

Utilidad de un sistema informático de análisis de resultados de exámenes de laboratorio clínico en pacientes de una clínica de tercer nivel de Medellín, Colombia en el año 2023.

Trabajo de Grado

Juan Gabriel Zapata Duque

Aspirante al Título

Magister en Tecnologías de la Información y Comunicación en Salud

Maestría TIC en Salud

Cohorte IX

Facultad de Medicina

Universidad CES

Medellín, Colombia

2023

“No es el tamaño del problema, es la potencia de la solución.”

Manifiesto:

A lo largo de mi vida académica y laboral me enfrenté a una situación compleja y era tener que ayudar a las personas que me rodean en la interpretación de sus pruebas de laboratorio. Yo soy bacteriólogo de profesión y ante esta situación, lo único a mi alcance era explicar sobre algunas pruebas y comentar si algún resultado estaba fuera de los valores de referencia, sin embargo tenía claro que la ruta adecuada para ayudarlos era sugerirles una nueva cita médica para su revisión. La angustia, la larga espera y en algunos casos la necesidad de una acción inmediata si algún resultado estaba alterado y que ello dependiera la vida de una persona cercana a mi me orientó para encontrar en esta necesidad una oportunidad de solucionar el problema.

El reto es encontrar una manera en la que las personas tuvieran de primera mano una herramienta que les ayude a conocer de forma temprana el estado general de las pruebas de laboratorio que se realicen. Inicialmente se pensó en una herramienta que basándose en los valores de referencia de la prueba les ayudará a conocer si estaban normal o alterados. Actualmente la herramienta contempla incluir al médico en el sistema y poder contar con su validación de las posibles interpretaciones sugeridas.

Aun en este momento me consultan algunas personas para saber si sus pruebas de laboratorio están bien. Tengo presente que la responsabilidad en la toma de decisiones clínicas está en manos del médico y por ello me limito mucho en este tipo de situaciones. Pero veo en corto plazo una herramienta que sirva de puente en esta etapa final del proceso de un laboratorio clínico y ayude a empoderar al paciente y tener mayor control de su condición clínica y poder reaccionar a tiempo ante cualquier eventualidad crítica.

Las TIC en mi vida:

Las tecnologías de la información y la comunicación han estado en mi vida desde que tengo recuerdos de mis primeros años. Tuve la fortuna de crecer en un hogar en donde la tecnología llegó en diversas presentaciones y una de ellas fue la computadora mucho antes del año 2000. Fue así como desde joven pude conocer gran parte de su potencial y ello me ayudó mucho a distinguirme entre estudiantes en la época de la universidad y entre colegas

en mi vida laboral. Desde entonces siempre he preferido estar a la vanguardia en estos temas y ello me ha ayudado a comprender mejor cualquier nueva tendencia en tecnología que se presente. Adicionalmente me ha permitido distinguir nuevos sistemas y herramientas que me ayudan a facilitar mi labor y organizar mejor mi vida y mi trabajo.

Preguntas de reflexión:

¿Es útil usar una herramienta tecnológica que ayude a interpretar los resultados de laboratorio clínico, asistido por el médico solicitante?

¿Se espera mejorar la calidad y satisfacción de la experiencia de los usuarios de un laboratorio clínico al usar este tipo de herramientas tecnológicas?

Experiencias:

Identificar el problema fue el primer momento de la experiencia, aunque se tenían planteadas diversas problemáticas en mi entorno de trabajo, fue más interesante resolver el de interpretar resultados de laboratorio. Fue necesario identificar cómo podría funcionar una solución al problema, para ello comprendí la importancia de ponerse en el lugar del usuario, identificar sus necesidades y sus expectativas, luego en las fases de desarrollo y creación del prototipo, conocer cuál sería la experiencia del usuario en el uso de la aplicación y su validación de las diversas hipótesis.

En la etapa inicial del proyecto se genera un cambio importante, ya que inicialmente estaba pensado para ser usado solo con el usuario paciente. Por medio de un debate sobre las ideas de cada uno de los estudiantes de la maestría y en compañía de los tutores se logra identificar que es vital ingresar al Usuario Médico al sistema ya que este le permitirá tener mayor calidad y soporte a la herramienta.

En diferentes etapas del proyecto fue necesario hacer validaciones de ideas, posibles alternativas y de diversas hipótesis. Esta etapa del proyecto fue un poco difícil de desarrollar ya que era necesario hacer intervenciones a los diferentes posibles usuarios del proyecto para lograr entender la mejor manera de entregar una solución al problema.

En el desarrollo de los prototipos, inicialmente la herramienta se implementó en una plataforma que logra dar una idea plana sobre los conceptos y diseño general de la interfaz del usuario; este prototipo no permite elementos clave de funcionalidad, navegabilidad y diseño. En una etapa posterior se decide implementar la aplicación en una plataforma que

otorga una mejor experiencia del usuario, fundamentada en el diseño y con desarrollo en paralelo de código tanto del front como del back del proyecto. Se logra desarrollar una versión más completa del prototipo. La validación de las hipótesis se efectúa entre la transición del prototipo versión 1 y el prototipo versión 2. Las validaciones sirvieron para ir mejorando los prototipos en vivo y ayudó a finalizar un producto con mejor diseño.

La solución:

Características técnicas:

- Aplicación web - móvil.
- En móviles compatible con android y IOS
- Plataforma de desarrollo: Flutterflow.(1)
- Lenguaje de programación: Dart.(2)
- Base de datos: Firebase.(3)

Labgoritmus es una aplicación web-móvil que permitirá a los usuarios acceder a sus reportes de laboratorio clínico con el beneficio que sus resultados serán analizados y se le entregará una sugerencia de interpretación que puede ser validada por el médico solicitante. La aplicación adicionalmente servirá de puente comunicativo entre el paciente y el servicio médico (doctor, aseguradora, institución prestadora, etc) en los casos que sea vital atender el caso y se requiera una atención prioritaria.

La solución se basará en el sistema de rangos de referencia en donde se pueden 5 opciones diferentes según el resultado obtenido:

1. Emergencia bajo: es el resultado más extremo en el rango inferior, se sale por completo del valor de referencia normal y de alerta, alcanza zonas que pueden ser consideradas peligrosas y puede requerir atención médica inmediata.
2. Alerta bajo: es el rango que sobresale el valor de referencia normal en su rango inferior y puede ser considerado un signo de alerta que explique que algo está anormal sin necesariamente considerarlo vital.
3. Normal: Es el mismo valor de referencia que se expresa en un rango de valores donde se considera que la mayor parte de la población se encuentra en estado normal.

