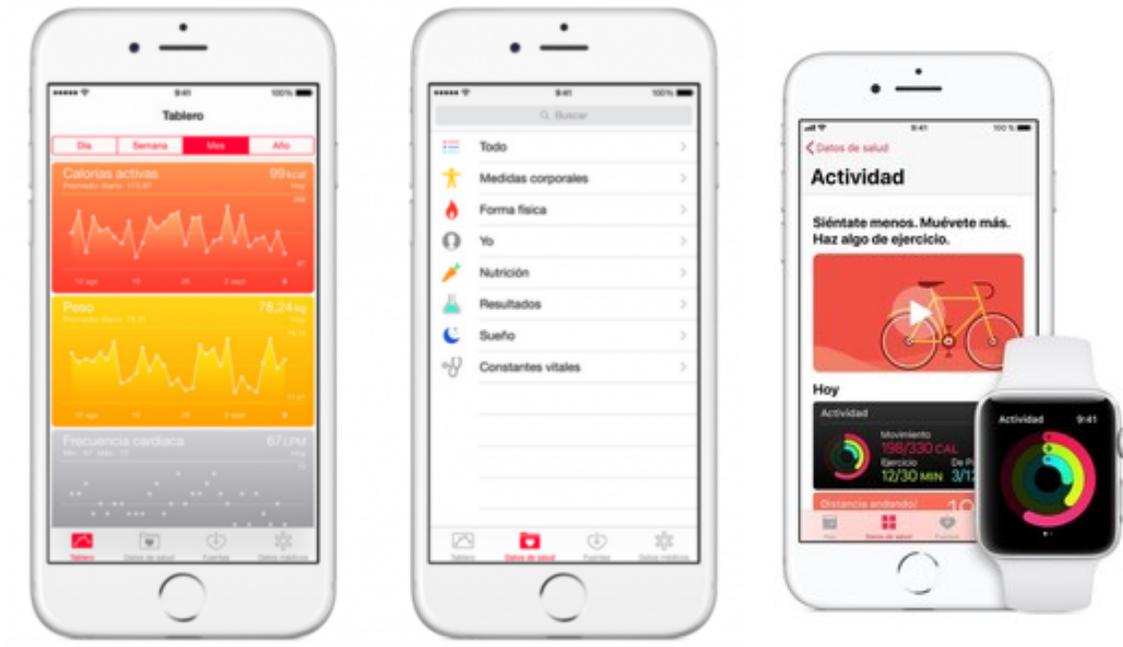
El **VO2 máx** es una medida del volumen de oxígeno que inhala en sus pulmones para alimentar un entrenamiento intenso. Mientras que el cardio se refiere específicamente al corazón. Un artículo de apoyo en la aplicación Salud explica que Cardio Fitness es la abreviatura de «aptitud cardiorrespiratoria», que tiene mucho más sentido, porque cardiorrespiratorio significa corazón y respiración.

La «V» en el VO2 máx. Representa el volumen, mientras que «O2» se refiere a las moléculas de oxígeno. Se mide en litros por minuto (L / min): el volumen de oxígeno que respira en un minuto. Pero Apple usa una métrica un poco más complicada: mL / (kg · min). Eso significa mililitros de oxígeno por kilogramo de masa corporal por minuto. Una persona más grande necesita más oxígeno para alimentar su cuerpo. Al tener en cuenta la masa corporal, la estadística se vuelve más comparable entre diferentes usuarios.

La métrica de VO2 máximo de Apple mide el rendimiento de su corazón y pulmones cuando se esfuerza al límite. Sin embargo, hasta ahora solo ha sido útil para los fanáticos del fitness. No es de extrañar que Apple lo haya enterrado en la aplicación Health, donde la mayoría de los usuarios nunca lo encontró.

Pero watchOS 7.2 y iOS 14.3, que Apple lanzó recientemente, cambian todo eso. En esas actualizaciones, la métrica VO2 máx. ha sido rebautizada como Cardio Fitness. Ahora puede detectar rangos más bajos y enviar alertas cuando la lectura es demasiado baja. Eso

lo convierte en la última de una serie de notificaciones de salud de Apple Watch que pueden salvar vidas.



Con iOS 14.3 y watchOS 7.2, los usuarios del Apple Watch pueden ver su nivel de capacidad aeróbica en la app Salud del iPhone y recibir una notificación en el Apple Watch si se encuentra en el rango más bajo. La revolucionaria tecnología de watchOS 7 le permite al Apple Watch medir fácilmente un nivel bajo de capacidad aeróbica. Además, las notificaciones de capacidad aeróbica incentivan a los usuarios a ser más activos y lograr importantes mejoras para su salud a largo plazo.

La capacidad cardiorrespiratoria, medida por el  $VO_2$  máx., es la cantidad máxima de oxígeno que el cuerpo puede consumir al hacer ejercicio, y se puede aumentar con actividad física. El Apple Watch ya calcula los niveles promedio y más altos de  $VO_2$  máx.

durante caminatas intensas al aire libre, carreras o excursiones, una medición que muchos deportistas y atletas usan para mejorar su rendimiento.

Ahora, con watchOS 7, el Apple Watch también usa varios sensores, como el sensor óptico de frecuencia cardíaca, el GPS y el acelerómetro, para estimar los niveles más bajos. Esto es importante, ya que la medición directa del VO<sub>2</sub> máx. por lo general requiere pruebas clínicas rigurosas con equipos especializados a los que la mayoría de las personas no puede acceder fácilmente. Además, watchOS 7 permite que el Apple Watch mide la capacidad aeróbica de los usuarios cuando caminan durante el día, incluso si no están registrando un entrenamiento.

### **2.2.3 ¿Cómo mide el Apple Watch el VO<sub>2</sub> máximo?**

La nueva función Cardio Fitness en watchOS 7.2 cambia todo eso con la introducción de:

#### **1. Soporte para rangos máximos de VO<sub>2</sub> más bajos**

Ya no tiene que estar súper en forma para ver sus estimaciones de VO<sub>2</sub> máximo. Ahora se muestran los resultados para todos (siempre que haya registrado un ejercicio vigoroso de caminata o carrera de 20 minutos).

#### **2. Niveles de aptitud cardiovascular**

La aplicación iPhone Health ahora le permite comparar sus niveles de condición física cardiovascular con promedios por edad y sexo. Puede filtrar sus resultados por cuatro niveles diferentes: Alto, Por encima del promedio, Por debajo del promedio y Bajo.

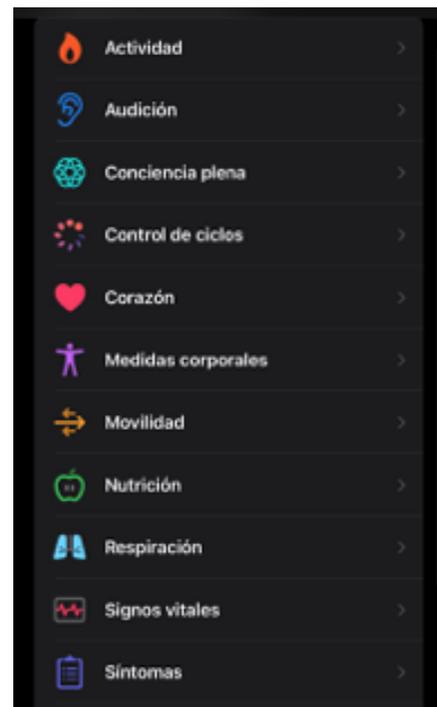
### 3. Notificaciones de baja aptitud cardiovascular

Ahora puede optar por recibir alertas en su Apple Watch si su VO2 máximo cae en el nivel Bajo. El reloj inteligente de Apple se vuelve más inteligente, cada año desde su lanzamiento, realizan actualizaciones en su reloj inteligente para incluir nuevas métricas y advertencias de salud. Apple Watch se ha convertido en un compañero cada vez más indispensable para ayudarte a llevar una vida más saludable.

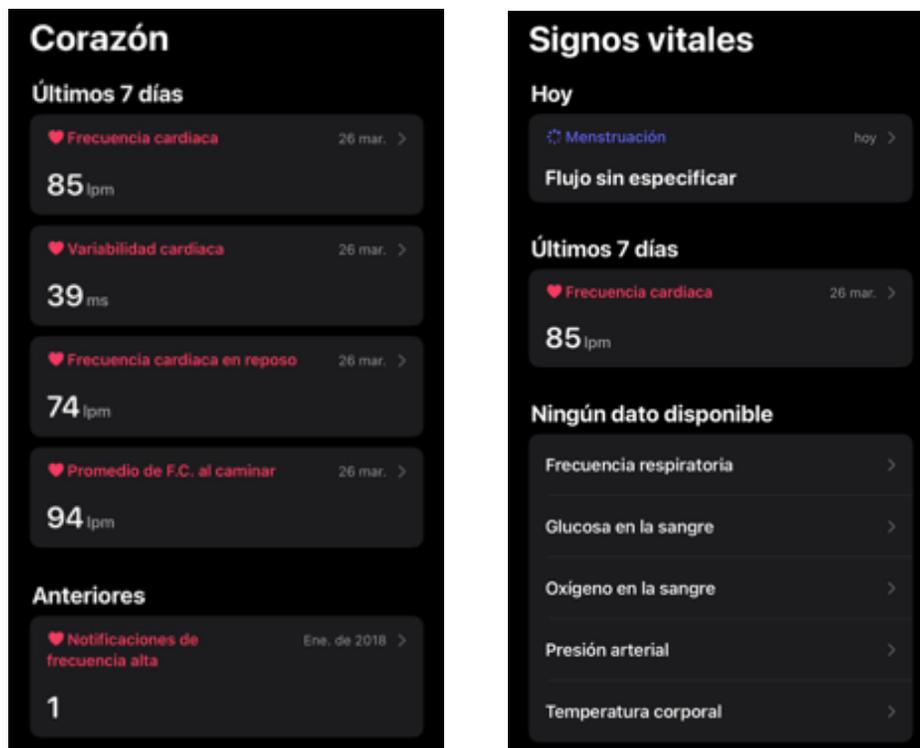
Lo bueno de funciones como las notificaciones de condición física baja es que ni siquiera necesita comprar un reloj nuevo para obtener el beneficio. Esta es una actualización de software gratuita para todos los usuarios de Apple Watch (compatibles).

Al abrir la APP Salud, podrás visualizar doce (12) categorías, de las cuales nos enfocamos en:

- Actividad
- Corazón
- Respiración
- Signos vitales
- Síntomas
- Medidas corporales



Todas las categorías son importantes y una conlleva a la otra, sin embargo, con las antes mencionadas obtendremos a través de los signos vitales: control de la frecuencia respiratoria, la glucosa y oxígeno en la sangre, la presión arterial, temperatura corporal. Según se muestra en las imágenes a continuación, en la categoría del corazón, obtendremos a través del reloj inteligente la frecuencia cardíaca, variabilidad cardíaca, frecuencia cardíaca (F.C.) en reposo, promedio de F.C. al caminar y sobre todo las notificaciones de frecuencia alta.



## 2.2.4 Novedades del Apple Watch

La versión más actualizada del reloj de Apple es el series 6, este cuenta con una app y un sensor muy innovadores que miden el nivel de oxígeno en la sangre cuando lo requieras y hacen lecturas en segundo plano, día y noche.



Otra funcionalidad es al presionar el botón Digital Crown con tu dedo, los electrodos integrados se complementan con el cristal trasero y la app, logrando leer los impulsos eléctricos del corazón. Simplemente apoya el dedo en la Digital Crown para generar una onda de electrocardiograma en sólo 30 segundos. No obstante, la app indicará si el ritmo cardíaco muestra indicios de fibrilación auricular (este es un tipo de arritmia cardiaca grave) o un ritmo sinusal, que indica que el corazón late con normalidad.

### 2.2.5 Comparación de la solución propuesta con la APP Salud

Está claro que las tecnologías están muy avanzadas y existen diferentes Apps y relojes inteligentes que monitorean la salud de la persona pero, **¿Qué diferencia la propuesta con la APP Salud de Apple?**

1. **Historial médico actualizado;** Esto, ya que el doctor, asistente, entre otros. Estos podrán interactuar con la aplicación ingresando datos de interés del paciente.
2. **Alertas a los contactos de emergencias** (Doctor, familiar, etc); Si el reloj detecta eventos fuera del rango establecido como “normal”, esta debe enviar notificaciones a los contactos principales registrados.
3. **Alertas al Sistema Nacional de Atención a Emergencias y Seguridad 9-1-1;** Si el paciente entra en una crisis, la APP deberá alertar al 911, con la ubicación exacta del paciente, así este podrá ser atendido a la mayor brevedad.
4. **Historial en la base de datos de los eventos** durante el día; Se llevará un registro en la base de datos de manera centralizada, de modo que se pueda llevar el control de los medicamentos según el estado de salud del paciente. Con el histórico se podrá visualizar el progreso de cada paciente.

