



Título: PLATAFORMA DE TELEMONITOREO PARA PACIENTES POSOPEATORIOS

Fecha: Octubre, 0222

Participantes:

- Mariano Noel Benzadón, mbenzadón@icba.com.ar
- Leonardo Seoane, laseoane@icba.com.ar
- Alejandro Aranguren, aranguren@icba.com.ar

Resumen ejecutivo

El problema: El paciente posoperatorio, al ser dado de alta, queda expuesto a una reducción súbita en el apoyo por parte del equipo de salud que no solo le suele generar incomodidad y miedos, sino que también impresiona amenazar su seguridad y frecuentemente retrasa su recuperación. Se estima que un 25% de las muertes postoperatorias ocurren luego del alta, principalmente por eventos cardiovasculares e infecciones detectadas tardíamente. (1) El dolor posoperatorio luego del alta también es un problema que merece ser destacado. La evidencia actual muestra que el 80% de los pacientes operados experimenta dolor y que el 70% de los mismos lo percibe como moderado o severo. (2,3) La ausencia de apoyo y monitoreo luego del alta no solo perjudica a los pacientes, sino que también tiende a sobrecargar al sistema de salud con reinternaciones evitables.

Necesidades no satisfechas: Con el abordaje posoperatorio actual, queda claro que los pacientes necesitan estar mejor acompañados luego del alta. Los pacientes necesitan mayor apoyo luego del egreso sanatorial para poder determinar si su evolución está dentro de lo esperado, gestionar la analgesia adecuadamente y ser instruidos para realizar correctamente las actividades que le permitan una mejor recuperación. Por otro lado, el sistema de salud argentino que está saturado y en crisis requiere de nuevas iniciativas que permitan acortar las estancias intrahospitalarias y reducir las reinternaciones.

Oportunidad: La Argentina es uno de los países de la región con mayor utilización de la telefonía móvil. (4) Los avances tecnológicos en esta área permiten que sea sumamente factible el seguimiento estrecho de los pacientes operados luego del alta. En el mundo, numerosos grupos de trabajo han desarrollado y están testeando diversas plataformas digitales generadas con el propósito de realizar un monitoreo remoto de pacientes que están cursando de forma ambulatoria un postoperatorio reciente. (5) Las primeras experiencias publicadas son sumamente alentadoras con demostrada reducción significativa de las reinternaciones, el dolor excesivo y las consultas por guardia. (5-7) No obstante, aún en los principales países desarrollados, el telemonitoreo posoperatorio solo es implementado en contadas instituciones de vanguardia. Por el momento, la oferta en el mercado argentino de plataformas o aplicaciones específicas para el monitoreo remoto de estos pacientes es escasa o nula. (8)

Nuestro equipo, en colaboración con otras empresas tecnológicas locales ha logrado desarrollar e implementar exitosamente una plataforma de telemonitoreo para pacientes con insuficiencia cardíaca. Esta experiencia satisfactoria la consideramos como una oportunidad ya que nos permite ser optimistas en la posibilidad de generar una plataforma específica para el posoperatorio.

Propuesta: Generar una plataforma de telemonitoreo y acompañamiento terapéutico para pacientes que son dados de alta luego de una cirugía. Esta plataforma digital debería constar de 4 componentes:

1. **Aplicación para pacientes:** La utilizarán principalmente desde su teléfono celular, permitirá entre otras cosas recopilar la información diaria necesaria para el monitoreo, gestionar sus medicamentos, recibir educación sobre su problema de salud, comunicarse con el equipo de salud y recibir instrucciones automatizadas en base a

problemas frecuentes del posoperatorio. Para poder cubrir las necesidades de los pacientes, la aplicación contará con los siguientes módulos:

- a. Módulo de telemonitoreo (incluye registro de síntomas, parámetros fisiológicos y estado de la herida quirúrgica)
 - b. Módulo de analgesia
 - c. Módulo de auto rehabilitación
 - d. Módulo de educación
 - e. Módulo de comunicación con el equipo de salud
 - f. Módulo de registro de eventos
2. **Dispositivos biomédicos asociados.** El paciente, dispondrá de equipamiento biomédico IoT (IoT = Internet de las cosas) hogareño que interactuará con la plataforma en forma autónoma, de manera que el paciente participe mínimamente en la carga de datos diarios. Dependiendo de la magnitud y tipo de cirugía los dispositivos podrán ser los siguientes: tensiómetro, saturómetro, balanza, electrocardiógrafo o glucómetro. Con el propósito de adecuar la plataforma a la realidad socioeconómica de nuestro medio, también brindará la posibilidad de cargar los parámetros fisiológicos medidos de forma manual para aquellos pacientes o sistemas que no puedan afrontar los dispositivos con IoT.
 3. **Centro de procesamiento en la nube:** el centro de procesamiento permitirá analizar automáticamente la información recibida y eventualmente generar alertas al equipo de salud o mensajes automatizados al paciente. Estas respuestas automáticas son claves para poder ayudar al paciente en tiempo real sin necesidad de sobrecargar innecesariamente al equipo de salud.
 4. **Plataforma para el equipo de salud:** Esta plataforma permitirá que el equipo de salud pueda controlar el estado de los pacientes que participan del programa de telemonitoreo. Entre otras cosas, permitirá visualizar las alertas generadas y observar las tendencias de los datos cargados.

Potenciales usuarios: Esta plataforma podría ser potencialmente utilizada por todos los pacientes sometidos a alguna cirugía reciente. Cuanto mayor es la envergadura de la cirugía, más se beneficiarán con este recurso.

Potenciales clientes: Los clientes de esta plataforma podrían ser cualquiera de los efectores de salud que realicen intervenciones quirúrgicas y estén interesados en mejorar la calidad del servicio que ofrecen o disponer de un producto adicional en su cartera. Además, creemos que los financiadores de la salud, podrían ser potenciales clientes ya que la plataforma les permitiría ahorrar costos y descongestionar el sistema. Por último, un tercer grupo de clientes potenciales podrían ser los proveedores de dispositivos, biotecnología, insumos y fármacos que estén interesados en ayudar y fidelizar a sus clientes con esta propuesta innovadora.

Escalabilidad: Para que la plataforma sea exitosa debe permitir que la actividad que llevan a cabo los pacientes no requiera de la intervención o asistencia del equipo de salud en la mayoría de los casos. Para lograr esto, son claves dos aspectos: la autogestión del paciente y la automatización de procesos. La plataforma estará diseñada para fomentar la autogestión y la auto rehabilitación por parte del paciente. El sistema emitirá respuestas automáticas al paciente sobre cómo proceder en base a la hoja de ruta diagramada por tipo de cirugía y a la información

recolectada por el telemonitoreo. Adicionalmente, los algoritmos estarán diseñados también para minimizar la generación de falsas alarmas al equipo de salud y así hacer su trabajo más eficiente.

Potencial Impacto: En el mundo se realizan unos 360 millones de cirugías por año con una tasa anual apropiada de unas 5000 intervenciones cada 100.000 habitantes. (9,10) Esto en Argentina equivaldría a unos 2 millones* de cirugías por año. Cualquier mejora en este proceso que logre ser difundida podría tener potencialmente un alto impacto en la sociedad. La evidencia científica publicada, sugiere que una plataforma de este tipo permitiría mejorar la seguridad y experiencia del paciente, aliviar al equipo médico tratante y reducir la sobrecarga al sistema de salud.

Factibilidad: Nuestro equipo ha logrado desarrollar e implementar exitosamente una plataforma de telemonitoreo para pacientes con insuficiencia cardíaca. Esta experiencia satisfactoria nos impulsa a querer expandir la aplicación de esta estrategia a otro escenario clínico de mayor volumen e impacto como es el posoperatorio. Las necesidades particulares de los pacientes intervenidos quirúrgicamente son muy diferentes a la de los pacientes con disfunción ventricular. Por lo que es claro que debemos generar una plataforma nueva que contemple sus especificidades. Para poder concretar la idea propuesta es necesario disponer de un equipo capacitado en ejecutar las diferentes etapas del proyecto que incluyen el diseño, la programación, el testeado en terreno, la generación de la versión completa, la implementación y posteriormente la difusión en el mercado. Por otro lado, es necesario el respaldo financiero que permita solventar los costos asociados a cada una de estas instancias. Estamos confiados en que disponemos de los recursos necesarios para lograrlo ya que el proyecto forma parte de la hoja de ruta de innovación del Instituto Cardiovascular de Buenos Aires, y está reforzado con alianzas estratégicas con empresas tecnológicas que han acordado acompañarnos en el proyecto.