4. Alerta alto: es el rango que sobrepasa el valor de referencia normal en su rango superior y puede ser considerado un signo de alerta que explique que algo está anormal sin necesariamente considerarlo vital.
5. Emergencia alto: es el resultado más extremo en el rango superior, se sale por completo del valor de referencia normal y de alerta, alcanza zonas que pueden ser consideradas peligrosas y puede requerir atención médica inmediata.

Los rangos serán definidos por el mismo laboratorio que participe en la aplicación, bajo estos criterios será posible identificar si un resultado de laboratorio se encuentra en un estado de normalidad, alerta o emergencia hacia cualquier extremo. Se generarán una serie de posibles interpretaciones sugeridas para cada prueba en sus diferentes estados. La aplicación iniciará en un modelo de prueba que solo contará con un número limitado de pruebas para el análisis, ya que las pruebas de laboratorio son demasiadas y sería muy complejo realizar esta labor con todas las pruebas disponibles de un laboratorio.

Las sugerencias de interpretación podrán ser validadas por el médico solicitante, y esta función alimentará y fortalecerá la herramienta en función de lo que valide el médico o las correcciones que sugiera. Esto tendrá un alto valor en el sistema ya que se podrá usar esta información para ir perfeccionando el algoritmo en base a variables como el género, la edad, enfermedades de base, valores históricos y entre otros.

La herramienta iniciará con la creación de un usuario, que puede ser paciente o médico. Posterior a esta etapa inicial, se le solicitará al usuario leer y ponerse de acuerdo con los términos y condiciones y la política de tratamiento de datos personales. Si los acepta, el usuario podrá acceder al aplicativo. Sigue una fase de complementación de la información del usuario y finalmente, cerrando el sistema de ingreso, el usuario debe especificar el número de identificación de la institución con la cual tiene relación para poder generar el acceso remoto vía API y obtener los datos necesarios para el análisis.

Los datos se obtienen a modo de archivos temporales y nunca tendrán repositorios en ningún dispositivo del usuario o base de datos de la aplicación. Esto con el objetivo de evitar accesos no deseados a información sensible de los usuarios.

En varios momentos de la experiencia, los usuarios serán advertidos sobre la importancia de consultar con el médico y que esta aplicación es solo una herramienta de apoyo que no pretende reemplazar la consulta médica.

Para el usuario paciente se tiene planeado una pantalla de trabajo que especificará el número de pruebas que se encuentren en diversos estados como lo son: en proceso, con resultados, pendientes, históricos, entre otros.

A modo vertical, el usuario paciente podrá tener acceso a acciones como: Último resultado disponible, resultados disponibles a la fecha, glosario de las pruebas, como funciona la aplicación, cerrar sesión, habilitar notificaciones y pautas comerciales de su laboratorio anfitrión.

El botón más importante será el de resultados disponibles a la fecha. Al acceder a este botón, el usuario paciente tendrá un recuadro que traerá la información de los resultados de laboratorio obtenidos y definirá cuales están en categoría normal, alerta o emergencia. Luego de esta información aparecerá un recuerdo que cargará la sugerencia de interpretación según los resultados obtenidos, dando prioridad a cualquier resultado en emergencia, luego los de alerta y finalizando con los normales, estos último lo resumirá en conjunto. Será también visible un estado condicional que permitirá ver si el usuario médico ya validó o corrigió la sugerencia de interpretación. En esta pantalla también se tendrá el recordatorio de que la aplicación es sólo orientativa y que no pretende reemplazar la consulta médica.

La experiencia del usuario médico es similar en gran parte de exploración de la herramienta, con variaciones específicas en los datos adicionales a recolectar, la validación del tipo de usuario que es frente a las bases de datos del laboratorio participante y en la última pantalla de resultados disponibles a la fecha en donde él podrá aceptar y validar la sugerencia de interpretación presentada y adicionalmente, si no está de acuerdo puede generar una corrección de la interpretación sugerida. En cualquier caso, esta acción del médico será que le llegue al paciente en el momento que revise sus resultados disponibles.

Para ambas experiencias estará habilitada la opción de comunicarse telefónicamente en ambas direcciones solo en caso de presentarse resultados en categoría de emergencia.

Los beneficios presentados por esta solución están relacionados con la posibilidad de acortar la brecha que existe en esta etapa final del proceso de atención médica en donde, a pesar de ya contar con resultados disponibles, los pacientes suelen esperar un tiempo largo a ser atendidos por el médico solicitante de las pruebas de laboratorio, y aunque en la mayoría de casos vamos a tener resultados que pueden ser normales, los pacientes no saben como interpretarlos y la angustia, el temor, o incluso el olvido son consecuencias inherentes a este proceso y hacen que una herramienta de este tipo sea necesaria en la comunidad, mucho más en los casos donde pueda presentarse que se esté frente a una

emergencia vital que requiera una atención prioritaria, y tanto el médico, como el paciente desconocen esta situación.

La herramienta fue diseñada para iniciar en un sistema simple de trabajo, con pacientes ambulatorios que asisten a un laboratorio clínico a realizarse exámenes de laboratorio solicitados por un médico en una orden clínica. Para desarrollar este proceso de inicialización, fue normal comenzar con un número limitado de pruebas y en un laboratorio clínico. Sin embargo, esta herramienta se puede adaptar a cualquier necesidad del mercado y puede modelarse al sistema que se requiera, ambientes hospitalarios, domiciliarios y otros sistemas que se puedan llegar a ver beneficiados con el sistema.

Modelo de negocio:

Especificaciones (en fase inicial):

Costos: La mayor cantidad de costos generados para la producción estará identificado en el desarrollo de TI. Para ello se tendrá un equipo de 2 ingenieros informáticos de diversas especialidades.

Gastos: La empresa en su fase inicial contará con el servicio de un administrador de empresas, un impulsador de ventas y en especialista en contaduría y talento humano.

Costos Variables: La empresa tendrá una margen de costos variables que se espera no superen los 2 salarios mínimos legales vigentes.

Precio de venta: La modalidad de venta del negocio sería bajo dos tipos:

1. Adquisición de membresía: En este formato, el laboratorio o IPS tendría que pagar una membresía que puede darle en forma mensual o anual y que tendría un coste variable según el cliente. Se presume que el cliente tipo laboratorio tendría que pagar un rubro 5x más alto que la institución IPS ya que este primero presentará un mayor impacto de intervención (tanto por la cantidad de usuarios, como por la integración e interoperabilidad de sus datos al servicio).
2. Coste por análisis de resultados (interpretación sugerida): Los análisis efectuados por los usuarios, médicos o pacientes, presentarán un coste por unidad de análisis efectuado. Cada usuario tendrá un número limitado de análisis a efectuar al mes y estos serán cargados al cliente responsable para el pago del mismo.