## **2.3 Diagnóstico y situación actual de pacientes envejecientes con antecedentes cardiorrespiratorios en el Hospital General de la Plaza de la Salud, República Dominicana.**

### **2.3.1 Antecedentes**

El Paro Cardíaco continúa siendo una de las principales causas de muerte en República Dominicana. El **70%** de los casos de paro cardíaco se producen en los domicilios de los pacientes; aunque solo el **10%** de ellos, atendidos por un servicio de emergencias médicas extrahospitalarias, sobrevive a un paro cardíaco no traumático.

En el contexto hospitalario, la parada cardiorrespiratoria supone una problemática de salud de gran magnitud. Aproximadamente, la mitad de los paros cardíacos intra-hospitalarios se producen fuera de la unidad de cuidados intensivos, lo que incrementa el índice de mortalidad de estos pacientes. Esto así, porque el tiempo que transcurre desde el colapso del paciente hasta el inicio de las maniobras de RCP (*Reanimación Cardio-pulmonar*) es fundamental para su supervivencia. Además, la posibilidad de poner en marcha con prontitud un soporte vital avanzado contribuye a aumentar las tasas de supervivencia de las víctimas de parada cardiorrespiratoria intrahospitalaria, cuya incidencia actual oscila entre 3.8 y 13.1 casos por cada 1000 ingresos.

En pacientes adultos hospitalizados, el paro cardíaco puede producirse como consecuencia de un empeoramiento de cuadros respiratorios o circulatorios graves. Muchos de estos eventos se pueden predecir y evitar por medio de una observación cuidadosa, de la prevención y de un tratamiento precoz de los síntomas o cuadros previos.

Como parte de una investigación realizada en el año 2020 que incluía a 300 pacientes de 16 hospitales públicos que presentaban infartos agudos de miocardio, el Ministerio de Salud Pública y la Sociedad Dominicana de Cardiología, comenzaron un plan piloto, que consistió en la administración de un trombolítico para evitar que la personas mueran por el evento isquémico.

Con esos fines, el ministro de Salud Pública, Rafael Sánchez Cárdenas, y el presidente de la Sociedad Dominicana de Cardiología, Fausto Warden Taveras, firmaron un acuerdo, que además, tiene la intención de definir una estrategia nacional para las personas que se infarten, de manera, que puedan ser sometidas a una cirugía de cateterismo antes de las 24 horas de presentar la condición de salud.

La iniciativa es del doctor Fulgencio Severino, coordinador del Programa de Reperusión, y de la residencia de cardiología del hospital Salvador B. Gautier, quien dijo que desde el 2014 las sociedades médicas cardiovasculares están promocionando esa iniciativa, quiere decir que los pacientes que reciban primero el fármaco trombolítico y luego se puedan enviar a la sala de cateterismo cardíaco con más tiempo, para que el paciente tenga mejores resultados.

### **2.3.2 Estudios de enfermedades cardiorrespiratorias en envejecientes**

Las enfermedades crónicas, como las enfermedades cardiorrespiratorias se asocian a factores de riesgo como el tabaquismo, la dieta inadecuada y la inactividad física; además de la presencia de condiciones medioambientales relacionadas con la calidad del aire, el estrés urbano, las infecciones y las exposiciones ocupacionales.

En una publicación científica de 2016, la American Heart Association reconoció el vínculo cada vez mayor entre una capacidad aeróbica baja y un mayor riesgo de sufrir problemas de salud importantes a futuro, como enfermedades cardiovasculares, hipertensión y obesidad. El estudio incluso sugiere que la capacidad aeróbica es más relevante a la hora de determinar el riesgo de mortalidad que otros factores comunes, como el cigarrillo, la diabetes y la hipertensión. “La American Heart Association asocia los niveles bajos de capacidad aeróbica con un mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y la mortalidad general. Proponen ayudar a todas las personas por igual a disfrutar de vidas más largas y saludables, y creemos que las soluciones tecnológicas emergentes pueden capacitar a los individuos para que tengan el control de su propia salud”, afirmó Nancy Brown, directora ejecutiva de la American Heart Association.

En conclusión, la capacidad residual funcional (FRC) por sus siglas en inglés CRF, referente al volumen del aire presente en los pulmones al final de la espiración como predictor de resultados de salud:

- El CRF es un predictor de mortalidad tan fuerte como los factores de riesgo establecidos, como el tabaquismo, la hipertensión, el colesterol alto y la DM2.
- Un nivel de CRF < 5 MET en adultos se asocia con un alto riesgo de mortalidad; Los niveles de CRF > 8 a 10 MET se asocian con una mayor supervivencia.
- Más de la mitad de la reducción de la mortalidad por todas las causas ocurre entre el grupo menos apto (p. Ej., CRF < 5 MET) y el siguiente grupo menos apto (p. Ej., CRF 5-7 MET).
- Pequeños aumentos en la CFR (p. Ej., 1-2 MET) se asocian con tasas de eventos cardiovasculares adversos considerablemente (10% a 30%) más bajas.

Los esfuerzos para mejorar la CRF deben convertirse en una parte estándar de los encuentros clínicos (por ejemplo, un "signo vital" aceptado).

### **2.3.3 Investigaciones realizadas en el extranjero**

A continuación se describen estudios en diferentes países con el objetivo de dar a conocer lo crítica que es esta enfermedad, sobre todo en personas mayores a 60 años:

#### **Instituto de Cardiología y Cirugía cardiovascular, La Habana, Cuba**

Un estudio descriptivo mide un corte transversal de 180 pacientes en total, utilizando como medidas de resumen las frecuencias relativas en porcentaje, media y desviación estándar. Esto resultó en dominancia masculina, la mediana edad fue similar en ambos grupos, el tipo de presentación eléctrica más común fue asistolia, el infarto agudo de

miocardio fue la etiología predominante, el tiempo medio de parada fue de 6.09 minutos y el tiempo de reanimación fue de 35.08 minutos.

En general, la mortalidad fue alta, la incidencia de paro cardiorrespiratorio fue mayor entre los hombres, sin diferencias estadísticamente significativas en relación con la edad media. El tipo de presentación eléctrica más común fue la asistolia y la principal causa fue el infarto agudo de miocardio. El tiempo de parada fue breve y el tiempo de reanimación cardiovascular fue suficiente. La mortalidad fue alta en general.

**En Toledo, España,** se diseñó un estudio observacional retrospectivo de cohortes con controles históricos apareados donde cada sujeto es su propio control. El ámbito del estudio fue el área de asistencia de la Unidad de Atención Geriátrica Domiciliaria del Hospital Virgen del Valle, que se encuentra circunscrita a una zona geográfica de unos 35 kilómetros alrededor de la ciudad de Toledo. Los sujetos de este estudio fueron personas con procesos cardio respiratorios crónicos que fueron seguidas por dicha unidad entre el 1 de enero de 1995 y el 15 de enero de 1999.

En ese período se evaluó a un total de 244 pacientes por patología cardiorrespiratoria crónica. De ellos, 140 (57,4%) fueron incluidos en programa de atención domiciliaria. De los restantes 59 (24,2%), fueron remitidos para seguimiento por su equipo de atención primaria y 43(17,6%) se consideró que debían ser atendidos por otro nivel asistencial (consulta externa hospitalaria, ingreso en unidad de agudos, etcétera.). De los 2 casos no incluidos en el programa no se dispone de información sobre su atención.

Dado que el objetivo del estudio es valorar el efecto de la intervención a largo plazo, se excluyó a los pacientes con tiempo de seguimiento breve; de esta forma además se limita la posible influencia estacional sobre la situación clínica de estos pacientes. La muestra del estudio la componen 81 pacientes que permanecieron al menos 3 meses en seguimiento por la unidad.

La variable de resultado del presente estudio fue el consumo de recursos hospitalarios. Dicho consumo se evaluó en forma de tasa de visitas a urgencias, número de ingresos y días de estancia por paciente y mes de seguimiento. Para ello se calculó el numerador de dichas tasas como el número de visitas al servicio de urgencias hospitalario, número de ingresos en planta y número de días de estancia respectivamente. El denominador se compone de los meses analizados según el período de análisis que se considere.

El período preintervención se consideró el año previo al seguimiento del enfermo por la unidad, por lo que representa una cifra fija de 12 meses por paciente. En el caso del período de intervención se consideran los meses que permanece en control por la unidad, bien hasta su alta de la misma o hasta la fecha de finalización del estudio. En el caso que el paciente permaneciera en control por tiempo superior al año, el tiempo de análisis de intervención se limita a los 12 meses posteriores a su inclusión en programa para igualar el tiempo de análisis al período preintervención.

El origen de los datos es el CMBD de los hospitales del Complejo Hospitalario de Toledo (área asistencial de la unidad) para el número de ingresos y los días de estancia, y el registro del servicio de admisión de urgencias hospitalarias para el número de visitas a dicho servicio. Las variables independientes se captaron de la historia clínica estructurada que se realiza en el momento de la evaluación inicial (fecha de inicio de la intervención). En dicha historia se recogen de forma sistemática y protocolizada, junto a los elementos habituales de la misma, la presencia o ausencia de problemas geriátricos activos (caídas, incontinencia urinaria, etc.), valoración funcional, tanto de movilidad como de actividades básicas de autocuidado y presencia o ausencia de deterioro cognitivo y/o trastorno del ánimo. Igualmente se refleja el resultado de la evaluación y en caso que se decida incluirlo en programa de atención domiciliaria cuál es el motivo de dicha atención.

**Resultados:** En el período de estudio, 81 pacientes fueron seguidos durante tres o más meses por la unidad de atención domiciliaria. La edad media fue de 80,57 años (DE 7,39). Entre sus antecedentes patológicos destacaban: cardiopatías 63,75%, hipertensión arterial 48,75%, broncopatía crónica 41,25%, diabetes mellitus 30% y fibrilación auricular 23,75%. En el momento de su evaluación inicial tomaban un promedio de 7,5 fármacos.

Los pacientes permanecieron una mediana de 9 meses (rango intercuartílico 5-13,50) en atención por la unidad. Se verificó que 22 pacientes (27,2%), permanecieron más de 12 meses en seguimiento por la unidad, por este motivo el tiempo mediano de intervención analizado fue de 9 meses (rango intercuartílico 5-12). En el período de intervención los pacientes recibieron una mediana de 14 (rango intercuartílico 11-23) visitas del equipo de

enfermería y 4 (rango intercuartílico 2-8) visitas del equipo médico. Un total de 22 pacientes (27,2%), fueron dados de alta por estabilización prolongada de su cuadro clínico y en 12 casos (14,8%) se mantenía el seguimiento en el momento de finalizar el estudio. La causa más habitual de alta de la unidad fue el fallecimiento, 47 pacientes (58%), que tuvo lugar en el domicilio del enfermo en 38 casos (80,9%).

En los 972 meses de período preintervención se contabilizaron 239 visitas a urgencias y 173 ingresos hospitalarios con un total de 2.805 días de estancia. En 696 meses de seguimiento de intervención se objetivan 125 visitas a urgencias y 52 ingresos, con un total de 611 días de estancia.

Finalmente, como resultado las salas de cuidados geriátricos domiciliarios dedicados limitan el uso de recursos hospitalarios para los ancianos con enfermedad cardiorrespiratoria crónica.

## Resultados gráficos de estudio en Toledo

En la primera imagen, se presentan las características demográficas, origen de los pacientes y situación funcional.

**Características de los sujetos incluidos en el estudio**

		<i>Número pacientes incluidos en el programa</i>	81	%
Origen	Equipo atención primaria	3	3,8	
	Hospital	68	85,0	
	Urgencias	9	11,3	
Edad	65-74	17	22,4	
	75-84	36	47,4	
	85 y más	23	30,3	
Sexo	Varón	39	48,1	
	Mujer	42	51,9	

Estado civil	Casado/a	45	56,3
	Viudo/a	33	41,3
	Soltero/a	2	2,5
Dependencia autocuidado	Leve	15	18,8%
	Moderada	26	32,5%
	Severa	39	48,8%
Inmovilidad	no	61	76,3%
	si	19	23,8%
Limitación domicilio	No	14	17,5%
	Si	66	82,5%
Deterioro cognitivo	No	70	90,9%
	Si	7	9,1%
Presencia de cuidador	Solo	0	0,0%
	Estable	63	87,5%
	Itinerante	9	12,5%
Motivo de ingreso	Paliativo	1	1,2%
	Control crónico	48	59,3%
	Disminuir estancias	32	39,5%

La discrepancia con el total de pacientes (81) corresponde a datos perdidos

A continuación, se reflejan las tasas por paciente y mes de seguimiento que presentaban los antes y durante su atención por la unidad.

**Consumo de recursos hospitalarios por paciente y mes de seguimiento**

	<i>Preintervención</i>		<i>Postintervención</i>		<i>Diferencia tasas p</i>	
	<i>Eventos/ pac.mes</i>	<i>Tasa</i>	<i>Eventos/ pac.mes</i>	<i>Tasa</i>		
Urgencias	239/972	0,25 (0,19,0,30)	125/696	0,18 (0,14,0,24)	0,07 (0,02,0,11)	0,04
Ingresos	173/972	0,18 (0,15,0,21)	52/696	0,08 (0,05,0,11)	0,10 (0,07,0,14)	< 0,001
Días estancia	2805/972	2,89 (2,39,3,39)	611/696	0,88 (0,55,1,32)	2,01 (1,87,2,15)	< 0,001

Aquí se puede visualizar la influencia de la covariables analizadas en el descenso de consumos.