Conclusión: Estamos convencidos de que los pacientes que están atravesando el período postoperatorio constituyen una población muy numerosa que merece un mejor apoyo luego del alta. Es por esto que deseamos desarrollar una herramienta digital innovadora que permita cumplir con la premisa de darles un mejor servicio. Dada la magnitud del problema y las características de la solución que queremos generar, es probable que de concretarse el proyecto tenga un alto impacto en nuestro sistema de salud, que actualmente se encuentra saturado y desfinanciado. Nuestra experiencia exitosa con el desarrollo e implementación de una plataforma de telemonitoreo en insuficiencia cardíaca nos hace sentir confiados de que contamos con los recursos necesarios para poder concretar exitosamente la idea de innovación que presentamos en este concurso.

(*no hay estadísticas locales para confirmar esta cifra, pero la estimación toma en cuenta valores de países limítrofes publicados por el banco mundial)

Propuesta de Proyecto

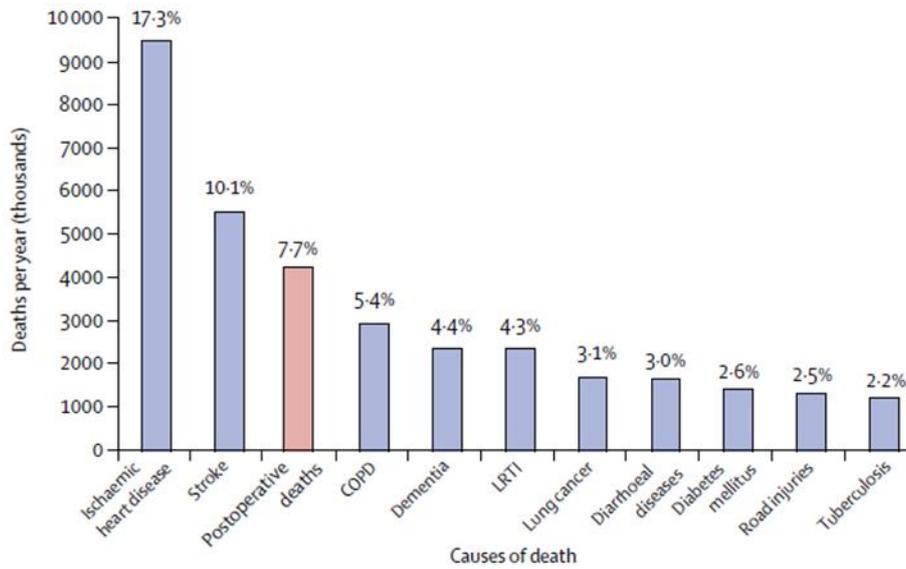
Problema

Magnitud del problema:

Las intervenciones quirúrgicas constituyen uno de los pilares terapéuticos actuales y permiten tratar efectivamente innumerables patologías. De hecho, en el mundo se realizan unos 360 millones de cirugías por año con una tasa anual apropiada de unas 5000 intervenciones cada 100.000 habitantes. (9,10) En base a estos datos, parece correcto afirmar que en Argentina se realizan unos 2 millones* de cirugías por año. *no hay estadísticas locales para confirmar esta cifra, pero la estimación toma en cuenta valores de países limítrofes publicados por el banco mundial

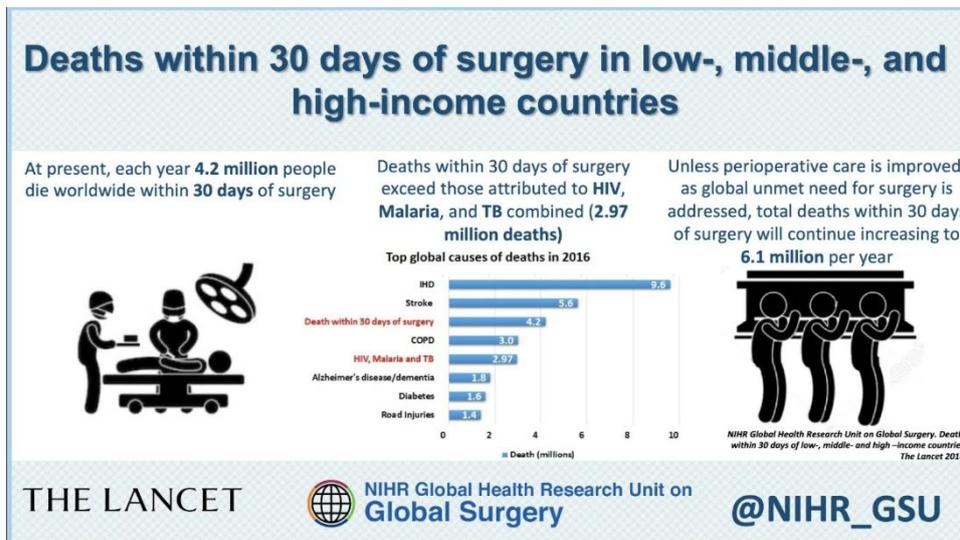
Complicaciones postoperatorias luego del alta: Grandes avances en medicina han hecho que estos procedimientos sean cada vez más seguros, sin embargo, aproximadamente un 2% de los pacientes intervenidos fallecen dentro del mes de la cirugía. (11) Este porcentaje puede parecer bajo, pero dado el gran número de cirugías que se realizan globalmente, la mortalidad posoperatoria constituye una de las principales causas de muerte en el mundo. (12) (ver figura 1) En números absolutos esto constituye aproximadamente 4,2 millones de muerte por año, un 7,7% de todas las muertes globales. (12) (figura 2) Los esfuerzos por prevenir complicaciones se han concentrado en medidas intrahospitalarias dentro de las cuales una de las más importantes es el monitoreo intraoperatorio. En contraste, luego del egreso sanatorial aún no se ha innovado significativamente para generar herramientas que ayuden a prevenir o detectar precozmente posibles complicaciones, principalmente durante los primeros días del egreso sanatorial. El paciente ambulatorio recientemente operado, queda en gran medida con una reducción súbita del apoyo del equipo de salud que no solo le suele generar incomodidad o miedos, sino que también parece amenazar su seguridad. De hecho, se estima que un 25% de las muertes postoperatorias ocurren luego del alta principalmente por eventos cardiovasculares e infecciones. (1) Como es de esperar, las complicaciones que ocurren en el ámbito ambulatorio suelen ser detectadas tardíamente, lo cual reduce las chances de resolverlas con éxito.

Figura 1. Causas de muerte en el mundo en 2016.



Fuente: National Institute for Health Research Global Health Research Unit on Global Surgery. Global burden of postoperative death. Lancet (London, England), 2019, 393(10170), 401.

Figura 2. Muertes globales en números absolutos.



Fuente: National Institute for Health Research Global Health Research Unit on Global Surgery. Global burden of postoperative death. Lancet (London, England), 2019, 393(10170), 401.

Manejo del dolor: El dolor posoperatorio luego del alta también es un problema frecuente. La evidencia actual muestra que el 80% de los pacientes operados experimenta dolor y que el 70% de los mismos lo percibe como moderado o severo. (2,3). Dado que la tendencia actual es abreviar al máximo posible la estancia intrahospitalaria, la carga del manejo del dolor luego de la cirugía está dada principalmente en el paciente ambulatorio. Luego del alta, los pacientes suelen tener dificultades para controlar su dolor debido a una pobre comprensión de las instrucciones recibidas por parte del equipo de salud, o por una indicación analgésica insuficiente. Un mal manejo del dolor puede acarrear consecuencias negativas no solo en su experiencia sino también en su estado de ánimo, relaciones interpersonales e incluso en su productividad. (13) Por otro lado, un inadecuado uso de los fármacos analgésicos puede devenir no solo en un dolor excesivo sino también en graves complicaciones evitables. Es evidente que para mejorar este aspecto es necesario cambiar la forma en la cual acompañamos a los pacientes quirúrgicos luego del alta.

