

Plataforma Life+: Un Entorno Flexible para la Rehabilitación de Pacientes Cardíacos ^{*}

Mariana Falco¹[0000-0002-0959-7435], Gabriela Robiolo²[0000-0001-6865-8499],
and Martín Salaberri³

¹ LIDTUA/CONICET, Facultad de Ingeniería, Universidad Austral
mfalco@austral.edu.ar

² LIDTUA, Facultad de Ingeniería, Universidad Austral
grobiolo@austral.edu.ar

³ Facultad de Ingeniería, Universidad Austral
msalaberri@austral.edu.ar

Abstract. La rehabilitación cardíaca es un programa ambulatorio personalizado de ejercicios físicos y educación, que busca que el paciente pueda mejorar su salud y recuperarse de sus afecciones cardíacas. De esta forma, los Programas de Rehabilitación Cardíaca (PRC) presuponen una mejora de la calidad de vida del paciente; pero desafortunadamente no todos son parte de un PRC, o si lo son, no realizan los ejercicios en su totalidad. En este contexto, el presente artículo introduce Life+, una plataforma de rehabilitación cardíaca domiciliar que busca el seguimiento activo de los pacientes en un contexto de PRC; permitiendo al médico realizar el monitoreo a través de la versión web y al paciente realizar los ejercicios con un sensor de frecuencia cardíaca vinculado a la versión móvil de la aplicación. Además de caracterizar la misma, se describirá un primer análisis de percepción de usabilidad de la aplicación mobile. Finalmente, se esbozarán las conclusiones y el trabajo futuro.

Keywords: Enfermedades cardiovasculares · Rehabilitación cardíaca · Aplicación Web · Aplicación Mobile.

1 Introducción

Las enfermedades cardiovasculares constituyen el principal problema de salud en los países desarrollados [6], y son la primera causa de muerte en el mundo [12]. Según la Organización Mundial de la Salud, alrededor de 17 millones de personas mueren anualmente por enfermedades cardiovasculares [7]. De esta forma, los Programas de Rehabilitación Cardíaca son los que deben ofrecer un planteamiento interdisciplinario que incluya ejercicio físico, pautas de actuación

^{*} Life+ se realizó gracias a fondos de la Universidad Austral. Los autores agradecen a Tomás Iturralde, Ariel Mirra, Gustavo Carvalho, Bruno de Luca, Tomás Pedrozo, Tomás Martínez Fernández e Ignacio Berdiñas quienes participaron activamente del desarrollo.

psicológica, y en los enfermos coronarios, el control de los factores de riesgo en pos de obtener una máxima efectividad [8, 9].

Si bien existe evidencia clara y suficiente de que la calidad de vida relacionada con la salud mejora significativamente, con un descenso en las complicaciones y la mortalidad cercanos al 40% en los pacientes de bajo riesgo [11]; los Programas de Rehabilitación Cardíaca (PRC) son poco utilizados [10]. Las causas de ello son múltiples, y la más recurrente es que los pacientes con alguna enfermedad cardiovascular no cumplen todas las rutinas propuestas, o cumplen una parte y no vuelven a ir al médico para efectivizar el monitoreo.

En este contexto, la prevención es la herramienta más eficaz y eficiente. El presente artículo tiene como objeto presentar una aplicación web y mobile llamada Life+ a través de la cual es posible llevar un seguimiento de la rehabilitación cardíaca de los pacientes, permitiendo la realización de la misma en cualquier lugar y momento, sin la necesidad de acudir numerosas veces a un centro médico ni la presencia de un doctor personalizado.

Life+ busca concientizar sobre la importancia de las rutinas de ejercitación en la recuperación de pacientes con afecciones cardíacas, y asistir a aquellos pacientes que no cuentan con el tiempo o la capacidad de concurrir numerosas veces a un centro médico para realizar su rutina de ejercicios de rehabilitación. Promoviendo, además, comportamientos sanos y su cumplimiento a través de programas de educación con participación activa del paciente en su propio tratamiento. Además de describir la aplicación, se presentarán los resultados de un análisis de usabilidad realizado sobre la aplicación en su versión mobile.