**Diferencias de riesgo en los períodos preintervención y de intervención evaluadas mediante diferencia de tasas por paciente y mes de seguimiento en función de sus características**

		<i>Urgencias</i>	<i>Ingresos</i>	<i>Estancias</i>
Edad	65-74	0,07 (-0,04,0,19)	0,12 (0,02,0,22)	2,42 (2,05,2,79)
	75-84	0,04 (-0,03,0,11)	0,96 (0,45,1,47)	1,91 (1,69,2,11)
	85 y más	0,10 (0,03,0,18)	0,11 (0,05,0,16)	1,96 (1,75,2,17)
Sexo	Varón	0,05 (-0,02,0,12)	0,11 (0,05,0,16)	2,08 (1,87,2,28)
	Mujer	0,08 (0,02,0,14)	0,10 (0,05,0,14)	1,94 (1,78,2,13)
Localidad	Toledo	0,08 (0,03,0,13)	0,11 (0,07,0,15)	1,92 (1,77,2,08)
	Resto	0,03 (-0,08,0,13)	0,14 (0,05,0,24)	2,42 (2,07,2,77)
Estado civil	Casado	0,03 (-0,04,0,09)	0,10 (0,04,0,15)	1,84 (1,64,2,03)
	Soltero	0,26 (-0,12,0,65)	0,17 (-0,12,0,47)	2,13 (1,08,3,17)
	Viudo	0,15 (0,04,0,17)	0,10 (0,05,0,15)	2,10 (1,90,2,29)
DEPENDENCIA ABVD	Leve	0,09 (-0,11,0,29)	0,07 (-0,06,0,20)	1,15 (0,69,1,61)
	Moderada	0,03 (-0,08,0,13)	0,09 (0,01,0,18)	2,14 (1,81,2,47)
	Severa	0,10 (0,03,0,18)	0,12 (0,06,0,19)	1,61 (1,37,1,84)
Limitado domicilio	No	0,05 (-0,00,0,12)	0,10 (0,05,0,15)	2,34 (2,13,2,55)
	Sí	0,08 (0,02,0,15)	0,10 (0,05,0,16)	1,67 (1,48,1,86)
Deterioro cognitivo	No	0,05 (0,01,0,10)	0,10 (0,06,0,14)	2,02 (1,88,2,16)
	Sí	0,38 (0,09,0,66)	0,16 (-0,01,0,32)	1,81 (1,25,2,37)
Motivo alta	Fallecimiento	0,10 (0,04,0,17)	0,11 (0,06,0,15)	2,15 (1,96,2,35)
	Estabilización	0,04 (-0,05,0,13)	0,09 (0,02,0,17)	1,90 (1,62,2,18)
	En programa	-0,00 (-0,12,0,17)	0,11 (0,03,0,18)	1,53 (1,26,1,79)
Global		0,07 (0,02,0,11)	0,10 (0,07,0,14)	2,01 (1,87,2,15)

Los números positivos corresponden a descensos en el consumo mientras que los negativos representan incrementos de consumos en el período de intervención. Dependencia ABVD (dependencia en actividades de autocuidado).

**En la ciudad de Bogotá, Colombia** Se ha evidenciado en el Hospital Infantil Universitario San José y Bosa II nivel, un grupo importante de pacientes atendidos en el servicio de urgencia, a causa de enfermedades cardiorrespiratorias, por lo tanto, es preciso determinar los factores de riesgo que reiteradamente llevan a los pacientes a ser atendidos en ese servicio y activar las alarmas para que los entes gubernamentales tomen decisiones que contribuyan a disminuir la carga de la enfermedad en las poblaciones más vulnerables.

Según datos de ASIS Colombia 2013, las enfermedades no transmisibles fueron la primera causa de atención en el país, lo que generó un 82,49% (47.253.335) de la demanda en el adulto mayor de 60 años en adelante. Por otra parte, se indica que el mayor número de personas atendidas por la misma causa se registra en la ciudad de Bogotá, donde un 5,07% (384.044) de la población acude al servicio hospitalario.

Por lo tanto, esta investigación busca establecer los factores de riesgo en pacientes con enfermedades cardiorrespiratorias que ingresan al servicio de urgencias de dos hospitales de la ciudad de Bogotá, con la intención de determinar, categorizar y comparar la causalidad de mayor prevalencias en el desarrollo de la enfermedad, a fin de proporcionar a los profesionales de la salud, pautas que les permitan intervenir desde la promoción y prevención de los factores de riesgo biológico y comportamentales

### 2.3.4 Criterios de enfermedades cardiorrespiratorias

Los criterios para una persona con enfermedad cardiorrespiratoria crónica en este programa varían:

- 1. Manifestaciones clínicas:** Enfermedad cardiorrespiratoria crónica muy avanzada que se manifiesta por disnea que provoca discapacidad (mínimo esfuerzo, reposo), necesidad de oxigenoterapia domiciliaria, presencia de linfa pulmonar y / o fracción de eyección inferior al 30%. Situación inestable al alta hospitalaria con alta sospecha de reingreso.
- 2. Relación previa con la atención hospitalaria:** Hubo 3 o más hospitalizaciones y / o visitas a urgencias durante el último año.
- 3. Características del anciano frágil:** limitaciones en el hogar por enfermedad de base, adicción a actividades relacionadas con el autocuidado, polifarmacia, etc.
- 4. Características sociales:** presencia de un cuidador principal identificable.

## **Capítulo III**

# **Sistema para el monitoreo para pacientes envejecientes con antecedentes cardiorrespiratorios**

### **3.1 Asistencia en enfermedades cardiorrespiratorias**

Pacientes con enfermedades crónicas y mayores de edad deben ser monitoreados de forma continua. Por lo tanto, nuestra propuesta se basa en el diseño de una aplicación móvil, la cual permitirá integrarse con pulseras inteligentes para el monitoreo de la frecuencia cardíaca. Con el fin, de detectar en todo momento la variación en el ritmo cardíaco en los pacientes con enfermedades crónicas de índole cardiorrespiratorias, y a la vez alertar al sistema 911 y personas predefinidas como contactos de emergencias.

Parte esencial de este sistema, será llevar un registro del paciente en la base de datos de todas sus citas, eventos, el seguimiento de su tratamiento y sobre todo el monitoreo en tiempo real. Con esto podremos mantener notificado al paciente, doctor y familiar del progreso de la enfermedad o las mejoras según el tratamiento.

Desde el punto de vista operativo, el sistema resultaría altamente factible para dar solución a la problemática con las enfermedades cardiorrespiratorias en República Dominicana que el mismo tendrá un impacto positivo en los involucrados, conclusión a la que se llega luego de analizar los siguientes puntos:

En primera instancia, el sistema propuesto surge para dar solución a una problemática referente al monitoreo de las enfermedades cardiorrespiratorias y la respuesta que se le debe dar a este tipo de pacientes en los momentos de crisis, es decir, que el sistema está estrictamente enfocado a agilizar dicho proceso de forma que se eliminen las consecuencias colaterales que provoca.

La pulsera inteligente se mantendrá salvaguardando el histórico de eventos del paciente, de manera tal que la base de datos se encuentre siempre actualizada.

**La Reanimación Cardiopulmonar** es una de las prácticas más importantes en el manejo de pacientes con paro cardíaco y respiratorio, y con el fin de detectarlo o prevenirlo de manera oportuna, es esencial contar con un Sistema para los profesionales de la salud que se dedican a la atención de pacientes envejecientes, quienes se encuentran debidamente capacitados para brindar una atención de RCP.

Debido a los avances tecnológicos, el acceso a fuentes de información actualizadas sobre problemas que pueden afectar su salud es más económico para el público en general. El rol de todos los involucrados en el proyecto tecnológico para el diseño de un sistema de monitoreo de pacientes envejecientes con problemas cardiorrespiratorios es principalmente una responsabilidad ética, moral y legal.

El sistema o aplicación debe comunicar de manera efectiva la función de los eventos anormales para que los profesionales de la salud estén preparados a la hora de atender las emergencias de los pacientes, hasta la llegada del resto del personal médico para brindar una mejor atención e incluso evitar juicios por inexperiencia o negligencia.

Los cuidadores de ancianos saben que la PCR es el primer evento prevenible entre las personas mayores de 60 años y cuando se identifica (diagnostica) rápidamente y luego se maniobra para la reanimación, la mejor respuesta es esencial.

La **RCP** se realiza en tres etapas, de forma ordenada o concurrente, dependiendo del número de personas que trabajen en una emergencia. La primera etapa se llama Soporte Vital Básico (SVB), la segunda etapa es Soporte Vital Avanzado (SVA) y la última es Asistencia y Monitoreo.

### **Acerca de "Asistencia y Monitoreo "**

A pesar de lo antes mencionado se consideran cuatro momentos en los que estará presente:

1. Monitorear a los pacientes con riesgo de desarrollar PCR;
2. Diagnóstico por PCR;
3. Durante la PCR;
4. Después de volver a la circulación espontánea.

Los aspectos clave y los principales cambios de las recomendaciones de la actualización de las Guías de 2018 para profesionales de la salud son los siguientes:

- Estas recomendaciones añaden gran flexibilidad al momento de activar el sistema de respuesta ante emergencias, con el fin de obtener una mayor aceptación y adaptación al entorno clínico del profesional de la salud.
- Se anima a los reanimadores, ya entrenados a que realicen en forma paralela varios pasos (comprobar la respiración y el pulso al mismo tiempo) con el fin de reducir el tiempo recorrido hasta la primera compresión torácica, de tal manera que el tiempo sea más efectivo.

- Los equipos integrados de reanimadores con gran capacidad de entrenamiento optan por usar un método coreográfico en el cual tomen de varios pasos y evaluaciones de manera simultánea y no de forma secuencial, tal como lo hacen los reanimadores que intervienen solos.
- Se destaca aún más la importancia de la RCP de alta calidad considerando objetivos de rendimiento.
- Es importante recordar que la frecuencia de las compresiones se lleva a un intervalo de 100 a 120 cpm.
- La profundidad de las compresiones en los envejecientes y adultos se modifica a 5 cm (2 pulgadas) como mínimo, pero no debería exceder las 6 cm (2,4 pulgadas).
- Con el objetivo de permitir una descompresión de la pared torácica completa luego de cada compresión, los reanimadores deben prevenir apoyarse encima del tórax por cada una de las compresiones.
- Para los pacientes envejecientes que se les esté practicando una RCP y tengan colocado algún dispositivo avanzado para la vía aérea, se recomienda una frecuencia de ventilación simplificada de 1 ventilación cada 6 segundos (10 ventilaciones por minuto).

## 3.2 Requerimiento de Especificaciones del Software

### 3.2.1 Requisitos Funcionales

1. Debe tener registrado el récord médico del paciente.
2. Alerta al paciente cuando detecte alguna dificultad respiratoria.
3. Emitirá una alerta al 911.
4. Medirá el pulso del paciente siempre que sea necesario.
5. Permitirá al usuario visualizar el estado del pulso.
6. Contará con acceso a GPS.
7. Permitirá monitorear al paciente en tiempo real.
8. Permitirá almacenamiento de los datos del paciente en la nube.
9. Emitirá una alerta a las personas de contacto del paciente.
10. Permitirá registrar los datos de familiares y/o parientes.
11. La web app debe mostrar el reporte de los datos recogidos por la pulsera.
12. Es requerido que el sistema proporcione la posibilidad de modificar los datos de pacientes ya existentes dentro del sistema, esto para corregir algún error o modificar algún otro dato.
13. Debe contar con algo relacionado a almacenamiento offline si acaso en su dispositivo por x o y razón en algún momento no tenga conexión a Internet.
14. Se requiere que el sistema permita suspender o eliminar un determinado paciente, según el criterio del administrador del sistema.
15. El sistema contará con sincronización de datos vía bluetooth.

### 3.2.2 Requisitos No Funcionales

1. No debe durar un tiempo posterior a cinco (5) segundos al momento de asistir al paciente.
2. Debe contar con seguridad de alto rango.
3. Debe estar disponible 24 horas al día.
4. Debe de bloquear la pulsera del paciente si no es reconocido en la base de datos.
5. El tiempo de aprendizaje y manejo del paciente con la pulsera no será mayor a tres (3) horas, es decir el usuario no puede durar más de tres (3) horas para saber manejar su pulsera.
6. El diseño del sistema debe poseer características responsive.
7. El margen de errores cometidos por el sistema debe ser menor a dos (2) por día.
8. La pulsera no continuará trabajando a altas temperaturas menores a cuatro (4) grados.
9. El sistema y la pulsera deben contar con manual para el usuario.

El sistema debe ser desarrollado en lenguaje JavaScript.

### 3.2.3 Requisitos protección y seguridad

La propuesta garantiza la seguridad de todos los datos facilitados, tanto por el sistema como por el usuario, salvaguardando los datos bajos estándares de seguridad necesarios para mantener intacto la integración de estos.

