

**DESARROLLO DE DEMO DE APLICACIÓN MÓVIL CON ENLACE WEB
PARA PACIENTES CON FALLA CARDIACA**

**STEPHANY LUNA PISCIOTTI
SANTIAGO MORENO TOBÓN**

**INVESTIGADORES PRINCIPALES
STEPHANY LUNA PISCIOTTI
SANTIAGO MORENO TOBÓN**

**ASESOR TEMÁTICO
DR. CARLOS SÁNCHEZ VALLEJO – FUNDACIÓN SANTA FE DE
BOGOTÁ**

**ASESOR METODOLÓGICO
DR ALBERTO LINEROS – U. EL BOSQUE
ING. LUIS PINILLA – U. EL BOSQUE**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO:
ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE MEDICINA
POSGRADO MEDICINA INTERNA - FSFB
BOGOTÁ D.C. 2021**

PÁGINA DE APROBACIÓN

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético de este, en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	6
Abstract.....	7
Introducción.....	8
Marco Teórico.....	9
Problema.....	18
Justificación.....	19
Objetivos.....	20
Propósitos.....	21
Metodología.....	22
Aspectos Éticos.....	43
Resultados.....	44
Discusión.....	46
Conclusiones.....	49
Limitaciones.....	50
Organigrama.....	51
Cronograma de Actividades	52
Presupuesto.....	53
Bibliografía.....	54
Anexos.....	62

La falla cardíaca es una enfermedad crónica que confiere una alta carga de morbilidad y mortalidad. El éxito de su manejo se basa en una adherencia farmacológica y no farmacológica adecuada, con un seguimiento estrecho por el médico tratante. Existen estrategias para fortalecer estos pilares de manejo como la educación en la patología y el automonitoreo. Así, en el contexto de la aceptación crecientes de nuevas tecnologías en medicina, se propone el desarrollo del demo de una aplicación móvil o App que procurará de manera práctica la adherencia al manejo y el reconocimiento temprano de descompensación. Además, creará una base de datos automática de la evolución de la enfermedad y garantizará una comunicación oportuna con la clínica de falla cardíaca. Todo siguiendo un plan basado en la evidencia para evitar complicaciones de la enfermedad, incluyendo depresión secundaria a la cronicidad de la historia natural de la enfermedad. La creación del demo de una App para celular con enlace web fue enseñada a diferentes pacientes con diagnóstico de insuficiencia cardíaca y cardiólogos con experiencia en manejo de pacientes en clínica de falla cardíaca, objetivando resultados por medio de una encuesta practicada a 10 pacientes y 4 cardiólogos en donde 100% de cardiólogos y el 100% de los pacientes consideran que esta medida podría optimizar el manejo y un mejor control en esta enfermedad con una facilidad en su uso e implementación confirmada por el 80% de pacientes y 100% de cardiólogos, por lo que se considera que este demo de App para celular con enlace web podría ser desarrollado e implementado a la práctica clínica esperando impactar positivamente en hospitalización y largo plazo en mortalidad.

Palabras clave:

Falla cardíaca, automonitoreo, adherencia, aplicación móvil, App.

Heart failure is a chronic disease that carry a high burden of morbidity and mortality. Its management success is based on an adequate pharmacological and non-pharmacological adherence, with a close monitoring by an attending physician. There are several strategies to strengthen the efficacy of such treatment including education and self-monitoring. According to this, and in the context of the growing development and acceptance of new technologies in medicine, it is proposed the development of a mobile application demo or mobile App. It will attempt to improve adherence to therapy and an early recognition of decompensation symptoms. It will also create a database of the evolution of the disease and ensure timely communication with the heart failure clinic. All following an evidence-based plan to avoid complications, from hospitalizations to depression secondary to the natural history of the disease. The mobile App demo with a web interphase was presented to ten patients diagnosed with cardiac failure and four cardiologists with experience in this area. Applying a survey to objectify whether they consider that it could optimize the management and monitoring of the disease, 100% of the cardiologists and 80% of patients referred to it as accessible. Therefore, it is assumed that the App can be developed and implemented in clinical practice, hoping to have a positive impact on hospitalization and mortality.

Keywords:

Heart failure, self-monitoring, adherence, mobile App

Introducción

Se pronostica que la falla cardíaca puede llegar a afectar a casi un tercio de la población general, lo que indica que estamos frente a un problema de salud pública que conlleva a una importante morbilidad y mortalidad, la cual tiene como piedra angular del tratamiento una adecuada adherencia farmacológica y un control estricto por parte del médico y del paciente de terapias no farmacológicas (1).

Las variables evaluadas en el ámbito hospitalario incluyen síntomas subjetivos de sobrecarga hídrica (disnea, disminución de clase funcional, ortopnea, edema periférico), signos vitales (sobre todo frecuencia cardíaca y tensión arterial), cambios en el peso y alteraciones emocionales. Todas ellas impactan individualmente en desenlaces como mortalidad y hospitalizaciones por descompensación, y pueden ser reconocidas tempranamente por el paciente de manera ambulatoria. Por esto se han desarrollado múltiples estrategias para fortalecer la educación en la patología y el automonitoreo (1).

La implementación de nuevas tecnologías en medicina incluido el uso de aplicaciones móviles para teléfonos celulares inteligentes ("mHealth" - Mobile health) ha tenido gran impacto en el manejo y seguimiento de pacientes con enfermedades crónicas. Por lo que con lo anterior se propone el desarrollo de una aplicación móvil con el fin de involucrar y empoderar al paciente de clínica de falla cardíaca en el automonitoreo de su enfermedad (2,3).

La aplicación procurará de manera práctica, accesible y conveniente la adherencia al manejo y el reconocimiento temprano de descompensación por medio de las variables descritas; creará una base de datos automática de la evolución de la enfermedad que se verá proyectada en una aplicación web de manejo por una clínica de falla cardíaca o un cardiólogo, garantizando una comunicación oportuna y una intervención temprana. Todo siguiendo un plan basado en la evidencia para evitar complicaciones de la enfermedad, incluyendo descompensaciones agudas que lleven a consultas a urgencias, hospitalización y aumento en la mortalidad, además de efectos adversos en la esfera psicológica secundarios a la cronicidad de la historia natural como la depresión, que en sí es un factor de riesgo adicional para descompensación y mortalidad.

Marco Teórico

La insuficiencia cardíaca es un síndrome clínico que se caracteriza por una anomalía funcional y/o estructural del corazón en donde se presenta una reducción del gasto cardíaco, expresado en volumen sistólico por latido minuto, o una elevación de las presiones cardíacas en reposo o estrés. Clínicamente se manifiesta con signos o síntomas de sobrecarga como presión venosa yugular elevada, estertores pulmonares, ascitis y edemas periféricos (4). Desde un punto de vista fisiológico, como se mencionó anteriormente, hay un gasto cardíaco inadecuado para alcanzar las demandas metabólicas sistémicas (FEVI reducida) o lo hace a expensas de presiones elevadas (FEVI preservada) (2).

La importancia de esta patología radica en que es y seguirá siendo una enfermedad de alta prevalencia, alcanzando 26 millones de personas a nivel mundial (2). Según datos epidemiológicos, lo esperado es que esta patología presente una incidencia creciente a través del tiempo, llegando a una prevalencia del 46% a 10 años en el subgrupo de pacientes con enfermedad cardiovascular (5). Además de ser una patología de alta frecuencia, también impacta de manera importante en el pronóstico de los pacientes. Se estima una mortalidad de casi 50% a los 5 años del diagnóstico en la población general. En Colombia, al año 2016 en un estudio llevado a cabo en nuestro país se informa que la falla cardíaca tiene una prevalencia de 2.3% eso implica mas de un millón de personas afectadas en una población a ese momento de 47 millones de personas con una incidencia anual de 2 a 12 personas por 1000 habitantes que aumenta en relación con la edad y se espera que con los años aumente (6).

En cuanto a los desenlaces no fatales asociados a la insuficiencia cardíaca, es vital mencionar que según la escala DALY (disability adjusted life year), la población sintomática que ha sido diagnosticada tiene un estimado de 4.2 millones de años de vida con una salud inferior a la ideal (años vividos con discapacidad). Estos datos dejan por fuera la enfermedad preclínica y la variabilidad significativa en cuanto a severidad entre pacientes (7).

Además de ser una enfermedad incapacitante, supone un alto costo para el sistema de salud. Se realizó un estudio de costos en el 2012 revelando la cifra de 31 billones de dólares, que corresponden en ese año a más del 10% del presupuesto total en salud. El 50 a 74% de éste, se atribuyen a hospitalizaciones con estancias prolongadas (8). Se pronostica un incremento de este porcentaje a más del 120% para el 2030 y que el grupo poblacional en el que la incidencia y el presupuesto sea mayor, sea el de las personas mayores a 64 años (2)(6). En Colombia en un estudio del año 2013 realizado en dos hospitales en Bogotá mostro que el costo promedio de atención ambulatoria mensual de un paciente con falla cardíaca fue de 304.318 COP, y que la atención hospitalaria tiene un costo promedio por descompensación de 6.427.887 COP por paciente, que estimando a la población que sufre de falla

cardiaca que son aproximadamente 1 millón de habitantes nos daría un presupuesto de 6 billones anuales del presupuesto total en salud, que al ser comparado con el costo ambulatorio promediado anual demuestra la importancia del seguimiento estricto para el adecuado control de estos pacientes impactara de forma importante en el costo total de la enfermedad. (7)

Dentro de los aspectos clínicos a considerar como predictores de deterioro y aumento en morbilidad, están los cambios agudos en los signos vitales, fácilmente identificables en la consulta externa por el médico tratante. En primera instancia está la frecuencia cardiaca. En el estudio Framingham se demostró un aumento hasta del 14% en mortalidad de origen cardiovascular por cada elevación de 10 latidos por minuto, independiente de la edad, clase funcional, actividad física y los otros signos vitales, evidenciándose como un factor de riesgo independiente (9,10) Además se evidenció un aumento la mortalidad total y las complicaciones de origen cardiovascular en más del 95% en aquellos pacientes con coexistencia de hipertensión arterial en quienes se elevó la frecuencia cardiaca en más de 40 latidos por minuto(11). A este tema se suma años después el estudio INVEST, en el que se demuestra que, en pacientes con promedio de frecuencia cardiaca por encima de 100 latidos por minuto, se llega a doblar la incidencia de mortalidad (12).

Esto se ha explicado por el aumento en la actividad simpática en los pacientes con falla cardiaca que se asocia a un estímulo cronotrópico positivo condicionando un mayor consumo de oxígeno por el miocardio, una reducción en el llenado diastólico y por ende una disminución en la perfusión coronaria por alteración en la relajación, además de tener efectos pro arrítmicos. En concordancia a lo anterior, estudios como CIBIS, CIBIS II, SENIORS, BEAUTIFUL, SHIFT, MERIT-HF y COMET, entre otros, lograron demostrar en más de 10,000 pacientes con insuficiencia cardiaca que una frecuencia cardiaca alta en reposo contribuye a una peor supervivencia y supone un predictor pronóstico negativo (13–15).

A partir de esta evidencia se cuestionó si el efecto sobre mortalidad estaba dado por cambios en el eje simpático o por la reducción en la frecuencia cardiaca en sí, pregunta de significancia dada la heterogeneidad entre las moléculas de los fármacos (incluso de la misma familia). De este asunto se concluyó que es la frecuencia cardiaca el punto pivotal en el beneficio de los pacientes, pues la reducción del riesgo relativo en mortalidad por todas las causas no se modificó con cambios en las dosis absolutas de los medicamentos o en sus características farmacocinéticas (ejemplo, liberación prolongada), únicamente con su efecto sobre la frecuencia cardiaca. Ejemplo de ello es la evidencia publicada en el estudio CHARM, en el que una frecuencia cardiaca baja con el uso de ARA II en

pacientes con falla cardíaca con fracción de eyección disminuida en ritmo sinusal, demostró mejoría en el pronóstico sin el efecto de un betabloqueador (16).

Refiriéndose específicamente al grupo de pacientes con fibrilación auricular el estudio RACE II, precedido de los estudios RACE (Rate Control versus Electrical cardioversion for persistent atrial fibrillation), AFFIRM (Atrial Fibrillation Follow-up Investigation of Rhythm Management), PIAF (Pharmacological Intervention in Atrial Fibrillation) and STAF (Strategies of Treatment of Atrial Fibrillation), estableció que una meta de 110 latidos por minuto en reposo fue igual de efectiva como la de 80 latidos por minuto, sin incluir al momento pacientes con insuficiencia cardíaca. En el 2019, la actualización de las guías europeas de insuficiencia establece frecuencia cardíaca óptima en pacientes con FA y falla cardíaca debe circundar entre 70 y 90 latidos por minuto basándose en subanálisis del estudio CABANA (Catheter Ablation vs. Antiarrhythmic Drug Therapy for Atrial Fibrillation).

Siguiendo la misma premisa, haciendo un enfoque ahora en los valores de tensión arterial, es claro en la literatura que la hipertensión arterial es el principal factor de riesgo para el desarrollo de insuficiencia cardíaca con función ventricular izquierda preservada y reducida por su rol en enfermedad microvascular e hipertrofia del ventrículo izquierdo con alteración en las presiones de llenado (17–19). En el estudio SPRINT, se evaluaron pacientes con alto riesgo cardiovascular sin diabetes frente a metas de tensión arterial diferentes, demostrado que un control adecuado, estricto y continuo de cifras tensionales (presión sistólica menor a 120 mmHg) disminuye la incidencia de falla cardíaca hasta en un 64% (20). Apoyando esta teoría, se demostró que los pacientes que sufren eventos cardiovasculares tienen riesgo de desarrollar falla cardíaca dos veces más rápido cuando no hay control adecuado de la tensión arterial (18). Además del aporte en la etiología de la insuficiencia cardíaca, la tensión arterial influye como factor gatillo en episodios de descompensación y causas de re-hospitalización, así como su progresión (21). El tratamiento debe iniciar una vez se identifique una tensión >140/90 mmHg y todavía no existe gran evidencia de qué tan baja debe ser la meta en este grupo de pacientes, sin embargo, los resultados han demostrado que puede ser beneficioso evitar tensiones menores a 120/70 mmHg buscando la meta de 130/90 mmHg. En las guías europeas de hipertensión arterial se hace énfasis en que, si se presentan niveles más bajos a los descritos a expensas de medicamentos protectores en la fórmula de los pacientes, estos no deben ser discontinuados (4) (21,22). Por todo lo anterior, es fundamental hacer un seguimiento estrecho del signo aún de manera ambulatoria.

Haciendo ahora un énfasis en los signos y síntomas que pueden significar un aumento en la morbilidad por falla cardíaca desde la perspectiva del paciente, se han descrito el aumento de peso, los edemas periféricos, el deterioro de la clase funcional, el dolor torácico y la alteración del estado de conciencia como alertas tempranas de descompensación, que fácilmente pueden ser identificadas por el paciente y su cuidador (23). Un estudio de pacientes con falla cardíaca en seguimiento ambulatorio con aumento de peso de 1, 2 y 5 kilogramos en una semana sin intervención, se asoció a mayor necesidad de hospitalización para manejo de descompensación aguda de su enfermedad, lo que sugiere que un adecuado control e identificación de síntomas a tiempo disminuye la necesidad de hospitalización (24). Para el peso diario se requiere el uso de una pesa única, de fácil identificación de valores y calibración, que la medida se tome a la misma hora, preferiblemente en ayuno y después de la primera micción, preferiblemente desnudo o con poca ropa, buscando una meta de peso establecida por el grupo tratante (25).

A partir de esto se desarrolló el concepto de automonitoreo de la enfermedad, que se ha definido como “la capacidad del individuo para manejar los síntomas, el tratamiento, las consecuencias físicas y psicosociales y los cambios de estilo de vida inherentes a vivir con una enfermedad crónica” (26). Este es un concepto que abarca desde la adherencia a las medidas farmacológicas y no farmacológicas, hasta la responsabilidad del paciente y cuidador de tomar decisiones en cuanto a acciones preventivas y aparición de síntomas bajo la guía de un grupo tratante (27).

Es fundamental tener claridad en que los primeros síntomas de la insuficiencia cardíaca son sutiles y pueden ser difíciles de identificar, por lo tanto, los profesionales de la salud son los responsables de ayudar a los pacientes a descifrar sus síntomas únicos y tempranos de exacerbación para que puedan actuar acorde a ellos(28,29) La educación dirigida y el apoyo constante es un factor importante para aumentar el autocuidado, convirtiéndose en un pilar fundamental en el tratamiento al reducir sustancialmente los desenlaces clínicos y costos en salud(30–32).