El artículo se estructura como sigue: la sección 2 contextualiza las enfermedades cardiovasculares, los Programas de Rehabilitación Cardíaca y el uso de la tecnología en los mismos. La sección 3 caracteriza Life+, explicando los usuarios, las funcionalidades, las tecnologías, la arquitectura y la interfaz de usuario. La sección 4 aborda el uso de Life+ con pacientes reales, mediante un análisis de usabilidad con pacientes. La sección 5 describe las conclusiones y el trabajo futuro.

2 Rehabilitación Cardíaca

2.1 Enfermedades Cardiovasculares en Cifras

Las enfermedades cardiovasculares son un conjunto de trastornos del corazón y de los vasos sanguíneos. Se clasifican en hipertensión arterial (presión alta), cardiopatía coronaria (infarto de miocardio), enfermedad cerebrovascular (apoplejía), enfermedad vascular periférica, insuficiencia cardíaca, cardiopatía reumática, cardiopatía congénita, y miocardiopatías. Cada año mueren más personas por alguna de estas enfermedades que por cualquier otra causa. La Organización Mundial de la Salud calcula que en 2012 murieron 17.5 millones de personas por enfermedades cardiovasculares, lo cual representa el 30% de las defunciones registradas en el mundo [7].

De esas defunciones, aproximadamente 7.4 millones se debieron a cardiopatías coronarias, y 6.7 millones a accidentes cerebrovasculares. Desafortunadamente,

de aquí a 2030, casi 23.6 millones de personas morirán por alguna enfermedad cardiovascular, principalmente por cardiopatías y accidentes cerebrovasculares. Se prevé que estas enfermedades sigan siendo la principal causa de muerte [12]. En diez años en la Argentina, las muertes por infarto de miocardio crecieron un 18% (de 14.502 a 17.130); esto representa un fallecimiento cada tres episodios de infarto [14]. En la actualidad, muere una persona cada 7 minutos por enfermedades del corazón [13].

2.2 Los Programas de Rehabilitación Cardíaca

Los PRC, cuya creación fue propuesta por la OMS en los años sesenta para mejorar la calidad de vida relacionada con la salud y el pronóstico de los cardiopatas [16], se definen como el conjunto de medidas terapéuticas para el cuidado integral de los pacientes con enfermedades cardiovasculares, considerando su recomendación como útil y efectiva, especialmente en sujetos con enfermedad coronaria e insuficiencia cardíaca crónica (ICC), y son considerados como medidas de prevención secundarias.

Si bien se ha demostrado la eficiencia de los programas, como se mencionaba en la introducción, los PRC son poco utilizados; por lo que se ha establecido un conjunto de medidas propuestas para mejorar el cumplimiento de las recomendaciones sobre los PRC., que incluyen la inclusión y la selección de pacientes como a la estructura, el funcionamiento y el cumplimiento de los objetivos de los programas [6].

El objetivo del programa es que, a corto plazo, el paciente pueda retomar su vida habitual y que, en el largo plazo, modifique sus factores de riesgo coronario para prevenir un nuevo problema cardíaco. Los planes de prevención secundaria reducen la mortalidad, porque es menos probable que el paciente repita el evento [15]. Los componentes claves de la rehabilitación cardíaca son la valoración del paciente, el asesoramiento nutricional, el control de peso, de la presión arterial, el manejo de lípidos, y la diabetes, dejar de fumar, el manejo psicosocial, el asesoramiento de actividad física y el entrenamiento físico [17].

2.3 La Inclusión de la Tecnología en los PRC

La rehabilitación cardíaca puede retrasar o revertir la progresión de la enfermedad cardiovascular. Sin embargo, la aceptación de la rehabilitación cardíaca comunitaria es muy baja. Las soluciones de cardiología electrónica (*e-cardiology*), salud electrónica (*e-health*) y tecnología para el seguimiento y monitoreo de la actividad física han evolucionado rápidamente y tienen potencial en la gestión de las enfermedades cardiovasculares [5].