- Comprobaciones de integridad de información crítica;
- Debe de bloquear la pulsera o reloj del paciente si no es reconocido en la base de datos;

- No debe permitir más de un (1) usuario por pulsera.

### **3.2.4 Requisitos de Recursos de Hardware y Software**

#### **Interfaces de Hardware**

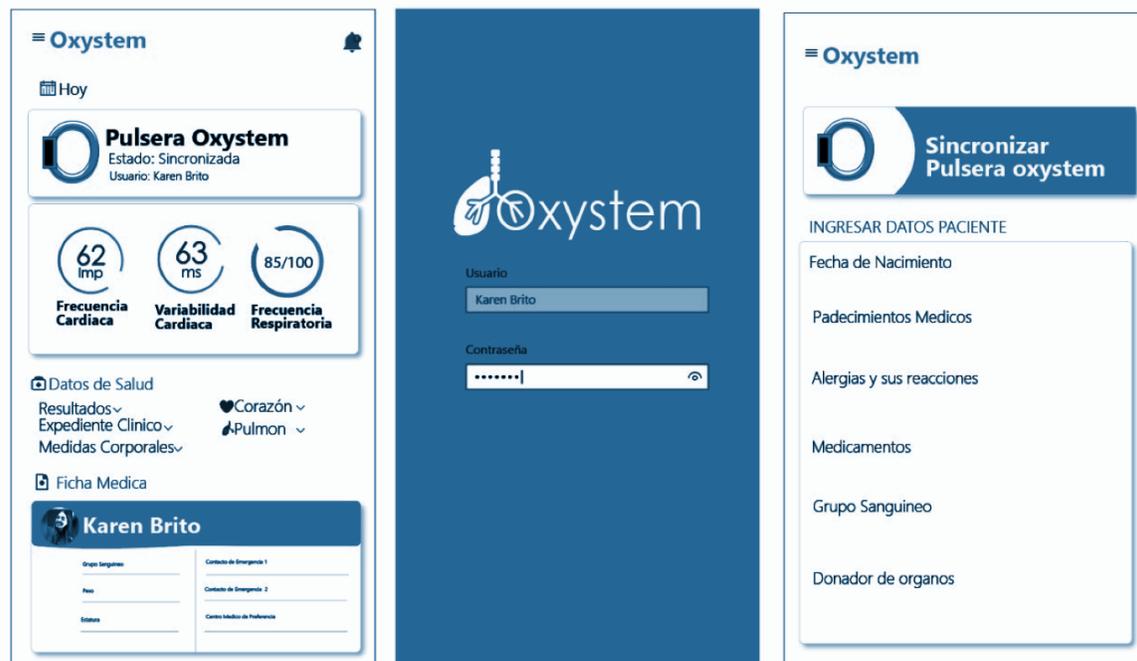
- Uso exclusivo de pulsera inteligente para dicho servicio;
- Sistema Android y IOS;
- La pulsera o reloj inteligente no puede estar hecha de un material con propiedades magnéticas.

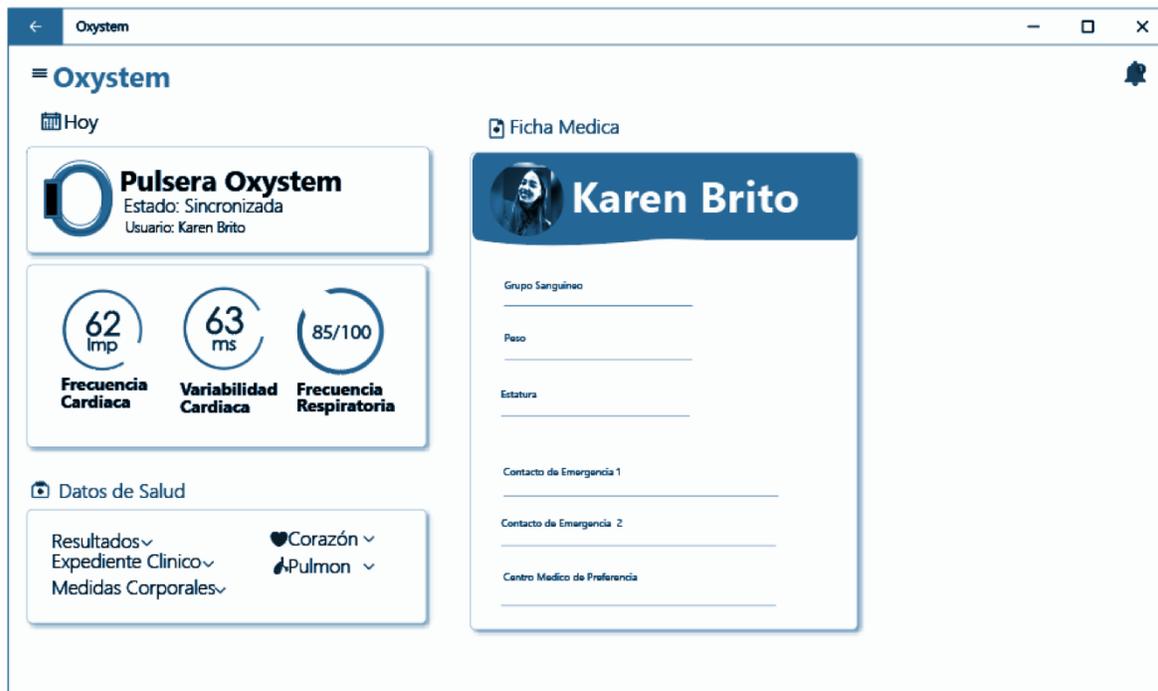
#### **Interfaces de software**

- Sistema Operativo: Windows 10 en adelante.
- Navegador: Mozilla, Chrome e Internet Explorer y Microsoft Edge.

## 3.2.5 Requisitos de Interfaz gráfica

### 3.2.5.1 Interfaces de usuario





### 3.2.6 Requisitos de Rendimiento

- Todos estos requisitos deben ser mensurables. Por ejemplo, indicando “el 95% de las transacciones deben realizarse en menos de un (1) segundo”, en lugar de “los operadores no deben esperar a que se complete la transacción”;
- No debe durar un tiempo posterior a cinco (5) segundos al momento de asistir al paciente;
- Debe contar con seguridad de alto rango;
- Debe estar disponible 24 horas al día los 7 días de la semana;
- El margen de errores cometidos por el sistema debe ser menor a dos (2) por día.
- Medirá de manera constante el pulso del paciente.
- La pulsera no continuará trabajando a altas temperaturas menores a cuatro (4) grados.

- La APP contará con sincronización de datos vía bluetooth.

### **3.2.7 Requisitos de Soportes**

- El sistema contará con un mantenimiento periódico del funcionamiento de la pulsera inteligente, este será realizado por un personal especializado, quienes deberán realizar estadísticas semanales que serán enviadas a los interesados;
- La APP y la pulsera deben contar con manual para el usuario.

### **3.2.8 Requisitos de Confiabilidad**

- Comprobaciones de integridad de información crítica.
- Se requiere que el sistema cuente con un control de usuarios y contraseñas, el mismo restringirá el ingreso solo a personal autorizado y competente del centro médico.
- Permitirá almacenamiento de los datos del paciente en la nube.
- Debe contar con algo relacionado a almacenamiento offline si acaso en su dispositivo por x o y razón en algún momento no tenga conexión a Internet.
- Se requiere que el sistema tenga la facilidad de suspender o deshabilitar un determinado paciente, según el criterio del administrador del sistema.

### **3.2.9 Restricciones**

- Permitirá sólo el registro de 2 familiares.
- Permitirá conexión al paciente sólo en República Dominicana.
- Una restricción es que no en todos los lugares la alerta del 911 funcionará.

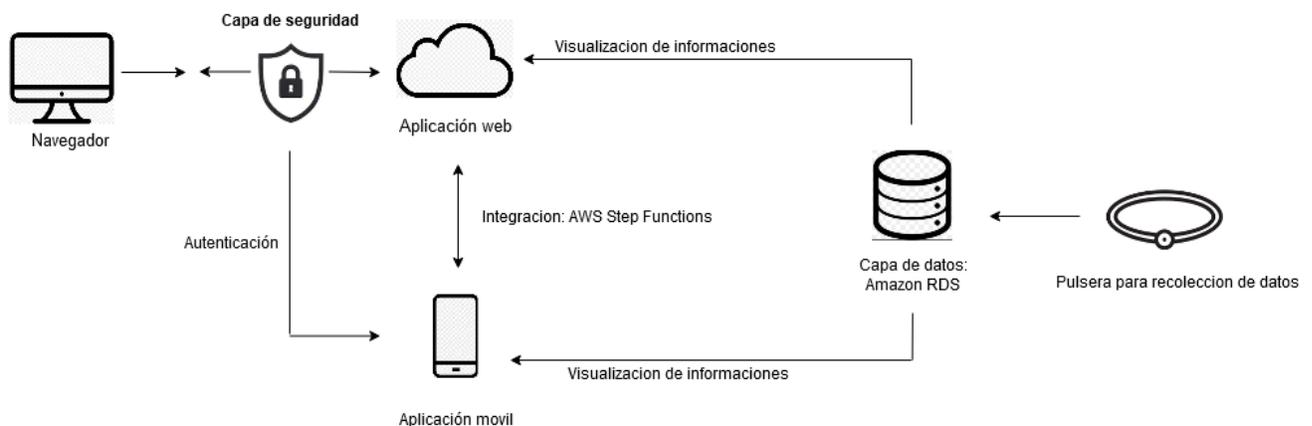
- Sólo permitirá monitorear al paciente siempre y cuando esté conectado a una red de internet.
- Inicialmente la APP estará dirigida a personas envejecientes en el Hospital General Plaza de la Salud.

### 3.2.10 Suposiciones y dependencias

- Se asume que los requisitos que se encuentran en este documento son estables.
- El personal debe contar con la capacidad de desarrollar lo antes indicado.

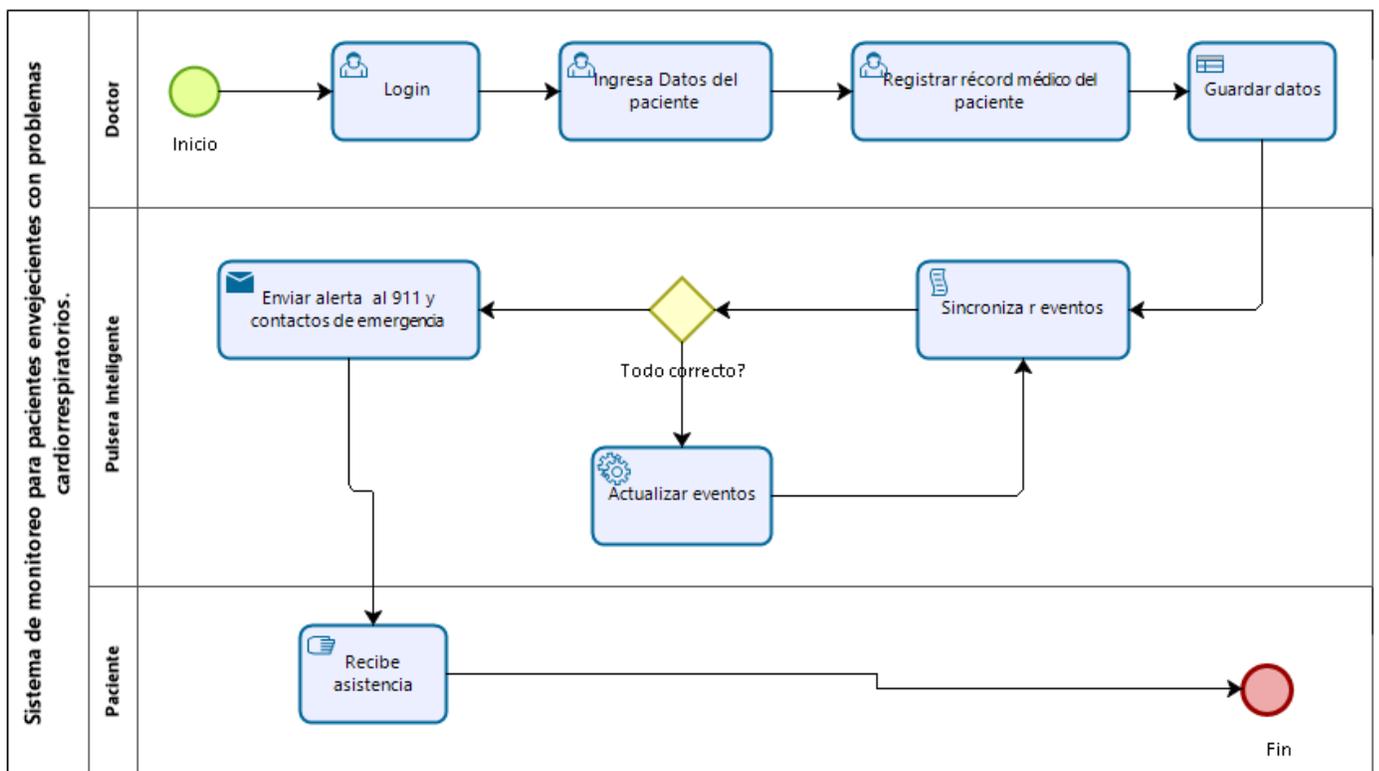
### 3.2.11 Diagrama de arquitectura

Hoy en día el uso de la nube está siendo sumamente importante, esto ayuda a reducir costos tanto de implementación, mantenimiento, desarrollo y capacitación. Para esto recomendamos utilizar el servicio Amazon Web Services (AWS). Ya que AWS provee una gran cantidad de documentación y soporte en línea lo cual hace mucho más fácil y atractivo el uso de la nube.