Dentro de las variables de la enfermedad para tener en cuenta que suponen una baja adherencia al tratamiento y menor proyección de autocuidado es la depresión, cuya prevalencia en este contexto supera el 20% (33–36) Ésta se ha posicionado un factor de riesgo para aumentar las cifras de morbilidad, por lo que se ha propuesto en la literatura tomar el control farmacológico y no

farmacológico de la misma como un factor de riesgo prevenible para síndrome coronario agudo y falla cardíaca (37–39)

Los métodos de evaluación que se han determinado en cardiología para objetivar este índice se basan en cuestionarios de respuesta subjetiva por el paciente. Éstos han sido traducidos a diferentes idiomas, han sido validados en distintas poblaciones y pueden ser utilizadas por médicos no psiquiatras (40,41) Dentro de los estandarizados se encuentra el *Goldberg Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)* que consta de siete ítems de depresión y siete de ansiedad, se toma en 5 minutos (42). Otro ejemplo son las preguntas basadas en el estudio MANCHESTER, desarrolladas en 1988 en un lenguaje simple y sin tecnicismos (43).

Por lo anterior, la depresión es uno de los factores importantes a evaluar en las estrategias de automonitoreo para falla cardíaca. Quality HF-diabetes fue un estudio que incluyó pacientes tanto con falla cardíaca como con diabetes y demostró que el automonitoreo, la adherencia y el buen control de la enfermedad por parte del paciente, mejora la calidad de vida y disminuye las hospitalizaciones, sin un efecto claro en mortalidad, todos estos bajo la influencia del estado afectivo del paciente (44,45). Otro estudio que incluyó a 180 pacientes con falla cardíaca en el que se realizaron intervenciones por vía telefónica sobre el manejo de la enfermedad (desde un enfoque no farmacológico), impactó en la calidad de vida de los pacientes mostrando el beneficio de una intervención no presencial (46).

El monitoreo ambulatorio de los pacientes está dado por varias aristas, como se mencionó anteriormente. La primera abarca medidas preventivas globales no farmacológicas como el consumo moderado de alcohol y suspender el consumo de tabaco, ya que son factores independientes de riesgo. Para el consumo de alcohol se recomienda dos o menos bebidas al día para los hombres y una en la mujer (1). A esto se adiciona la actividad física, recomendada al menos 30 minutos al día, mínimo 5 veces a la semana, realizando un examen para el reconocimiento de arritmias o isquemia previo al inicio de rutinas. El ejercicio mejora la calidad de vida y disminuye las tasas de hospitalización por cualquier causa (47,48).

Dentro de las medidas preventivas para descompensación específicas para falla cardíaca, Se recomienda mantener la ingesta de sodio en no más de 3 gramos al día, bajo el conocimiento de que un aumento en su consumo predispone a mayor retención hídrica a nivel renal. Esto se demostró en un estudio en el 2011 en 302 pacientes con insuficiencia cardíaca inicialmente compensada en seguimiento ambulatorio. Éste encontró que el HR para sobrevida asociada a la restricción de sodio

era de 0.44 y 2.54 para clase funcional NYHA I/II y III/IV respectivamente, sugiriendo además de tratarse de una variable dinámica según el estado del paciente (49).

De la mano de la restricción de sodio, está la restricción de ingesta de líquidos. Se recomienda una restricción de 1.5 a 2 litros diarios para reducir número de hospitalizaciones por descompensación de falla y evitar hiponatremia dilucional, que es un factor de mal pronóstico independiente (4). Esto último demostrado en un ensayo clínico controlado y aleatorizado que enroló 433 pacientes. Se dividieron en grupos: sodio normal vs sodio persistentemente bajo sin corregir a un periodo de 6 meses (< 134 meq/l). En los resultados se evidenció una diferencia estadísticamente significativa en mortalidad (31% vs 16%) y hospitalización por descompensación (62% vs 43%) favoreciendo al grupo en el que se buscó un rango de sodio sérico normal (50).

En lo referente a las medidas farmacológicas, estudios han demostrado que tratamiento farmacológico adecuado (IECA, ARA 2, B-bloqueantes, inhibidores de neprilisina) reduce síntomas, hospitalización y mortalidad, por lo que una adecuada adherencia al tratamiento farmacológico por parte del paciente es un pilar fundamental del automonitoreo apropiado basándose en cuatro fundamentos: incorporar la toma de medicamentos como rutina diaria, determinar horarios fijos, entender e interiorizar la función, efectos adversos e importancia de cada uno de los medicamentos y prever y ajustarse a los cambios de rutina que implican los viajes o enfermedades para no perder adherencia a la medicación(51–54).

A pesar de tener amplio conocimiento acerca de la fisiopatología, prevención, diagnóstico, intervenciones no farmacológicas y tratamiento farmacológico, la prevalencia de la enfermedad a nivel mundial sigue siendo alta, al igual que la incidencia de hospitalizaciones por descompensación. En su mayoría debido a que no se realizan intervenciones oportunamente, llevando a desenlaces que incluyen incluso la muerte. Es por esto por lo que han surgido herramientas que buscan procurar el automonitoreo de pacientes con enfermedades crónicas y su pronta atención, como aplicaciones de Smartphone, la web y programas de telemedicina para facilitar estas condiciones. A través de la tecnología se ha buscado cumplir objetivos terapéuticos como control de síntomas, mantenimiento de actividad física, búsqueda de la mejor calidad de vida posible y minimizar riesgos de exacerbación. Todo por medio del reconocimiento temprano de síntomas, mejoría en adherencia terapéutica, promoción de revisiones periódicas y de hábitos saludables, llegando a considerarla una herramienta médica (55,56)

A partir de esto surge el cuestionamiento de la cobertura que se podría lograr con la tecnología. Las estadísticas demuestran la masificación evidente del internet y el uso de teléfonos móviles. En el 2013 ya existían más de 5 billones de teléfonos móviles, de los cuales casi un billón eran teléfonos inteligentes (57). En el 2018, 81% de los habitantes de los Estados Unidos, así como el 51% de los adultos británicos tienen un teléfono móvil y al menos un 34% una tableta. De estos, el 40% tienen dos o más condiciones crónicas que consumen hasta el 70% del presupuesto anual en salud (58). En Colombia se estimó para el 2013 un uso de teléfonos móviles del 87% con un uso de internet en el mismo de 16.7% (59). Específicamente en una muestra de pacientes con falla cardiaca, 96% declaran ser dueños de un teléfono móvil y 32% manifestaron dependencia del teléfono móvil para acceso a internet con búsquedas acerca de información de su enfermedad (60). Gracias a esta aceptación, las aplicaciones en salud pueden llegar a una gran porción de la población objetivo (pacientes con falla cardiaca), sobretodo en contextos en donde el acceso a consultas personales está restringido (61,62).

Las funciones de sistemas actuales permiten que tanto los teléfonos inteligentes, como las tabletas, sean capaces de soportar funciones de autogestión para distribuirlas a niveles poblacionales específicos, ofreciendo intervenciones a través de extensiones de *software* agregadas a los dispositivos llamadas aplicaciones. Éstas, sin importar la edad y experiencia de los pacientes, generaron una sensación de empoderamiento de los pacientes frente a su enfermedad en varias encuestas, que incluyeron adultos de la tercera edad, quienes se mostraron están abiertos ante la posibilidad del uso de esta tecnología como parte de su manejo (63–66)

Lo anterior hace referencia al “Ehealth” o salud digital, la cual abarca el uso general de la tecnología para ofrecer servicios de salud (67)(68). Dentro de ella se incluye la telemedicina y la “Mobile Health” la cual se enfoca específicamente en el uso de aplicaciones en dispositivos móviles con fines de salud en donde los pacientes no solo pueden informarse acerca de su enfermedad, si no que también pueden conocer cuales son las características que llevan a que su enfermedad no este bajo un adecuado control y así poder identificar conductas erróneas o adecuadas que puedan conducir a un peor o mejor control de su enfermedad respectivamente. (69). Mobile health es muy apetecida por su gran capacidad comunicativa, amplia conectividad y eficacia en su intervención además de una gran accesibilidad y capacidad de monitoreo en tiempo real, guiando la posibilidad de toma de decisiones clínicas en tiempo real, permitiendo al medico poder establecer una terapéutica a distancia como si estuviera con un paciente de forma presencial, logrando así ahorrar al paciente y al medico tiempo y logrando que las consultas presenciales solo se realicen si es estrictamente necesario. (70,71). Éstas han tenido un crecimiento exponencial, con cerca de 700.000 aplicaciones disponibles, de las cuales

más de 10.000 están dirigidas al ámbito de la salud, así en el 2018 se demostró que 3.4 billones de dispositivos estaban usando aplicaciones de salud (72–74).

A propósito de esto, la telecardiología en insuficiencia cardíaca en ciertos escenarios ha alcanzado un seguimiento estrecho por clínicas especializadas mediante el registro de signos vitales y una descripción de los síntomas de forma detallada, logrando consultas oportunas o modificaciones tempranas en el tratamiento a través de visitas virtuales, logrando una mayor sensibilización del paciente en cuanto a su enfermedad, mayor responsabilidad y participación sobre su manejo(75–78) Esto ha sido especialmente útil en pacientes que viven en zonas rurales o apartadas del centro de salud (79,80)

En una cohorte de pacientes de una clínica de falla cardíaca en Florida que voluntariamente accedieron al uso de un modelo de aplicación móvil en el 2016, se demostró que el uso de una aplicación móvil basada en el paciente para automonitoreo en falla cardíaca, logró reducir las tasas de reingreso hasta en un 20% (60,81,82). Un metanálisis de Cochrane en el 2011 donde se evaluaron 25 estudios con 2710 pacientes para seguimiento web (telemonitoreo) y 5613 pacientes para seguimiento telefónico. Se demostró que el telemonitoreo disminuyó la mortalidad por todas las causas (RR 0.66) y hospitalizaciones (RR 0.79) significativamente respecto al seguimiento usual por consulta externa presencial (83).

Otro estudio que soporta dichos resultados fue un metanálisis de JACC del 2009 en donde se incluyeron 20 ensayos controlados y 12 estudios de cohortes comparando más de 8500 pacientes en un seguimiento promedio de 6 meses y 12 meses para ensayos controlados y estudios de cohortes respectivamente, en donde el monitoreo remoto de pacientes en comparación al seguimiento usual de los mismos tuvo impacto en mortalidad (Estudios aleatorizados RR: 0.83; Estudios de cohorte RR: 0.53) y hospitalización por descompensación (Estudios aleatorizados RR: 0.93; Estudios de cohorte RR: 0.52)(78).

Conociendo la efectividad de dicha intervención es pertinente mencionarla como una medida de salvamento en medio de una pandemia como la que se vive con el Covid-19, en la que las medidas de aislamiento a nivel global son extremas y se hace imperioso el seguimiento de los pacientes crónicos sin exponerlos al medio hospitalario. En esta situación, el automonitoreo, telemedicina y el e-Health, pueden ser los pilares para mantener parcial normalidad en el seguimiento de pacientes de distintas especialidades (84,85).

La metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles tiene varias etapas, teniendo en cuenta los requerimientos tanto de los pacientes como de los prestadores de salud para lograr cubrir una necesidad real. Éstas son: Análisis, en la que se busca identificar un problema para evidenciar necesidades y un plan de inicio con un enfoque específico; diseño, en la que el objetivo es definir la intervención para solucionar el problema considerando una estructuración funcional y visual acorde a la población objetivo (diseño físico). La tercera es la programación en la que se determina desarrollar una aplicación funcional por un experto en programación, validarla por un experto en el tema en salud y verificarla por un paciente; y por último la publicación que busca difundir de forma abierta de la aplicación final junto con sus posteriores actualizaciones para generar el impacto sobre la población general (86).

En conclusión, la falla cardíaca es una de las enfermedades crónicas con mayor morbilidad y mortalidad en las estadísticas. Estas curvas dependen directamente de un control adecuado de exacerbaciones y éstas a su vez de un seguimiento estrecho por un médico tratante. La forma de lograrlo es que cada paciente sea capaz de tener un automonitoreo adecuado con consultas oportunas y modificaciones tempranas en el tratamiento. Una herramienta que puede ser clave para alcanzar estos objetivos es la “Mobile Health” o salud digital, que se hace viable ante la distribución actual de celulares móviles inteligentes y su aceptación por la población con esta enfermedad. Por esto se propone una aplicación que sea capaz de fomentar el automonitoreo y de ser un puente entre el paciente y la clínica de falla cardíaca. “CardiApp” es una aplicación para teléfonos móviles inteligentes que se diseñó con este fin, en el contexto de Colombia, país en el que el acceso a servicios de salud especializados para manejo óptimo de una patología cardiovascular es limitado, sobretodo para pacientes en área rural, traducéndose esto en mayores tasas de hospitalización, mortalidad y por ende costos. Ser pioneros en integrar esta tecnología y probarla en una institución en la ciudad de Bogotá, significa dar paso a su implementación como herramienta médica de forma masiva en otros campos y enfermedades, entrando a la salud digital y con ella al futuro de la medicina moderna.

Problema

La falla cardiaca es un síndrome clínico complejo caracterizado por un gasto cardiaco inadecuado para alcanzar las demandas metabólicas, con una morbilidad que supera el 50% de los pacientes no tratados a 5 años y supone un costo anual que corresponde al 10% del presupuesto en EUA, con el pronóstico de aumentar hasta un 127% al 2030, en relación directa a ingresos a urgencias y hospitalización (6). El grupo etario más afectado por esta enfermedad son los mayores a 65 años, quienes tienen tasas de hospitalización por exacerbaciones del 33.4% a 90 días, 30.6% a 6 meses, 28.16% a 1 año y 30.6% a 2 a 5 años. Con una estancia hospitalaria media de 7 días, y una mortalidad de 11.2% a 2 meses, 24% a 6 meses, 24% a un año, 27% de 2 a 5 años y 47% a los 5 años, siendo el 6.3% del total de las muertes anuales en pacientes hospitalizados. Mostrando la alta carga de morbimortalidad por falla cardiaca a nivel mundial, comparable incluso con cáncer y enfermedad cardiovascular (33).

Es pilar fundamental para disminuir hospitalización, mortalidad y costos al sistema el seguimiento estrecho y la adherencia a la terapia farmacológica y no farmacológica individualizada y mas teniendo en cuenta que la causa principal de descompensación y hospitalización, es la falta de adherencia, la inercia con los medicamentos y la ausencia de educación sobre el reconocimiento temprano de síntomas. A esto se atribuye la importancia de una intervención a este nivel, que ha demostrado una disminución en el número de hospitalizaciones y gastos por parte del sistema de salud (46).

Estudios han mostrado que auto monitoreo y buen control de la enfermedad mejora la calidad de vida y disminuye las hospitalizaciones (1). En este orden de ideas se han creado estrategias para incentivar el automonitoreo y disminuir la brecha entre médicos y pacientes. En otro estudio, se realizaron intervenciones vía telefónica sobre cómo debía ser el manejo de su enfermedad y el impacto en la calidad de vida de los pacientes, con resultados favorables (47). Teniendo en cuenta lo anterior y considerando que la tecnología cada día toma parte más importante en la cotidianidad, se ha buscado la implementación de aplicaciones digitales tanto web como para teléfonos celulares que busquen empoderar al paciente sobre su enfermedad, estimulando la adherencia sin intervenir en el plan del médico tratante y alertar sobre posibles complicaciones asociadas a la enfermedad logrando un mejor control de su patología y disminuyendo la necesidad de hospitalizaciones y reduciendo mortalidad y costos en el sistema de salud.

Justificación

La falla cardíaca afecta a más de 26 millones de personas a nivel mundial con pronóstico de aumentar su prevalencia al menos un 46% al año 2030 (7). Esta supone una carga significativa en cuanto a sintomatología y uso de servicios del sistema de salud, alcanzando tasas de re-hospitalización hasta del 30% desde los primeros 90 días, que se mantiene hasta los 5 años después de la primera estancia hospitalaria (33). Esta gasta alrededor del 1.1-1.9% del presupuesto global en salud, con un pronóstico de un aumento de 127% del valor al 2030, además de asociarse a una mortalidad cercana al 50% en los primeros 5 años (7)(38).

En busca de disminuir las cargas descritas, se demostró que un aumento en la adherencia de los pacientes a las guías clínicas contribuía al aumento de más del 10% en la supervivencia en este periodo de tiempo (2). Así las cosas, y considerando el hecho de que se tratase una entidad sin cura definitiva, el manejo de los pacientes se ha orientado hacia una estrategia basada en 4 pilares: Adherencia, automonitoreo, planes de acción claros y visitas regulares al experto en salud.

Se propone el desarrollo del demo de una aplicación móvil con un fondo basado en la evidencia con el fin de involucrar y empoderar al paciente de clínica de falla cardíaca en el automonitoreo de su enfermedad. Se desarrollará alrededor de establecer una estrategia de implementación diaria, que procure la motivación del paciente al reconocimiento temprano de signos y síntomas de descompensación, con el fin de actuar oportunamente, además de fomentar la adherencia a la terapia farmacológica y los cambios en el estilo de vida. Adicionalmente brindará la detección temprana de depresión, con el fin de suprimirla como factor de riesgo de baja adherencia.