Aproximación de punto de equilibrio ideal:

Elemento	Propiedad	Concepto	Cargo x unidad mes	Total
Ingenieros	Desarrollo, mantenimiento TI	Costos (nomina)	5'000.000	10'000.000
Administrador	Gerencia y administración del negocio	Gastos (nomina)	6'000.000	6'000.000
Agente comercial	Despliegue de nuevos negocios	Gastos (nomina)	5'000.000	5'000.000
Contador y talento humano	Gestión de nomina, personal y contaduría	Gastos (nomina)	4'000.000	4'000.000
Oficina, servicios, mantenimientos y hosting	Gastos varios de mantenimiento, servicios, oficina y servicios de redes y hosting	Costos variables	2'000.000	2'000.000
Membresías	Adquisición de compromiso y servicios por cliente. En fase inicial se espera contar con al menos un cliente de cada línea	Precios de venta	1'000.000 (IPS) 5'000.000 (Lab)	6'000.000
Gastos de análisis	Análisis ejecutados en la aplicación, hasta 5 análisis por usuario paciente al mes, ilimitados por médico. Se espera que al menos un paciente realice 3 análisis al mes y un médico realice 10 aproximadamente.	Precios de venta	1000 x análisis. 800 paciente mes x 1 análisis 20 médicos x 10 análisis. 400 Nuevos pacientes cada mes	2'600.000 primer mes 3'900.000 segundo mes 5'200.000 tercer mes

PE (Unidades) = $\frac{\text{Costos y Gastos Fijos}}{\text{Precio de Venta} - \text{Costos Var/Un}}$

Primer mes

$$\frac{10'000.000 + 15'000.000}{8'600.000 - 2'000.000}$$

PE (Unidades)= 3.78 Primer mes

PE (Unidades) = $\frac{\text{Costos y Gastos Fijos}}{\text{Precio de Venta} - \text{Costos Var/Un}}$

Segundo mes

$$\frac{10'000.000 + 15'000.000}{9'900.000 - 2'000.000}$$

PE (Unidades)= 3.16 Primer mes

Inversión inicial:

Especificaciones (en fase inicial):

Inversiones en activos:

La empresa requiere la adquisición de maquinaria informática, dentro de lo que se puede describir 4 equipos de computo, sistema de redes, mobiliario y sistema de almacenamientos de datos (físicos y virtuales)

Costos y gastos corrientes:

Es necesario contar con al menos 3 meses de arranque de nómina garantizada al menos del equipo de ingeniería y al administrador, luego, mientras se alcanza el punto de equilibrio se puede necesitar de un gasto que nivele el punto de equilibrio por lo menos durante de los primeros 6 meses de iniciada la operación. gastos de lobby y publicidad.

Imprevistos:

Se debe prever posibles cambios estratégicos dentro del plan que fuercen a cambiar clientes y no se alcance con las metas principales de operación.

También es importante contemplar que la operación se vea interrumpida por daños, alteraciones o defectos en la planificación del servicio, estas interrupciones se espera que no duren más de dos días pero de presentarse puede causar pérdida del valor del producto y posibles reclamaciones con devoluciones del dinero. Se esperan al menos 2 eventos de interrupciones.

La presentación de imprevistos por mantenimientos también se contempla en el plan. Se espera al menos un evento de mantenimiento no programado.

Propuesta de valor:

Descripción general de la propuesta de valor:

Población: La población de aplicabilidad será el servicio ambulatorio de la clínica Las Américas AUNA, sus especialistas y sus pacientes de control. Se implementará inicialmente para un pool de cinco pruebas de gran impacto.

Usuarios

El aplicativo web - móvil tiene como finalidad mejorar el análisis, la gestión y la oportunidad en la interpretación de resultados de laboratorio para los pacientes y los médicos. Existen tres tipos de usuarios: Pacientes, Cuidador y Médico. Los usuarios paciente y cuidador son similares en función, solo cambia en ellos su propiedades de ingreso al sistema y autorizaciones para la gestión de datos por parte del paciente al cuidador.

Clientes:

El aplicativo le otorga valor a diversos tipos de servicios del ámbito clínico según las necesidades que se presenten, permitiendo a los médicos y especialistas en general contar con un mayor control de los resultados de laboratorio, la oportunidad en la toma de decisiones dependiente de los resultados de laboratorio, su interpretación y la comunicación con sus pacientes en momentos críticos. Estos elementos permitirán al servicio ser distinguible en el medio y brindarle una percepción positiva para la atención del servicio que se presente.

Al nivel de los laboratorio que decidan implementar el servicio, se espera que incremente el valor de su producto ofrecido que son los resultados de laboratorio ya que estos no vendrán solo con la información de valores de referencia, tendrán de primera mano y de forma rápida un servicio que aparte de entregarle los resultados en su celular o computador; les entregará un análisis e interpretación sugerida previamente validada por su médico.

En general esto favorecerá la etapa de cierre del ciclo atención médico-paciente al acortar la brecha que existe en la misma y empoderar al médico y al paciente en el proceso post analítico del servicio de laboratorio clínico y acortar los tiempos de acción en la toma de decisiones cuando surjan momentos de atención críticos.

El proyecto iniciará a modo de piloto en un laboratorio y con un número de pruebas reducido, sin embargo el proyecto se puede escalar a más unidades de atención médica y a un número mayor de pruebas de laboratorio.

Matriz Crea:

Competencias:

Realizando una investigación general sobre posibles competidores en el mercado que ofrezcan un producto o servicio similar a la propuesta Labgoritmus; se encuentra que el producto no presenta un competidor que tenga un servicio completamente similar: Se encuentran algunos competidores que tienen algunos elementos compatibles en función, objetivos y solución a un problema que consideré común y por ello sugiero como posibles competidores los siguientes:

Ampel CDSS(4): Es un sistema de soporte en decisiones clínicas, que comprende diversas etapas de la atención, no solo en la fase post analítica de un laboratorio clínico, sino que aborda soluciones en temas de tratamiento, identificación temprana de enfermedades en base a información clínica de todo tipo del paciente, telemedicina orientativa en función a los hallazgos obtenidos del laboratorio, entre muchos sistemas operativos que otorgan un gran valor en términos de seguridad del paciente.

Este es, posiblemente, el sistema más similar a nuestro proyecto. Tiene grandes fortalezas y está en una etapa muy adelantada. Tiene participación en diversas instituciones de salud privadas y universitarias de Alemania. Inició operaciones en el 2018 y en la actualidad cuenta con la participación de más de 4 instituciones de ese país y múltiples reconocimientos. El desarrollo tiene un carácter privado y es difícil obtener información sobre el sistema funcional y operativamente.