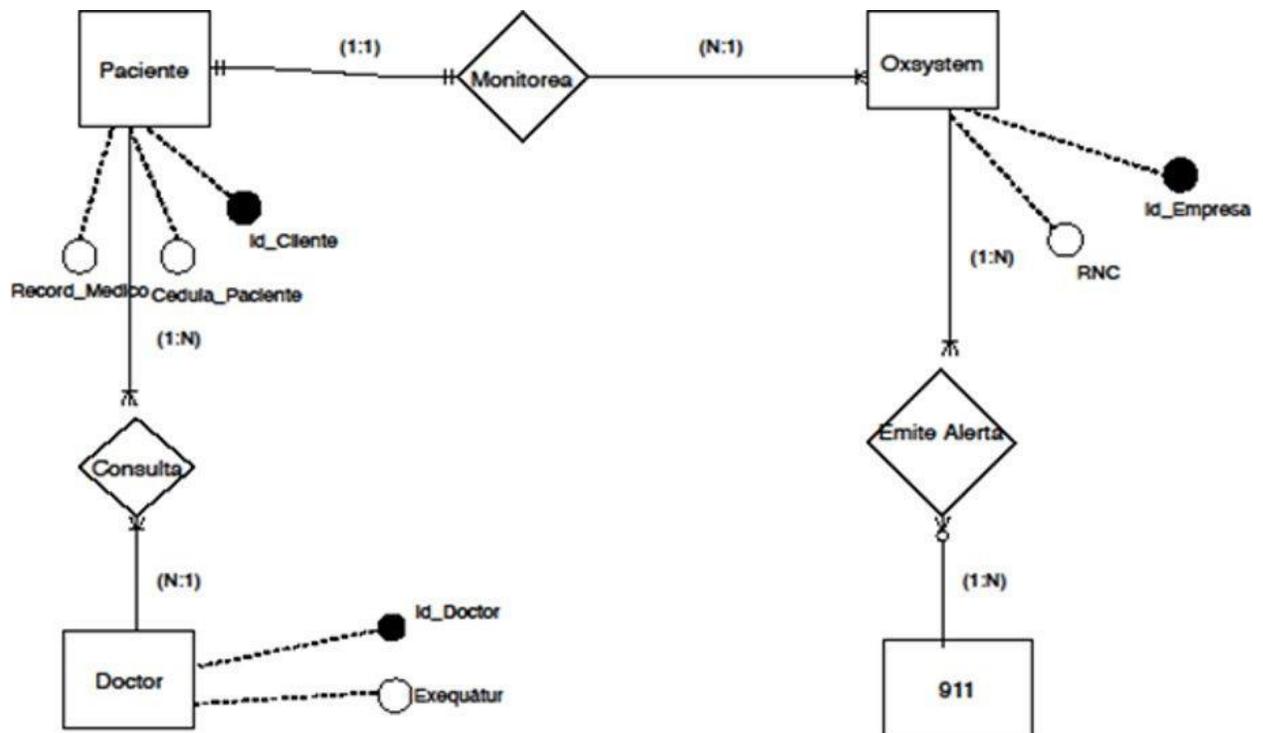
El servicio Amazon Web Services (AWS), provee un sin número de servicios que sería útil para el proyecto, tanto desde la seguridad, la capa de almacenamiento, el análisis de los datos y también el streaming de estos en tiempo real, la utilización de servidores en la nube que son estables y que permiten una escalabilidad. AWS de igual manera, permite pagar por lo que consumimos y no es necesario pagar bastante por un servicio que solo tendrá muy poco uso. Toda esta infraestructura permite un ambiente seguro, estable y escalable que está disponible en cualquier momento y lugar.

### 3.2.12 Diagrama de flujo general



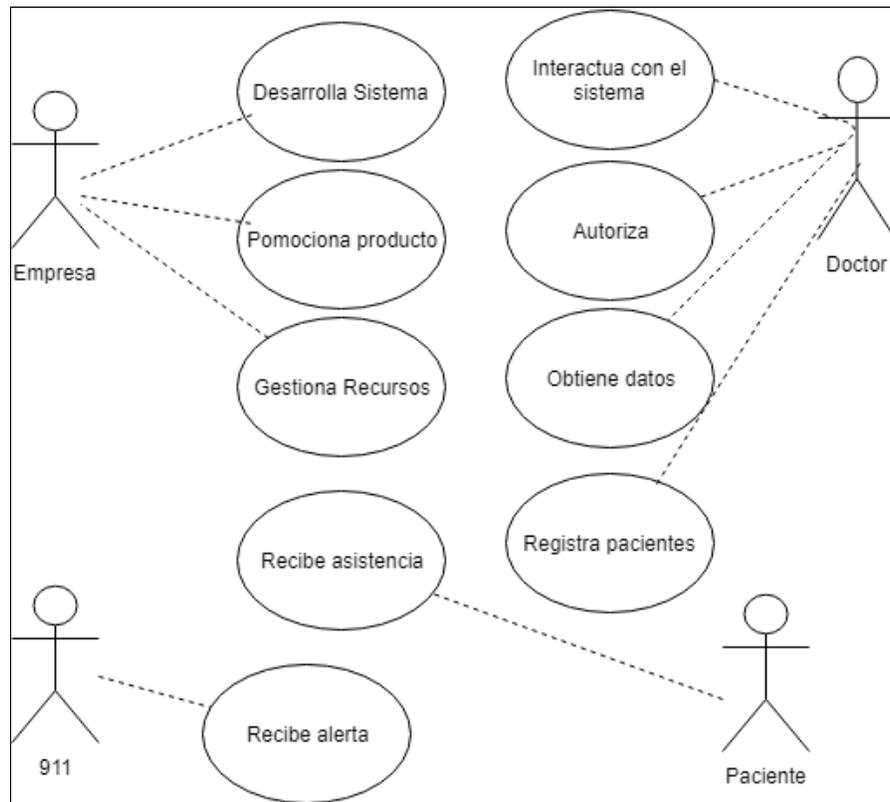
En el diagrama de flujo se muestra una visión general de lo esencial del sistema y la función de los actores principales en el sistema de monitoreo.

### 3.2.13 Diagrama de Secuencia

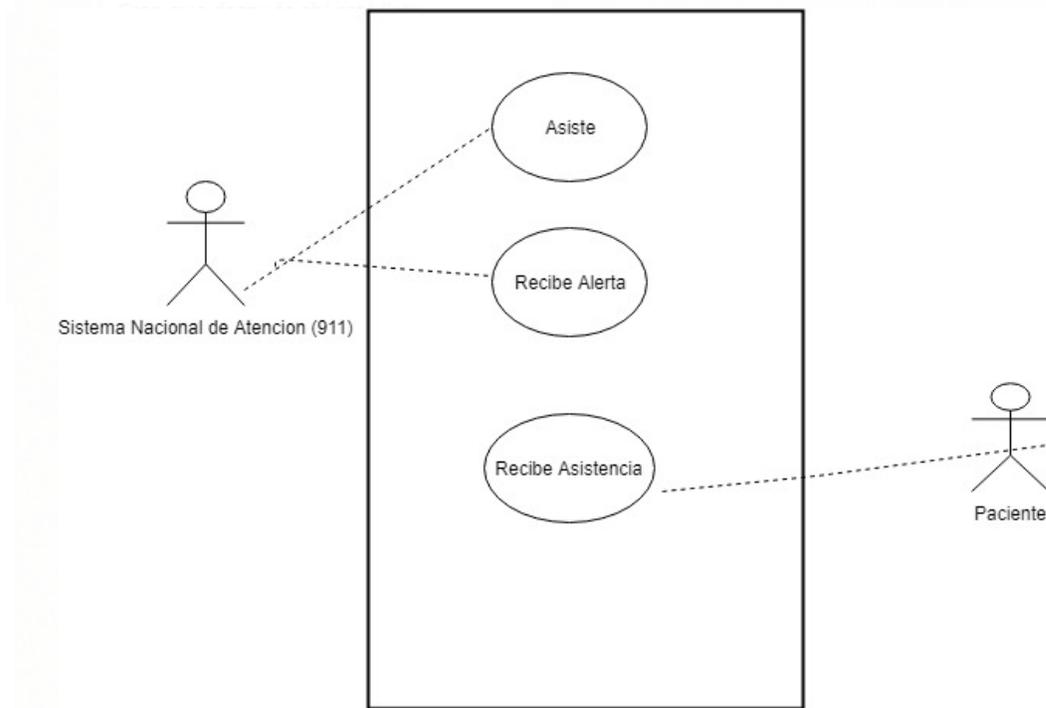


### 3.2.14 Diagramas de Casos de Uso

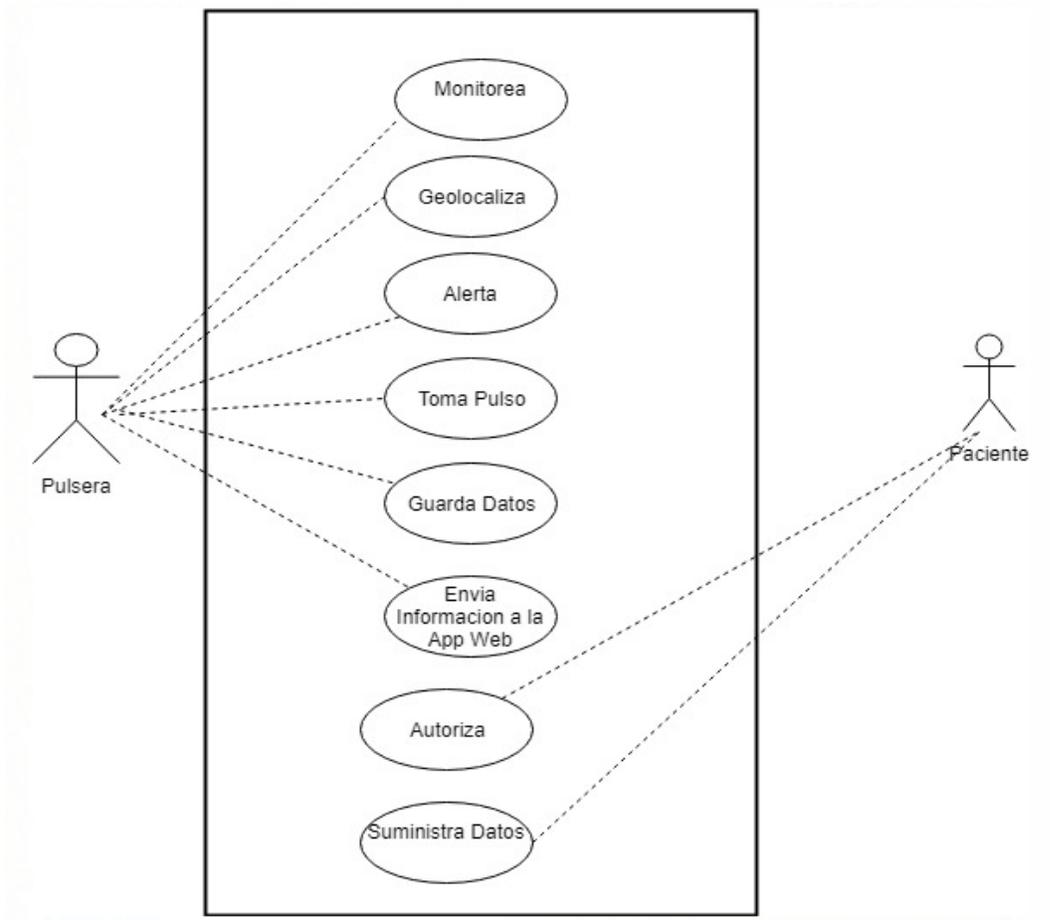
#### 3.2.14.1 Caso de Uso General



### 3.2.14.2 Subcaso de Uso 1



### 3.2.14.3 Subcaso de Uso 2



## **Capítulo IV**

**Valorar el estudio y ejemplificar el sistema de monitoreo de pacientes envejecientes con antecedentes cardiorrespiratorios con la mejora del Hospital General de la Plaza de la Salud**

#### **4.1 Valoración de estudios y ejemplificación del sistema de monitoreo en pacientes envejecientes con antecedentes cardiorrespiratorios en el Hospital General de la Plaza de la Salud.**

En estos estudios se realizan las diferentes técnicas de diagnóstico, intervención y evaluación social necesarias para la teoría y la práctica de la tecnología en la salud, buscando abarcar todos los factores para complementar un dispositivo inteligente y poner a prueba todos sus beneficios.