Esta supondrá conveniencia al ser accesible para los pacientes, teniendo en cuenta que el 94% de la población mayor a 50 años posee un teléfono celular inteligente (87); además de ser diseñada para las necesidades del grupo poblacional más afectado con gráficas ajustadas en tamaño, color y morfología. Por último, se propone como herramienta de valor teórico y con utilidad metodológica al recolectar datos epidemiológicos en gráficas para uso potencial en bases de datos y estudios a futuro.

Objetivos

Objetivo General:

Desarrollar el demo de una aplicación móvil que busca ser accesible, eficaz y costo efectiva para el médico y el paciente, la cual tiene como objetivo involucrar y empoderar al paciente de clínica de falla cardiaca en medidas preventivas y terapéuticas basadas en la evidencia y con orientación individualizada por una clínica de falla cardiaca y de la mano de un cardiólogo clínico en el manejo integral de su enfermedad crónica para mejorar su calidad de vida, mejorar sobrevida y disminuir hospitalizaciones.

Objetivos específicos:

- Desarrollar el demo de una aplicación móvil que oriente al paciente al reconocimiento temprano de síntomas de descompensación aguda de falla cardiaca y signos de depresión.
- Desarrollar un enlace web al demo de la aplicación móvil como herramienta para el profesional de la clínica de falla cardiaca para procurar un seguimiento y atención oportuna de los pacientes con falla cardiaca.
- Desarrollar una aplicación web como enlace directo al demo de la aplicación móvil que permita un seguimiento estrecho, una recolección de datos y alertas de un grupo de pacientes por una clínica de falla cardiaca o un médico cardiólogo para toma de decisiones terapéuticas oportunas.
- Evaluar el contenido y accesibilidad del uso del demo de la aplicación por parte de pacientes.

Propósito

El desarrollo de una aplicación móvil para pacientes con falla cardíaca, con un enlace directo a una aplicación web manejada por su médico tratante, cumple con el propósito de disminuir morbilidad e incluso número de ingresos hospitalarios, mediante un automonitoreo guiado que permite una atención oportuna con ajustes tempranos en su manejo. Todo esto en el marco de un sistema que no condiciona costos adicionales y disminuye la necesidad de desplazamiento de los pacientes al servicio de urgencias. Adicionalmente incorpora una característica que busca un seguimiento del estado psicoafectivo de cada paciente, cubriendo integralmente todas las esferas del individuo afectadas por la enfermedad.

Por todo lo anterior es pertinente el desarrollo de una aplicación con un contenido enteramente basado en la evidencia, pertinente y oportuno para esta población y sus cuidadores. Esta logrará innovar en el mundo de la salud digital y telecardiología haciendo un uso acertado de las herramientas tecnológicas al alcance de la mano contribuyendo al mejoramiento y mantenimiento del estado de salud.

Metodología

El desarrollo de la aplicación móvil para pacientes con insuficiencia cardiaca que permite un enlace directo con una aplicación web controlada por su médico cardiólogo consta de varias etapas: análisis, diseño, desarrollo, pruebas y entrega. Esta fue desarrollada en conjunto con un ingeniero de sistemas, cuyo rol fue el de realizar el código y programación respectiva de la aplicación móvil con enlace web. El trabajo de los investigadores fue el de plantear un diseño para la aplicación móvil y para su enlace web, así como las posibles funcionalidades de cada apartado. Esto seleccionado cuidadosamente basados en literatura medica y científica sobre Ehealth y el manejo de pacientes con insuficiencia cardiaca.

1. Análisis:

Su objetivo fue la búsqueda de evidencia científica para la construcción del marco teórico, justificación y problema:

Se realizó una búsqueda en las bases de datos PUBMED, EMBASE, Clinicalkey y Cochrane con los siguientes términos MESH:

- Heart failure.
- Telemedicine.
- Self Monitoring
- mHealth.
- Ehealth.
- Health, Mobile.
- Applications, Medical Informatics.
- Big Data.
- Remote Consultation.
- Epidemiology.
- Depression.

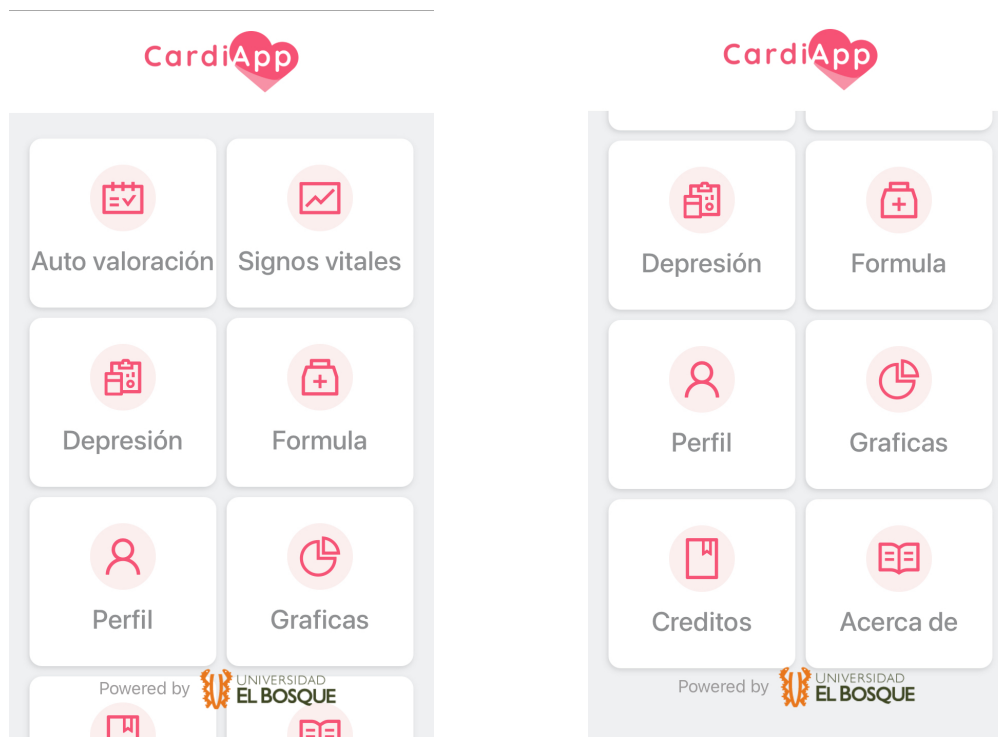
Se incluyeron artículos publicados en inglés y español sin fecha límite, excluyendo aquellos con pacientes menores a 18 años y además excluyendo artículos con diseño de reportes de caso y series de casos.

Adicional a la búsqueda rigurosa de literatura científica y basados en los objetivos y la justificación del proyecto, se definieron los alcances del demo de aplicación móvil con enlace web, en donde se pretende acceder inicialmente a un pequeño grupo de pacientes con diagnostico de insuficiencia cardiaca como único requisito diagnostico para manejo de la aplicación móvil de una institución de salud en la ciudad de Bogotá, Colombia y a un grupo pequeño de médicos cardiólogos con experiencia en clínica de falla cardiaca de la misma institución como único requisito para manejo de enlace web para así presentar el demo de aplicación móvil con enlace web para mediante encuestas establecer su utilidad, funcionalidad y facilidad de uso, por lo que para esto se complemento la búsqueda en conjunto con asesoría de ingenieros de sistema buscando un diseño mas amigable y una mayor facilidad de uso para así lograr que la aplicación móvil sea mas entendible e interactiva para los pacientes que la utilicen.

2. Diseño:

Se trata de una herramienta fácil de usar, no farmacológica, no invasiva consistente en una aplicación móvil que es centrada en el paciente con falla cardiaca que se retroalimenta con una segunda aplicación Web dirigida por un médico cardiólogo para cada paciente. Esta funciona independiente al sistema de salud como una herramienta adicional para asegurar un automonitoreo dirigido y seguimiento estrecho, esta se puede explicar mediante el siguiente diagrama y posteriormente se explicará cada apartado de forma específica.





Esta App tiene 8 características principales: autovaloración (en donde se incluye tendencias/gráficas), signos vitales, formula, depresión, perfil, graficas (donde podremos entrar directamente a ver las graficas sin tener que entrar al apartado de autovaloración), créditos y acerca de. En la aplicación, según los datos ingresados en la aplicación y bajo algoritmos, el paciente se encasilla dentro de un sistema de colores para redirigir la conducta: Verde (con un mensaje de ánimo de continuar los hábitos de estilo de vida saludable en curso) y Rojo (con un mensaje de consulte a su clínica de falla cardiaca) este sistema de colores basado en la connotación que tienen en nuestra sociedad, por ejemplo en un semáforo en donde el rojo es señal de peligro o detenerse y el verde significa siga o adelante. En caso de requerir una consulta, se generará una alerta en el panel web del médico en donde él podrá visualizar los datos personales del paciente, su fórmula actual, las gráficas y el historial de los datos ingresados por el paciente en la aplicación móvil. Esto con el fin de realizar ajustes farmacológicos o indicar una remisión a urgencia oportuna en caso de necesitarla.

A continuación, se describe cada una de las características de la aplicación móvil:

- *Autovaloración:*

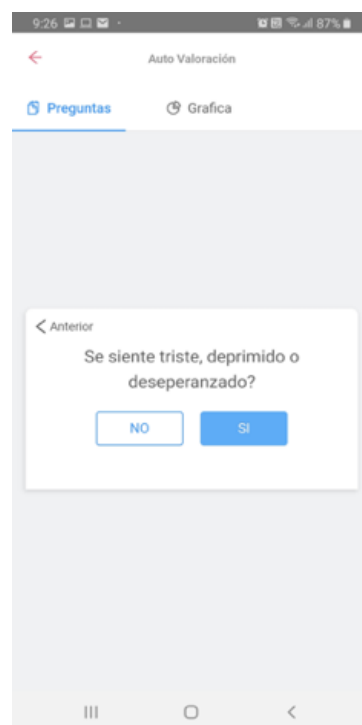
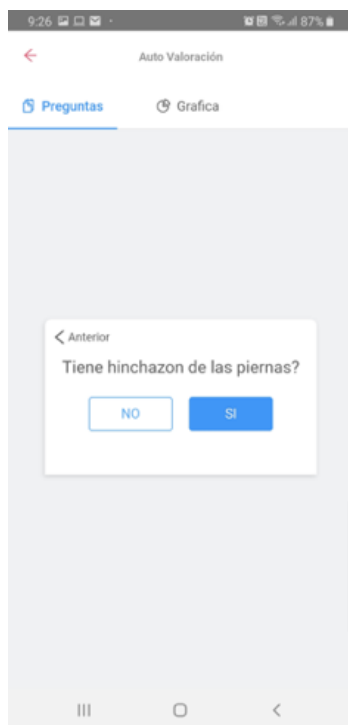
Se trata de una herramienta en forma de cuestionario que le permite al paciente objetivar sus síntomas, teniendo en cuenta que estos son el reflejo de la severidad de los cuadros de descompensación y que pueden pasar desapercibidos en etapas tempranas.

Se desarrolla y muestran preguntas según la escala de clase funcional de la *New York Heart Association* y se incluyen preguntas de síntomas de sobrecarga hídrica como ortopnea y edema de miembros inferiores:

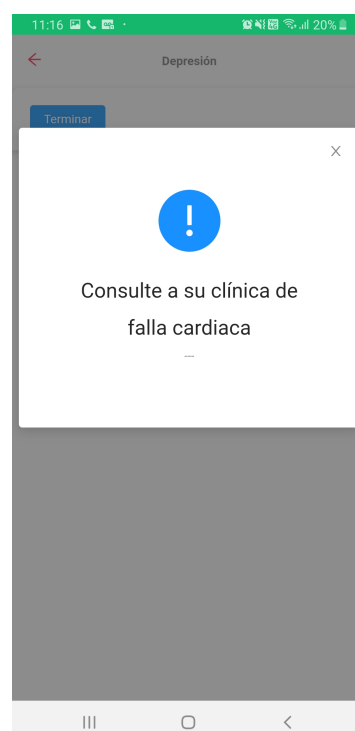
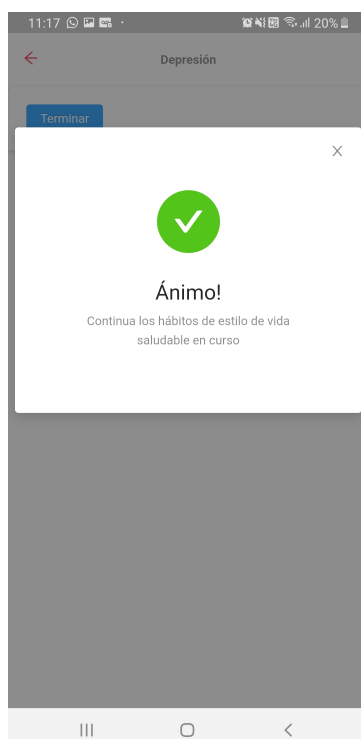
- a. ¿Siente fatiga, palpitaciones o ahogo con cualquier actividad física?
- b. ¿Tiene hinchazón de las piernas?
- c. ¿Siente fatiga, palpitaciones o ahogo estando sentado?
- d. ¿Ha perdido la conciencia?
- e. ¿Siente dolor en el pecho?

Se incluyen dos preguntas de salud mental en tamizaje de depresión (propuestas por escordio en la guía el 2016), que en caso de ser positiva redireccionará al paciente a un cuestionario más detallado de salud mental (Propuesto por Goldberg et al. para uso por médicos sin especialidad de psiquiatría basado en el estudio MANCHESTER (88).

- f. ¿Se siente triste, deprimido o desesperanzado?
- g. ¿Ha perdido el interés o el placer en su vida?



Estos cuestionarios al final de su realización generaran un mensaje el cual le indicara al paciente que esta en control de su enfermedad o que por el contrario deberá consultar al medico de clínica de falla cardiacas para cambios en su manejo.

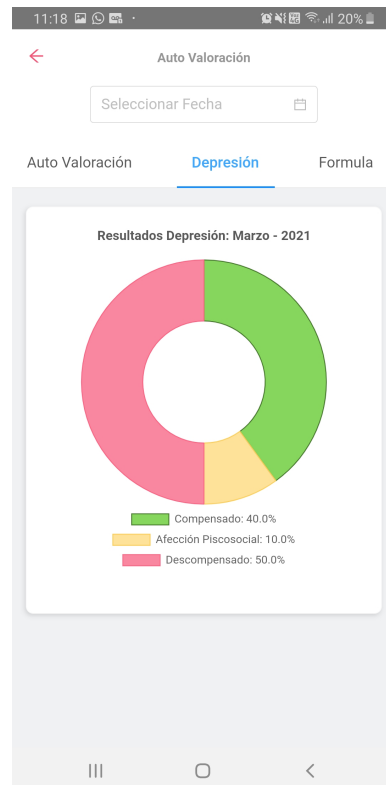


Dentro de este apartado tenemos también la información de tendencias y graficas en donde se van a registrar las variables vitales principales tomadas por el paciente de forma diaria (frecuencia cardiaca, tensión arterial, peso en kilogramos), las cuales, en relación con el estado basal del paciente, permitirán ver si el paciente actualmente se encuentra compensado o descompensado en relación con su enfermedad, traduciendo esto a gráficas cuantitativas en línea, diarias y semanales que nos mostraran que porcentaje del tiempo evaluado el paciente se encontraba con un adecuado control (o compensación) de su enfermedad y poder realizar una intervención en caso contrario. También gráficas cuantitativas en forma de “pastel” de los cuestionarios de autovaloración y depresión que se muestran al inicio de este apartado, permitiendo ver que porcentaje del tiempo evaluado el paciente presento riesgo psicosocial, objetivado por el cuestionario basado en el estudio MANCHESTER ya mencionado.