Una evaluación por cuestionarios fue llevada a cabo para comprender el uso de la tecnología en pacientes que realizan rehabilitación cardíaca [5]. De 310 pacientes, el 97% tenían un teléfono móvil y usaba Internet, el 35% utilizaba los monitores de frecuencia cardíaca y el 68% informó que consideraba importante la monitorización de la frecuencia cardíaca cuando hacía ejercicio en su casa. Los pacientes mostraron interés en el soporte de la rehabilitación cardíaca a

través de internet (77%) y teléfono móvil (68%) [5]. Por lo cual, estos datos demuestran que es posible considerar la tecnología como un medio para el apoyo a los pacientes cardíacos.

De la misma manera, la tecnología mobile tiene el potencial de superar las barreras para acceder a la rehabilitación cardíaca, y pueden ser una herramienta importante para aumentar la participación [18]. En la actualidad, las aplicaciones de salud son cada vez más populares, ya que aproximadamente 1 de cada 5 usuarios de smartphones han descargado una aplicación móvil de salud [20]. De esta forma, la tecnología permite la mejora en la promoción de la salud, y puede influir en los comportamientos saludables en tiempo real [19], potenciando la motivación y la actividad física [21] [22]. Un usuario puede recibir e interactuar con información, registrar y revisar datos, recibir notificaciones, definir alertas y comentarios automáticamente, como así también comunicarse con otros usuarios, proveedores y médicos.

Aplicaciones Existentes Como resultado de una revisión de la literatura, se han encontrado dos aplicaciones llamadas RecuperApp y HAZLO. RecuperApp [23] consiste en una aplicación móvil que soporta el seguimiento de la rehabilitación cardíaca de pacientes del Hospital San Ignacio, ubicado en Colombia, mientras que el proyecto HAZLO [24] tiene como objetivo implementar un servicio basado en telemedicina que posibilite la actividad física, intervención psicológica y control de factores de riesgo cardiovascular, mediante un control del paciente con equipamiento de monitorización.

También tiene en consideración los pacientes que se encuentran en la fase III para poder seguir monitoreando su salud y que desarrollen el hábito de ejercitación controlada. A diferencia del proyecto RecuperApp, se emplea un sensor para la obtención de información sobre el paciente en vez de requerir una interacción propia del usuario para poder obtener dichos datos relevantes. En comparación con la aplicación HAZLO, no es necesario el hecho de proveer al paciente con un celular, ya que se toma como necesidad el hecho de que el paciente tenga un smartphone y pueda instalarle la aplicación.

3 Life+

El proyecto Life+ es una plataforma de rehabilitación cardíaca desarrollada para monitorear el ejercicio físico de los pacientes cardíacos ambulatorios, los cuales pueden ser realizados en cualquier lugar. La aplicación en su versión mobile (ver Figura 1) despliega una serie de rutinas, previamente cargadas por un grupo médico, que serán realizadas por el paciente durante el transcurso de su rehabilitación. El sistema recolecta datos sobre la frecuencia cardíaca a través de un sensor cardíaco administrado por el paciente, con el fin de obtener información sobre el estado físico del paciente durante su rehabilitación (ver Figura 1). Dicha información puede ser visualizada por un grupo médico a través de una interfaz web (ver Figura 2) para obtener un informe sobre estado de salud del mismo y asignar nuevas rutinas.

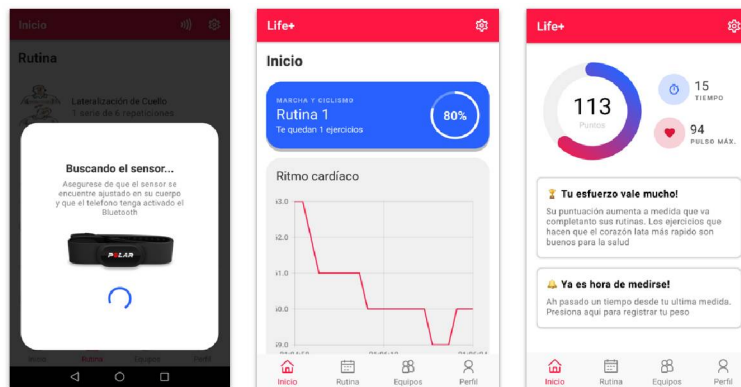


Fig. 1. Versión mobile de Life+. a) Conexión con el sensor, b) Widget con el progreso de la rutina de ejercicios, c) Nuevo inicio de rutina.