Impacto en el equipo de salud. Los problemas que afectan a los pacientes luego del alta terminan impactando negativamente al equipo de salud. La experiencia de los pacientes y la del equipo sanitario están entrelazadas. No solo por las consecuencias legales de una mala evolución detectada tardíamente, sino también por la sobrecarga de trabajo que esto genera. Por otro lado, cuando los médicos ofrecen su número de teléfono personal para prevenir estos inconvenientes, frecuentemente se ven abrumados por un sinnúmero de mensajes que de no ser contestados tienden a empeorar la situación.

Impacto en el sistema de salud: Las falencias descritas en el seguimiento luego del alta no solo afectan a los pacientes, sino también tienden a sobrecargar al sistema de salud. Las fallas en el acompañamiento y monitoreo ambulatorio tienden a generar reinternaciones y consultas por guardia evitables. En una serie de 237,441 cirugías, la tasa de reinternaciones no programadas fue 11% con gran variabilidad de acuerdo con el tipo de cirugía realizada: vasculares 15%, generales 12.9%, y traumatológicas 7.6%. (14). Según series de Norteamérica, en cirugías de mayor complejidad como la cardíaca, la tasa habitual de reinternación ronda el 18%. (15) Las falencias en el seguimiento

promueven las reinternaciones por varios mecanismos, dentro de los cuales los principales parecen ser una detección tardía de las complicaciones por monitoreo ambulatorio ausente, y un déficit en la adherencia del paciente a las medidas no farmacológicas y farmacológicas por capacitación insuficiente y déficit en la comunicación luego del alta. Dada la gran cantidad de cirugías que se realizan actualmente, las falencias en el manejo del paciente quirúrgico luego del alta tienen un alto impacto en los costos globales de un sistema que además padece desde hace tiempo una crisis de financiamiento.

En resumen, el monitoreo intensivo intraoperatorio que permitió que las cirugías sean más seguras, reduciendo significativamente la mortalidad intrahospitalaria, está ausente luego del alta e impresiona amenazar la calidad de vida y la seguridad de los pacientes recientemente intervenidos y afectar al sistema de salud en su conjunto. Los pacientes necesitan estar mejor acompañados por el equipo de salud luego del alta para poder saber si su evolución está dentro de lo esperado o si requieren de una consulta, gestionar la medicación analgésica adecuadamente y ser instruidos para realizar las actividades adecuadas que les permitan recuperarse en tiempo y forma.

Solución:

Oportunidad actual: Los avances en la tecnología móvil permiten que sea sumamente factible el seguimiento estrecho de los pacientes operados luego del alta. La Argentina es uno de los países de la región con mayor penetración de la telefonía móvil. Tal es así que se calculan 120,2 líneas activas por cada cien personas. (4) El hecho de que la mayoría de las personas posean un teléfono celular y eventualmente otros dispositivos como tensiómetros, balanzas o termómetros, brinda la oportunidad de poder recolectar diariamente información que procesada adecuadamente podría hacer del postoperatorio ambulatorio una experiencia menos traumática y más segura. De hecho, en el mundo, numerosos grupos de trabajo han desarrollado y están testeando diversas plataformas digitales generadas con el propósito de realizar un monitoreo remoto de pacientes que están cursando de forma ambulatoria un postoperatorio reciente. (5) Las primeras experiencias publicadas son sumamente alentadoras con demostrada reducción significativas de las reinternaciones, el dolor excesivo y las consultas por guardia. (5-7) No obstante, aún en los principales países desarrollados, el telemonitoreo posoperatorio aún está poco difundido y solo es implementado en contadas instituciones de vanguardia. Por el momento, la oferta en el mercado argentino de plataformas o aplicaciones específicas para el monitoreo remoto de estos pacientes es escasa o nula. Una encuesta nacional reciente aún no publicada sobre telemonitoreo en Argentina realizada por ACTRA arrojó que solo un 10% de los encuestados dispone de herramientas de telemonitoreo y prácticamente ninguno las aplica para el postoperatorio. (8) Es por esto, que creemos que generar esta solución digital innovadora podría tener un impacto significativo en el mercado de la salud y ayudaría a aliviar un sistema que está sumamente sobrecargado.

En base a lo expuesto en la descripción del problema, queda claro que los pacientes operados luego del alta necesitan una herramienta que los ayude a:

1. **Saber si su evolución está dentro de lo esperado** o deben acudir al equipo de salud. Esto incluye el monitoreo de la evolución de la herida, los síntomas subjetivos y algunos parámetros fisiológicos como la presión arterial, la frecuencia cardíaca, la oxigenación, la temperatura e incluso la actividad eléctrica cardíaca (electrocardiograma), dependiendo del tipo de cirugía realizada. El procesamiento de esta información por algoritmos específicos con respuestas automáticas y en los casos que amerite el contacto por parte del equipo de salud los ayudaría a resolver este punto.
2. **Gestionar su medicación analgésica adecuadamente.** El control adecuado del dolor posoperatorio es clave. Un déficit a este nivel puede tener consecuencias nefastas para el paciente. Además, el uso inapropiado de los analgésicos puede generar complicaciones graves evitables por la aparición de efectos adversos.
3. **Realizar las actividades que aceleren su recuperación** adecuadamente. Esto incluye ejercicios físicos específicos autoadministrados, dieta, control por consultorio y retorno a la actividad laboral.
4. **Comunicarse con el equipo de salud** por un canal formal preestablecido que no sobrecargue al equipo encargado de realizar las cirugías.

Nosotros estamos convencidos que una plataforma digital específicamente diseñada para pacientes operados podría cumplir con las necesidades descriptas anteriormente. Esta plataforma digital debería constar de 4 componentes (figura 3):

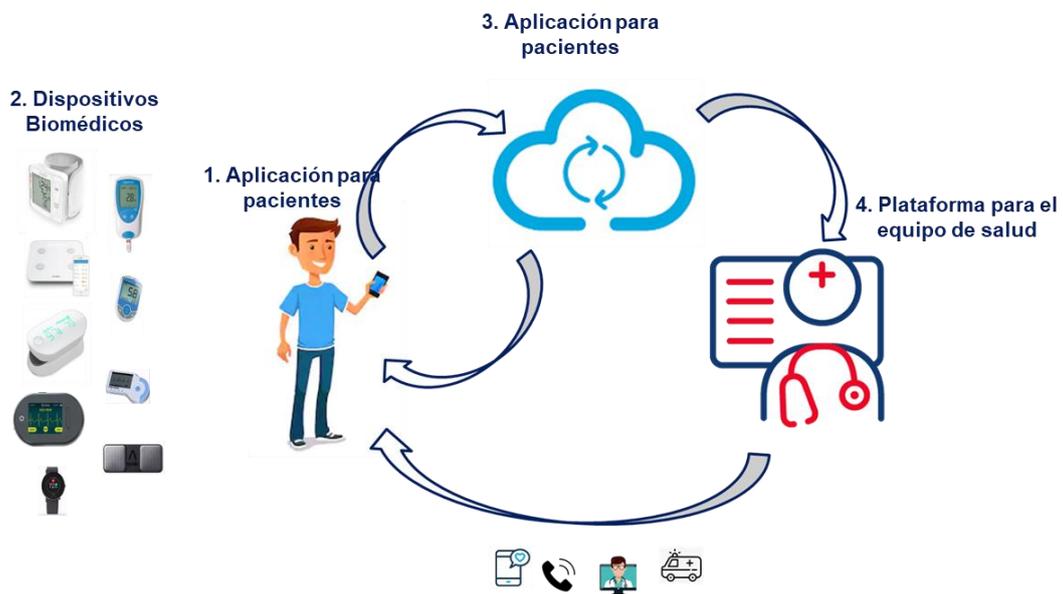
1. **Aplicación para pacientes:** La utilizarán principalmente desde su teléfono celular, permitiendo entre otras cosas recopilar la información diaria necesaria para el monitoreo, gestionar sus medicamentos, recibir educación sobre su problema de salud, comunicarse con el equipo de salud y recibir instrucciones automatizadas en base a problemas frecuentes del posoperatorio. Para poder cubrir las necesidades de los pacientes, la aplicación contará con los siguientes módulos:

- a. **Módulo de telemonitoreo** (incluye registro de síntomas, parámetros fisiológicos y estado de la herida quirúrgica)
 - b. **Módulo de analgesia**
 - c. **Módulo de auto rehabilitación**
 - d. **Módulo de educación**
 - e. **Módulo de comunicación con el equipo de salud**
 - f. **Módulo de registro de eventos**
2. **Dispositivos biomédicos asociados:** El paciente, dispondrá de equipamiento biomédico IoT (IoT = Internet de las cosas) hogareño que interactuará con la plataforma en forma autónoma, de manera que el paciente participe mínimamente en la carga de datos diarios. Dependiendo de la magnitud y tipo de cirugía los dispositivos podrán ser los siguientes: tensiómetro, saturómetro, balanza, electrocardiógrafo o glucómetro. Con el propósito de adecuar la plataforma a la realidad socioeconómica de nuestro medio, también brindará la posibilidad de cargar los parámetros fisiológicos medidos de forma manual para aquellos pacientes o sistemas que no puedan afrontar los dispositivos con IoT.
3. **Centro de procesamiento en la nube:** el centro de procesamiento permite procesar automáticamente la información cargada y eventualmente generar alertas al equipo de salud o mensajes automatizados al paciente. Por ejemplo, si un paciente cargara que tiene fiebre o un dolor excesivo que no responde al esquema analgésico pautado, generaría alertas para que el equipo de salud las vea y actúe en consecuencia. Esta instancia es clave para lograr eficiencia y escalabilidad. Permite clasificar de forma automática a los pacientes y diferenciar quienes requieren ser contactados y quienes no. Además, emite mensajes al paciente para que en caso de detectar desviaciones significativas en su evolución ellos mismos puedan tomar acciones correctivas al respecto o acudir al equipo de salud.
4. **Plataforma para el equipo de salud:** Esta plataforma permite que el equipo de salud pueda controlar el estado de los pacientes que están en el programa de telemonitoreo. Permite detectar las alertas generadas y observar las tendencias de los datos cargados. Es una verdadera torre de control que facilita la tarea y permite que un equipo reducido de profesionales pueda estar a cargo de un gran

número de pacientes. Nuestra experiencia con la plataforma de insuficiencia cardíaca nos abala en esta aseveración.

Figura 3: Componentes de la plataforma digital para el telemonitoreo de pacientes posoperatorios.

Plataforma de telemonitoreo para pacientes posoperatorios



Módulos de la aplicación para el paciente: La aplicación que utilizará el paciente desde su celular contará con los siguientes módulos:

1. **Módulo de telemonitoreo**
2. **Módulo de analgesia**
3. **Módulo de auto rehabilitación**
4. **Módulo de educación**
5. **Módulo de comunicación con el equipo de salud**
6. **Módulo de registro de eventos**

A continuación, se describen los 6 módulos que compondrán la aplicación para pacientes:

1. **Módulo de telemonitoreo:**

- a. **Problema que resuelve:** Este módulo está diseñado para detectar precozmente las complicaciones postoperatorias. Según la bibliografía, las principales complicaciones suelen ser:
 - i. Eventos cardiovasculares: infarto agudo de miocardio, tromboembolismo pulmonar, accidente cerebrovascular (ACV) y arritmias.
 - ii. Infecciones de la herida
 - iii. Otras infecciones
 - iv. Hemorragias
- b. **Estrategia:** en este módulo se recopilan activa o pasivamente los datos relacionados con su evolución diaria que permiten detectar complicaciones. Los datos a recabar dependerán del tipo de cirugía realizada, donde a mayor envergadura de la cirugía mayor será la cantidad de variables a monitorear. La periodicidad de carga y la cantidad de días a cargar variará en base a las características de cada caso y serán configurables con valores preestablecidos por tipo de cirugía.
 - i. **¿Cómo me siento?:** recaba síntomas si es que el paciente refiere no sentirse bien.

ii. Mis valores:

1. Presión arterial
2. Frecuencia cardíaca
3. Saturación de oxígeno
4. Frecuencia respiratoria
5. Peso corporal
6. Temperatura
7. electrocardiograma

iii. **Mi herida:** permite subir fotos de la herida.

- c. **Funcionamiento:** la plataforma “analiza” automáticamente la información recopilada en base a reglas preestablecidas y en base a eso puede generar respuestas automáticas hacia el paciente y alertas al equipo de salud. Las respuestas automáticas hacia el paciente le permiten saber qué hacer, sobre todo con respecto a si debe acudir o no al equipo de salud. Las alertas generadas al equipo de salud pueden ser amarillas o rojas dependiendo de su criticidad.

2. Módulo de analgesia

- a. **Problema que resuelve:** Este módulo está diseñado con la intención de mejorar el control del dolor posoperatorio.
- b. **Estrategia:** el paciente carga la intensidad del dolor, según escala de dolor del 1 al 10 al menos diariamente. El protocolo de drogas analgésicas es preestablecido por el equipo de salud.
- c. **Funcionamiento:** Cuando la intensidad del dolor es superior a 4/10, se dispara un protocolo de manejo analgésico preestablecido y aprobado por su equipo de salud. Cuando el protocolo preestablecido es insuficiente para calmar el dolor, la plataforma genera una alerta y le sugiere al paciente consultar. Además, en este módulo se constatarán potenciales efectos adversos de la medicación analgésica como dolor epigástrico, constipación o náuseas. De existir estos síntomas inmediatamente le sugiere al paciente rever el esquema con su equipo de salud y dispara una alerta automática. Las dosis máximas de los diferentes analgésicos son propuestas por la plataforma en base al peso

y función renal del paciente, pero deben ser aprobadas por el equipo de salud.

3. Módulo de auto rehabilitación:

- a. **Problema que resuelve:** Muchas veces el paciente no sabe bien qué hacer en cuanto a la actividad física y puede cometer dos errores: hacer de menos y enlentecer la recuperación, o excederse y provocar complicaciones evitables.
- b. **Estrategia:** Cada tipo de cirugía posee un protocolo de auto rehabilitación preestablecido. De no ser así, este módulo puede ser desactivado. Este protocolo tiene en cuenta el tipo de cirugía y la cantidad de días que pasaron luego del alta.
- c. **Funcionamiento:** Todos los días le propone al paciente la actividad que corresponda con material audiovisual para guiarlo e incrementar las chances que lo realice correctamente.

4. Módulo de educación:

- a. **Problema que resuelve:** Educar adecuadamente el paciente antes del alta requiere mucho tiempo y esfuerzo por parte del equipo de salud. Por más completa que sea la instrucción al alta, siempre existe el riesgo de que el paciente no la haya comprendido u olvide algún detalle.
- b. **Estrategia:** La plataforma poseerá un plan de capacitación específico por tipo de cirugía que contiene además del camino del paciente.
- c. **Funcionamiento:** la plataforma le propone diariamente al paciente recibir material educativo audiovisual. La plataforma puede medir qué tan completa es la capacitación realizada por cada paciente.

5. Módulo de comunicación con el equipo de salud

- a. **Problema que resuelve:** Los pacientes requieren un canal de comunicación específico. Los profesionales son invadidos por múltiples mensajes a su teléfono personal.
- b. **Estrategia:** Chat en la plataforma.
- c. **Funcionamiento:** chat por texto asincrónico.