Se dividen los resultados por un código de colores así:

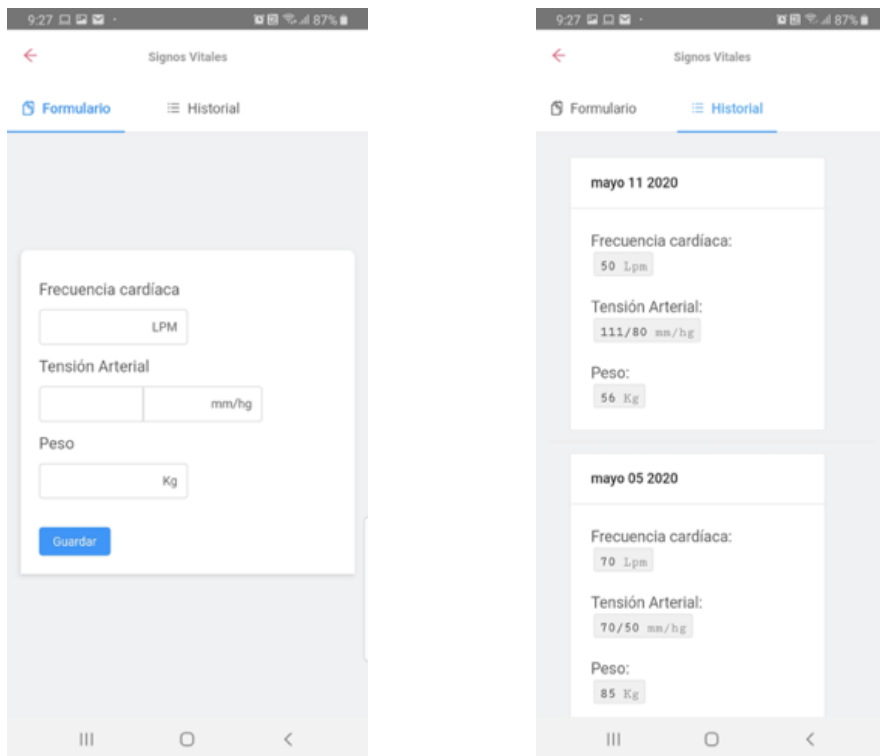
- Cuestionario de autovaloración: Alerta roja, cuando alguna de las preguntas basadas en la escala de clase funcional de la *New York Heart Association* es positiva, lo que implica descompensación y necesidad de una intervención del médico tratante, que a su criterio sería o no presencial. En caso de tener todas las respuestas negativas, se producirá una alerta verde, que implica un paciente compensado, que debe continuar el manejo instaurado. Existe una tercera alerta naranja (color escogido por diseñadores para diferenciar una alerta medica de una alerta psicosocial a pesar de que ambas tienen igual importancia en el control de la enfermedad del paciente) que se enciende al tener positivas las preguntas de tamizaje de depresión, para redireccionar al paciente a la realización del cuestionario completo de depresión, que como se mencionó anteriormente, se basa en el estudio MANCHESTER.
- Depresión: Según la escala descrita, al tener 2 preguntas positivas en el estudio de depresión, se considerará un paciente con alto riesgo de desequilibrio emocional y se clasificará bajo un alerta naranja. Posteriormente será dirigido a un Screening de depresión que será comentado mas adelante en el apartado de depresión, para un cuestionario mas extenso para valorar de forma objetiva el riesgo de depresión de un paciente el cual impacta negativamente en su salud y el control de su enfermedad.

Éstas podrán ser interpretadas por el médico cardiólogo, determinando en forma oportuna si el paciente tiene riesgo o inicio de descompensación de su falla cardiaca o que por el contrario tenga un buen control de esta. Adicionalmente muestra respuesta de paciente a tratamiento farmacológico indicado por medico tratante y genera en el paciente un sentido de pertenencia y participación en su enfermedad, logrando un empoderamiento y buscando un buen control de esta.



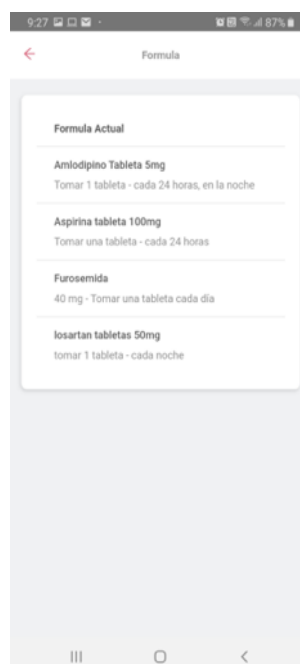
- *Signos vitales:*

Es una herramienta que permite documentar a tiempo real los signos vitales del paciente y guardar las tendencias diarias y semanales. Incluyen tensión arterial y frecuencia cardiaca, que son medidas indirectas de la actividad autonómica cardiaca, dándoles un valor pronóstico (incluso para mortalidad) en pacientes con falla cardiaca (6)(89)(18). Además, se incluye la opción de ingreso del peso diario, que es un signo clínico temprano de aumento en sobrecarga hídrica y descompensación de la falla cardiaca.



- *Formula:*

Se trata del despliegue de la fórmula de medicamentos diaria con descripción detallada de la dosis y frecuencia individualizada para el paciente en su aplicación móvil. Estos datos son ingresados y modificados desde la aplicación web manejada por el médico cardiólogo. El paciente podrá marcar los medicamentos que se tome a la hora y con la dosis indicada para crear un registro de adherencia



que podrá ser monitorizado por el médico desde la web. Cabe aclarar que la fórmula no puede ser modificada desde la aplicación móvil.

El objetivo es lograr registrar la toma de los medicamentos correctos por parte del paciente a la dosis y hora correcta, nos permite identificar que pacientes están teniendo fallas dentro del control de su enfermedad y poder retroalimentarlas. Recordando que muchas veces la descompensación de estos pacientes es asociada a mala adherencia al tratamiento médico propuesto.

11:16 21%

← Formula

Formula Actual

Iosartan tabletas 50mg
tomar 1 tableta - cada noche ☒

Acetaminofen
10ml - dos veces al día cada 8h ☒

test
test - etst ☐

67%

Guardar

- *Depresión:*

Inicialmente a este apartado se redirecciona al paciente que indica una respuesta positiva en las dos preguntas indicadas en el apartado de autoevaluación sobre depresión, en donde al paciente se le indica un nuevo cuestionario que consiste en 9 preguntas divididas en dos cuestionarios (como se mencionó anteriormente, propuesto por Goldberg et al.)

o ¿Se ha sentido con poca energía?

o ¿Ha perdido usted el interés por las cosas?

o ¿Ha perdido la confianza en sí mismo?

o ¿Se ha sentido usted desesperanzado, sin esperanzas?

(Si hay respuestas afirmativas a cualquiera de las preguntas anteriores, continuar)

o ¿Ha tenido dificultades para concentrarse?

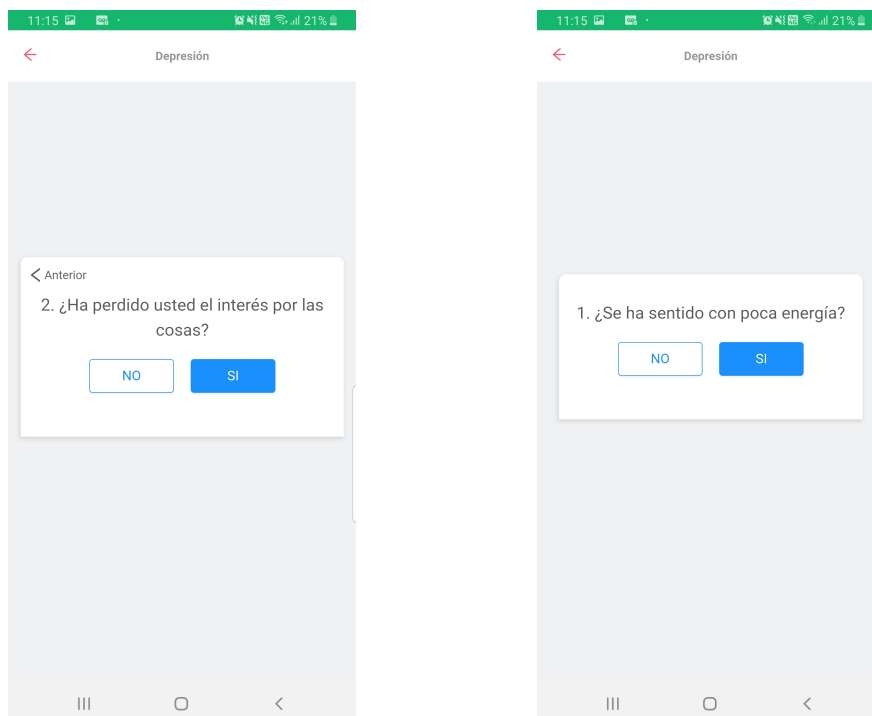
o ¿Ha perdido peso? (a causa de su falta de apetito).

o ¿Se ha estado despertando demasiado temprano?

o ¿Se ha sentido usted enlentecido?

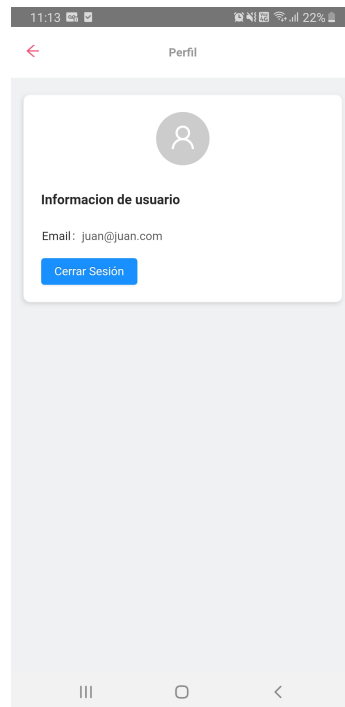
o ¿Cree usted que ha tenido tendencia a encontrarse peor por las mañanas?

Con este cuestionario se busca evaluar la parte psicosocial y mental del paciente con falla cardiaca la cual juega un papel importante en el control de su enfermedad, logrando tener al tanto al médico cardiólogo sobre el estado mental actual de su paciente, y recibiendo una alerta en el aplicativo web cuando este cuestionario resulte positivo.



- *Perfil:*

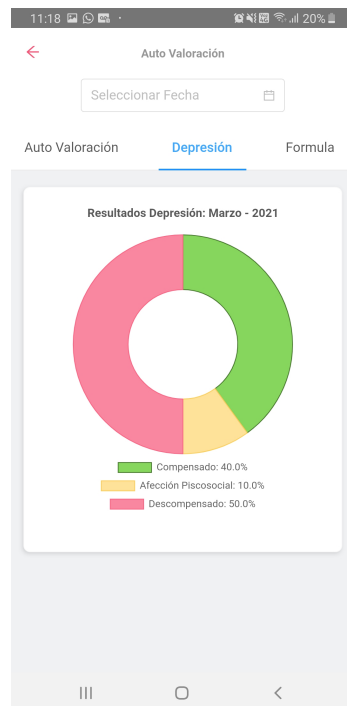
En este apartado únicamente se tendrá la información general del paciente, incluyendo nombre completo del paciente y su correo electrónico de registro. Adicionalmente este apartado se podrá finalizar la sesión de paciente en caso de desear en entrar con los datos de otro paciente y poder utilizar la aplicación por dos pacientes de forma no simultanea, cada uno con su cuenta debidamente registrada.



- *Graficas:*

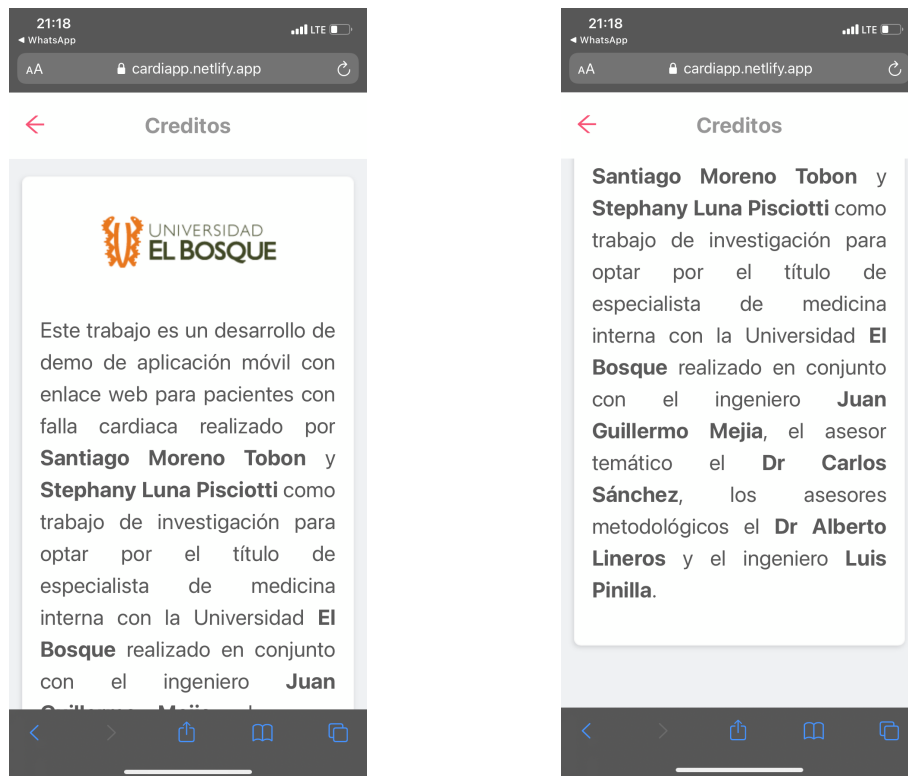
En este apartado podremos acceder directamente a las graficas mencionadas previamente en el apartado de autovaloración, donde de forma diaria, semanal y mensual vamos a poder ver bajo el esquema colores previamente explicado y en gráficos, ya sea de líneas o de pastel, cual es el record de variables vitales (incluido el peso). Además de objetivar de forma cuantitativa según los cuestionarios de MANCHESTER para depresión y de la NEW YORK HEART ASSOCIATION para evaluar la parte clínica del paciente, que porcentaje del periodo analizado el paciente esta compensado o descompensado en el contexto de su enfermedad (insuficiencia cardiaca congestiva), logrando así no solo ayudar al medico a clasificar a su paciente para tomar una terapéutica adecuada, si no mostrar

también al paciente como ha sido la evolución del control de su enfermedad y la adecuada respuesta al tratamiento por el contrario una mala evolución si no hay buen autocontrol.



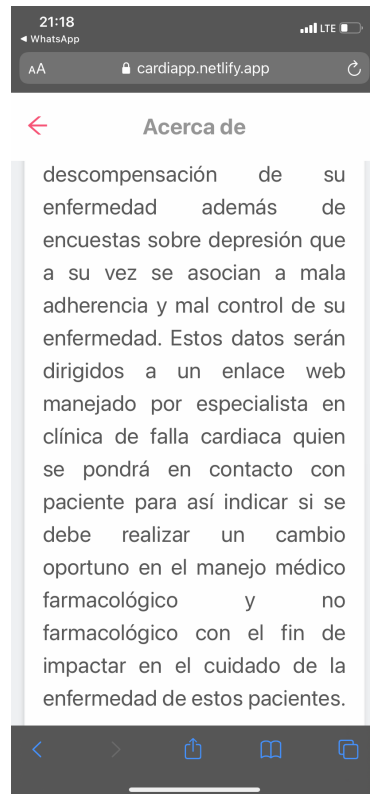
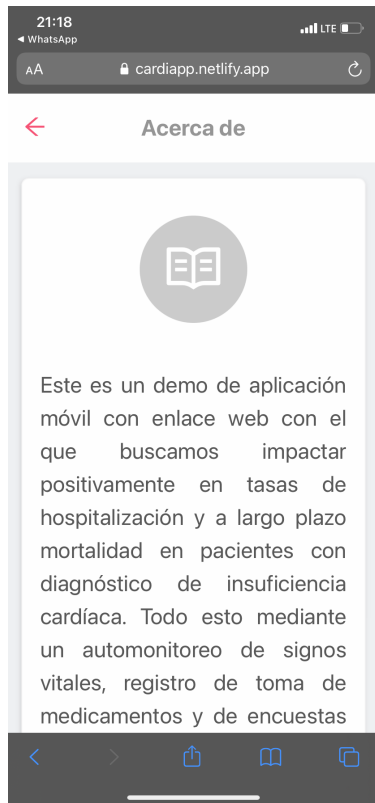
- *Créditos:*

En este apartado se menciona la información relacionada con los involucrados en el desarrollo del trabajo y el motivo del desarrollo del mismo, citando textualmente lo que encontramos en el demo de aplicación móvil “Este trabajo es un demo de aplicación móvil con enlace web para pacientes con falla cardiaca realizado por Santiago Moreno Tobón y Stephany Luna Piscioti como trabajo de investigación para optar por el título de especialistas en Medicina Interna con la Universidad El Bosque, realizado en conjunto con el Ingeniero Juan Guillermo Mejía, el asesor temático Dr. Carlos Sánchez y los asesores metodológicos, Dr. Alberto Lineros y el Ingeniero Luis Pinilla” el cual se localizara en el botón inferior a la izquierda de la pagina principal del demo de aplicación.