Los beneficios de esta aplicación de visión de salud a nivel de aplicación para relojes inteligentes, se vuelven más claros cuando recordamos que la mayoría de las personas no quieren asistir a un médico por miedo, falta de tiempo o por falta de interés.

Si bien la aplicación tiene casos limitados en lo que pueden medir, si hay indicios de avances serios o muy críticos y enviarnos un aviso donde nos exija ir a un hospital de inmediato para una verificación de emergencia, como bien mencionamos estos podrían estar relacionados a las enfermedades cardiorrespiratorias, pulmonares, afecciones cardíacas entre otras que puedan llevar al paciente a su ciclo de vida final.

Esta aplicación, está esencialmente efectuada para trabajar con un electrocardiograma preciso con tan sólo sentir ciertas partes del cuerpo en el sensor de lugar. Es un proceso muy simple que apenas toma 20 segundos y puede efectuarse en

cualquier lugar y bajo cualquier temperatura global, siempre y cuando configuremos nuestra zona horaria y país en el que estemos ubicados, o colocar de manera automática donde calculará su ubicación.

De la misma forma basándose en los resultados y el historial se pueden detectar problemas como fibrilación atrial, que es la frecuencia cardíaca irregular y ocasionalmente rápida que suele provocar irrigación sanguínea deficiente, según la condición esta requiere de evaluación médica para fines de tratamiento inmediato o futuro valiéndose de su criticidad.

Con el paso de los años y la avanzada tecnología se logra por medio de esta aplicación salvar la vida de las personas, por ejemplo, lo sucedido con un joven, el cual se encontraba en reposo en un parque de su ciudad natal, se dio cuenta de que la aplicación de Salud Apple en su dispositivo inteligente le marcaba un ritmo cardíaco de 130 pulsaciones por minuto, lo cual no era normal, ya que este se encontraba en descanso en ese momento.

En el momento no le prestó mucha atención a la alerta de la App porque pensaba que el resultado podía haber sido provocado por haber tomado una gran cantidad de café ese día o ya consumido, donde persistía la atención de la alerta de sus pulsaciones, este asustado acudió al médico, donde le realizaron las pruebas de lugar y finalmente lo estaban preparando para una amigdalectomía, y le había que intervenir de manera inmediata la sustitución de una válvula sanguínea que tenía dañada desde su nacimiento, surgió ser que en declaraciones previas a su operación indicó que tenía antecedentes de problemas cardiorrespiratorios u/o enfermedades cardíacas. El joven afirmó sentirse muy tranquilo

después de la intervención, sosteniendo el simple hecho de activar las funcionalidades de las aplicaciones de salud y utilizarla de manera afectiva en su rutina diaria.

Lo cierto es que, cada vez más, la tecnología logra avanzar para que las aplicaciones de monitoreo de salud intervengan para reducir los tiempos en que una persona se encuentra en problemas necesitando ayuda urgente, llegando incluso a salvar vidas.

Los siguientes son síntomas de afecciones cardíacas que pueden ser detectados a través de la aplicación para el monitoreo de la salud:

- Paro cardiorrespiratorio
- Trastornos Respiratorios
- Coronaria corazón
- Hipertensión arterial
- Latido rápido o irregular
- Tos
- Inflamación de los pies y la parte inferior de las piernas
- Sensación de debilidad o mareo
- Fatiga

Si padeces al momento de alguna de estas afecciones cardíacas, quizás sientas que tu corazón late irregularmente, muy rápido o enérgicamente en tu pecho. Es posible que tengas dolores en el pecho o sufras un infarto, por lo que, los indicadores internos que

posee el dispositivo le permite a la aplicación saber que podría estar pasando con la persona, y este envíe un aviso o llame a emergencias.

Muchas causas pueden producir afecciones cardíacas, entre ellas, el estrés, el sobrepeso y el hábito de fumar. De igual manera, muchos tratamientos de cáncer de mama pueden causar afecciones cardíacas:

- Quimioterapia, en especial el medicamento Adriamycin (nombre genérico: doxorubicina);
- Terapia de radiación;
- Herceptin (nombre genérico: trastuzumab), una terapia dirigida;
- Avastin (nombre genérico: bevacizumab), una terapia dirigida.

**Algunas terapias hormonales:**

- Arimidex (nombre genérico: anastrozol);
- Aromasin (nombre genérico: exemestano);
- Femara (nombre genérico: letrozol);
- Tamoxifeno;
- Faslodex (nombre genérico: fulvestrant);

## **4.2 Ventajas y desventajas, oportunidades y amenazas del sistema de monitoreo en pacientes envejecientes en el contexto global.**

### **4.2.1 Ventajas y Desventajas**

El sistema cardiorrespiratorio es uno de los más importantes por contener distintas funciones básicas para el organismo, tales como: el poder hacer llegar el oxígeno a la sangre, a través de los pulmones, eliminar el dióxido de carbono, mantener una correcta circulación entre otros aspectos vitales para el organismo.

Según los investigadores de la Clínica Cleveland, de los Estados Unidos, han identificado un mejor estado físico del sistema cardio respiratorio que conlleva a una vida más larga, sin límite en el beneficio del estado físico aeróbico, algo que han catalogado como el secreto de la eterna juventud debido a que se benefician diferentes aspectos del cuerpo.

Los resultados de la investigación demostraron que el aumento del estado físico cardiorrespiratorio, estaba directamente asociado con una reducción de la mortalidad a largo plazo, sin límite en los efectos positivos del estado físico aeróbico. El acondicionamiento aeróbico extremo se asoció con el mayor beneficio, particularmente en pacientes mayores (70 años y más) y en aquellos con hipertensión.

**Por lo tanto, se presentan algunas ventajas de tener un sistema cardiorrespiratorio saludable:**

Los hallazgos del estudio se enfocan en los beneficios a largo plazo que trae el ejercicio para sus pacientes, el acondicionamiento físico y la importancia de que el estado del sistema cardiorrespiratorio sea óptimo, incluso a niveles extremos, independientemente de la edad o la enfermedad cardiovascular coexistente.

Varios estudios recientes han sugerido asociaciones entre el ejercicio extremo y ciertos hallazgos cardiovasculares adversos, como la fibrilación auricular y la enfermedad de las arterias coronarias. Sin embargo, este estudio recientemente publicado encontró que la aptitud física extrema proporcionaba un beneficio adicional de supervivencia sobre los niveles más modestos de aptitud física, y que los pacientes en condición física extrema eran los que vivían más tiempo.

Otros estudios, mencionan que a más actividad física mejor condición de salud. La actividad y salud es un binomio casi inseparable. La actividad física proveen múltiples efectos beneficiosos, tales como: aumento del gasto cardíaco, disminución de la frecuencia cardíaca en reposo, por lo que se está menos propenso al recibir un paro cardiorrespiratorio, mejora del sistema de retorno venoso y de la ventilación pulmonar provocando mejor calidad de inhalación del aire, aumento del metabolismo basal (consumo mínimo de calorías para vivir), del gasto de consumo de grasas corporales, del movimiento intestinal y de la producción de calor.

La actividad física previene la pérdida de masa ósea, gracias a la tensión que los músculos practican sobre los huesos, siempre que no se produzca una fatiga muscular que acabe provocando lesiones articulares, óseas o musculares. Con el ejercicio también

incrementa el tono y la fuerza muscular, lo que aporta al buen estado de los músculos, que añadirá protección lumbar y favorecerá la estabilidad de la columna.

Sin embargo, la actividad física debe ajustarse a criterios individuales de intensidad y de tiempo. Algunas personas que hacen ejercicio de forma excesiva con el fin de lograr un crecimiento muscular fuera de lo normal o que realizan prácticas deportivas de manera constante y excesiva, pueden terminar generando una dependencia física y emocional de la actividad física y poniendo a prueba constantemente su cuerpo.

La actividad física cotidiana tiene efectos beneficiosos sobre los distintos sistemas corporales, sobre todo sobre el respiratorio, ya que mejora la ventilación pulmonar, y sobre el sistema cardiorrespiratorio, porque disminuye la frecuencia cardíaca en reposo y mejora el sistema de retorno venoso. Con ello mejora también la oxigenación de las células de la organización, especialmente la muscular, lo que consecuentemente se añade al entrenamiento y a la tolerancia de la actividad física.

**También, dentro de algunas desventajas logran resaltar que:**

La actividad de la unidad con estos pacientes se realiza habitualmente de forma programada no presentándose algún tipo de atención urgente. El trabajo se organiza tras una valoración inicial conjunta por médico y enfermera que decide un plan de cuidados. En caso de permanecer el paciente estable es vigilado por la enfermera. En caso de reagudización o problema nuevo se reevalúa al enfermo por el médico y la enfermera

adaptando el plan de cuidados a la nueva situación. El seguimiento del paciente puede ser diario, semanal, quincenal o mensual de acuerdo a su situación clínica.

Estos tipos de dispositivos no son capaces de detectar posibles infartos. Si alguna vez se llega a sentir algún tipo de dolor, presión en su pecho, o algún indicio de lo que podría dar como resultado un infarto, es necesario comunicar a los servicios de emergencia y/o su médico de forma emergente.

La función de notificaciones de pulso irregular en el Apple Watch no busca constantemente indicios de FA (fibrilación auricular, también conocida como frecuencia cardíaca irregular). Eso hace referencia a que no está diseñado para detectar todas las problemáticas orientadas al FA, por lo que es poco posible el que las personas que contengan estas problemáticas no reciban una notificación.

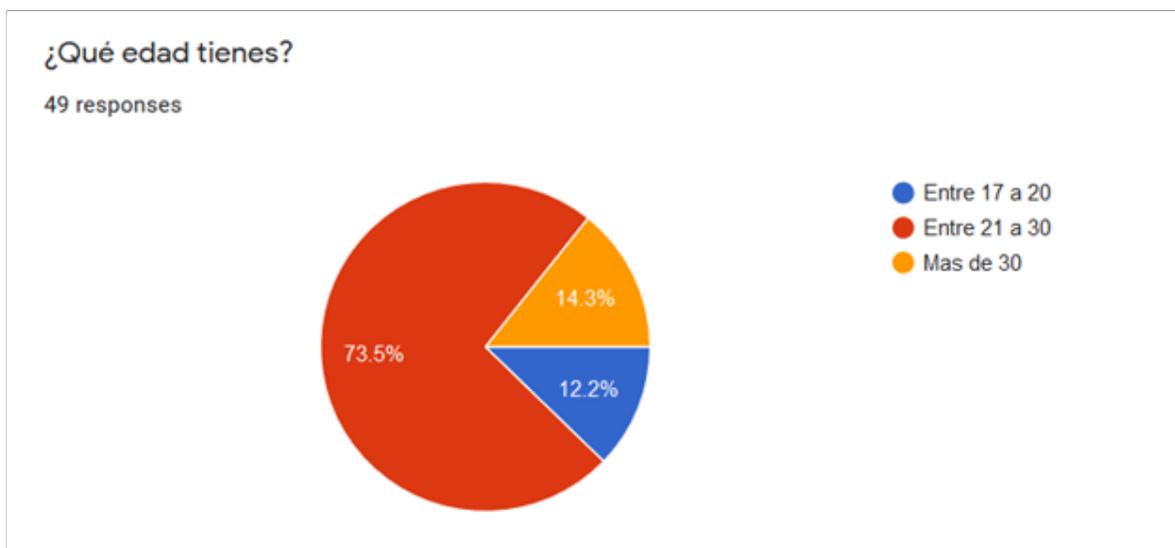
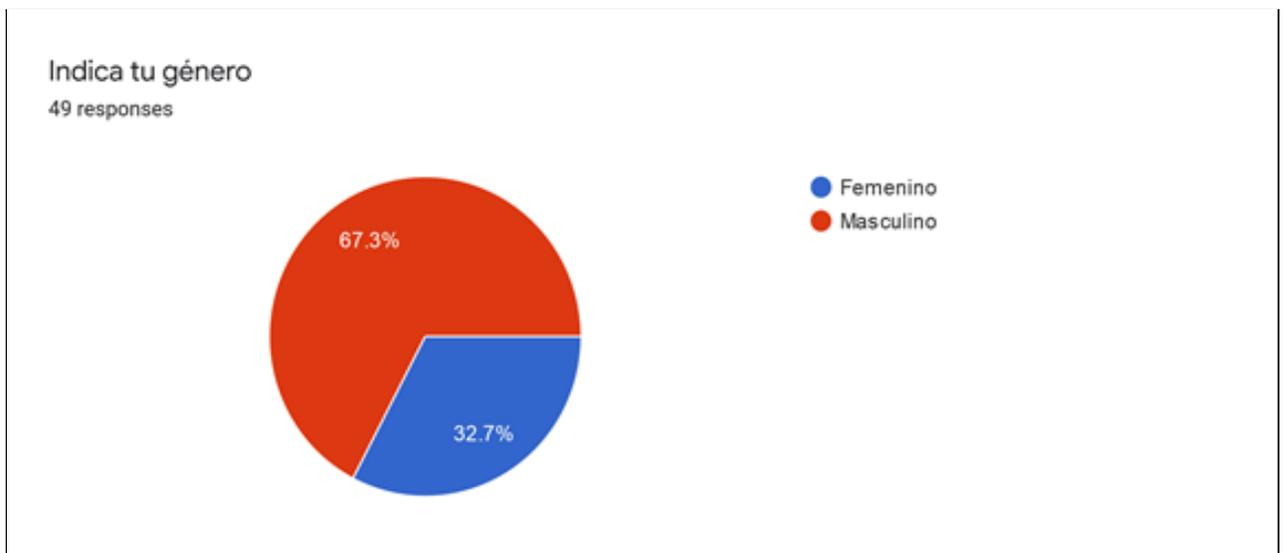
Si no te encuentras bien, debes comunicarte a emergencias, su médico o persona de interés aunque no recibas una notificación. Los síntomas tales como palpitaciones, mareos, desmayos o taquicardia pueden ser indicio de una situación grave.