6. **Módulo de registro de eventos**

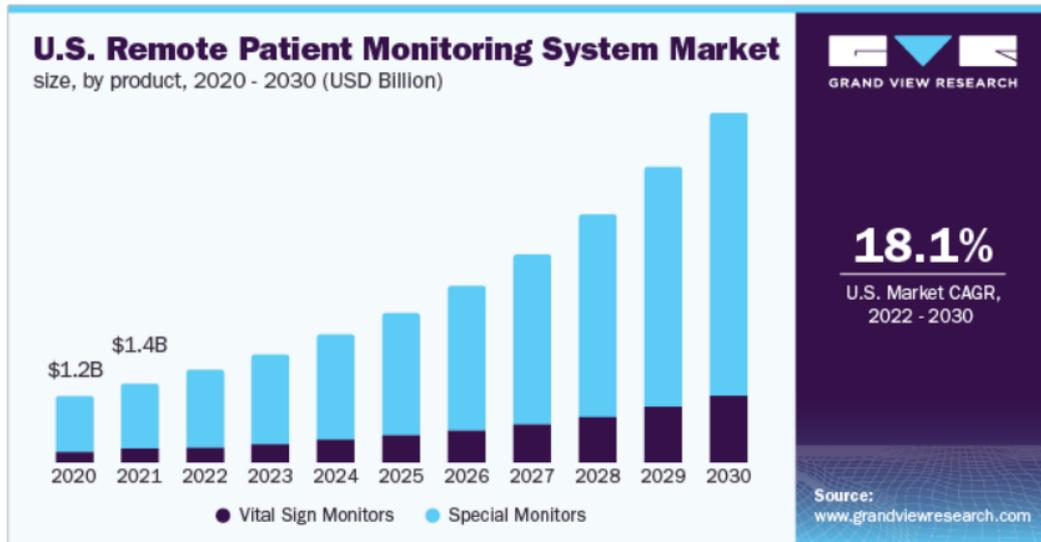
- a. **Problema que resuelve:** Muchos de los eventos adversos sufridos por el paciente no quedan registrados en la historia clínica y pueden ser omitidos por el equipo de salud si el paciente no los comunica.
- b. **Estrategia:** Módulo de registro de eventos registrados por el paciente (en ingles PROMs o *Patient Reported Outcomes Measures*).
- c. **Funcionamiento:** cuando el paciente presenta un evento adverso puede registrarlo de manera estructurada en la plataforma. Además, el equipo de salud puede enviar encuestas validadas a través de este módulo y también registrar la experiencia del paciente a través de los PREMs o *Patient Reported Experience Measures*.

Resultados esperados: La estrategia de monitoreo remoto de pacientes con plataformas específicas para cada patología es una tendencia en crecimiento a nivel global. Figura 4 (16) La evidencia científica publicada hasta el momento demuestra que su utilización permite mejorar significativamente la evolución de diferentes grupos de pacientes como los que padecen insuficiencia cardiaca, enfermedad pulmonar o hipertensión arterial. (17) En lo que respecta al telemonitoreo ambulatorio luego de una cirugía, la cantidad de trabajos publicados es menor pero los resultados obtenidos son sumamente prometedores. (6,7,17) Las experiencias publicadas en este ámbito muestra que las instituciones que las han implementado han logrado reducir reinternaciones, reducir consultas por guardia y llamados al equipo de salud.

La información publicada hasta el momento sugiere que nuestra propuesta permitiría tener un impacto positivo a nivel de las siguientes variables:

- **A nivel paciente:**
 - Reducción de la mortalidad
 - Reducción de las reinternaciones
 - Reducción del dolor posoperatorio excesivo
 - Mejora de la calidad de vida de los pacientes
 - Recuperación más pronta
 - Retorno a la actividad laboral en menor tiempo
- **A nivel del equipo de salud:**
 - Reducción de la sobrecarga del equipo de salud por preguntas o inquietudes que pueden ser resueltas por la plataforma.
 - Reducción de litigios medicolegales por complicaciones detectadas tardíamente.
- **A nivel sistema de salud:**
 - Reducción de la estancia intrahospitalaria luego de la cirugía (altas más precoces)
 - Reducción de costos al sistema de salud
 - Reducción de sobrecarga al sistema de salud

Figura 4. Mercado del telemonitoreo en estados unidos.



Aspectos tecnológicos: El desarrollo tecnológico se sustenta en 3 premisas:

1. Autogestión de pacientes
2. Automatización del proceso de gestión de información
3. Interoperabilidad con el sistema de salud.

Desde esta visión se diseña un proceso tecnológico que permite independencia operativa del paciente, automatización de procesos de gestión de información asistencial e interoperabilidad con el sistema de salud, todo en un entorno confiable y seguro. El paciente, dispondrá de equipamiento biomédico IoT (internet de las cosas) hogareño que interactuará con la plataforma en forma autónoma a través del protocolo comunicación y encriptación HTTPS, de manera que el paciente participe mínimamente en la carga de datos diarios. En algunos casos, se podrá realizar la carga desde su celular enlazando los dispositivos vía Bluetooth. Con el propósito de adecuar la plataforma a la realidad socioeconómica de nuestro medio, también se brindará la posibilidad de cargar los parámetros fisiológicos medidos de forma manual para aquellos pacientes o sistemas que no puedan afrontar los dispositivos con IoT.

La plataforma estará desarrollada con un Framework estilo Cordova o React o Angular y la conectividad con el core central será consumiendo una REST API.

La registración y autenticación del paciente se realizará con el Biométrico del dispositivo móvil.

El paciente podrá operar con celular u otros dispositivos, consideramos muy cómodo, conveniente y ágil que se maneje con su celular.

Core de la plataforma, procesamiento Cloud con servicios montados en plataforma estilo AWS / GCP / AZURE con servicios incluidos de escalabilidad, seguridad perimetral y de acceso, rápida conmutación a otro servicio alternativo y backup total en servidores locales (para situaciones muy excepcionales), todo sin interrupción ni pérdida de información. La base de datos SQL (MySQL o Microsoft) serán registrada en protección de datos personales (DNPDP).

Configuración de perfiles de pacientes con setup por patología, grupo familiar y niveles de alarmas, la cuales podrán conectarse con servicios de telefónicos digital para llamar al paciente, o referente de grupo familiar o al sistema asistencial definido, según definición para el caso.

Procesamiento en tiempo real de indicadores con decisiones y preguntas sin derivación al profesional asignado para el monitoreo.

Registración de toda la hoja de vida del paciente.

Central de Monitoreo, tal como se mencionó anteriormente, la plataforma estará desarrollada con un Framework estilo Cordova o React o Angular y la conectividad con el core central será consumiendo una REST API, desarrollada en Python (Flask / Django)

Queremos que el profesional actúe solo en situaciones que requiera intervención y en forma asincrónica.

La central dispondrá de toda la información de la hoja de vida del paciente, correctamente segmentada y con total trazabilidad de eventos, a nivel de seguridad, será igual que lo descrito en la conectividad del lado del paciente.

Según la configuración de la patología, al profesional estará informado de las decisiones que tomó el sistema y las alertas definidas para que resuelva en la plataforma de monitoreo.

El sistema tendrá dos modalidades, una integración con protocolo HL7 con HC de la institución que permitirá interoperabilidad bidireccional y tomar mejores decisiones, o sin integrar, donde el sistema de monitoreo será el actor principal y el profesional, según el caso, tendrá que consultar la HC institucional y viceversa para el caso del profesional del sistema de salud. Consideramos importante brindar la posibilidad de rápido inicio sin una integración total e ir integrando a medida que la operación de la institución lo permita.

- **Escalabilidad:** Un aspecto clave en el diseño de funcionamiento de la plataforma es la escalabilidad que permita un uso eficiente del recurso humano. Para que la plataforma sea exitosa debe permitir que la mayor parte posible de la actividad que llevan a cabo los pacientes no requiera de la intervención o asistencia por parte del equipo de salud. Esta es una de las grandes ventajas que tiene este abordaje en comparación con el seguimiento telefónico convencional. Para lograr esto, son claves dos aspectos, la autogestión por parte del paciente y la automatización de procesos.
 - **Autogestión:** La plataforma estará diseñada para que el paciente pueda ser protagonista en la generación de información. Por un lado, en este abordaje terapéutico es el paciente quien carga la información sobre cómo se siente o el estado de su herida mediante una fotografía. Además, consideramos que el paciente deberá poder actualizar su información personal, actualizar su listado de medicamentos y declarar eventos adversos que le pudiesen haber ocurrido (**PROMs** = *Patient reported Outcomes Measures*).
 - **Automatización:** Con el propósito de favorecer la escalabilidad del proyecto, gran parte de la interacción entre la plataforma y el paciente estará automatizada. A modo de ejemplo, cuando los datos cargados están bien la plataforma automáticamente generará mensajes de felicitaciones y aliento. Por otro lado, cuando el paciente omite la carga de información, la plataforma “intentará” por diferentes estrategias preestablecidas inducir al paciente a hacerlo. Esto puede incluir incluso mensajes por la plataforma, mensajes por whatsapp e incluso llamados telefónicos. Cabe aclarar que la intención es minimizar el uso de whatsapp ya que esta forma de comunicación no está validada por la evidencia actual en estudios telemonitoreo y además no presenta las medidas de seguridad y confidencialidad que una interacción sanitaria requiere. Como otros de los ejemplos de interacción automática podemos mencionar las instrucciones que surgen al cargar valores de tensión arterial elevados. En esta situación, la plataforma de manera automática le solicitará al paciente que repita la medición, y de persistir elevada le

preguntará acerca de síntomas de daño agudo de órgano blanco para determinar la gravedad del cuadro. De clasificar al cuadro como grave, la plataforma no solo emitirá una alerta al equipo de salud sino también instrucciones automáticas al paciente de cómo proceder. Por ejemplo, *“Dado que sus valores de presión están elevados y usted refiere presentar dolor de pecho le sugerimos contactar urgente a su sistema de emergencias médicas o su médico de cabecera”*. Otro de los ejemplos de automatización de procesos podría ser la respuesta al paciente en caso de dolor excesivo ($\geq 4/10$). En esos casos la plataforma le recordará el esquema analgésico preestablecido y lo guiará para asegurarse que lo esté siguiendo adecuadamente.