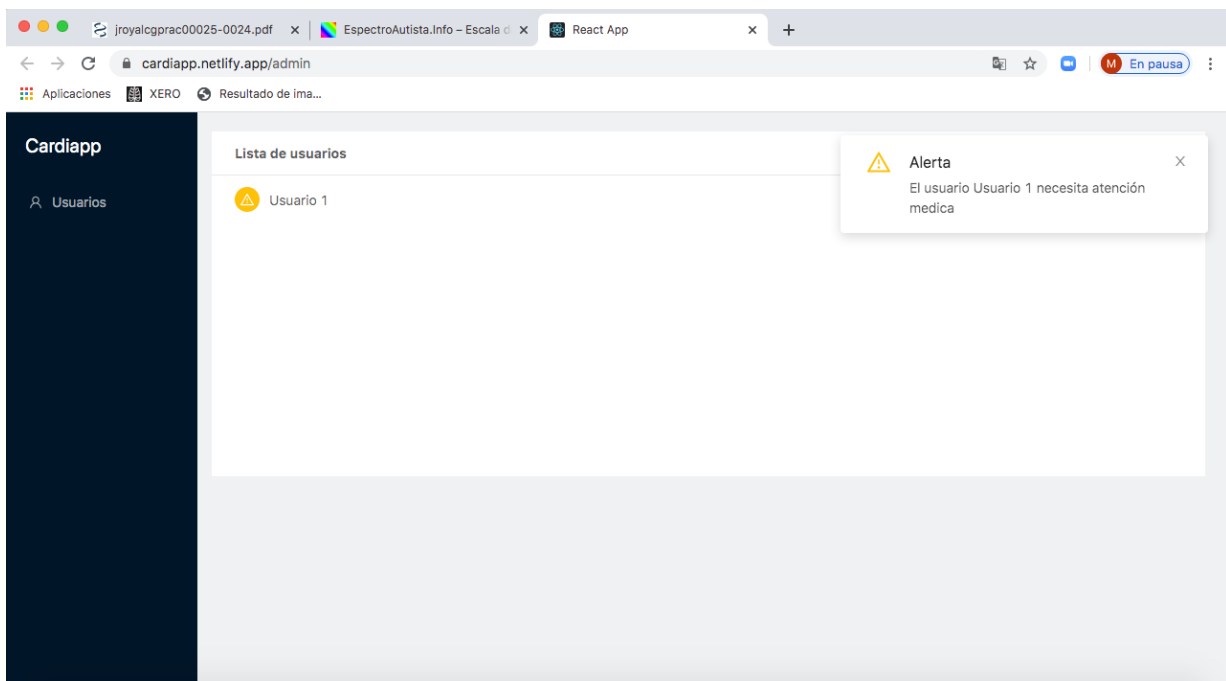
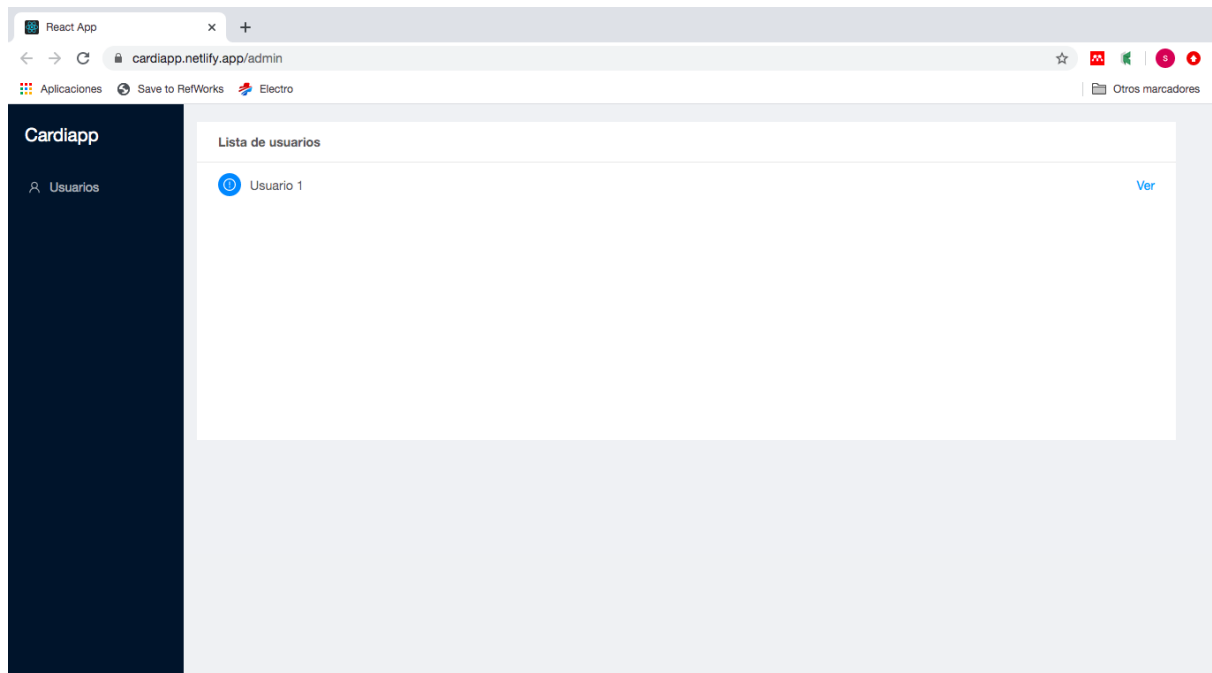
- *Acerca de:*

Finalmente, en este ultimo botón localizado a nivel inferior derecho de la pagina principal damos una muy breve descripción de nuestro trabajo, citando textualmente lo que encontramos en el demo de aplicación móvil “Este es un demo de aplicación móvil con enlace web con el que buscamos impactar positivamente en la tasas de hospitalización y a largo plazo en mortalidad en pacientes con diagnostico de insuficiencia cardiaca. Todo esto mediante un automonitoreo de signos vitales, registro de toma de medicamentos y de encuestas sobre síntomas clínicos de descompensación de su enfermedad además de encuestas sobre depresión que su vez se asocian a mala adherencia y mal control de su enfermedad. Estos datos serán dirigidos a un enlace web manejado por un especialista en clínica de falla cardiaca quien se pondrá en contacto con el paciente para así indicar si se debe realizar un cambio oportuno en el manejo medico farmacológico y no farmacológico con el fin de impactar en el cuidado de la enfermedad de estos pacientes”. Esto con el propósito de hacer entender a los pacientes que sean usuarios de la aplicación sobre en que bases nos fundamentamos, de que trata exactamente, cual es propósito del enlace web y cual es el propósito principal del desarrollo del proyecto.

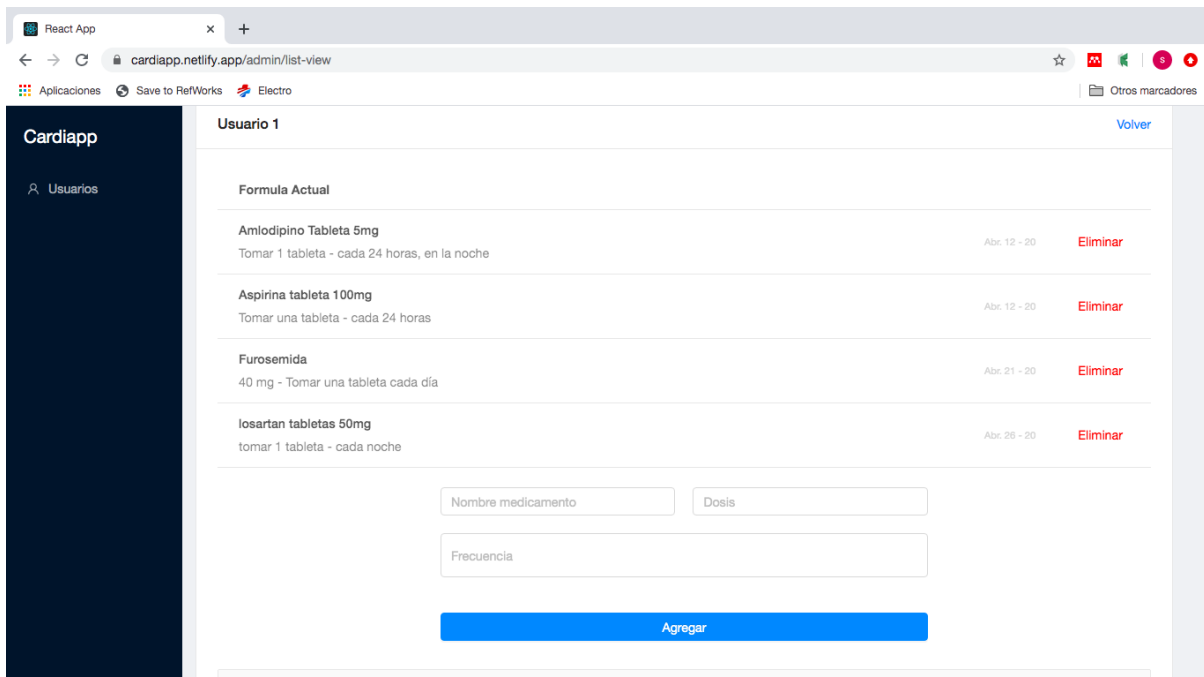
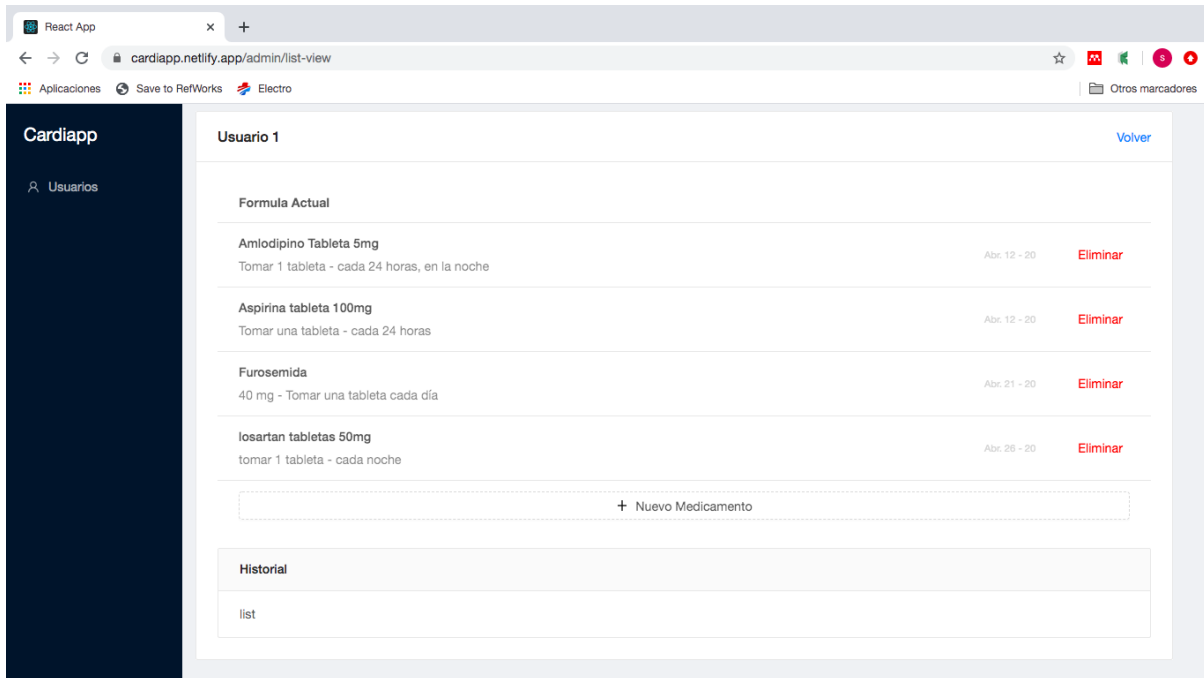


La aplicación móvil tiene uso exclusivo para pacientes. Para el seguimiento medico existe el enlace web de la aplicación, la cual es de uso exclusivo para médicos con experiencia en clínica de falla cardiaca.

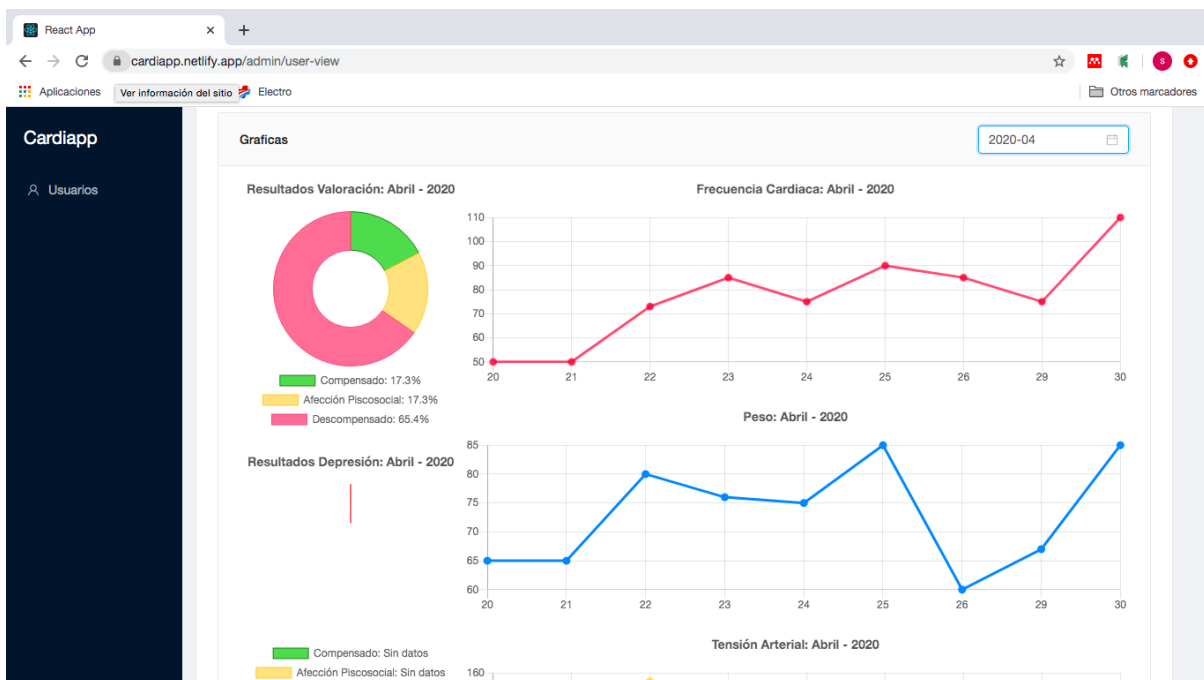
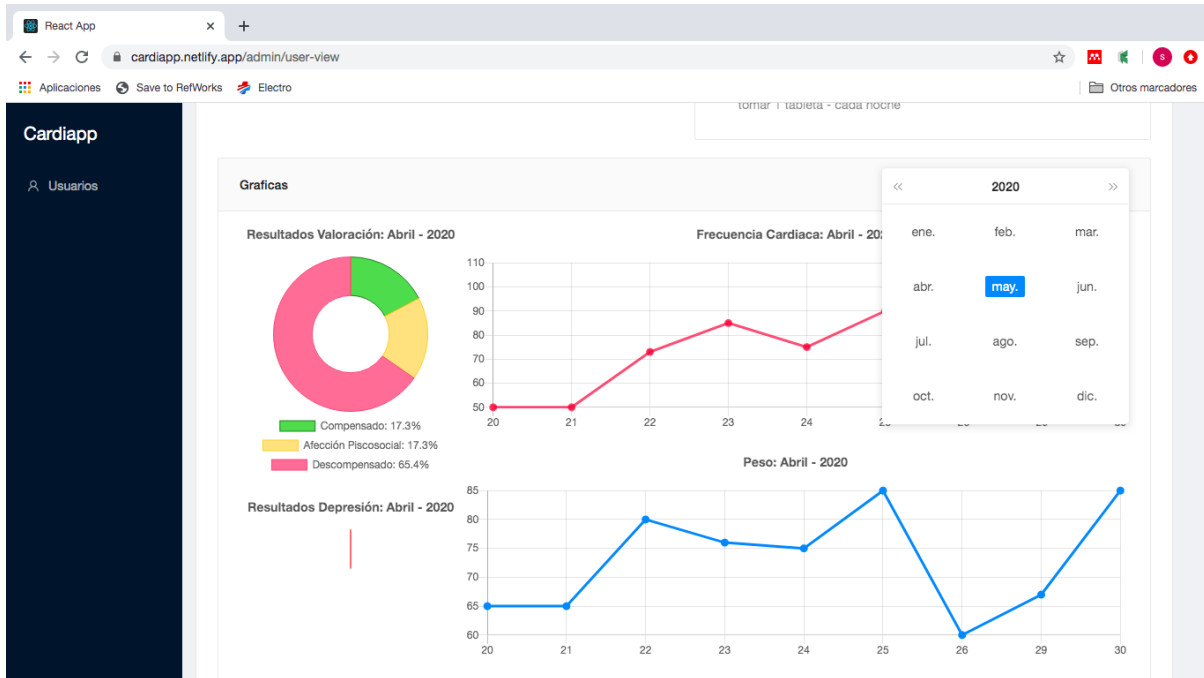
Una vez ingresado, se presenta una lista con el nombre de los pacientes asignados, en orden según la presencia y cronicidad de aparición de alertas en sus respectivas aplicaciones móviles.