Al ser una aplicación mobile/web (ver Figura 2), puede ser utilizada en computadoras, dispositivos móviles o tablets. Para el uso de la misma entonces, es necesario tener conexión a internet y un smartphone por parte de los usuarios pacientes o una computadora para los médicos. Para la versión de los médicos, la aplicación guarda las métricas y esos datos son accesibles mediante la aplicación. El sensor utilizado fue un Polar H10 (ver Figura 1), debido a que tenía un precio accesible para comprarlo y poseía la API pública, lo cual fue clave para conectarse con la aplicación y obtener y registrar las mediciones de frecuencia cardíaca.

3.1 Usuarios

Life+ cuenta con tres tipos de usuarios: los pacientes en rehabilitación cardíaca, los agentes de salud (médicos y kinesiólogos) y los administradores. En primer lugar, los **pacientes** mediante el uso de la versión mobile son la parte más activa de la plataforma, ya que son los encargados de brindar la información necesaria para que el equipo médico pueda llevar un seguimiento del estado de rehabilitación y asignar nuevas rutinas.

La plataforma mobile contiene las siguientes funcionalidades (ver Figura 1): una sección de rutinas recomendadas por el médico para el paciente, conexión de un dispositivo de medición de ritmo cardíaco compatible (en este caso, sensor Polar H10), dar inicio a la rutina indicada (las variaciones pueden diferir en los tipos de ejercicios, como el tiempo a realizar cada uno; el paciente debe sincronizar el sensor con la aplicación antes de empezar la rutina, el paciente puede ver una descripción e imágenes ilustrativas de cada ejercicio a realizar, antes de empezar la rutina; una vez comenzada, la rutina se puede pausar, pasar al siguiente ejercicio o terminar; se le muestra al paciente sus datos médicos en tiempo real durante el ejercicio; una vez finalizado el ejercicio aeróbico, se deberá completar la tabla de Borg), historial de rutinas realizadas y sección de perfil de

paciente con datos personales. De la misma manera, al paciente se le muestra un gráfico que compara su estado actual con respecto a la meta de reducción de peso, propuesta por su médico, de forma de estimular la continuación de los ejercicios.



Fig. 2. El médico visualiza los datos de un paciente en la web de Life+.

Luego, los **agentes de salud** mediante el uso de la versión web (ver Figura 2) realizan el control, el seguimiento y la administración de los pacientes; también controlan estadísticas y datos generados por el sistema, a la par de administrar las actividades físicas a realizar por el paciente. La plataforma web para el médico contiene las siguientes funcionalidades: visualización de los pacientes que están en rehabilitación, visualizar información de cada paciente, dar de alta y modificar las rutinas de los pacientes (una rutina se compone de ejercicios, los cuales son precargados en el sistema y tienen una duración fija), visualizar el historial de actividad de un paciente junto con un informe detallado de un paciente a cargo, como así también editar sus datos personales.

Finalmente, el **administrador** es quién se encarga de la gestión de los distintos usuarios, siendo capaz de agregar, modificar y eliminar usuarios del sistema.

4 Tecnologías Seleccionadas

Con respecto al lenguaje back-end, se optó por un paradigma orientado a objetos, utilizando el lenguaje Java. Se seleccionó Spring Framework debido a que, según los requerimientos de la aplicación Life+, era necesario contar con una velocidad suficientemente rápida de escritura y lectura para soportar flujo de datos de múltiples sensores, poder mantener datos estructurados, y es el único que posee rápida integración con swagger para la generación automática de documentación.