Herramientas de Inteligencia artificial en telemonitoreo. El empleo de herramientas de inteligencia artificial (IA) para mejorar la escalabilidad del telemonitoreo es un abordaje sumamente prometedor. Sin embargo, el uso de IA en telemonitoreo aún se encuentra en una etapa de desarrollo tecnológico y validación. Es por esto, que, en una primera etapa del proyecto, no nos parece realista incluirlas como parte de la herramienta. Seguramente, de concretarse el proyecto presentado en este concurso, con el tiempo podremos ir incorporando herramientas de IA que lo potencien y lo hagan cada vez más eficiente y efectivo. A modo de ejemplo, en nuestra institución desarrollamos una IA capaz de determinar la probabilidad de que los síntomas relatados por un paciente que acude a la guardia sean coronarios. Esta solución podría ser incorporada más adelante como parte de la plataforma si demuestra ser útil también en un paciente recientemente operado.

Figura 5. Esquema que resumen flujo de información en la plataforma.

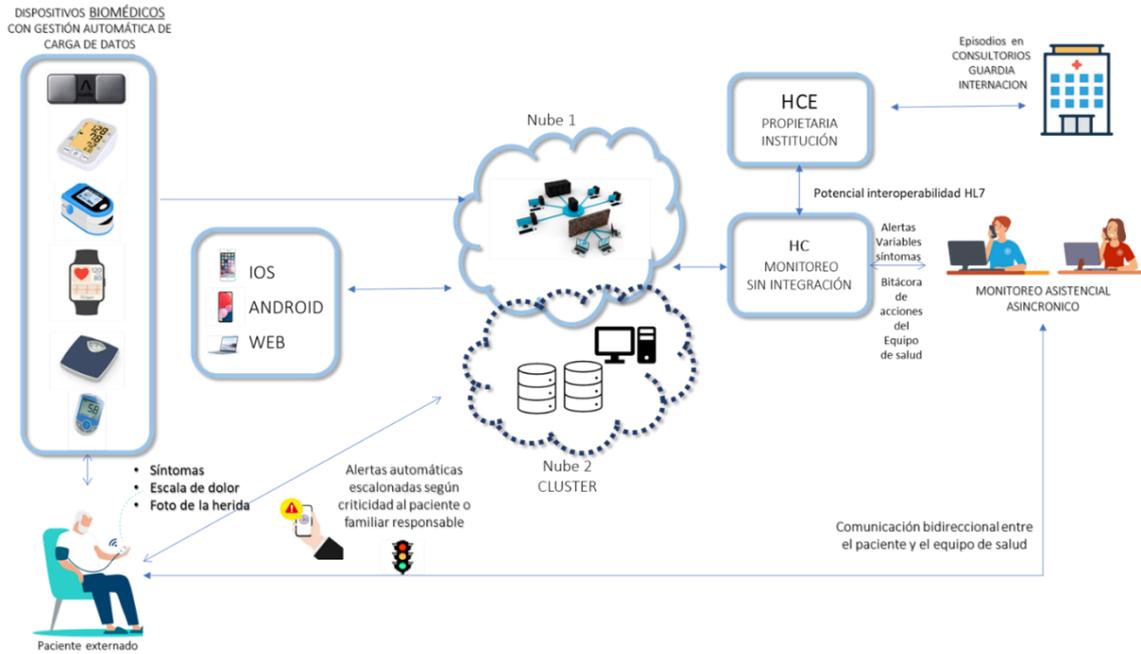


Figura 6. Proceso ejecutivo básico de la plataforma

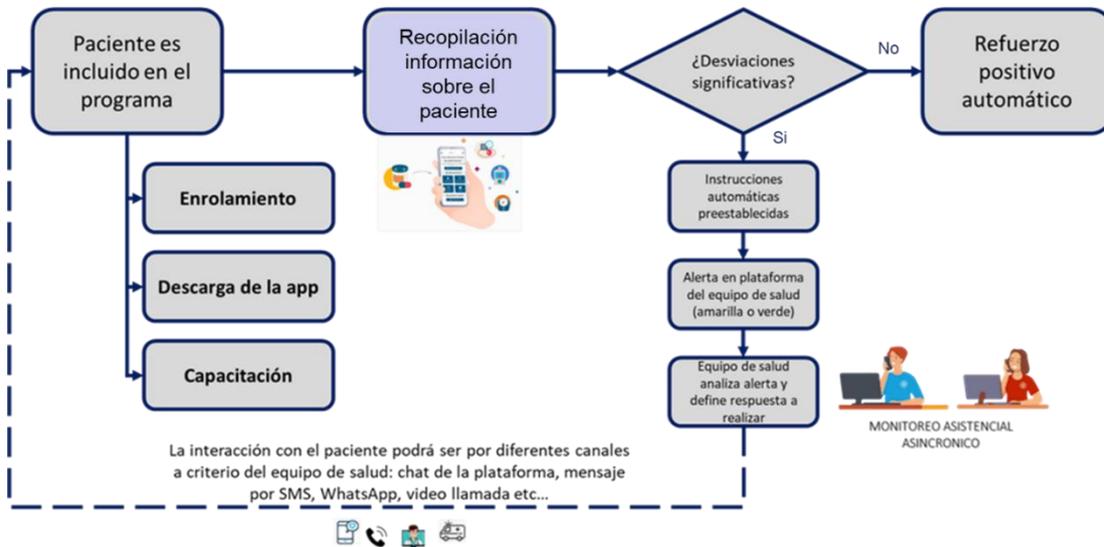
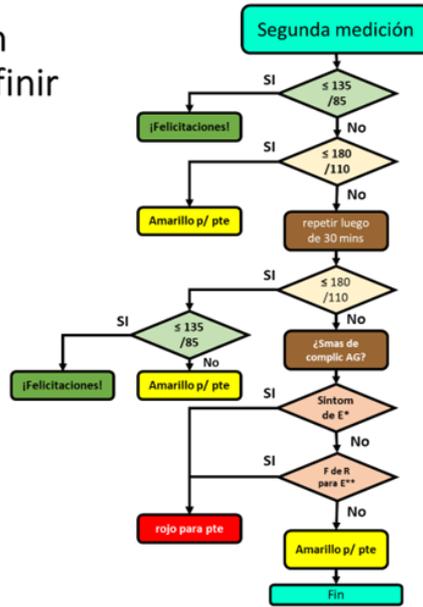


Figura 7. Ejemplo de algoritmo de interacción automática frente a un dato cargado relacionado con la hipertensión arterial.