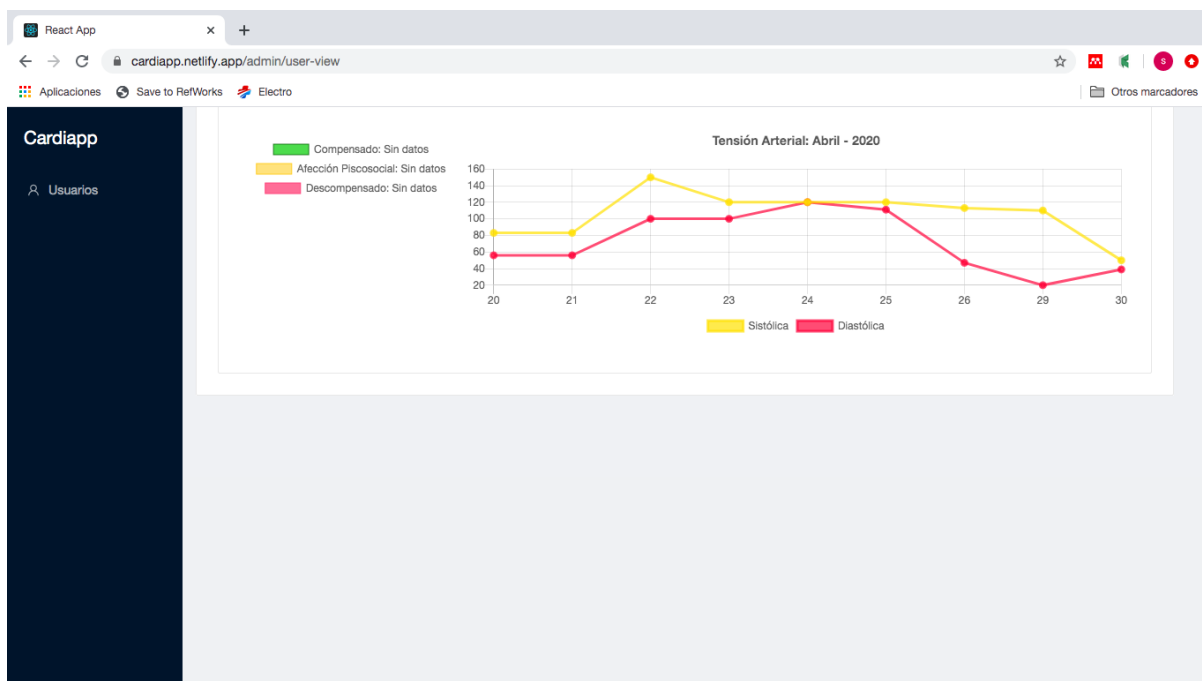


Al ingresar al perfil de cada paciente, se despliega la información de sus datos personales y la fórmula de sus medicamentos, con la posibilidad de editarla y que los cambios se reflejen de manera inmediata en la aplicación móvil del paciente. Igualmente podremos ver historial de dosis de medicamentos tomados por el paciente para valorar su completa adherencia al manejo.



Además, se mostrarán las gráficas e historial de cada una de las variables ingresadas por el paciente en su aplicación móvil.





3. *Desarrollo*

Para la fase de desarrollo, como investigadores principales discutimos las ideas, objetivos y necesidades de la aplicación móvil y la aplicación web con el asesor temático y el ingeniero y se eligió el nombre “CardiApp” para la aplicación. Se diseñó el logo y las interfaces que fueron siendo modificadas en reuniones quincenales. La plataforma en la que se creó la aplicación fue diseñada desde cero, sin basarse en una previa, con algoritmos propios según la información obtenida en la fase de análisis y clasificando al paciente según los resultados ingresados en cada uno de los cuestionarios, como se explicó en la fase de diseño. El papel de los investigadores principales fue tener la base teórica en cuanto a la evaluación integral del paciente con falla cardiaca y los abordajes basados en la evidencia sobre los cuales puede intervenir un médico cardiólogo tratante tempranamente. Una vez obtenida la información, posteriormente diseñar las aplicaciones para hacerlas llamativas y accesibles para el tipo de población, plasmándolas en papel y explicándolas al ingeniero para su montaje en sistemas, con reuniones quincenales para procurar que lo propuesto sea lo que quede plasmado en el demo final.

- *Especificaciones técnicas del diseñador:*

CardiApp es una aplicación hecha con las últimas tecnologías de desarrollo web comúnmente utilizadas hoy en día. La aplicación básicamente se compone en el desarrollo móvil (Android, IOS), desarrollo web, y el servidor que es usado para guardar los datos ingresados.

En el desarrollo móvil se utilizaron herramientas como Xcode para la compilación de aplicación para dispositivos con IOS y Android Studio para la compilación de la aplicación para dispositivos Android. El lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de las aplicaciones es React Native el cual es un Framework JavaScript que usa elementos nativos de los sistemas operativos móviles para ejecutar las funcionalidades requeridas.

En el desarrollo web que es utilizado para visualizar las vistas del lado del cliente como el dashboard de administrador, fue desarrollado con ReactJs para la funcionalidad dinámica para las vistas (formularios, gráficas, calendario, listas) en conjunto con GraphQL, un librería JavaScript encargada de la configuración de la comunicación entre el cliente y el servidor, la cual también una de sus ventajas es guardar y mostrar los datos en tiempo real (Ej. guardar una lista, e inmediatamente los cambios se ven reflejados para todos sin necesidad de recargar la página).

Como parte de la funcionalidad de la aplicación en el manejo de manipulación y consulta de la base de datos es utilizado de parte del cliente el Framework, JavaScript, GraphQL en conjunto. La aplicación utiliza un servicio en la nube para manejar estos datos el cual es Heroku, con el cual manejamos los ambientes de desarrollo para testear las aplicaciones y en un futuro hacer el lanzamiento al público. En conjunto para el testeo, el manejo de registro de usuarios y administrador es controlado por el servicio de google firebase y para el control y consultas de tablas SQL es usado el servicio de Hasura el cual es usado en conjunto con GraphQL Configurados con Heroku.

El código de la aplicación está alojado en GitHub el cual es una herramienta que permite a los desarrolladores versionar el proyecto y hacer más fácil hacer los cambios requeridos. Para el despliegue de la aplicación en un dominio (URL) y poder ver su contenido se utiliza un servicio de alojamiento de sitios web en la nube llamado Netlify, con este servicio se puede desarrollar y comprobar los cambios inmediatamente después de haberlos hechos, trabaja en conjunto con GitHub y Heroku App.

Fuente de todas las tecnologías usadas descritas anteriormente:

- <https://developer.apple.com/xcode/>
- <https://es.reactjs.org/>
- <https://reactnative.dev/>
- <https://graphql.org/>
- <https://www.netlify.com/>
- <https://www.heroku.com/>
- <https://hasura.io/>
- <https://firebase.google.com/?hl=es>

4. *Pruebas*

Se citarán 10 individuos de diferentes grupos etarios y sin profesión dentro del área de la salud y a 4 cardiólogos, a los cuales se les enseñará el demo de la aplicación realizada en conjunto con un ingeniero a través de una plataforma de Android. Después de usarla, se les aplicará una encuesta en donde deberán indicar el grado de satisfacción, aplicabilidad y sugerencias de corrección de esta para así tener un diseño final del demo de la aplicación móvil que posteriormente se buscará implementar en el ámbito clínico a futuro.

Las preguntas que se aplicarán a los pacientes son:

- ¿Le Resultó fácil usar la aplicación?
- ¿Conocía una aplicación como esta?
- ¿Le fue sencillo diligenciar los cuestionarios y revisar su fórmula?
- ¿Cree usted que esta aplicación logrará un mejor control de su enfermedad?
- ¿Recomendaría una aplicación como esta?

Las preguntas que se aplicarán a los cardiólogos son:

- ¿Le Resultó fácil usar la aplicación?
- ¿Conocía una aplicación como esta?
- ¿Le fue sencillo manejar el aplicativo web para ver las alertas y formulas de sus pacientes?
- ¿Cree usted que una aplicación como esta lograra un mejor control de la enfermedad en sus pacientes?
- ¿Recomendaría la implementación de una aplicación como esta en su practica diaria?

5. *Entrega*

Por último, en la fase de entrega, posterior al diseño general de la Aplicación móvil y el enlace web basados en la rigurosa revisión de literatura científica, de desarrollar la plataforma en conjunto con un ingeniero de sistemas especializado en esta área, de verificar la funcionalidad de la Aplicación móvil junto con el enlace web, de presentar el demo de la aplicación móvil con enlace web tanto al personal asistencial destinado para el uso de la misma como a los pacientes cuyo diagnostico de insuficiencia cardiaca los hace elegibles para ser usuarios de esta plataforma y de realizar una encuesta para valorar su facilidad de uso, funcionalidad y aplicabilidad en la practica clínica, se realizara una presentación de la aplicación móvil con enlace web a los asesores metodológicos de la universidad para la cual se presenta el proyecto, encabezados por un especialista en el área de la salud y de ingeniero de sistemas especialista en gerencia de proyectos para la aprobación del demo seguido de la publicación de este documento.

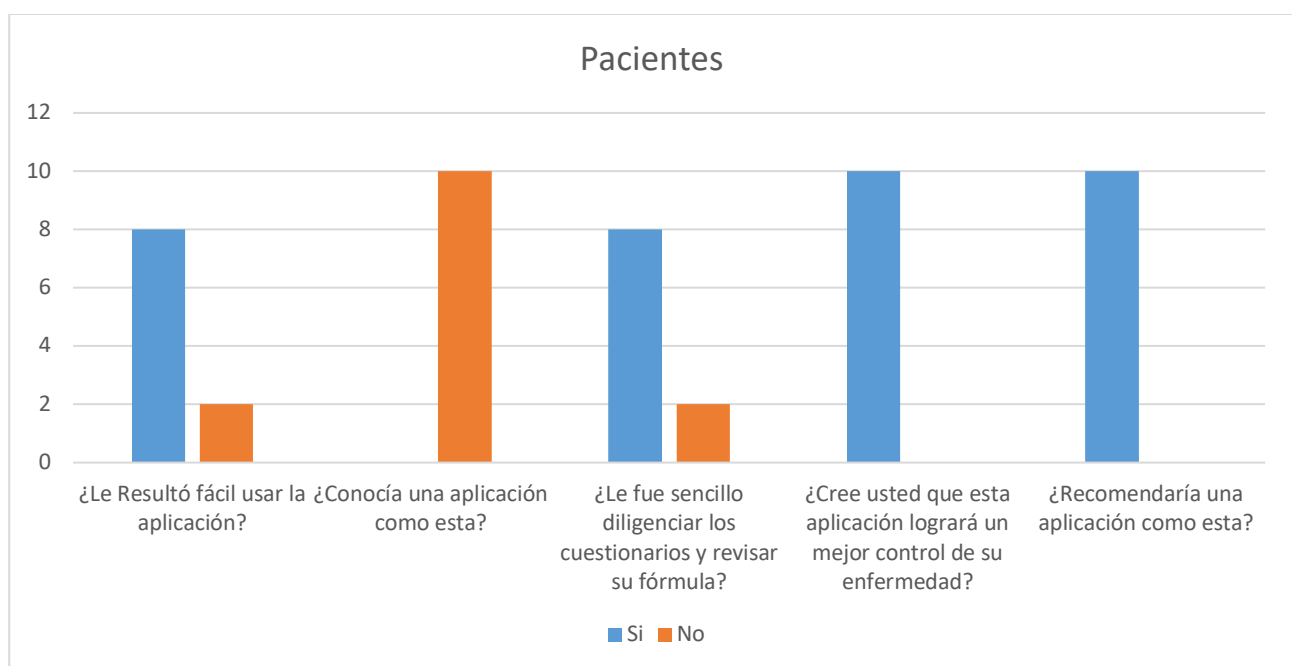
Aspectos éticos

El presente trabajo respetará los principios éticos promulgados en la declaración de Helsinki de la Asamblea Médica Mundial y la normatividad local.

No se realizará ningún tipo de intervención, por lo cual no hay riesgos en este trabajo de investigación.

Resultados

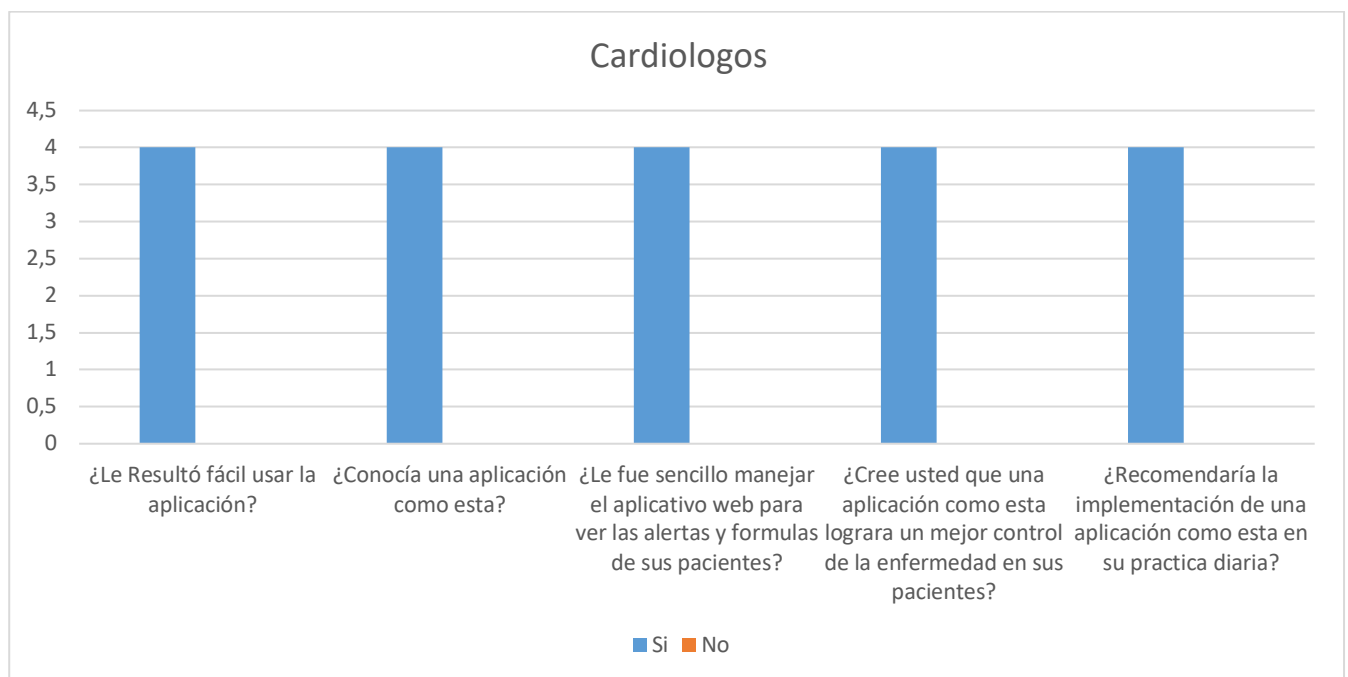
Para evaluar la posibilidad de implementación del aplicativo web y móvil en la practica clínica diaria de profesionales de cardiología y en la vida de los pacientes logrando generar un impacto, se realizo una encuesta a 10 pacientes con diagnostico de falla cardiaca (anexo 1) y a 4 cardiólogos clínicos con experiencia en consulta de clínica de falla cardiaca (anexo 2). Dificultades para entrevistar pacientes durante la pandemia también afecto la cantidad de pacientes encuestados lo que podría sesgar el resultado final del estudio, sin embargo, se obtuvieron los siguientes resultados:



La población de pacientes a la que se le aplico la encuesta incluyó 10 pacientes de los cuales dos eran mayores de 80 años, y los restantes 8 se encontraban en rango de 65 a 79 años siendo la media 73 años. En cuanto a los resultados, empezando con la facilidad para el uso del aplicativo móvil, donde solo dos personas correspondientes al 20% mostraron dificultades en su uso los cuales fueron los pacientes de mayor edad. Siguiendo con si conocían una aplicación similar, el 100% de los pacientes refiere no conocer una aplicación similar al demo planteado en este estudio, con la facilidad para diligenciar cuestionarios y revisión de formulas, los mismos dos pacientes correspondientes al 20% que mostraron dificultades con el uso de la aplicación mostraron dificultades para poder revisar su formula medica, finalmente las ultimas dos preguntas del cuestionario fueron positivas en el 100% de la población, reflejando que el total de los encuestados consideran que una aplicación como esta

puede lograr mejor control de su enfermedad al igual que la recomendarían a demás pacientes con su misma patología para el control de esta. Cabe aclarar que 6 de 10 pacientes (principalmente los de mayor edad) tenían un cuidador que se logro desenvolver de forma fluida por el aplicativo móvil, como ayuda a pacientes adultos mayores cuyo empalme con la tecnología es mas complejo.