#### 4.2.2 Análisis FODA del sistema de monitoreo

<p><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo un usuario por pulsera inteligente.</li> <li>• No resistente al agua.</li> <li>• Errores del APP que pueda poner en riesgo la vida del paciente.</li> <li>• La pulsera solo dura 6 hrs de batería.</li> <li>• Pantalla pequeña para personas envejecientes.</li> </ul>	<p><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Surgimiento de nuevos competidores.</li> <li>• Poca recepción de parte de los médicos.</li> <li>• Personas que no quieran compartir su información médica.</li> <li>• Personas que se sientan incómodas con el uso de una pulsera inteligente.</li> </ul>
<p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo de los pacientes en tiempo real.</li> <li>• Uso de pulseras inteligente para medir el ritmo cardíaco y niveles de glucosa..</li> <li>• GPS para tener la localización del paciente.</li> <li>• Sincronización de datos con la APP.</li> <li>• Pioneros en realizar este negocio en el país.</li> <li>• Información de padecimientos de usuario para uso de paramédicos.</li> </ul>	<p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extensión del sistema a otras áreas de la medicina.</li> <li>• Realización de acuerdos con hospitales del país.</li> <li>• Prevención de enfermedades de alto riesgo de manera eficaz.</li> <li>• Integración con sistema 911 para alarmas directas.</li> <li>• Integraciones con dispositivos móviles, tanto IOs como android.</li> </ul>

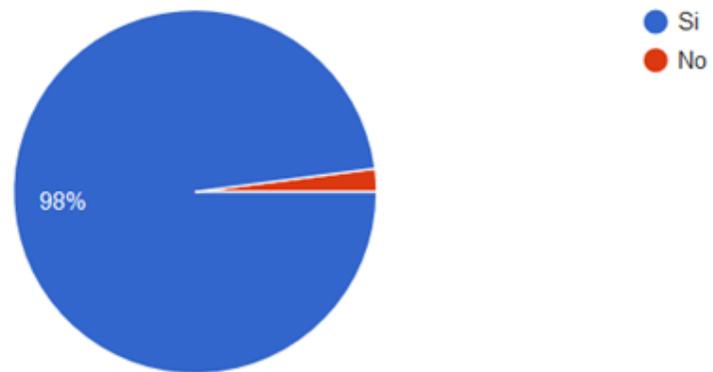
### 4.2.3 Encuesta Estadística

A continuación, se presentan de manera gráfica los análisis basados en la encuesta realizada:



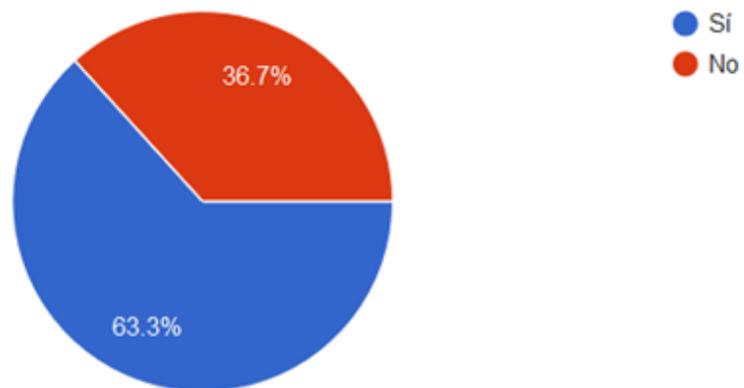
¿Eres de nacionalidad dominicana?

49 responses



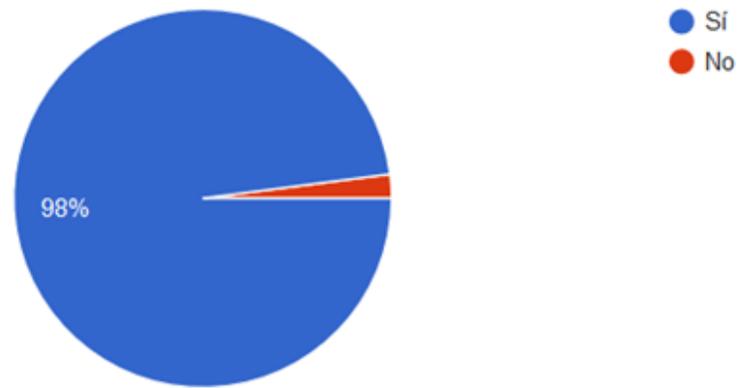
¿Conoce personas que han muerto por problemas cardiorrespiratorios?

49 responses



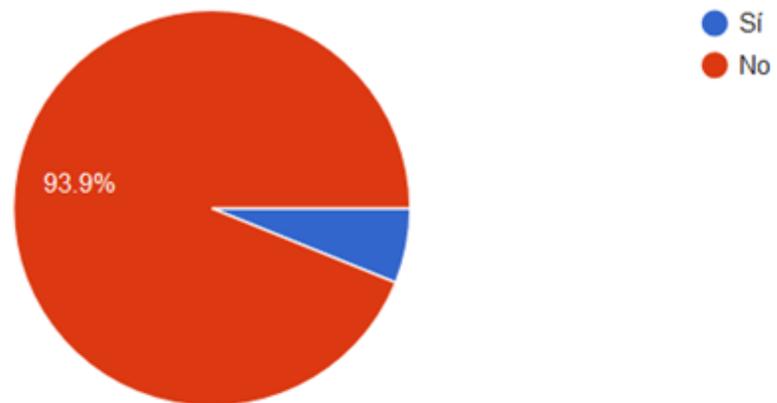
¿Desean una solución como la que está ofreciendo?

49 responses



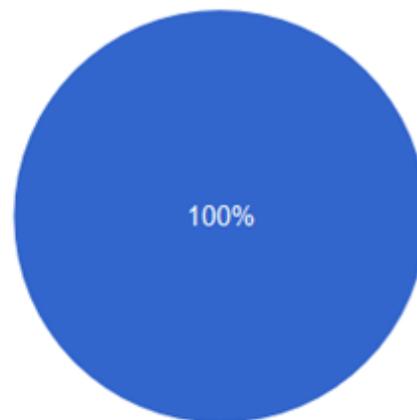
¿Conoce algun sistema parecido?

49 responses



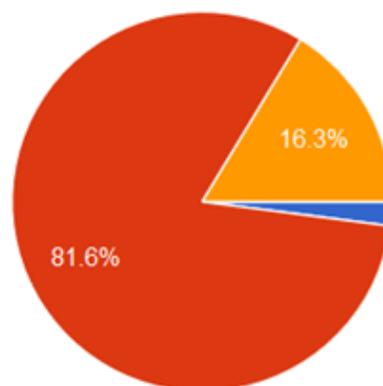
¿Considera la idea innovadora?

48 responses



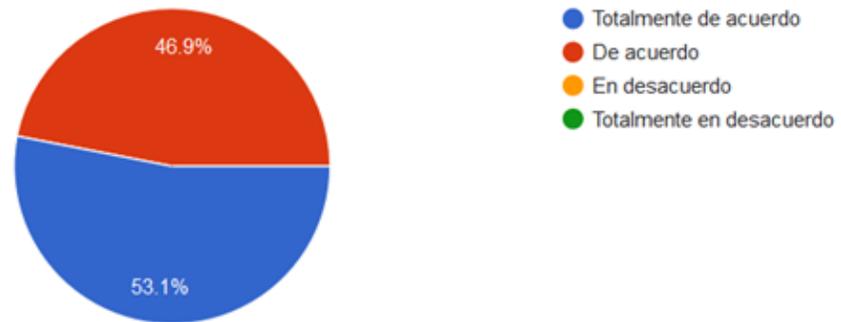
¿Le molestaría llevar una pulsera todo el día?

49 responses



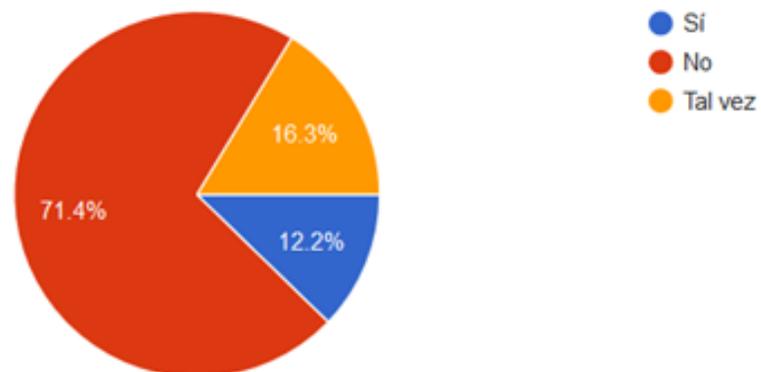
¿Utilizaría usted un sistema como este?

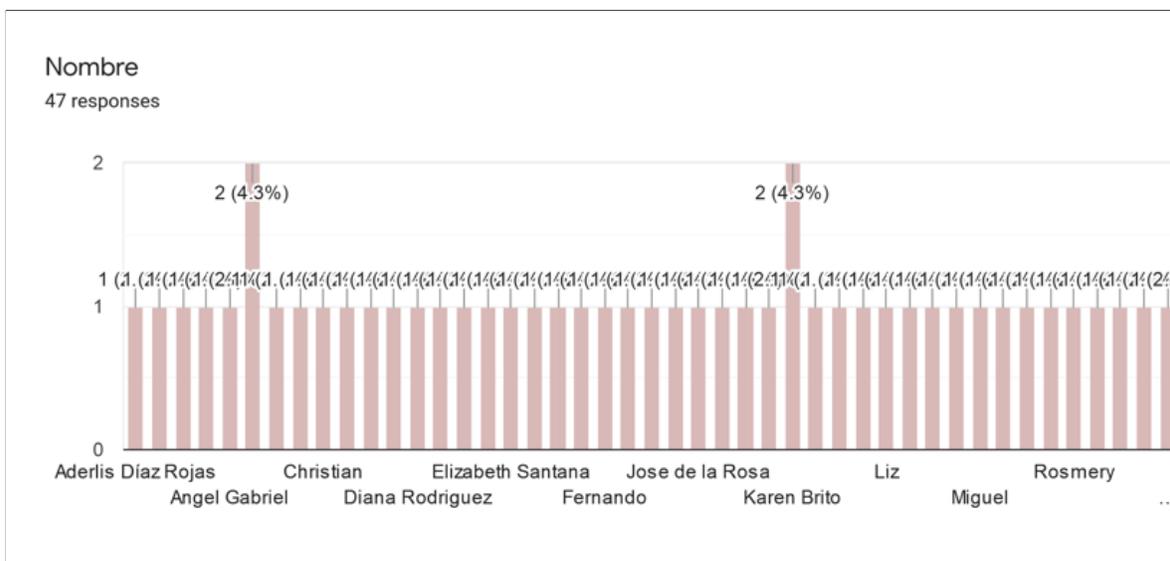
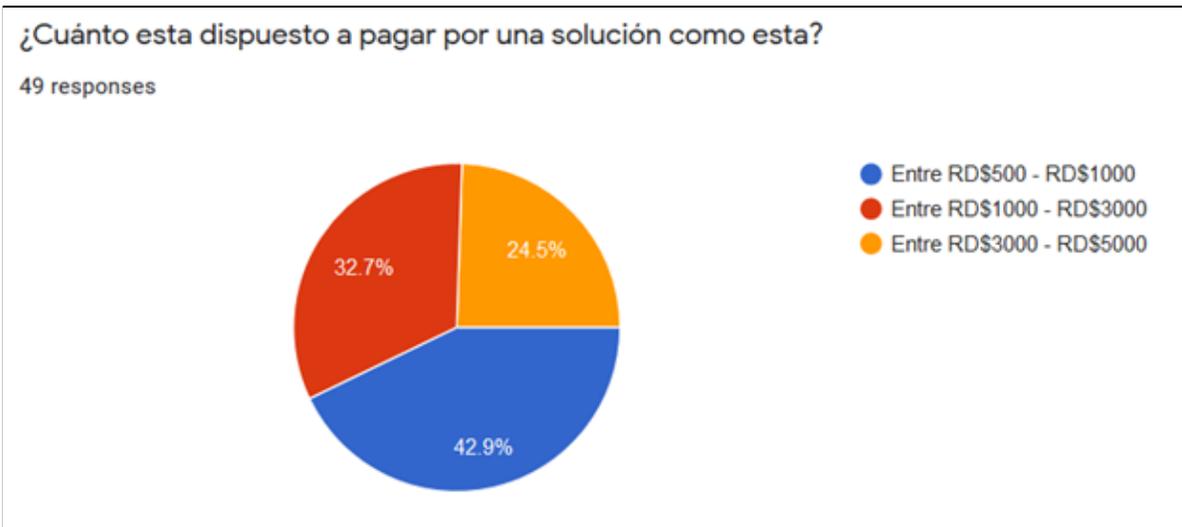
49 responses



¿Le molesta compartir su información medica?