Algoritmo en HTA para definir respuesta al paciente



- * SÍNTOMAS SUGESTIVOS DE EMERGENCIA:**
- Dolor de pecho
 - Falta de aire
 - Vómitos
 - Dolor de espalda
 - Problemas para mover una parte del cuerpo
 - **Dificultad para hablar o comprender lo que se le dice**

- ** FACTORES DE RIESGO PARA EMERGENCIAS:**
- ACV PREVIO
 - IAM PREVIO
 - EDEMA AGUDO PREVIO
 - VALVULOPATIA SIGNIFICATIVA
 - EMBARAZO EN CURSO
 - **FIBRILACIÓN AURICULAR**
 - **ANTICOAGULACIÓN**

- **Factibilidad.**

- **Introducción:** En el Instituto Cardiovascular de Buenos Aires, hemos desarrollado exitosamente una plataforma de telemonitoreo especialmente diseñada para pacientes con insuficiencia cardíaca en colaboración con otras empresas tecnológicas. Esta valiosa herramienta basada en la mejor evidencia científica disponible ya está siendo utilizada por pacientes reales con sustanciales beneficios. El uso de la plataforma ha demostrado ayudar a detectar precozmente las descompensaciones, facilitar la titulación de los medicamentos, mejorar la adherencia terapéutica y educar al paciente con material específico que incluso incrementa su capacidad de autocuidado. De hecho, la plataforma se ha convertido en un producto que está siendo adoptado por otras instituciones y constituye no solo una ayuda para los pacientes, sino que también genera un producto nuevo en el mercado que brinda a los profesionales de la salud un recurso novedoso y ayuda a aliviar el sistema de salud. La experiencia satisfactoria con la plataforma de insuficiencia cardíaca nos impulsa a querer expandir la aplicación de esta estrategia a otro escenario clínico de mayor volumen e impacto como es el posoperatorio. Sin embargo, las necesidades particulares de los pacientes intervenidos quirúrgicamente son muy diferentes a la de los pacientes con disfunción ventricular. Dadas las características diferenciales de los pacientes operados, es claro que debemos generar una plataforma nueva que contemple sus especificidades. Es decir, una plataforma de telemonitoreo postoperatorio debe necesariamente ser diferente a la utilizada en insuficiencia cardíaca.
- **Factibilidad técnica:** Los avances en la tecnología digital y la difusión de la telefonía móvil hacen que este proyecto sea sumamente factible técnicamente. Creemos que para ser exitoso el proyecto no basta con contar con los recursos tecnológicos, sino que es clave que los mismos sean utilizados en concordancia que el conocimiento médico imperante.

En adición, para que esta idea pueda ser ejecutada con éxito, es clave que el diseño contemple la usabilidad por parte de los pacientes. Para lograr esto, nuestra intención es involucrar a verdaderos pacientes en su diseño y testeó. Contamos con un comité de pacientes que ha expresado su intención de colaborar activamente en el proyecto y ha sido de suma utilidad en otras iniciativas similares que hemos encarado.

- **Recursos financieros y no financieros destinados al proyecto:** Para poder concretar la idea propuesta es necesario disponer de un equipo capacitado en ejecutar las diferentes etapas del proyecto que incluyen el diseño, la programación, el testeó en terreno, la generación de la versión completa, la implementación y posteriormente la difusión en el mercado. Por otro lado, es necesario el respaldo financiero que permita solventar los costos asociados a cada una de estas instancias. Estamos confiados en que disponemos de los recursos necesarios para lograrlo. Esta confianza se basa en que el proyecto forma parte de la hoja de ruta de innovación del ICBA y cuenta con la alianza estratégica con empresas tecnológicas con las cuales estamos trabajando en co-creación. En resumen, creemos disponer de un **equipo de trabajo** apropiado para el proyecto. Nuestra experiencia exitosa con la plataforma de insuficiencia cardiaca y nuestras alianzas estratégicas nos permiten ser optimistas. Contamos en nuestra institución con numerosos profesionales expertos en las diferentes áreas necesarias para llevar a cabo este tipo de emprendimientos. Además, esta iniciativa está alineada con una hoja de ruta de transformación digital institucional e innovación que nos asegura el tiempo y los recursos necesarios para poder ejecutarla.

Metodología propuesta: Para concretar esta idea hemos elaborado un plan de despliegue claro separado en las siguientes etapas:

1. **Fase 1 o de relevamiento.**

- a. **Descripción.** A esta fase, la denominamos **“MIRAR”**. En esta etapa se deben recabar en detalle los problemas actuales del manejo posoperatorio ambulatorio. Esta actividad permite ver el problema, no

solo desde la visión del paciente, sino también con la de los diferentes actores del sistema de salud como financiadoras, efectores y proveedores. Además, en esta etapa, investigaremos nuevamente las diferentes propuestas tecnológicas existentes en el mundo y así podremos evaluar de qué manera pueden ser adaptadas a las particularidades de nuestro medio. Por último, además de ver los problemas y las oportunidades del sistema actual, en esta fase del proyecto analizaremos en profundidad la evidencia científica disponible para que la plataforma generada esté alineada con las mejores prácticas globales.

- b. **Duración:** gran parte de esta fase ha sido realizada para el Ideaton Salud. Su conclusión puede ser realizada en el lapso de un mes.
- c. **Resultados esperados al finalizar esta fase:** Disponer de un informe detallado de los problemas y las oportunidades relacionadas con el proyecto.

2. Fase 2 o de diseño.

- a. **Descripción:** Etapa que denominamos “**IMAGINAR**”. Esta es la etapa donde definiremos la funcionalidad de la plataforma, su contenido y su apariencia priorizando una máxima usabilidad. Habrá que definir qué variables se van a recabar y cuáles van a ser el mecanismo de recolección. Por ejemplo, parece obvio que en este grupo del paciente es pertinente medir el dolor, documentar con fotografías el aspecto de las heridas y detectar precozmente anomalías en la presión arterial o la temperatura. Nuestra experiencia con la plataforma de insuficiencia cardiaca nos sugiere que además del celular el paciente deberá contar con otros dispositivos como tensiómetro, balanza termómetro o saturómetro. La definición de qué equipos se utilizarán también ocurrirá en este período. Esta etapa de diseño deberá generar una maqueta que permita ajustar de la mejor manera posible el diseño a la funcionalidad requerida. Creemos importante remarcar que para esta etapa tenemos la intención de involucrar a verdaderos pacientes y cirujanos de diferentes especialidades que nos ayuden a validar lo generado. En este

periodo, se deberán generar los algoritmos de manejo que se dispararán en base a la información recolectada a distancia.

- b. **Duración:** Esta fase estimamos que puede ser concretada en 3 meses.
- c. **Resultados esperados al finalizar esta fase:** Al finalizar esta fase, dispondremos de
 - i. Metodología de enrolamiento de pacientes
 - ii. Definición funcional de la plataforma tanto en su vista paciente como la personal de la salud.
 - iii. Una maqueta completa validada por potenciales usuarios.
 - iv. Lógica de alertas
 - v. Listado de dispositivos a integrar
 - vi. Lógica de respuesta automáticas

3. Fase 3 o de programación 1.

- a. **Descripción:** A esta etapa la denominamos “**HACER**”. En esta etapa, los protagonistas serán los desarrolladores de software. La idea es en esta fase generar un **mínimo producto viable** (MPV) que pueda ser validado en terreno con pacientes reales. Este testeo nos generará el aprendizaje suficiente para ajustar la plataforma y generar una versión inicial completa.
- b. **Duración:** 3 meses
- c. **Resultados esperados al finalizar esta fase:** Mínimo producto viable funcionando testado en terreno con documento de aprendizaje generado y plan de ajuste.

4. Fase 4 de programación 2.

- a. **Descripción.** En esta etapa en base al aprendizaje generado en el testeo del MVP se genera la versión completa inicial de la plataforma.
- b. **Duración:** 4 meses
- c. **Resultados esperados al finalizar esta fase:** tener la plataforma en su versión 1 terminada lista para ser testeada en mundo real nuevamente.

5. Fase 5 o de implementación.

- a. **Descripción:** A esta etapa la denominamos “**IMPLEMENTAR**”. En esta etapa, realizaremos un nuevo testeo a mayor escala de la plataforma en

el mundo real. Inicialmente lo podemos implementar con pacientes del ICBA y posteriormente expandir la prueba a otras instituciones polivalentes que ya han expresado su interés en el producto. Es probable que, en esta fase, sean necesarios nuevos ajustes al software para lograr una versión comercializable. Estamos trabajando para generar una alianza con el sector público de la ciudad de Buenos Aires que nos permita implementar la plataforma en el ámbito público con el propósito de ganar experiencia y generar un mayor impacto social de la iniciativa. Las instituciones públicas que participen de esta etapa podrán utilizar de forma gratuita la plataforma por ser considerados colaboradores claves en el proyecto.

- b. **Duración:** 6 meses.
- c. **Resultados esperados:** al finalizar esta etapa pretendemos disponer de una versión robusta de la plataforma para los tipos de cirugía donde puede tener mayor impacto. Además, pretendemos haber logrado en esta etapa una masa crítica de pacientes que hayan utilizado la misma con resultados comprobados que faciliten su difusión.