Siguiendo con la encuesta realizada a cardiólogos clínicos con experiencia en clínica de falla cardiaca, este arrojo los siguientes resultados:



El 100% de los cardiólogos encuestados mostro facilidades para navegar por el aplicativo web, para ver las alertas y poder generar modificaciones en las formulas de sus pacientes. Igualmente, el 100% de los cardiólogos encuestados considera que un aplicativo como este puede generar mejor control de la enfermedad de sus pacientes e igualmente recomendarían la aplicación a demás colegas en su practica diaria. Finalmente, el 100% de los cardiólogos encuestados refiere conocer otras aplicaciones similares que buscan también detección temprana de signos y síntomas clínicos que disminuyan el riesgo de descompensación en su enfermedad de base, aclarando que unos son mas invasivos (por lo que su aplicabilidad esta mas reducida) o no se enfocan directamente en el control de pacientes con falla cardiaca como diagnostico principal, por lo que estas no se pueden comparar entre si.

Discusión

La insuficiencia cardiaca es una enfermedad muy prevalente con una alta carga de morbilidad y mortalidad la cual llega incluso a 50% a 5 años lo que la convierte en un problema de salud pública por los costos que esta genera anualmente al sistema de salud (6)(8). A pesar de la gran iniciativa y relevancia que se le presta a la enfermedad por las organizaciones en salud y por parte de médicos y especialistas en cardiología sobre el control y seguimiento estricto de la enfermedad, la tasa de descompensaciones, hospitalización y mortalidad sigue en aumento, con proyecciones de incremento en prevalencia hasta del 120% para el año 2030 (2).

El uso de nuevas tecnologías en medicina y la implementación tanto de la telemedicina como del “Ehealth” a través de aplicaciones móviles de teléfonos inteligentes, ha permitido mejorar la cobertura en salud y un mayor control de una enfermedad en particular por parte del paciente, logrando desenlaces importantes tanto en disminución de hospitalización como en aumento de sobrevida (60)(81).

En cardiología, la implementación de esta estrategia se cobija bajo el nombre de “Telecardiología”, incursionando en el manejo de pacientes con dispositivos médicos tales como marcapasos o cardiodesfibriladores y manejo en ámbito ambulatorio como en el control de pacientes en rehabilitación cardiaca por enfermedad coronaria. En múltiples estudios ésta ha sido determinante en el aumento de sobrevida en estos pacientes y disminución de hospitalización, además de mayor cobertura incluso a zonas rurales apartadas en donde el acceso a un centro de salud no es oportuno o se torna difícil (75,77,79).

La telecardiología por medio de aplicaciones móviles, ha planteado un modelo funcional que busca lograr un seguimiento estrecho mediante el registro diario de variables vitales, registro de síntomas referidos por el paciente y recordatorios, además de una lista completas sobre dosis, frecuencia y vía de administración de los medicamentos del paciente para el control de su patología, logrando así un control continuo y estricto por parte del médico y una mayor sensibilización del paciente en cuanto a su enfermedad, mayor responsabilidad y participación sobre su manejo(76)(77)(78).

A pesar de que la literatura ha mostrado en los últimos años que la implementación de esta tecnología en cardiología puede ser útil y traer desenlaces beneficiosos al paciente, médico e instituciones prestadoras de servicios en salud, esta no se ha implementado ampliamente en nuestro medio, por lo

que con el desarrollo de esta aplicación queremos incursionar como pioneros dentro de la Ehealth y la telecardiología en el manejo de pacientes con insuficiencia cardiaca en una institución de salud en la ciudad de Bogotá.

“CardiApp” es un demo de aplicación para teléfonos móviles inteligentes que busca orientar al paciente al reconocimiento temprano de los síntomas orgánicos de descompensación de su enfermedad y de depresión como factor no orgánico importante en la adherencia y control adecuado de la insuficiencia cardiaca (34)(35). También busca generar una herramienta para los profesionales en salud y más enfocado al cardiólogo de clínica de falla cardiaca para un seguimiento y atención oportuna de sus pacientes, logrando una forma práctica, segura, asequible, costo efectiva y eficaz, mejorando desenlaces clínicos en nuestros pacientes con disminución de hospitalización, mejora de calidad de vida y finalmente disminución en mortalidad como desenlace fuerte en el manejo de este tipo de pacientes.

Esta aplicación que no busca realizar intervenciones farmacológicas, se basa en el automonitoreo, en donde el paciente genera un registro diario de variables vitales además de cuestionarios en donde se exponen los principales síntomas de descompensación de la enfermedad que busca retroalimentar una segunda aplicación Web que únicamente será manejada por el médico tratante en donde este podrá registrar el manejo farmacológico del paciente, además de graficar las variables vitales que el paciente registra día a día y recibir alertas cuando alguno de los cuestionarios diligenciados por el paciente sugieren una descompensación de su enfermedad, dando al paciente una información oportuna y objetiva sobre cuándo debería realmente consultar a una institución de salud.

El demo de la aplicación se probó con 10 pacientes a los cuales se les practicó una encuesta en donde buscamos demostrar la funcionalidad de la aplicación desde la perspectiva del paciente teniendo en cuenta la facilidad de uso de la aplicación por este, el conocimiento de esta tecnología o uso de esta previamente y sobretodo si el paciente considera que esta aplicación impacta de forma positiva en el manejo de su enfermedad.

Los resultados de la encuesta diseñada para pacientes mostro resultados positivos en sus 5 ítems evaluados, demostrando la facilidad en su uso para su posible futura implementación. Igualmente, mostro que la totalidad de los pacientes evaluados recomendarían el aplicativo considerando que esta es beneficiosa para el control de su enfermedad. Llama la atención que ninguno de los pacientes encuestados conocía alguna plataforma digital, ya fuera por medio de aplicación móvil o de aplicación

web lo cual es llamativo principalmente porque estamos en una era en donde la globalización y la digitalización de la medicina se ha tomado nuestro día a día, pero al mismo tiempo es satisfactorio saber que a pesar de esto, la aplicación tuvo buen acogimiento y fue de fácil manejar, lo cual es importante no solo porque estamos hablando de población adulta mayor cuyo acople a la tecnología y su rápido avance ha sido mas difícil, lo cual va de la mano con los ítem iniciales de nuestra encuesta y es lograr una aplicación amigable y de fácil manejo para cualquier paciente que desee en un futuro utilizarla con su implementación.

En cuanto a la encuesta practicada a los profesionales en cardiología con experiencia en clínica de falla cardiaca los resultados también fueron muy positivos, en donde a pesar del conocimiento de otras aplicaciones similares en el manejo de pacientes con patologías en el ámbito de la cardiología así como de otras aplicaciones para el monitoreo de otras patologías, el demo del aplicativo que llamamos “CardiApp” es un concepto innovador, ya que permite al mismo paciente hacer un seguimiento de su enfermedad de forma global y poder detectar de forma temprana los pequeños cambios que podrían significar grandes problemas a futuro, así como generar compromiso en el manejo apropiado de su enfermedad para disminuir el riesgo de complicaciones, e igualmente una plataforma de seguimiento web en donde el medico tratante puede monitorizar a su pacientes y dar tanto indicaciones como alertas para el paciente, razón por la cual el 100% de los cardiólogos encuestados consideran que esta aplicación tanto en su formato web como para teléfonos móviles inteligentes es una herramienta útil para el manejo de sus paciente, lo recomendarían a sus colegas y consideran que de implementarse podría generar un mejor control de la enfermedad de sus pacientes de la clínica de falla cardiaca.

Finalmente, desde nuestro punto de vista como investigadores y basados en los resultados obtenidos en las encuestas practicadas en relación al uso del demo de la aplicación móvil para pacientes y del enlace web para profesionales de la salud de clínica de falla cardiaca y teniendo en cuenta la revisión exhaustiva a la literatura sobre el Ehealth o salud digital, recomendaríamos la implementación de este proyecto en la practica clínica, esto debido a la investigación que se llevo a cabo en donde estudios a largo plazo podrían mostrar los desenlaces positivos demostrados en otras aplicaciones móviles similares los cuales son la disminución de costos para el sistema de salud en enfermedades prevalentes, disminuir hospitalización y a largo plazo poder impactar en mortalidad.

Conclusiones

En conclusión, “CardiApp” es un aplicativo web y móvil que demuestra ser una buena alternativa para el automonitoreo y el control de la falla cardiaca. Reflejado tanto en los estudios citados, los cuales han demostrado que la revolución tecnológica de la medicina impacta en beneficio de los pacientes y ratificado en las encuestas practicadas tanto al personal de salud como a los pacientes candidatos a su uso, cuyos resultados demuestran que “CardiApp” podría lograr un mejor control y seguimiento mas cercano de los pacientes con diagnostico de insuficiencia cardiaca.

Lo anterior basado principalmente en el concepto del seguimiento continuo, en donde el medico puede tener contacto directo con su paciente la mayor parte del tiempo y estar atento a los cambios en sus síntomas para realizar un abordaje oportuno, pero también basados en el concepto de empoderamiento, en el que el paciente lleve un registro juicioso y ordenado de sus síntomas y la toma de sus medicamentos lo que a su vez también logra una detección temprana y un abordaje oportuno de la posible descompensación de su patología.

También, resaltar la importancia de la globalización y modernización de la medicina y la implementación del llamado “Ehealth” la cual por diferentes estudios ha mostrado que su implementación como herramienta para profesionales en salud ha logrado disminuir hospitalizaciones por cualquier patología, ya que tenemos un mejor control y seguimiento de nuestros pacientes y además podría a largo plazo impactar en mortalidad.

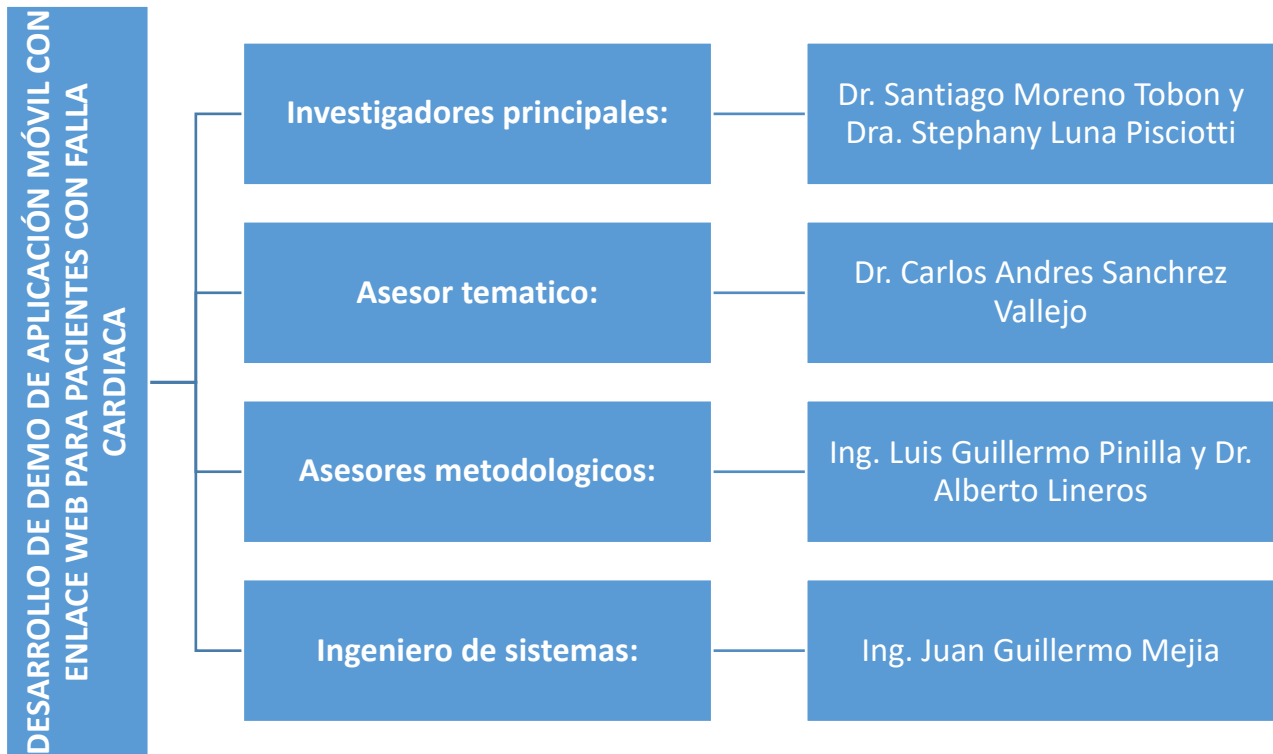
En base a los resultados y premisas anteriormente planteadas y desde nuestro de punto de vista como investigadores y profesionales de la salud consideramos que los puntos previamente mencionados son justificación suficiente para en un futuro pensar en llevar este demo de aplicación a una fase de desarrollo y masificación, para así poderlo integrar a la practica clínica, esperando generar un impacto en la población a la que se implemente con una meta final y es disminuir costos al sistema de salud en enfermedades de alta prevalencia y mas en un país como Colombia en donde los recursos son limitados, todo esto logrado al disminuir el numero de hospitalizaciones por insuficiencia cardiaca descompensada y finalmente poder impactar a largo plazo en la mortalidad de nuestros pacientes con una enfermedad que cobra miles de vidas de forma anual.

Limitaciones

La principal limitante al momento de desarrollar el trabajo ha sido la actual pandemia que vivimos por parte de virus del SARS CoV-2 ya que, al participar como primera línea de atención de pacientes en la unidad de cuidado intensivo, el cronograma propuesto para el desarrollo del trabajo se vio afectado.

La segunda limitante existente en el trabajo, consideramos es la cantidad de cardiólogos clínicos y pacientes con diagnostico de insuficiencia cardiaca encuestados, que por un lado es una muestra pequeña, pero al mismo tiempo al ser tomados de un solo centro de salud, lleva a una homogeneidad en la muestra y unos resultados que podrían estar mas sesgados.

Organigrama



Cronograma de Actividades

Fechas **	2018-1 / 2		2019 -1 / 2		2020 -1 / 2		2021 -1 / 2	
Actividades								
Búsqueda de Bibliografía								
Desarrollo App Demo								
Desarrollo Anteproyecto								
Desarrollo Metodología								
Desarrollo Resultados, Discusión Conclusiones								
Encuesta App								
Entrega Final								

**** 1 / 2 hace referencia a cada semestre del año señalado.**

Presupuesto

Ítem	Valor
Gastos Administrativos (impresiones, memorias, desplazamientos, lapiceros)	100.000 COP
Diseño de Aplicativo	2'000.000 COP
Total	2'100.000 COP

Bibliografía

1. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution. Eur J Heart Fail. 2016;
2. Savarese G, Lund LH. Global Public Health Burden of Heart Failure. Card Fail Rev. 2017;
3. Murray CJL, Lopez AD. Evidence-based health policy - Lessons from the global burden of disease study. Science. 1996.
4. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. European Heart Journal. 2016.
5. Johnson JA, Zineh I, Puckett BJ, McGorray SP, Yarandi HN, Pauly DF. β 1-adrenergic receptor polymorphisms and antihypertensive response to metoprolol. Clin Pharmacol Ther. 2003;
6. Ciapponi A, Alcaraz A, Calderón M, Matta MG, Chaparro M, Soto N, et al. Burden of Heart Failure in Latin America: A Systematic Review and Meta-analysis. Rev Española Cardiol (English Ed. 2016.
6. Efraín Gómez. Capítulo 2. Introducción, epidemiología de la falla cardiaca e historia de las clínicas de falla cardiaca en Colombia. Rev Colomb Cardiol. 2016;23(S1):6---12.
7. Vos T, Flaxman AD, Naghavi M, Lozano R, Michaud C, Ezzati M, et al. Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. Lancet. 2012;
7. Diana Carolina Tamayo, Viviana Alejandra Rodríguez, María Ximena Rojas, Mónica Rincón, Camilo Franco, María Teresa Ibarra, Rodolfo José Dennis. Costos ambulatorios y hospitalarios de la falla cardiaca en dos hospitales de Bogotá. Acta Medica Colombiana Vol. 38 numero 4. Diciembre de 2013.
8. Liao L, Allen LA, Whellan DJ. Economic burden of heart failure in the elderly. Pharmacoeconomics. 2008.
9. KANNEL W. Risk stratification in hypertension: new insights from the Framingham study*1. Am J Hypertens. 2000;