Luego, la tecnología elegida para el front-end mobile fue react native, ya que el mismo permitía la integración con Android e IOs requerida, mientras que para la versión web se seleccionó Angular con el fin de lograr la modularización, la separación del comportamiento y la vista, la completa separación del back-end, y además, al ser desarrollado por Google, facilita la resolución de problemas que puedan surgir en el futuro. También, se eligió Firebase Cloud Messaging para el envío de notificaciones desde el backend a la aplicación mobile, el cual es desarrollado por Google y fácilmente integrado a Spring Framework.

5 Arquitectura

Life+ se sustenta en el paradigma orientado a objetos debido a que promueve la estructura modular, la reutilización, la facilidad de mantenimiento, la rapidez de desarrollo, la escalabilidad a futuro y el encapsulamiento (ver Figura 3).

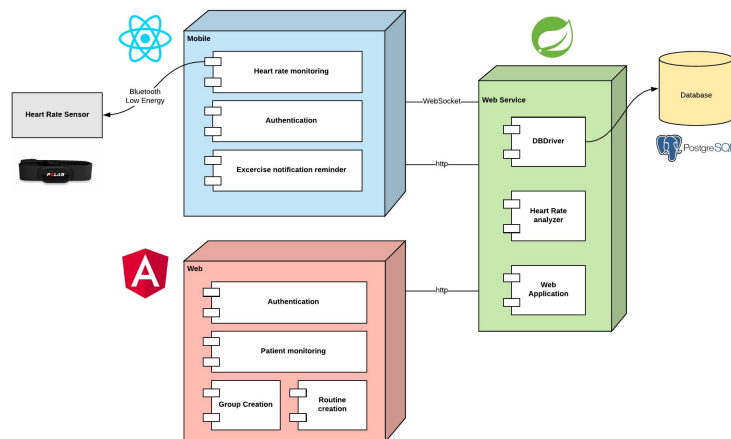


Fig. 3. Diagrama de arquitectura de Life+.

La arquitectura de Life+ tiene una implementación simple de tipo client-server. Posee solo un solo servicio monolítico que se comunica con una base de datos Postgres. De ese servicio van a consumir los dos tipos de clientes:

la aplicación mobile para los pacientes (implementado en React Native) y la web de los médicos (implementado en Angular). En cuanto a los protocolos de comunicación, se usan tanto HTTP y Websockets. El último se utiliza para poder enviar los datos que la aplicación obtiene de las lecturas del sensor de frecuencia cardíaca.

6 Análisis de Usabilidad de Life+

6.1 Medición de Percepción de los Usuarios

Las técnicas embebidas dentro de la Ingeniería de Usabilidad buscan que el producto software en desarrollo logre un nivel alto de usabilidad. En pos de esto, se deben considerar las siguientes etapas: especificación, diseño y evaluación [25]. En el caso de Life+, se focalizó en la tercera etapa debido a que el objetivo era determinar el nivel de usabilidad de la aplicación, buscando determinar sus defectos y ventajas. En este contexto, el test de usabilidad consiste en mostrar al usuario un conjunto de tareas a realizar con la aplicación, al recopilar sus acciones y críticas en pos de un análisis posterior.

Mediante la percepción, se busca determinar qué perspectiva tienen los usuarios con respecto a la aplicación mobile, que es con la cual el paciente interactúa al conectarse al sensor y realizar las rutinas. Para ello se seleccionó un grupo de diez adultos mayores, de entre 54 y 65 años, los cuales tuvieron que interactuar con la aplicación mobile, realizando todas las funcionalidades: login, carga de mediciones de peso, y realización de rutinas de ejercicios. La percepción fue evaluada en los siguientes puntos:

- La aplicación es fácil de utilizar
- Si pudiera, usaría la aplicación con mayor frecuencia
- Solicité ayuda para llevar a cabo las tareas solicitadas
- La aplicación es fácil de usar para cualquier persona con capacidad de manejar una computadora o un sistema
- No es necesario poseer conocimientos previos para efectuar las tareas requeridas
- La aplicación es fácil de aprender y comprender
- Al volver a utilizar la aplicación, es fácil recordar los pasos a seguir
- La aplicación es fiable
- La aplicación es segura, en términos de privacidad
- La aplicación tiene mensajes o instrucciones que son confusos a la hora de realizar una tarea
- La aplicación tiene un número de pasos innecesarios para llevar a cabo cada tarea
- La aplicación es visualmente atractiva
- Me siento a gusto con el uso de la aplicación