Caliper Sickkids(5): Su nombre deriva de las palabras en inglés: Canadian Laboratory Initiative on Pediatric Reference Intervals y es un sistema que como su nombre lo dice, pretende integrar un sistema armónico de valores de referencia para los resultados de pruebas de laboratorio en la población infantil del país de Canadá. Este proyecto tiene gran similitud con Labgoritmus ya que se basa en los valores de referencia poblacional para identificar anomalías en los resultados y brindar un sistema de alertas tempranas ante resultados alterados. Su principal función es generar un sistema que permita consultar a la población en general cual es un valor normal tomando como base los datos de más de 13.000 niños sanos que sirvieron para recopilar y estandarizar unos rangos de normalidad en la población.

EL proyecto inició en el 2012 y desde entonces tiene más 200 laboratorios participando en el estudio, logrando inclusive identificar resultados por instrumento analítico utilizado. En la actualidad se están organizando datos relacionados con otras poblaciones, enfermedades y

síndromes como es el caso de la población materna, enfermedades como el COVID-19 y obesidad y metabolismo.

Chance Health Care (6): Es un sistema robusto que ofrece una gran variedad de soluciones en salud. Una de sus herramientas está enfocada en sistemas de decisiones clínicas que permiten mejorar aspectos como la selección adecuada de exámenes de laboratorio, complementar con asistencia basada en la evidencia la toma de decisiones médicas en diversas situaciones de la prestación de salud, según el tipo de paciente y evento presentado.

Presta servicios especiales en áreas administrativas relacionadas a la gestión del relacionamiento órdenes, autorizaciones y flujos de trabajo entre pagadores y prestadores. Esta herramienta fue creada en Estados Unidos y actualmente opera en diversos países como Francia, Alemania, Luxemburgo y en los emiratos árabes unidos. Fue fundada en 2007.

Elementos a Eliminar:

- Alta especificidad: La especificidad incrementada de un producto puede llegar a convertirse en un problema para el mismo en función de su implementación y escalabilidad. Algunos de estos productos se vuelven muy precisos en su función, eliminar esta característica puede brindar ventajas en la aplicación a implementar.
- Dependencia de otros sistemas: Es normal que herramientas de este tipo dependan de otros sistemas, modelos o recursos tecnológicos, profesionales o científicos. Sin embargo hay soluciones que no podrían funcionar o crecer sin estas dependencias. Labgoritmus es una herramienta que también es dependiente de múltiples elementos, sin embargo la idea es permitir que el aplicativo tenga un cierto grado de libertad y que su estabilidad y crecimiento se autoalimenta del aporte de los médicos que participen en esta solución.

Elementos a Reducir:

- Complejidad al usarlo: La usabilidad de un producto es un factor fundamental para garantizar la permanencia del usuario en el mismo. Algunos de estos productos puede llegar a ser de alta complejidad en su implementación y uso. Labgoritmus pretender ser un producto fácil de usar, que garantice una buena experiencia de usuario.
- Uso exclusivo: La mayoría de los productos aquí descritos presentan limitaciones en el uso puesto que no están al alcance de un usuario paciente, la mayoría son de uso

exclusivo del personal médico, esto impide el acceso a la herramienta y le puede bajar el valor al producto. Labgoritmus comenzará siendo usado inicialmente en algunos laboratorios y aunque esto la vuelve exclusiva en parte, la idea es romper este limitante y lograr que su alcance y escalabilidad se incrementen y rompan con este problema.

Elementos a Aumentar:

- **Simplicidad:** Contrario a la complejidad, se busca que la herramienta sea simple y minimalista en su usabilidad, cerrando brechas de entendimiento y aumentando la adherencia de los usuarios al aplicativo.
- **Información clara:** Debido a que la herramienta llegará a manos de usuarios tipo pacientes, es importante hacer que la información que se entregue sea clara y precisa, en ningún momento puede llegar a ser información arbitraria o que pueda poner en riesgo la estabilidad mental del paciente o que pueda dar un criterio definitivo de un estado de salud. Siempre se profundizará en el concepto de que la información entregada es una sugerencia y debe ser confirmada por el personal médico.
- **Escalabilidad:** Es importante permitir que la herramienta tenga un alcance grande y que logre beneficiar a la mayor parte de la población que se encuentra vulnerada por esta condición de desconocimiento y largos tiempos de espera para el entendimiento de los reportes. Se desea que la aplicación llegue de forma fácil y sencilla a ser implementada en casi cualquier lugar, servicio o destino en el que pueda llegar ser de utilidad.

Elementos a Crear:

- **Aplicación:** pocas de estas soluciones presentan un modelo tipo aplicación web-movil y esto es algo que debe potenciar Labgoritmus ya que lo convierte en un elemento diferenciador y crea una posibilidad de aumentar el valor de esta herramienta.
- **Interacción de usuarios:** la posibilidad de crear un vínculo directo y de retroalimentación entre los usuarios es uno de los elementos más importantes de este aplicativo, es una característica que refuerza el sistema y le otorga validez a las sugerencias que se crean.
- **Validación en tiempo real:** la oportunidad de contar con un sistema que valide el servicio en tiempo real por parte de los profesionales médicos que participen en la plataforma hace que la aplicación sea única y que le genere mucho valor al producto.

Las siguientes son las puntuaciones sugeridas de valor en cada categoría para cada producto a comparar. Es importante considerar que las aplicaciones Ampel CDSS y ChangeHealthCare no fue posible conocerlas funcionalmente ya que son aplicaciones muy exclusivas y privadas que no presentan el producto abiertamente y es complejo evidenciar la calidad de características como la complejidad o usabilidad.

	ELIMINAR		REDUCIR		AUMENTAR			CREAR		
	Alta Especificidad	Dependencia de otros sistemas	Complejidad al usarlo	Uso Exclusivo.	Simplicidad	Información clara	Escalabilidad	Aplicación	Interacción de usuarios	Validación en tiempo real
Ampel CDSS	7	8	9	8	2	2	2	0	2	1
Caliper	8	9	7	6	4	5	2	3	1	1
ChangeHealthcare	7	9	8	8	3	2	3	1	0	2
Reporte general Lab	6	3	4	3	2	3	2	1	2	0
Labgoritmus	2	2	3	2	8	9	9	10	10	10

Ruta tecnológica:

Los elementos a seguir en el technology roadmap son los siguientes:

Gestión de proyectos: Es la etapa que articula los procesos, será la cabeza del desarrollo ya que vigilará cada etapa y trabajará en función de idear, crear, ejecutar y validar. Tendrá diversas funciones según la etapa del proyecto que se encuentre el desarrollo.