6. Fase 6 o de difusión.

- a. **Descripción:** A etapa la denominamos “**DIFUNDIR**”. En esta etapa, el objetivo es que la mayor cantidad de instituciones adopten la herramienta para el manejo de sus pacientes cursando el período postoperatorio luego del alta. Como parte de esta etapa tenemos pensado incorporar instituciones de los tres subsectores del sistema de salud que estén interesadas en innovar y mejorar la calidad de vida de los pacientes y bajando costos al mismo tiempo. Es probable que en esta etapa además de buscar clientes incorporemos socios que nos permitan hacer crecer el proyecto y hacerlo potencialmente exportable.
- b. **Duración:** A definir.
- c. **Resultados esperados al finalizar esta fase:** Al menos 10 instituciones utilizando la plataforma de forma satisfactoria.

Timeline del proyecto: Incluye la línea de tiempo comprendida entre la generación de la plataforma hasta la etapa de su difusión a gran escala en el mercado.



Desafíos y barreras

Como suele pasar con toda innovación disruptiva que propone cambiar significativamente la forma habitual de hacer las cosas, la principal barrera será la resistencia al cambio por parte de los diferentes actores del sistema de salud. Esta barrera puede que limite o retrase la adopción a la plataforma en la etapa de su difusión. Para poder atenuar este problema, creemos que será de utilidad involucrar a instituciones de referencia en la implementación inicial que sirvan como casos de éxito y actúen como promotores. La intención es involucrar a instituciones públicas en las etapas iniciales que nos ayuden a expandir la plataforma y al mismo tiempo tener un mayor impacto social.

Por otro lado, uno de los desafíos será la gran heterogeneidad de escenarios posoperatorios posibles. Para mitigar este problema, nos concentraremos inicialmente en los subgrupos de pacientes quirúrgicos donde la envergadura de la cirugía hace más atractiva la utilización de una plataforma de telemonitoreo. Como ejemplos de esto son la cirugía cardíaca, bariátrica, de cadera y de rodilla. En estos escenarios el acompañamiento luego del alta probablemente tenga mayor impacto.

Conclusión:

Estamos convencidos de que los pacientes que están atravesando un postoperatorio constituyen un número muy significativo de personas que merecen y necesitan un mejor cuidado luego del alta. Es por esto, que deseamos desarrollar una herramienta digital innovadora que permita cumplir con esa premisa. La evidencia científica actual sugiere que la utilización de plataformas de telemonitoreo para mejorar el manejo posoperatorio ambulatorio es una estrategia válida y potencialmente muy eficaz. Los avances en la tecnología móvil hacen que la factibilidad tecnológica de esta idea sea muy alta. Las tendencias del mercado global luego de la pandemia favorecen la difusión de estrategias que potencien la salud digital y la telemedicina. Sin embargo, en Argentina aún carecemos de herramientas adaptadas a nuestra realidad que permitan hacer efectivo y sustentable el abordaje propuesto. La intención es generar un producto ajustado a nuestra coyuntura que pueda ser implementado en todo el país independientemente de los recursos con los cuales cuente cada región. Dada la magnitud del problema y las características de la solución que queremos generar, es probable que de concretarse el proyecto tenga un alto impacto en los pacientes y en nuestro sistema de salud. Dada la gran cantidad de cirugías que se realizan cada año, cualquier intervención que mejore el postoperatorio, tiene potencialmente la posibilidad de ayudar a millones de personas. Nuestra experiencia exitosa con el desarrollo e implementación de una plataforma de telemonitoreo en insuficiencia cardíaca nos hace sentir confiados que contamos con los recursos y las alianzas necesarias para poder concretar exitosamente la idea de innovación que presentamos en este concurso.

Referencias:

- 1- POISE Study Group, Devereaux PJ, Yang H, et al. Effects of extended-release metoprolol succinate in patients undergoing non-cardiac surgery (POISE trial): a randomized controlled trial. *Lancet* 2008;371: 1839-47.
- 2- Apfelbaum JL, Chen C, Mehta SS, Gan TJ. Postoperative pain experience: results from a national survey suggest postoperative pain continues to be undermanaged. *Anesth Analg.* 2003 Aug;97(2):534–40.
- 3- Gan TJ, Habib AS, Miller TE, White W, Apfelbaum JL. Incidence, patient satisfaction, and perceptions of post-surgical pain: results from a US national survey. *Curr Med Res Opin.* 2014 Jan;30(1):149–60.
- 4- <https://www.baenegocios.com/negocios/En-Argentina-sigue-habiendo-mas-lineas-de-telefonos-moviles-que-habitantes-20220323-0106.html>.
- 5- McGillion MH, Duceppe E, Allan K, Marcucci M, Yang S, Johnson AP, Ross-Howe S, Peter E, Scott T, Ouellette C, Henry S, Le Manach Y, Paré G, Downey B, Carroll SL, Mills J, Turner A, Clyne W, Dvirnik N, Mierdel S, Poole L, Nelson M, Harvey V, Good A, Pettit S, Sanchez K, Harsha P, Mohajer D, Ponnambalam S, Bhavnani S, Lamy A, Whitlock R, Devereaux PJ, PROTECT Network Investigators. Postoperative remote automated monitoring: need for and state of the science. *Can J Cardiol.* 2018 Jul;34(7):850–62.
- 6- Gleason, L. T., Xie, R., Wood, L., Shao, C., Dos Santos Marques, I. C., Donahue, J. M., Wei, B., Davies, J., Kennedy, G. D., & Chu, D. I. (2022). Cost-benefit analysis of a patient engagement technology (PET) in cardiac, thoracic, and colorectal surgery. *American journal of surgery*, 224(3), 979–986.
- 7- Keng CJS, Goriawala A, Rashid S, et al. Home to Stay: An Integrated Monitoring System Using a Mobile App to Support Patients at Home Following Colorectal Surgery. *Journal of Patient Experience.* 2020;7(6):1241-1246.
- 8- Meara JG, Leather AJ, Hagander L, et al. Global Surgery 2030: evidence and solutions for achieving health, welfare, and economic development. *Lancet* 2015; 386: 569–624.
- 9- Encuesta Nacional de telemonitoreo realizada por ACTRA. Aún no publicada comentada en: <https://www.youtube.com/watch?v=IQG7HjZehkQ&t=10367s>

- 10- Weiser TG, Regenbogen SE, Thompson KD, Haynes AB, Lipsitz SR, Berry WR, Gawande AA: An estimation of the global volume of surgery: A modelling strategy based on available data. *Lancet* 2008; 372:139 – 44.
- 11- Devereaux PJ, Chan MT, Alonso-Coello P, et al. Association between postoperative troponin levels and 30-day mortality among patients undergoing noncardiac surgery. *JAMA* 2012;307:2295-304.
- 12- Nepogodiev, D., Martin, J., Biccard, B., Makupe, A., Bhangu, A., & National Institute for Health Research Global Health Research Unit on Global Surgery (2019). Global burden of postoperative death. *Lancet* (London, England), 393(10170), 401.
- 13- Beauregard L, Pomp A, Choinière M. Severity and impact of pain after day-surgery. *Can J Anaesth.* 1998 Apr;45(4):304–311.
- 14- Morris, M. S., Graham, L. A., Richman, J. S., Hollis, R. H., Jones, C. E., Wahl, T., Itani, K. M., Mull, H. J., Rosen, A. K., Copeland, L., Burns, E., Telford, G., Whittle, J., Wilson, M., Knight, S. J., & Hawn, M. T. (2016). Postoperative 30-day Readmission: Time to Focus on What Happens Outside the Hospital. *Annals of surgery*, 264(4), 621–631.
- 15- Iribarne A, Chang H, Alexander JH, Gillinov AM, Moquete E, Puskas JD, Bagiella E, Acker MA, Mayer ML, Ferguson TB, Burks S, Perrault LP, Welsh S, Johnston KC, Murphy M, DeRose JJ, Neill A, Dobrev E, Baio KT, Taddei-Peters W, Moskowitz AJ, O'Gara PT. Readmissions after cardiac surgery: experience of the National Institutes of Health/Canadian Institutes of Health research cardiothoracic surgical trials network. *Ann Thorac Surg.* 2014 Oct;98(4):1274–80.
- 16- <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/remote-patient-monitoring-devices-market>.
- 17- Farias, F., Dagostini, C. M., Bicca, Y. A., Falavigna, V. F., & Falavigna, A. (2020). Remote Patient Monitoring: A Systematic Review. *Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association*, 26(5), 576–583.