6.2 Resultados

Para evaluar los puntos del Cuestionario de Percepción del usuario, en primer lugar se clasificaron los atributos que afectan el nivel de usabilidad. Luego, se asignó una escala de conformidad del 1 al 5 para cada atributo, siendo 1 el índice menos favorable. Las respuestas a cada ítem reciben puntuaciones más altas cuanto más favorables son a la actitud, dándose a cada sujeto la suma total de las puntuaciones obtenidas.

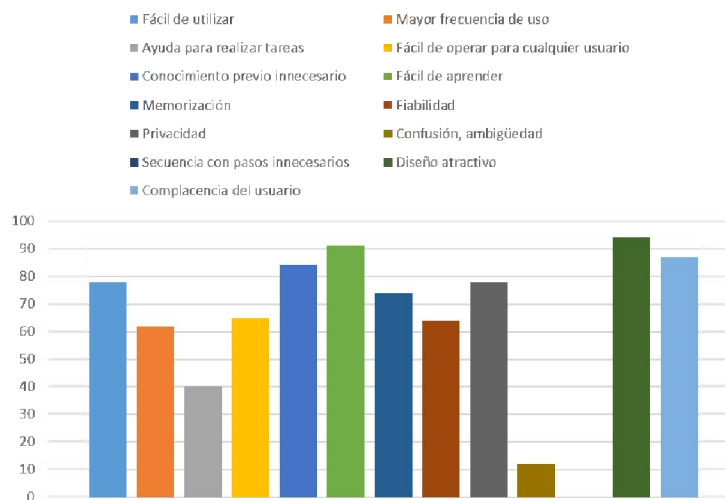


Fig. 4. Diagrama de barras que representa los porcentajes obtenidos por cada ítem de percepción.

La Figura 4 muestra el resumen de los porcentajes obtenidos como resultado para cada uno de los tópicos estudiados. Continuando con el análisis, el 78% de los pacientes dijeron que encontraba la aplicación fácil de usar. Si tuviera la oportunidad, el 62% usaría la aplicación con mayor frecuencia. Si bien el 40% de los pacientes requirieron ayuda para realizar las tareas solicitadas, el 65% consideró que la aplicación era fácil de usar para cualquier persona con capacidad de utilizar un teléfono móvil. También, el 84% consideró que no se requería conocimiento previo para poder realizar las tareas mientras que el 91% de los pacientes mencionó que la aplicación era fácil de aprender y de comprenderla. Ante el caso de un segundo uso de la aplicación, al 74% de ellos les resultó fácil de recordar cómo volver a realizar una rutina de ejercicio.

El 64% de los pacientes consideraron fiable a la aplicación, mientras que el 78% la consideraron segura, en términos de privacidad. Por otro lado, el 12% han encontrado mensajes o instrucciones que no son claros para poder llevar a cabo una tarea (y estuvieron relacionados con el formato en que se cargaban

los datos de los pesos). Ahora bien, ninguno de los participantes expresó que se haya encontrado con un conjunto de pasos innecesarios para llevar a cabo alguna tarea. Luego, el 94% de los pacientes ha considerado elegante o atractivo a la aplicación, denotando una combinación de colores adecuada, tamaños de letra legibles, entre otros. Finalmente, el 87% han estado a gusto con el uso de la aplicación.

Consecuentemente, es factible afirmar que una de las mejores formas de evaluar la usabilidad de un software es poniéndola a prueba con usuarios reales. Observando cómo los usuarios se enfrentaron a tareas interactivas, pudo cuantificarse objetivamente la usabilidad del diseño, contabilizando el número de errores que cometen (eficacia) o midiendo el tiempo que tardan en completarlas (eficiencia). Además, preguntando a los usuarios una vez finalizadas sus tareas, podremos medir la usabilidad subjetiva o percibida, es decir, cómo valoran los usuarios el diseño o cuál es su grado de satisfacción.