Desarrollo de software: Es el motor de funcionamiento del proyecto, de este depende en gran medida que la aplicación tenga forma y crecimiento a futuro. Este elemento será primordial en las primeras etapas del proyecto y se perfeccionará en etapas posteriores según validaciones que se efectúen posteriormente.

Negociaciones y relacionamiento: En este elemento se centrarán todos los enlaces y relacionamiento hacia la apertura de negociaciones con los clientes.

Analítica y calidad: módulos enfocados en potenciar la herramienta haciendo analítica de datos y proyecciones predictivas del desempeño y crecimiento del producto. Evaluación constante de la calidad del producto.

Seguridad informática: Fundamentada en propiciar aspectos de seguridad informática y desarrollar todas las barreras de seguridad necesarias que ayuden a fomentar y fortalecer el buen manejo de los datos personales, consolidar sistemas de seguridad y privacidad de la información y gestionar los datos de forma segura.

El proyecto tiene como fecha de inicio el primer cuartil del año 2022 donde se comienza con la preparación, identificación del problema, ideación de soluciones y prototipado. Los elementos cumplidos a cabalidad van hasta el segundo cuartil del año 2023, fecha aproximada donde concluyó estudios; a continuación proyectó los siguientes pasos en el restante año en curso y siguientes, hasta finalizar a inicios del año 2025.

Resultado de las validaciones:

Las validaciones se efectuaron en usuarios pacientes y usuarios médicos; también se validó con un grupo del personal administrativo de laboratorios clínicos.

Me centre en 5 hipótesis que intentan demostrar aspectos generales de la aplicación y otros más específicos, estas son las hipótesis testeadas:

- Usabilidad: Crear sesión, cerrar sesión, paleta de colores, botones y navegabilidad en general
- Calidad de la información suministrada.
- Utilidad de la franja comercial
- Opinión sobre la idea disruptiva de contar con interpretaciones sugeridas.
- Semafización de categorías de alerta del resultado.

Total validadores: 15 (entre pacientes, personal de laboratorio y médicos)

HIPÓTESIS 1: Usabilidad: Crear sesión, cerrar sesión, paleta de colores, botones y navegabilidad en general:

Aceptabilidad: 80%

Tres intervenciones, dos por el tema del cierre de sesión que no lo había puesto en el prototipo y uno por el tema de colores, sugieren un color de fondo blanco.

Aprendimos que en general la usabilidad del producto fue bien aceptada. Características como el color de fondo se pueden probar en próximas versiones.

Se hizo la corrección necesaria en el tema de cierre de sesión.

Sugerencias: se sugiere usar un color de fondo blanco por parte de unos de los validadores, se piensa implementar en las próximas versiones.

HIPÓTESIS 2: Calidad de la información suministrada.

Aceptabilidad: 93.3%

En general, todos están de acuerdo con la calidad de la información suministrada.

Aprendimos que en el ejemplo del prototipo, usamos la palabra “grave” en una sugerencia de interpretación y fue evidente que usar palabras con tanto carácter puede ser perjudicial para la tranquilidad y estabilidad del paciente que recibe esa información.

Se hace corrección y se identifican palabras que puedan llegar a generar esa sensación y se cambian por palabras más equilibradas y siempre acompañado de frases que dejan claro que la aplicación es solo una ayuda interpretativa pero que no pretende reemplazar la atención directa con el médico.

Sugerencia: brindarle un especial cuidado al uso adecuado del lenguaje, con una estructura clara y precisa sin ser concluyente o catastrófico.

HIPÓTESIS 3: Utilidad de la franja comercial.

Aceptabilidad: 100%

El uso de la franja comercial se consideró una oportunidad muy buena para ser aprovechada por el laboratorio.

Algunas sugerencias aportan que sería importante en esta franja comercial el uso de información que ayude a identificar las condiciones adecuadas del paciente para presentarse al laboratorio a tomarse las muestras.

HIPÓTESIS 4: Opinión sobre la idea disruptiva de contar con interpretaciones sugeridas.

Aceptabilidad: 93.3%

La forma en que se ofrece la solución en el formato de comentarios complementarios que dan una idea de interpretación sugerida es en general bien vista, la aceptación fue alta. El respaldo del formato por el personal médico al realizar la validación de la sugerencia le brinda mucho potencial.

Sugerencia: Se informa que la calidad de la información debe ser primordial, ya que de ello depende la buena aceptación del producto. Consideran importante que la herramienta siempre se pueda usar en un ecosistema en salud, no como algo particular, sin el soporte médico.

HIPÓTESIS 5: Semaforización de categorías de alerta del resultado.

Aceptabilidad: 100%

Entre más didáctico y simple, mejor, la mayoría de usuarios considero que la parte de alertas, con colores y criterios de emergencia está bien definida. Lo consideran un potencial a favor ya que la plataforma llegará a usuarios de todo tipo y debe usar en sistema fácil de interpretar y que se pueda ayudar con colores y otras herramientas intuitivas.

Experiencia y conclusiones:

Las validaciones comenzaron mostrando una versión 1 del prototipo, el cual fue un diseño centrado en los conceptos y la navegabilidad, pero con muy bajo nivel de interfaz de usuario y experiencia de usuario.

Esta primera validación se realizó con personas expertas en el área de administración de laboratorios clínicos, tanto del laboratorio en el que me encuentro actualmente trabajando, como de otros laboratorios. Para ese momento, aunque el concepto de la aplicación se lograba entender con el prototipo versión 1, considere necesario tener ya para presentar una versión 2 del prototipo, más funcional y mejorada en experiencia del usuario. En general la herramienta tuvo buena aceptación, hipótesis de base como usabilidad, navegación, uso de semáforos tuvieron buenas opiniones.

Aspectos a revisar en esta primera ronda de validaciones fue en temas como definir bien cuál es el rol del usuario médico, que alcance tendría y cómo lograr adherencia al proyecto. Ellos son una pieza clave en el funcionamiento del proyecto y es necesario que participen activamente en la validación de las sugerencias y sus posibles correcciones, sin embargo, esta actividad debe permitir un equilibrio entre el desempeño del médico en la aplicación y su vida cotidiana; la aplicación debe exigir atención del médico pero sin saturar o exigirle más de lo que se permita. El médico debe encontrar en la herramienta una forma proactiva de abordar a sus pacientes, de tenerlos presente y de considerarlos cuando alguna prueba se sale de los valores normales de referencia. Para ese equilibrio óptimo se está buscando la forma en que la consulta directa del paciente en la plataforma con el médico se active sólo ante resultados con categoría de emergencia. De esta misma manera, al médico sólo se le alertará bajo este mismo criterio. Las validaciones de resultados normales o con categorías de alerta serán tenidos en cuenta pero bajando su prioridad.