10. Kannel WB, Kannel C, Paffenbarger RS, Cupples LA. Heart rate and cardiovascular mortality: The Framingham study. *Am Heart J.* 1987;
11. Gillman MW, Kannel WB, Belanger A, D'Agostino RB. Influence of heart rate on mortality among persons with hypertension: The Framingham Study. *Am Heart J.* 1993;
12. Kolloch R, Legler UF, Champion A, Cooper-DeHoff RM, Handberg E, Zhou Q, et al. Impact of resting heart rate on outcomes in hypertensive patients with coronary artery disease: Findings from the INternational VERapamil-SR/ trandolapril STudy (INVEST). *Eur Heart J.* 2008;
13. D.M. K, J. L, G.L. J, P. B, A. B, M.D. E. Adverse consequences of high sympathetic nervous activity in the failing human heart. *J Am Coll Cardiol.* 1995;
14. Böhm M. Pathophysiology of chronic heart failure today | Pathophysiologie der Herzinsuffizienz heute. *Herz.* 2002;
15. Umana E, Solares CA, Alpert MA. Tachycardia-induced cardiomyopathy. *Am J Med.* 2003;
16. Flannery G, Gehrig-Mills R, Billah B, Krum H. Analysis of Randomized Controlled Trials on the Effect of Magnitude of Heart Rate Reduction on Clinical Outcomes in Patients With Systolic Chronic Heart Failure Receiving Beta-Blockers. *American Journal of Cardiology.* 2008.
17. Di Palo KE, Barone NJ. Hypertension and Heart Failure: Prevention, Targets, and Treatment. *Heart Failure Clinics.* 2020.
18. Rapsomaniki E, Timmis A, George J, Pujades-Rodriguez M, Shah AD, Denaxas S, et al. Blood pressure and incidence of twelve cardiovascular diseases: Lifetime risks, healthy life-years lost, and age-specific associations in 1·25 million people. *Lancet.* 2014;
19. Williams B, Mancia G, Spiering W, Rosei EA, Azizi M, Burnier M, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Journal of Hypertension.* 2018.
20. Wright JT, Williamson JD, Whelton PK, Snyder JK, Sink KM, Rocco M V., et al. A randomized trial of intensive versus standard blood-pressure control. *N Engl J Med.* 2015;
21. Devereux RB, Wachtell K, Gerdts E, Boman K, Nieminen MS, Papademetriou V, et al. Prognostic significance of left ventricular mass change during treatment of hypertension. *J Am*

Med Assoc. 2004;

22. Thomopoulos C, Parati G, Zanchetti A. Effects of blood pressure-lowering treatment. 6. Prevention of heart failure and new-onset heart failure - Meta-analyses of randomized trials. *Journal of Hypertension*. 2016.
23. Taylor SJ, Pinnock H, Epiphaniou E, Pearce G, Parke HL, Schwappach A, et al. A rapid synthesis of the evidence on interventions supporting self-management for people with long-term conditions: PRISMS – Practical systematic Review of Self-Management Support for long-term conditions. *Heal Serv Deliv Res*. 2014;
24. Chaudhry SI, Wang Y, Concato J, Gill TM, Krumholz HM. Patterns of weight change preceding hospitalization for heart failure. *Circulation*. 2007;
25. Benjamin EJ, Blaha MJ, Chiuve SE, Cushman M, Das SR, Deo R, et al. Heart Disease and Stroke Statistics'2017 Update: A Report from the American Heart Association. *Circulation*. 2017.
26. Barlow J, Wright C, Sheasby J, Turner A, Hainsworth J. Self-management approaches for people with chronic conditions: A review. *Patient Educ Couns*. 2002;
27. Lawn S. Chronic physical illness: self-management and behavioural interventions. *Int J Integr Care*. 2009;
28. Reid M, Clark A, Murdoch DL, Morrison C, Capewell S, McMurray J. Patients strategies for managing medication for chronic heart failure. *Int J Cardiol*. 2006;
29. Jaarsma T, Strömberg A, Mårtensson J, Dracup K. Development and testing of the European Heart Failure Self-Care Behaviour Scale. *Eur J Heart Fail*. 2003;
30. Krumholz HM, Amatruda J, Smith GL, Mattera JA, Roumanis SA, Radford MJ, et al. Randomized trial of an education and support intervention to prevent readmission of patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 2002;
31. Seto E, Leonard KJ, Cafazzo JA, Masino C, Barnsley J, Ross HJ. Self-care and quality of life of heart failure patients at a multidisciplinary heart function clinic. *J Cardiovasc Nurs*. 2011;
32. Moser DK, Dickson V, Jaarsma T, Lee C, Stromberg A, Riegel B. Role of self-care in the patient with heart failure. *Curr Cardiol Rep*. 2012;
33. O'Connor CM, Jiang W, Kuchibhatla M, Silva SG, Cuffe MS, Callwood DD, et al. Safety and

efficacy of sertraline for depression in patients with heart failure: Results of the SADHART-CHF (Sertraline against depression and heart disease in chronic heart failure) trial. *J Am Coll Cardiol*. 2010;

34. Rutledge T, Reis VA, Linke SE, Greenberg BH, Mills PJ. Depression in Heart Failure. A Meta-Analytic Review of Prevalence, Intervention Effects, and Associations With Clinical Outcomes. *Journal of the American College of Cardiology*. 2006.
35. Gehi A, Haas D, Pipkin S, Whooley MA. Depression and medication adherence in outpatients with coronary heart disease: Findings from the heart and soul study. *Arch Intern Med*. 2005;
36. Huffman JC, Mastromauro CA, Beach SR, Celano CM, DuBois CM, Healy BC, et al. Collaborative care for depression and anxiety disorders in patients with recent cardiac events: The management of sadness and anxiety in cardiology (MOSAIC) randomized clinical trial. *JAMA Intern Med*. 2014;
37. Yusuf PS, Hawken S, Ôunpuu S, Dans T, Avezum A, Lanas F, et al. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): Case-control study. *Lancet*. 2004;
38. Lichtman JH, Froelicher ES, Blumenthal JA, Carney RM, Doering L V., Frasure-Smith N, et al. Depression as a risk factor for poor prognosis among patients with acute coronary syndrome: Systematic review and recommendations: A scientific statement from the american heart association. *Circulation*. 2014.
39. Gottlieb SS, Kop WJ, Thomas SA, Katzen S, Vesely MR, Greenberg N, et al. A double-blind placebo-controlled pilot study of controlled-release paroxetine on depression and quality of life in chronic heart failure. *Am Heart J*. 2007;
40. Montón C, Pérez Echeverría MJ, Campos R, García Campayo J, Lobo A. Anxiety scales and Goldberg's depression: an efficient interview guide for the detection of psychologic distress. *Aten Primaria*. 1993;
41. Montón C, Pérez-Echevarría M, Campos R, García Campayo J, Lobo A. Escalas de ansiedad y depresión de Goldberg: una guía de entrevista eficaz para la detección del malestar psíquico. *Aten Primaria*. 1993;
42. Albus C, Jordan J, Herrmann-Lingen C. Screening for psychosocial risk factors in patients with coronary heart disease-recommendations for clinical practice. *Eur J Prev Cardiol*. 2004;

43. Goldberg D, Bridges K. Screening for psychiatric illness in general practice: the general practitioner versus the screening questionnaire. *J R Coll Gen Pract.* 1987;
44. Dunbar SB, Reilly CM, Gary R, Higgins MK, Culler S, Butts B, et al. Randomized Clinical Trial of an Integrated Self-Care Intervention for Persons with Heart Failure and Diabetes: Quality of Life and Physical Functioning Outcomes. *J Card Fail.* 2015;
45. Reilly CM, Butler J, Culler SD, Gary RA, Higgins M, Schindler P, et al. An Economic Evaluation of a Self-Care Intervention in Persons with Heart Failure and Diabetes. *J Card Fail.* 2015;
46. Sherwood A, Blumenthal JA, Koch GG, Hoffman BM, Watkins LL, Smith PJ, et al. Effects of Coping Skills Training on Quality of Life, Disease Biomarkers, and Clinical Outcomes in Patients with Heart Failure: A Randomized Clinical Trial. *Circ Hear Fail.* 2017;
47. O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, Keteyian SJ, Cooper LS, Ellis SJ, et al. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2009;
48. Brodowicz KG, McNaughton K, Uemura N, Meininger G, Girman CJ, Yale SH. Reliability and feasibility of methods to quantitatively assess peripheral edema. *Clin Med Res.* 2009;
49. Lennie TA, Song EK, Wu JR, Chung ML, Dunbar SB, Pressler SJ, et al. Three gram sodium intake is associated with longer event-free survival only in patients with advanced heart failure. *J Card Fail.* 2011;
50. Gheorghiade M, Rossi JS, Cotts W, Shin DD, Hellkamp AS, Piña IL, et al. Characterization and prognostic value of persistent hyponatremia in patients with severe heart failure in the ESCAPE trial. *Arch Intern Med.* 2007;
51. Packer M, Fowler MB, Roecker EB, Coats AJS, Katus HA, Krum H, et al. Effect of carvedilol on the morbidity of patients with severe chronic heart failure: Results of the carvedilol prospective randomized cumulative survival (COPERNICUS) study. *Circulation.* 2002;
52. Packer M, Poole-Wilson PA, Armstrong PW, Cleland JGF, Horowitz JD, Massie BM, et al. Comparative effects of low and high doses of the angiotensin-converting enzyme inhibitor, lisinopril, on morbidity and mortality in chronic heart failure. *Circulation.* 1999;
53. Yusuf S, Pfeffer MA, Swedberg K, Granger CB, Held P, McMurray JJV, et al. Effects of candesartan in patients with chronic heart failure and preserved left-ventricular ejection

fraction: The CHARM-preserved trial. *Lancet*. 2003;

54. McMurray JJV, Packer M, Desai AS, Gong J, Lefkowitz MP, Rizkala AR, et al. Angiotensin-neprilysin inhibition versus enalapril in heart failure. *N Engl J Med*. 2014;
55. Morrison D, Mair FS, Yardley L, Kirby S, Thomas M. Living with asthma and chronic obstructive airways disease: Using technology to support self-management – An overview. *Chronic Respiratory Disease*. 2017.
56. Odlyzko A. Internet pricing and the history of communications. *Comput Networks*. 2001;
57. B M, I de la T-D, M L-C. Mobile Health Applications for the Most Prevalent Conditions by the World Health Organization : Review and Analysis. *J Med Internet Res*. 2013;
58. Athilingam P, Jenkins B. Mobile phone apps to support heart failure self-care management: Integrative review. *Journal of Medical Internet Research*. 2018.
59. Perfetti del Corral M, Silva D, Freire E. Indicadores Básicos de Tenencia y Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en Hogares y Personas de 5 y más años de edad. *Dep Adm Nac Estadística DANE*. 2017;
60. Athilingam P, Labrador MA, Remo EFJ, Mack L, San Juan AB, Elliott AF. Features and usability assessment of a patient-centered mobile application (HeartMapp) for self-management of heart failure. *Appl Nurs Res*. 2016;
61. Huckvale K, Car M, Morrison C, Car J. Apps for asthma self-management: A systematic assessment of content and tools. *BMC Med*. 2012;
62. Demaerschalk BM, Vargas JE, Channer DD, Noble BN, Kiernan TEJ, Gleason EA, et al. Smartphone teleradiology application is successfully incorporated into a telestroke network environment. *Stroke*. 2012;
63. Birkhoff SD, Smeltzer SC. Perceptions of Smartphone User-Centered Mobile Health Tracking Apps Across Various Chronic Illness Populations: An Integrative Review. *J Nurs Scholarsh*. 2017;
64. Seto E, Leonard KJ, Cafazzo JA, Barnsley J, Masino C, Ross HJ. Mobile phone-based telemonitoring for heart failure management: a randomized controlled trial. *J Med Internet Res*. 2012;
65. Saranummi N, Spruijt-Metz D, Intille SS, Korhone I, Nilsen WJ, Pavel M. Moving the science

of behavior change into the 21st century: novel solutions to prevent disease and promote health. IEEE Pulse. 2013;

66. Lewis TL, Boissaud-Cooke MA, Aungst TD, Eysenbach G. Consensus on use of the term “App” versus “Application” for reporting of mHealth research. J Med Internet Res. 2014;
67. Oh H, Rizo C, Enkin M, Jadad A. What is eHealth (3): A systematic review of published definitions. Journal of Medical Internet Research. 2005.
68. World Health Organization. Atlas of eHealth country profiles. The use of eHealth in support of universal health coverage. WHO, Geneva. 2016;
69. Fiordelli M, Diviani N, Schulz PJ. Mapping mhealth research: A decade of evolution. Journal of Medical Internet Research. 2013.
70. Whittaker R. Issues in mHealth: Findings from key informant interviews. J Med Internet Res. 2012;
71. Epstein RS. Mobile medical applications: Old wine in new bottles? Clinical Pharmacology and Therapeutics. 2014.
72. Ifrach B, Johari R. Pricing a bestseller: Sales and visibility in the marketplace for mobile apps. Perform Eval Rev. 2014;
73. Shuren J. The FDA’s role in the development of medical mobile applications. Clinical Pharmacology and Therapeutics. 2014.
74. Santamaría-Puerto G, Hernández-Rincón E. Mobile Medical Applications: definitions, benefits and risks. Salud Uninorte. 2015;
75. Jencks SF, Williams M V., Coleman EA. Rehospitalizations among patients in the medicare fee-for-service program. N Engl J Med. 2009;
76. McLean S, Protti D, Sheikh A. Telehealthcare for long term conditions. BMJ. 2011.
77. S.D. A, F. K, W.T. A. Telemedicine and remote management of patients with heart failure. The Lancet. 2011.
78. Klersy C, De Silvestri A, Gabutti G, Regoli F, Auricchio A. A Meta-Analysis of Remote Monitoring of Heart Failure Patients. J Am Coll Cardiol. 2009;

79. Inglis SC, Clark RA, McAlister FA, Ball J, Lewinter C, Cullington D, et al. Structured telephone support or telemonitoring programmes for patients with chronic heart failure. In: Cochrane Database of Systematic Reviews. 2010.
80. Steventon A, Bardsley M, Billings J, Dixon J, Doll H, Hirani S, et al. Effect of telehealth on use of secondary care and mortality: Findings from the Whole System Demonstrator cluster randomised trial. *BMJ*. 2012;
81. Bergethon KE, Ju C, DeVore AD, Chantelle Hardy N, Fonarow GC, Yancy CW, et al. Trends in 30-Day Readmission Rates for Patients Hospitalized with Heart Failure: Findings from the Get with the Guidelines-Heart Failure Registry. *Circ Hear Fail*. 2016;
82. Sørensen JT, Clemmensen P, Sejersten M. Telecardiología: pasado, presente y futuro. *Rev Esp Cardiol*. 2013;
83. Holly C. Structured telephone support or telemonitoring programmes for patients with chronic heart failure. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*. 2011.
84. Lurie N, Carr BG. The role of telehealth in the medical response to disasters. *JAMA Internal Medicine*. 2018.
85. Hollander JE, Carr BG. Virtually Perfect? Telemedicine for Covid-19. *N Engl J Med*. 2020;
86. Mena L, Ostos R, Aviña V, González Osuna E. Aplicaciones móviles en el sector salud. In 2016.
87. Marcano Belisario JS, Huckvale K, Greenfield G, Car J, Gunn LH. Smartphone and tablet self management apps for asthma. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2013.
88. Palatini P, Julius S. Elevated heart rate: A major risk factor for cardiovascular disease. In: *Clinical and Experimental Hypertension*. 2004.
89. Bohm M, Swedberg K, Komajda M, Tavazzi L, Borer JS, Moyne A, et al. Ivabradine effect on outcomes in patients with systolic heart failure according to the duration of their disease: analysis from SHIFT. *Eur J Hear Fail Conf Hear Fail 2017 4th world Congr acute Hear Fail Fr*. 2017;

Anexos

- *Encuesta a pacientes:*



Encuesta aplicación Demo aplicativo móvil con enlace web Especialización en Medicina Interna – Universidad El Bosque Encuesta de Pacientes:

Edad _____

**Según lo visto en el aplicativo web que se le mostro anteriormente,
cuéntanos: (Marca con una X)**

- a. ¿Le resulto fácil usar la aplicación?

SI	NO
----	----
- b. ¿Conocía una aplicación como esta?

SI	NO
----	----
- c. ¿Le fue sencillo diligenciar los cuestionarios y revisar su fórmula?

SI	NO
----	----
- d. ¿Cree usted que esta aplicación logrará un mejor control de su enfermedad?

SI	NO
----	----
- e. ¿Recomendaría una aplicación como esta?

SI	NO
----	----

- *Encuesta a cardiólogos clínicos:*



**Encuesta aplicación Demo aplicativo móvil con enlace web
Especialización en Medicina Interna – Universidad El Bosque
Encuesta de Cardiólogos Clínicos**

¿Tiene usted experiencia en consulta ambulatoria de clínica de falla cardiaca? _____

Según lo visto en el aplicativo web que se le mostro anteriormente, cuéntenos: (Marca con una X)

- a. ¿Le resulto fácil usar la aplicación?

SI	NO
----	----
- b. ¿Conocía una aplicación como esta?

SI	NO
----	----
- c. ¿Le fue sencillo manejar el aplicativo web para ver las alertas y formulas de sus pacientes?

SI	NO
----	----
- d. ¿Cree usted que una aplicación como esta lograra un mejor control de la enfermedad en sus pacientes?

SI	NO
----	----
- e. ¿Recomendaría la implementación de una aplicación como esta en su practica diaria?

SI	NO
----	----