49 responses





#### 4.2.3.1 Análisis de los resultados de la Encuesta

Por los resultados que pudimos obtener, tenemos claro que al menos un **93.5%** de las personas encuestadas desconocen de la existencia de un sistema o aplicación que proporcione este tipo de servicio en el sector salud, por lo que nos hace pioneros en implementar esta solución y también aportamos a mejorar la calidad de vida de muchos.

El **73.5%** de los encuestados tiene entre 21 y 30 años, por lo que podemos entender que la juventud está preocupada por las enfermedades cardiorrespiratorias y no solo eso, si no que también conocen personas que han fallecido por esta causa.

En ese sentido, implementar esta solución sería factible hoy día en nuestro país. Otro tema que nos llamó la atención es el precio que las personas están dispuestas a pagar, ya que el **42.9%** de los encuestados prefieren que cueste entre RD\$500 a RD\$1000, lo cual no es concluyente, porque el servicio que se estaría ofreciendo trae suficientes beneficios en cuestión de salud para quienes lo utilicen.

También observamos que al menos un **28.5%** de los encuestados tienen sensibilidad al compartir su información médica, lo cual nos lleva a pensar que estos podrían llegar a sentir atacados y muy expuestos, por lo cual tomaremos en cuenta la privacidad de las informaciones delicadas.

Finalmente, más que nada, lo que nos da el visto bueno es que el **99.9%** de los encuestados estarían dispuestos a hacer uso de este importante proyecto.

## 5. Conclusiones

A pesar de los esfuerzos en mejorar la calidad de una reanimación cardiopulmonar, las tasas de éxito siguen siendo muy bajas y la incidencia alta, por lo que, el diseño de un sistema de monitoreo de la mano de excelentes profesionales en el sector salud, es de suma importancia, así como lo es disponer de los materiales necesarios para realizar la reanimación en forma anticipada.

Es útil comprender los mecanismos que generan el cambio funcional, que impide el buen funcionamiento de los sistemas y órganos que forma el ser humano del paro cardiorrespiratorio, es de utilidad para intentar evitarlo, identificar y resolver la causa, optimizar la reanimación y comprender la gravedad de tal situación, a pesar del éxito en primera instancia. Dicho esto, el monitoreo de los pacientes es una base muy importante para el éxito de su recuperación, ya sea previo a un paro cardiorrespiratorio o posterior a su reanimación.

Actualmente, existen investigaciones sobre cambios en las unidades materiales formadas por la unión de dos o más átomos, como por ejemplo una molécula de oxígeno en el momento del paro cardiorrespiratorio, que pueden ser clave para mejorar las tasas de éxito en el futuro.

Al realizar la encuesta y el análisis FODA, pudimos observar que es extremadamente necesaria una APP con estas facilidades y que se cuenta con la información necesaria para decir que el proyecto representa una buena oportunidad de inversión para el país. Esta propuesta cuenta con las tecnologías y mejoras para los usuarios que utilicen la misma.

Este proyecto trae consigo la disponibilidad de una pulsera inteligente, la cual debe estar sincronizada a la aplicación móvil para el constante monitoreo de los pacientes con cuadros de enfermedades crónicas de índole cardiorrespiratorio, con el fin de prevenir las crisis respiratorias. De igual manera, se deben guardar los datos de estos pacientes y en caso de emergencia en medio de una crisis la pulsera envíe una alerta al sistema 911, familiares y/o doctor.

Finalmente, la idea de esta propuesta es garantizar un servicio seguro, tanto por el sistema como por el usuario, salvaguardando los datos bajo estándares de seguridad necesarios para mantener intacta la integración de los datos. Además, el sistema será realizado enfocado en dar solución a los problemas actuales de la República Dominicana en este sentido, por lo que traería grandes beneficios a corto, mediano y largo plazo.

## 6. Recomendaciones

Luego de comprobar la efectividad del estudio realizado recomendamos lo siguiente:

- Que el Ministerio de Salud en combinación con el Gobierno Dominicano, el Sistema Nacional de Emergencias 9-1-1 y el Indotel, faciliten los medios tecnológicos y de comunicación necesarios para la integración del sistema Osystem con las pulseras inteligentes. Así como los convenios necesarios entre las prestadoras de servicios telefónicos para los envíos de alertas al 9-1-1 y contactos de emergencias en caso de que los pacientes no tengan saldos disponibles en sus teléfonos.
- Que los hospitales de República Dominicana promuevan e implementen el sistema Osystem como solución alterna a los medios existentes, para que el mismo sea utilizado en pacientes con cuadros clínicos relacionados a problemas cardio-respiratorios.

## 7. Referencias bibliográficas

G.S.N.M.J.R.C.E. (2017, octubre). *Causas de paro cardiorrespiratorio y su reanimación (N.o 1)*.  
<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1527/Gallo%2C%20Santiago.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Rese%C3%BIa%20Bibliogr%C3%A1fica%20Paro%20cardiorrespiratorio%2C%20Definici%C3%B3n,los%20tejidos%2C%20shock%20y%20muerte>

Organización Mundial de la Salud Departamento de Enfermedades Crónicas y Promoción de la Salud Enfermedades Respiratorias Crónica. (s. f.). *Enfermedades respiratorias crónicas*.

Organización Mundial de la Salud. Recuperado 4 de febrero de 2021, de

<https://www.who.int/respiratory/es/>

Funglode. (2020, marzo). *Coronavirus: ¿una razón suficiente para la posposición de las elecciones presidenciales y congresuales de 2020 en República*

Dominicana? <https://www.opd.org.do/index.php/analisis-partidos-politicos/2471-estudio-coronaviruses-y-elecciones-en-rd-del-opd-funglode>

Casanueva, I. (2020, 23 octubre). *Principales enfermedades cardiorrespiratorias en mayores. 65 y más - El diario de las personas mayores*.

[https://www.65ymas.com/salud/principales-enfermedades-cardiorrespiratorias-en-mayores\\_20603\\_102.html](https://www.65ymas.com/salud/principales-enfermedades-cardiorrespiratorias-en-mayores_20603_102.html)

González A, L. A. G. Z. (2019, noviembre). *Factores de riesgo de enfermedades cardiorrespiratorias (N.º 5)*. Aire Libre.

<https://revia.areandina.edu.co/index.php/RAL/article/download/1181/1056/>

mayoclinic. (2020, 16 junio). *Ataque cardíaco - Síntomas y causas - Mayo Clinic*.

<https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/heart-attack/symptoms-causes/syc-20373106#:~:text=Los%20signos%20y%20s%C3%ADntomas%20de,Falta%20de%20aire>

Mouly, M. J. R. (2017, octubre). *Causas de paro cardiorrespiratorio y su reanimación (N.o*

*1)*. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1527/Gallo%2C%20Santiago.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vicent Alaminos, D. M. L. (2015, 18 abril). *Sobrevivir a un paro cardiaco: una cuestión de años*. Sociedad Española Cardiología.

<https://secardiologia.es/blog/6425-sobrevivir-a-un-paro-cardiaco-una-cuestion-de-anos>

Moll, V. (2020, marzo). *Generalidades sobre el paro respiratorio*.

<https://www.msmanuals.com/es/professional/cuidados-cr%C3%ADticos/paro-respiratorio/generalidades-sobre-el-paro-respiratorio>

United Nations. (2020). *Envejecimiento | Naciones Unidas*.

<https://www.un.org/es/global-issues/ageing#:~:text=Seg%C3%BAn%20datos%20del%20informe%20%22Perspectivas,tener%2065%20a%C3%B1os%20o%20m%C3%A1s.>

Batista, L. (2020, 13 enero). *Salud Pública y Sociedad de Cardiología iniciarán plan para reducir las muertes por infartos*. [www.diariolibre.com](http://www.diariolibre.com).

<https://www.diariolibre.com/actualidad/salud/salud-publica-y-sociedad-de-cardiologia-iniciaran-plan-para-reducir-las-muertes-por-infartos-ND16407093>

*Envejecimiento poblacional en el siglo XXI: oportunidades, retos y preocupaciones*. (2012). *Salud Uninorte*.

[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/103819/CONICET\\_Digital\\_Nro.16c4c5a8-ba41-4400-8dc8-1b6abf27cad7\\_A.pdf?sequence=2](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/103819/CONICET_Digital_Nro.16c4c5a8-ba41-4400-8dc8-1b6abf27cad7_A.pdf?sequence=2)

*Mortalidad geriátrica según causas cardiorrespiratorias*. (2019, abril). *Acta Médica del Centro*.

<https://www.medigraphic.com/pdfs/medicadelcentro/mec-2019/mec192i.pdf>

*Sistema cardio respiratorio saludable: una larga vida sin límites*. (2018, octubre). *HeOn Health Online*. <https://www.heon.com.co/index.php/news/item/151-sistema-cardio-respiratorio-saludable>

*Las notificaciones de capacidad aeróbica están disponibles desde hoy en el Apple Watch*. (2020, diciembre). *Apple*.

<https://www.apple.com/la/newsroom/2020/12/cardio-fitness-notifications-are-available-today-on-apple-watch/>

M. (2021, 6 febrero). *Cardio Fitness: qué significa la nueva métrica de salud de Apple y cómo puede usarla*. *Manuales.com*.

<https://www.e-manuales.com/cardio-fitness-que-significa-la-nueva-metrica-de-salud-de-apple-y-como-puede-usarla/>

Muertes cardíacas ocurren de manera súbita en RD. (2017, octubre). Hoy Digital.

<https://hoy.com.do/50-de-muertes-cardiacas-ocurren-de-manera-subita-en-rd/>

González, L. A. (2017). Factores de riesgo de enfermedades cardiorrespiratorias. Fundación Universitaria del Área Andina.

<https://revia.areandina.edu.co/index.php/RAL/article/download/1181/1056/>

Martín, P. A. (2001). Efecto sobre el consumo de recursos hospitalarios de un programa de atención geriátrica domiciliaria en personas ancianas con patología cardiorrespiratoria muy evolucionada.

[http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272001000600008&script=sci\\_arttext&lng=en](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272001000600008&script=sci_arttext&lng=en)

Tellez, J. P. (2014). Estudio del Patrón Respiratorio en Pacientes Ancianos. UPCommons.

[https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/27682/Y2014\\_BGiraldob\\_CASEIB\\_Estudio\\_Patron\\_Respiratorio\\_Pacientes\\_Ancianos.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/27682/Y2014_BGiraldob_CASEIB_Estudio_Patron_Respiratorio_Pacientes_Ancianos.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Apple. (2020, 12 octubre). Notificaciones de salud cardíaca en el Apple Watch. Apple Support.

<https://support.apple.com/es-mx/HT208931>

Gutiérrez, L. B. R. (2014, 11 abril). Paro cardio-respiratorio, características clínico-epidemiológicas en el Servicio de Urgencias y Emergencias. | Ramos Gutiérrez | Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. <http://www.revcardiologia.sld.cu/index.php/revcardiologia/article/view/501/554>

Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. (2016, noviembre). AHA Journals. <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/CIR.0000000000000461>

Las notificaciones de capacidad aeróbica están disponibles desde hoy en el Apple Watch. (2020, diciembre). Apple.

<https://www.apple.com/la/newsroom/2020/12/cardio-fitness-notifications-are-available-today-on-apple-watch/>

*Pérez, F. J. (2017, enero). Conocimientos del personal médico sobre resucitación cardiopulmonar avanzado en área de choque, sala de operaciones y unidad de cuidados intensivos del Hospital Alemán Nicaragüense, durante enero a febrero del 2017. Core.*

<https://core.ac.uk/download/pdf/94851853.pdf>

*R. (2019, 16 julio). Un Apple Watch salva la vida a un hombre de 22 años. abc.*

[https://www.abc.es/tecnologia/abci-apple-watch-salva-vida-hombre-22-anos-201907160038\\_noticia.html?ref=https://www.google.com/](https://www.abc.es/tecnologia/abci-apple-watch-salva-vida-hombre-22-anos-201907160038_noticia.html?ref=https://www.google.com/)

*Principales Causas de Mortalidad de los Adultos Mayores registradas en el Hospital Alemán Nicaragüense de la Ciudad de Managua, en el periodo de Enero - Diciembre 2014. (2015). UNAN.*

<https://repositorio.unan.edu.ni/2907/1/75029.pdf>