Otro elemento importante que resultó en esta etapa inicial de validaciones fue la claridad y la calidad de la información suministrada. Siendo una hipótesis a evaluar, surgió una situación muy particular y es que en la versión 2 del prototipo, a modo de ejemplo, se encuentra una situación en donde un paciente presenta una hemoglobina muy baja en estado de emergencia, y se usa la expresión "situación GRAVE" en la interpretación sugerida lo cual le llamó la atención a varios de los validadores, ya que la palabra "grave" podía poner en riesgo la tranquilidad del usuario paciente y ponerlo en estado de angustia extrema sin necesidad. Se llega a la conclusión que en este caso es importante manejar un lenguaje que se logre ser objetivo pero equilibrado, sin exagerar con palabras que aumenten la situación de incertidumbre del paciente o mucho menos, usar términos muy ambiguos que no definen nada y den un parte de tranquilidad por completo innecesario en el paciente. Bajo esta situación, se hace especial fuerza en implementar el uso de las frases y notas complementarias que detallan que la aplicación no pretende reemplazar la consulta médica y que es solo de carácter orientativo.

En validaciones posteriores se presenta una versión 2 del prototipo más completa y organizada, con algunas de las correcciones de validaciones anteriores. En esta etapa se logra tener una mejor apreciación del tema de las pautas comerciales y del sistema de creación de usuario y seguridad informática.

En términos generales, el uso de la franja comercial de beneficio para los laboratorios clínicos muestra buena aceptación. Lo ven como algo favorable ya que el cliente puede usarlo no solo para promocionar su laboratorio, sino que adicionalmente puede ser un espacio ideal para entregar al usuario módulos educativos y de posicionamiento de marca. Una observación que mereció la franja comercial, es que inicialmente estaba pensada solo para ser usada por los usuarios pacientes; en los usuarios médicos no se tenía planeado el uso de esta zona de navegación, sin embargo, se evidencia que es vital que para los médicos también esté presente ya que ellos deben conocer bien el laboratorio a donde remiten a sus pacientes, ver las pruebas que ofrecen, sus estándares de calidad en los procesos y todos los procesos adicionales que le ofrecieron al médico una ventaja en conocer mejor su proveedor de servicios.

En la parte de la creación de usuarios. Surgió una duda muy importante en asesoría con el tutor del proyecto, en donde evidenciamos que el proceso de creación de usuario debería ser muy bien supervisado para el caso de los médicos, ya que ellos pueden acceder a mucha información, esta etapa debe tener un sistema de validación de dos pasos que garantice que el médico es realmente el usuario que ingrese y así evitar una vulnerabilidad grave del sistema que pondría en riesgo todo el tema de seguridad informática.

En la etapa final del proceso de validación se toman opiniones de usuarios, pacientes y médicos. Se evidencia una gran aceptación por parte del usuario paciente, dejan claro que es muy agradable contar con esta herramienta. En algunas opiniones explican que la aplicación puede que sea poco usada, ya que ellos como pacientes no están frecuentemente realizándose pruebas de laboratorio, pero opinan que pueden existir usuarios que por condiciones clínicas específicas puedan estar con frecuentes monitoreos y se requiere contar con la aplicación de forma constante. En general muchas hipótesis son bien aceptadas y confirman que usarían la aplicación de ser necesario.

En el ámbito médico, se evidencia un sentimiento de afinidad con el uso de la nueva tecnología, especialmente médicos jóvenes que ayudaron con el proceso de validación. Algunos de ellos opinaron que puede llegar a ser difícil lograr usar la aplicación en algunos colegas, sobre todo en médicos de avanzada experiencia y edad, ya que son renuentes a

las nuevas tecnologías. Comentan que sería necesario un proceso educativo continuo, posiblemente un sistema de acompañamiento para lograr que este perfil de usuarios médicos logre adaptarse al aplicativo.

Algunos médicos opinaron también sobre el tema relacionado con el contacto telefónico que se pueda llegar a generar con los pacientes, consideran que es importante contar con esta posibilidad, pero definen que no se puede sobrecargar el sistema de chequeos y validaciones por parte del personal médico ya consideran que demandará mucho tiempo y es posible que este tipo de procedimientos desmotivan al médico y lo aparten del proceso de validación y corrección de interpretaciones sugeridas. Consideran que la herramienta tiene mucho poder en términos de descongestionar los servicios de atención en la etapa posterior a la obtención de resultados de laboratorio, que es cuando los pacientes chequean sus datos paraclínicos con el médico solicitante. La aplicación ayudaría mucho a tranquilizar y liberar una gran cantidad de pacientes que en general tienen chequeos médicos generales y que están en condiciones normales que pueden valerse de esta herramienta para tener un parte de tranquilidad con los resultados obtenidos.

El nivel de aceptación de la tecnología en términos disruptivos en este grupo de usuarios tipo médico fue en general bueno; consideran que aunque puede llegar a ser delicado, ven que la aplicación tiene los suficientes filtros como para preparar al paciente y al médico en definir la aplicación como una herramienta de apoyo, que colabora en la atención médica y que no alcanzaría a reemplazar la toma de decisiones clínicas a cargo del médico ya que precisamente necesita de esté para poder validar las sugerencias.

En términos generales, las validaciones de las hipótesis me ayudaron a encontrar 2 temas a los cuales se les debe brindar especial atención: la calidad y forma del lenguaje y la información ofrecida a lo largo de la experiencia de usuario, ya que esto puede convertir una sugerencia en una fuerte opinión que afectaría la seguridad y tranquilidad del paciente y complicaría el problema. Por otro lado, está el tema de la seguridad informativa en los campos de la creación y acceso de cuentas, especialmente la de médico. Por otro lado, se debe definir muy bien cómo será el manejo de la información recibida del laboratorio, es información confidencial y sensible que no debería reposar en ningún dispositivo de forma constante y solo debería ser considerada para el análisis y la generación de las interpretaciones sugeridas.

Aportes a la salud pública.

Los aportes de este producto tecnológico a la salud pública se pueden agrupar en los siguientes aspectos:

Para el paciente:

Brindar el empoderamiento del paciente en el proceso de atención en salud (7), permitiendo acceder y disponer de su datos clínicos, mejorando su apreciación y percepción de su estado de salud al contar con este complemento que es la interpretación sugerida de resultados. Esta herramienta le servirá a los pacientes a ser más conscientes de sus procesos en la atención en salud, los vuelve partícipes del proceso y puede tomar acciones importantes para atender situaciones de riesgo.

Es de resaltar que la eficiencia de los procesos se verá mejorada en muchos aspectos, desde la veracidad y rapidez en la toma de decisiones clínicas, hasta la agilidad en el retorno de valoración médica después del chequeo clínico. Se debe considerar entonces este producto como un bien digital que permitirá acceder a todo tipo de población a un servicio complementario que los ayudará de manera responsable y sostenible.