7 Conclusiones

Los Programas de Rehabilitación Cardíaca son claves para lograr una mejora significativa de la salud de los pacientes cardíacos. El punto es buscar un medio que permita el control y monitoreo efectivo de las actividades que los pacientes realizan fuera del hospital: alimentación y ejercicio.

Life+ es una aplicación que aborda el segundo punto, permitiendo al paciente realizar el plan de rutinas de ejercicios dictaminado por el médico y tener en su propio teléfono el historial y efectuar el seguimiento de sus avances, tanto en el ejercicio como en la frecuencia cardíaca medida y en el peso.

Consecuentemente, es una herramienta útil de rehabilitación a distancia ya que, además, es posible que el médico esté informado en tiempo real de los avances de cada paciente, lo que disminuye el tiempo entre consulta y consulta. La evaluación realizada permitió delimitar el estado actual de la aplicación móvil en términos de usabilidad, lo cual permitió obtener retroalimentación de los puntos de percepción evaluados, entendiéndolo como un diseño ergonómico para pacientes cardíacos y detectando los puntos de mejora.

Vale destacar que se realizó un análisis de atributos de calidad de Life+ en pos de comprender el estado funcional e implementado de la aplicación para el conjunto de características de calidad que define la norma ISO/IEC 25010 [26].

Como trabajo futuro, se prevé ampliar las funcionalidades de Life+ integrando la historia clínica de los pacientes, incorporando más cantidad de sensores y soportando grandes cantidades de pacientes concurrentes. Dicha ampliación también será objeto de estudio para obtener su nivel de calidad y comparar con los resultados obtenidos en esta iteración de la aplicación.

References

1. Kavanagh T, Yacoub M, Campbell R. Marathon running after cardiac transplantation: a case history. *J Cardiopulmonary Rehabil*, 6 (1986), pp. 16-20.

2. Franklin B, Bonsheim K, Warren J, Haapaniemi S, Byl N, Gordon N. Effects of a contemporary, exercise-based rehabilitation and cardiovascular risk-reduction program on coronary patients with abnormal baseline risk factors. *Chest*, 122 (2002), pp. 338-43.
3. Thompson PD. The benefits and risks of exercise training in patients with chronic coronary artery disease. *JAMA*, 259 (1988), pp. 1537-40.
4. Berkhuisen MA, Nieuwland W, Buunk BP, Sanderman R, Viersman JW, Rispens P. Effect of high versus low-frequency exercise training in multidisciplinary cardiac rehabilitation on health-related quality of life. *J Cardiopulm Rehabil*, 19 (1998), pp. 22-8.
5. Buys, R., Claes, J., Walsh, D., Cornelis, N., Moran, K., Budts, W., ... Cornelissen, V. A. (2016). Cardiac patients show high interest in technology enabled cardiovascular rehabilitation. *BMC medical informatics and decision making*, 16(1), 95.
6. de la Cuerda, R. C., Diego, I. M. A., Martín, J. J. A., Sánchez, A. M., Page, J. C. M. (2012). Programas de rehabilitación cardíaca y calidad de vida relacionada con la salud. Situación actual. *Revista Española de Cardiología*, 65(1), 72-79.
7. Braig S, Peter R, Nagel G, Hermann S, Rohrmann S, Linseisen J.. The impact of social status inconsistency on cardiovascular risk factors, myocardial infarction and stroke in the EPIC-Heidelberg cohort. *BMC Public Health*. , 11 (2011), pp. 104. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-11-104>
8. Yu DS, Lee DT, Woo J. Improving health-related quality of life of patients with chronic heart failure: effects of relaxation therapy.. *J Adv Nurs*. , 66 (2010), pp. 392-403. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2648.2009.05198.x>
9. Volz A, Schmid JP, Zwahlen M, Kohls S, Saner H, Barth J. Predictors of readmission and health related quality of life in patients with chronic heart failure: a comparison of different psychosocial aspects. *J Behav Med*. , 34 (2011), pp. 13-22 <http://dx.doi.org/10.1007/s10865-010-9282-8>
10. García E, Andrés E, De Pablo C, León M. *Cardiología preventiva y rehabilitación*. *Rev Esp Cardiol*. , 63 (2010), pp. 40-48.
11. Maric B, Kaan A, Araki Y, Ignaszewski A, Lear SA.. The use of the Internet to remotely monitor patients with heart failure. *Telemed J Electron Health*. , 16 (2010), pp. 26-33
12. Organización Mundial de la Salud, (s.f.) Enfermedades cardiovasculares. ¿Qué son las enfermedades cardiovasculares?
13. Chavez, K. (29 de septiembre de 2019), En la Argentina, muere una persona cada 7 minutos por enfermedades del corazón, *Diario Infobae*. <https://www.infobae.com/salud/2017/09/29/en-la-argentina-muere-una-persona-cada-7-minutos-por-enfermedades-del-corazon/>
14. Fundación Favaloro, (30 de septiembre de 2019) Las enfermedades del corazón son la primera causa de muerte en el mundo: 7 pasos para mantenerlo sano, <https://www.fundacionfavaloro.org/las-enfermedades-del-corazon-son-la-primera-causa-de-muerte-en-el-mundo-7-pasos-para-mantenerlo-sano/>
15. *Diario La Nación* (10 de marzo de 2009), Un programa de ejercicios físicos mejora la rehabilitación cardíaca, <https://www.lanacion.com.ar/ciencia/un-programa-de-ejercicios-fisicos-mejora-la-rehabilitacion-cardiaca-nid1107168>
16. De Pablo C, Maroto JM. El consentimiento informado en la rehabilitación cardíaca. *Rev Esp Cardiol*. , 52 (1999), pp. 362
17. Balady GJ, Williams MA, Ades PA, Bittner V, Comoss P, Foody JM, Franklin B, Sanderson B, Southard D; American Heart Association Exercise, CR, Prevention Committee tCoCC, American Heart Association Council on Cardiovascular N,