El producto pretender ser simple y fácil de usar, permitiendo acceder a todo tipo de población, es necesario que la aplicación sea inclusiva y genere una participación activa de la población vulnerable o no alfabetizados digitalmente. Los procesos simples de ingreso y gestión de los datos lograrán que cualquier individuo con las bases de manejo de la tecnología ofimática pueda satisfacer sus necesidades con el uso de la herramienta.

Para el médico:

En paralelo, poder contar con la posibilidad de monitorizar los reportes por parte de los médicos en tiempo real y lograr minimizar el riesgo de omisión, mala interpretación o negligencia en la toma de decisiones médicas para la atención en salud. Los médicos serán actores importantes del ecosistema que creará esta herramienta y su participación será el complemento ideal para abordar aspectos importantes de salud pública como lo es la vigilancia y monitoreo en la salud individual y colectiva, el acceso equitativo a las tecnologías de salud y el control y gestión de los riesgos en salud y emergencias.

Para el sistema de salud:

El producto tiene el potencial de acortar los tiempos de espera en la atención en salud especialmente en esta etapa posterior a la atención. Esta es una brecha importante que depende mucho del interés del paciente para continuarla y que puede llegar a tener poca participación activa del médico o el servicio de salud. Este elemento tendrá impacto en el modelo de conectividad universal, aspecto que será de vital importancia para lograr equidad y equilibrio en el sistema en términos de atención en el momento justo y con las respuestas adecuadas y seguras necesarias.

Es importante resaltar que el producto tendrá como objetivo primordial la protección y el adecuado manejo y tratamiento de los datos personales de los pacientes y los médicos que participen en el sistema (8). El componente de seguridad informática será un componente de mucho valor en el producto para garantizar una “cultura de manejo de datos seguros y confiables” (7).

Aportes del producto para los Objetivos de Desarrollo Sostenible:

La herramienta presenta aportes importantes en el objetivo tres de la ODS, que es Salud y Bienestar, en donde por sus características y sus funciones desempeñará un rol importante en promocionar y garantizar la salud, el bienestar y una vida sana y plena en todos los usuarios. Desde el punto de vista del acortamiento de la brecha del tiempo en la atención, en brindar información de calidad soportada por el conocimiento del médico, en tiempo real y con la posibilidad generar alertas tempranas ante situaciones graves que puedan poner en riesgo la vida de las personas, reduciendo y gestionando el riesgo en la atención en salud.

En este sentido, es importante resaltar que la herramienta presentará la posibilidad de reducir la mortalidad en algunos eventos importantes en salud como lo son la maternidad, la primera infancia y las enfermedades no transmisibles, entre otros. Al acercar al paciente al médico ante su diagnóstico o control, y más importante aún, generando un sistema que puede despertar la atención de cualquier actor del ecosistema ante situaciones de riesgo. Se espera que la herramienta pueda llegar a reducir algunos eventos mortales en la atención en salud debido a la negligencia, la mala interpretación o la omisión de datos importantes en los reportes de resultados.

Es de resaltar que este desarrollo también impactará el objetivo nueve de las ODS que es la industria, innovación e infraestructura; al permitir la implementación de tecnologías de la información y la comunicación en un nicho muy especial es el sector salud, una falange

importante para el desarrollo de un país que requiere incrementar en innovación y generación de soluciones que mejoren el sistema.

Conclusiones:

El desarrollo de un sistema informático que integre la atención en salud en etapas que han demostrado ser de mucha incertidumbre tanto para el paciente como para el médico puede demostrar beneficios importantes para la comunidad.

El análisis parte de entender las necesidades de los pacientes y los médicos, comprender que en el modelo de atención en salud hay puntos ciegos que demuestran no aportar mucho valor al sistema y que por el contrario pueden llegar a hacer que el proceso no cumpla los objetivos y pueda poner en riesgo el servicio en general. Así como esta necesidad, puede ser evidente que hay muchos otros momentos o procesos que demuestran tener limitaciones en el desarrollo.

El impacto de soluciones de este tipo en el actual sistema de salud pueden generar impactos muy positivos en el desempeño del sector salud del país, ya que es evidente que hay falencias en diversas etapas del proceso y es allí donde las TICs pueden favorecer y promover el mejoramiento del sistema, fortaleciendo el engranaje del sistema y permitiendo que las anomalías disminuyen y se propicie un ambiente de equidad, satisfacción y seguridad.

La propuesta puede canalizar y mejorar la comunicación entre médicos y pacientes, permitiendo un especial desarrollo del empoderamiento de los pacientes y realizando la labor del médico y volverlo un ente más activo y participativo en el monitoreo y seguimiento de sus pacientes. La propiedad de conocimiento de los pacientes tendrá limitantes importantes ya que las decisiones clínicas siempre estarán en manos de los médicos, y eso se deja muy claro en diversas etapas del proceso. Sin embargo, permitirle al paciente tener información clara sobre su condición de salud y permitir que este un paso adelante en el proceso afianzará su camino y su rol en el proceso y pasará de ser un elemento pasivo a un actor activo y dinámico, haciendo que gane más conciencia de su proceso de salud, definiendo muy bien las limitaciones de la herramienta y lo importante del contacto y supervisión médica.

Para el médico esta herramienta puede llegar a ser su brazo derecho en el proceso de atención de salud. Será una herramienta orientativa, que le permitirá saber de primera mano

las condiciones generales de los reportes de laboratorio. El médico tiene un rol muy importante en la misma ya que validará las sugerencias de interpretación y esto puede ayudar a generar conocimiento importante para la valoración, el entendimiento y posible entrenamiento de módulos avanzados de inteligencia artificial que pueden generar un soporte más robusto y de mejor valor pronóstico.

El sistema en sí mismo tiene el potencial de modelarse según las necesidades del mercado, ya que según donde se desee implementar, se puede adecuar segmentos, elementos y procesos adicionales que se adapten a las necesidades del mercado. En el desarrollo de este proyecto se define un segmento muy particular y es el de los pacientes de un laboratorio clínicos que asisten de modo ambulatorio a resolver las solicitudes médicas que se generaron en órdenes de laboratorio. Este ejemplo puede ser el de mayor potencial, pero está claro que el sistema se puede adecuar a procesos intrahospitalarios, servicios domiciliarios y otros sistemas de mayor o menor complejidad.