- American Heart Association Council on E, Prevention, American Heart Association Council on Nutrition PA, Metabolism, American Association of C, Pulmonary R . Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs, 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology; the Councils on Cardiovascular Nursing, Epidemiology and Prevention, and Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation*. 2007; 115:2675–2682
18. Beatty, A. L., Fukuoka, Y., Whooley, M. A. (2013). Using mobile technology for cardiac rehabilitation: a review and framework for development and evaluation. *Journal of the American Heart Association*, 2(6), e000568.
 19. Riley WT, Rivera DE, Atienza AA, Nilsen W, Allison SM, Mermelstein R. Health behavior models in the age of mobile interventions: are our theories up to the task? *Transl Behav Med*. 2011; 1:53–71.
 20. Fox S, Duggan M. Mobile health 2012. Pew Research Center's Internet American Life Project [Internet]. 2012 December 7, 2012. Available from: <http://pewinternet.org/Reports/2012/Mobile-Health.aspx>.
 21. Fukuoka Y, Vittinghoff E, Jong SS, Haskell W. Innovation to motivation—pilot study of a mobile phone intervention to increase physical activity among sedentary women. *Prev Med*. 2010; 51:287–289.
 22. Stephens J, Allen J. Mobile phone interventions to increase physical activity and reduce weight: a systematic review. *J Cardiovasc Nurs*. 2013; 28:320–329.
 23. Sánchez Sanabria, J. M. (2016). RecuperApp: aplicación móvil para el seguimiento en la rehabilitación cardíaca de pacientes del Hospital San Ignacio.
 24. HAZLO, (s.f), Implementación y evaluación de un servicio basado en telemedicina para el soporte de programas de rehabilitación cardíaca fase II en régimen e-supervisado, <https://hazlo.telemedicina.isciii.es/home>
 25. M. Mascheroni, C. Greiner, G. Dapozo, M. Estayno. Ingeniería de Usabilidad. Una propuesta tecnológica para Contribuir a la Evaluación de la Usabilidad del Software. 2013. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, 1(4): 125-134.
 26. ISO/IEC 25010, (s.f) <https://iso25000.com/index.php/en/iso-25000-standards/iso-25010>.