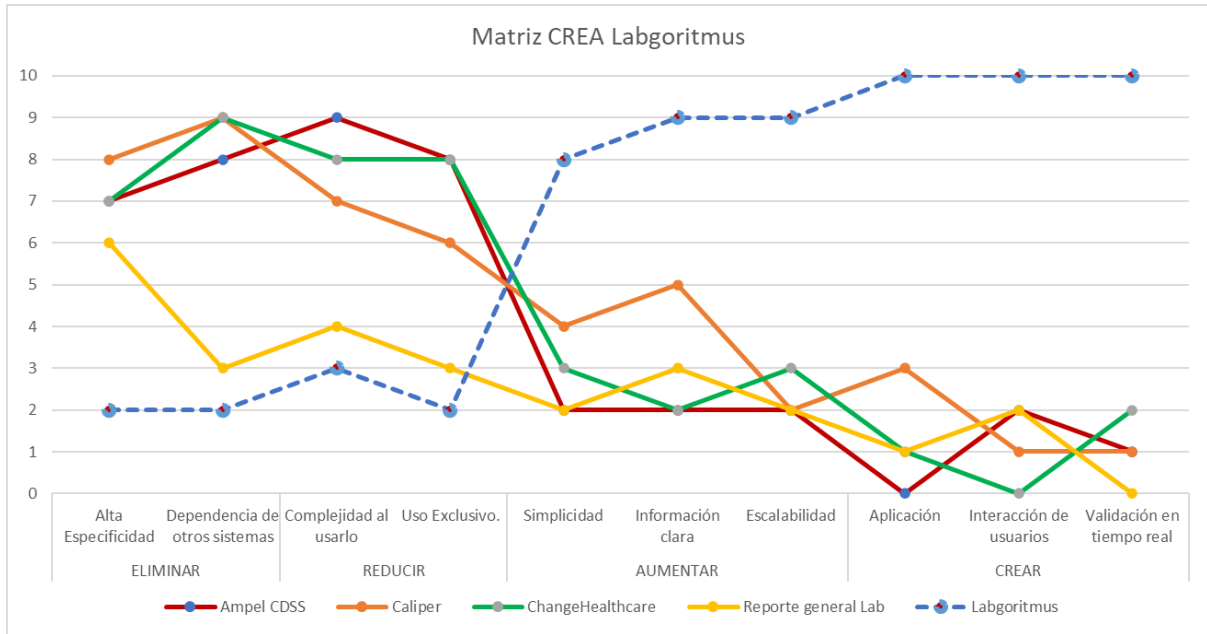
El producto brindará soluciones claras a procesos en la atención en salud que no están bien definidos, procesos en los que se suele perder mucho tiempo y es posible que el paciente pierda el interés del evento que lo llevó a esto. La solución está en reducir la incertidumbre de esta etapa del proceso y beneficiar en paralelo al médico y al paciente.

Bibliografía:

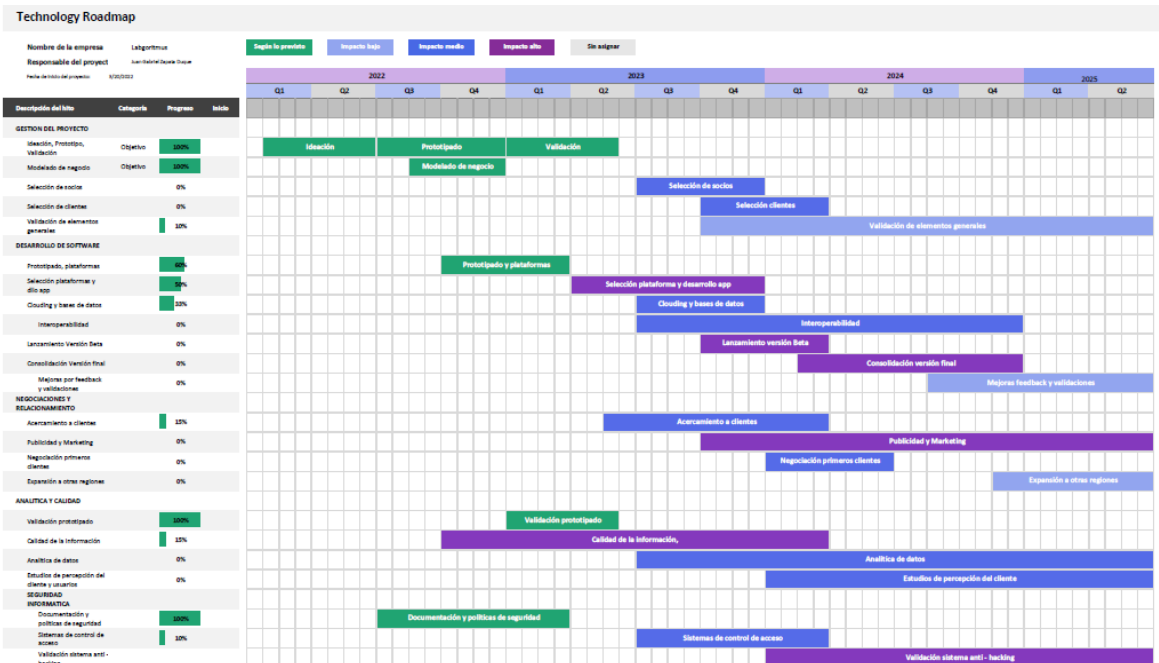
1. Flutterflow. A low-code builder for developing native mobile applications. Estados Unidos [Internet] 2017. Disponible en: <https://flutterflow.io/>
2. Dart. A client-optimized language for developing fast apps on any platform. Estados Unidos [Internet] 2011. Disponible en: <https://dart.dev/>
3. Firebase. Base de datos y soporte compilación by Google. Estados Unidos [Internet] 2014. Disponible en: <https://firebase.google.com/?hl=es-419>
4. Ampel CDS. Clinical Decision Support System. Alemania [Internet] 2018. Disponible en: www.ampel.care
5. Caliper SickKids. Data bank for reference interval for healthy childrens. Canadá [Internet] 2014. Disponible en: <https://caliperproject.ca/>
6. ChangeHealthCare. innovative solutions that help improve the healthcare journey. Estados Unidos [Internet] 2019. Disponible en: <https://www.changehealthcare.com>
7. Ocho principios rectores de la transformación digital del sector de la salud. Un llamado a la acción panamericana. Caja de herramientas de transformación digital; Herramientas de conocimiento [Internet]. 2021 [citado el 5 de junio de 2023]; Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/53730>
8. García Saisó S, Marti MC, Mejía Medina F, Pascha VM, Nelson J, Tejerina L, et al. La transformación digital para una salud pública más equitativa y sostenible en la era de la interdependencia digital. Rev Panam Salud Publica [Internet]. 2022;46:1. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/56238/v46e12022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS:

MATRIZ CREA:



TECHNOLOGY ROADMAP:



MUESTRAS DEL PRODUCTO:

