



Universidad de Concepción
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación

**INTEGRACIÓN DE VISUALIZACIÓN DE DATOS DE ADHERENCIA A TRATAMIENTO
FARMACOLÓGICO A TRAVÉS DE FICHA CLÍNICA**

POR
Claudio Javier Rain Levicán

Memoria de Título presentada a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil Informático

Profesor Patrocinante: Gonzalo Rojas Durán
Profesora Co-patrocinante: Jacqueline Sepúlveda Carreño

agosto de 2023
Concepción, Chile

Resumen

La correcta adherencia al tratamiento farmacológico es esencial para asegurar la eficacia del tratamiento y mejorar los resultados en la salud del paciente. No obstante, el seguimiento de dicha adherencia representa un desafío constante para los profesionales de la salud, especialmente en el tratamiento de enfermedades crónicas como la hipertensión. En respuesta a esta problemática, se ha desarrollado una plataforma de visualización de datos de adherencia al tratamiento farmacológico antihipertensivo, denominada "Dashboard AfamUdec 2.0". Esta herramienta, diseñada para ofrecer una visión más detallada y accesible del seguimiento de los pacientes, fue sometida a una prueba de usabilidad. Los resultados indicaron un alto nivel de satisfacción por parte de los usuarios, quienes manifestaron que la plataforma es una herramienta útil que cumple con el objetivo de brindar información precisa sobre la adherencia al tratamiento. Además de la integración de gráficos interactivos, detalles individuales de cada medicamento prescrito y otros indicadores relevantes, la solución propuesta se encuentra en continua evolución, centrandose su diseño en la retroalimentación y sugerencias de los usuarios. Esta memoria representa un paso importante hacia la optimización del seguimiento y cuidado de pacientes, mediante la integración de tecnologías de información y herramientas de visualización adaptadas al contexto clínico.

Índice

1. Introducción	6
1.1 Solución propuesta y alcances	7
1.1.1 Solución propuesta	7
1.1.2 Alcances	8
1.2 Objetivo General	8
1.3 Objetivos Específicos	8
1.4 Metodología	9
1.5 Estructura informe	9
2. Marco Teórico	10
2.1 Términos básicos sobre medicina	10
2.2 Adherencia	11
2.3 Hipertensión arterial	12
2.4 Revisión de visualizaciones de datos de adherencia	14
2.4.1 Adherencia a la medicación en pacientes con Diabetes Tipo II capturada por una plataforma de sensor de ingesta (Browne et al., 2015)	15
2.4.2 Cuantificando y Visualizando la adherencia médica en pacientes después de un infarto agudo al miocardio (Wang et al., 2018)	17
2.4.3 AdhereR: Adherencia a los medicamentos (Dima et al., 2022)	19
2.4.4 Reflexiones sobre las visualizaciones de adherencia en el ámbito médico	21
2.5 Estudios de usabilidad	22
2.5.1 Heurísticas de Nielsen	22
2.5.2 Cuestionario SUS (System Usability Scale)	24
2.6 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources)	25
3. Descripción de la Propuesta	26
3.1.1 Análisis de Usuario	27
3.1 Caracterización del Usuario Médico	27
3.2 Tareas a cubrir	28
3.2.1 Tarea 1: Saber el comportamiento de ingesta del paciente hacia su tratamiento farmacológico desde su última visita.	28
3.2.2 Tarea 2: Evaluar el comportamiento del paciente bajo diferentes periodos.	30
3.2 Mockups de la plataforma	32
3.2.1 Cabecera de la plataforma	33
3.2.2 Sección gráfica: Mapa de calor	34
3.2.3 Sección gráfica: gráfico de barras	35
3.2.4 Sección gráfica: gráfico de dispersión	36
3.2.5 Sección gráfica: Cronograma de medicación	37
3.2.6 Lista de prescripciones	38
3.2.7 Detalle de prescripción	39

3.2.8 Selección de periodo: parte 1	40
3.2.9 Selección de periodo: parte 2	41
3.3 Evaluación de mockups	42
4. Prototipo Computacional	43
4.1 Arquitectura de software	43
4.2 Modelo de datos	47
4.3 Herramientas utilizadas:	48
4.4 Esquema plataforma de visualización	48
4.4.1 Explicación esquema	49
4.4.1.1 Relación entre store y componentes	50
4.4.1.2 Flujo de Datos en el Prototipo Computacional	52
4.5 Presentación de la plataforma	54
4.5.1 Detalles de la implementación presentada	58
5. Evaluación de la propuesta	59
5.1 Test de usabilidad SUS	60
5.2 Resultados de la Evaluación	60
5.3 Observaciones y Retroalimentación de los Usuarios	61
5.4 Trabajo futuro	63
6. Conclusiones	64
7. Referencias	65

Lista de tablas

Tabla 1: Medicamentos prescritos para la hipertensión arterial en el CESFAM de Hualpén.	12
Tabla 2: Cuestionario SUS (System Usability Scale).	24
Tabla 3: Cuestionario SUS adaptado a la prueba.	61
Tabla 4: Puntaje SUS para la plataforma.	62

Lista de figuras

Figura 1: Distribución de frecuencia del momento del día en que los sujetos ingirieron la medicación.	16
Figura 2: Gráfico de adherencia a la medicación (panel inferior) con los cambios diarios correspondientes en signos vitales, estado de ánimo y pasos dados (panel superior).	17
Figura 3: Ejemplo de informe de salud del paciente que incluye datos demográficos pertinentes, historial médico y nivel de adherencia a la medicación.	18
Figura 4: Historiales de medicación: dos ejemplos de pacientes.	20
Figura 5: Escalas para calificaciones de puntajes SUS.	25
Figura 6: Mockup n°1, cabecera de la plataforma, junto con indicador de adherencia.	33
Figura 7: Mockup n°2, mapa de calor con registros de adherencia.	34
Figura 8: Mockup n°3, gráfico de barras.	35
Figura 9: Mockup n°4, gráfico de dispersión.	36
Figura 10: Mockup n°5, gráfico cronograma de medicación.	37
Figura 11: Mockup n°6, listado de prescripciones.	38
Figura 12: Mockup n°7, detalle de prescripción realizada al paciente.	39
Figura 13: Mockup n°8, selector de periodo parte 1.	40
Figura 14: Mockup n°9, selector de periodo parte 2.	41
Figura 15: Arquitectura sistema AFAM 2.0.	44
Figura 16: Modelo de datos AFAM 2.0.	47
Figura 17: Estructura general de la plataforma de visualización de datos.	49
Figura 18: Cronograma de medicación.	54
Figura 19: Gráfico de barras y línea spline.	55
Figura 20: Gráfico de columnas, presentando las principales dificultades del paciente.	55
Figura 21: Gráfico mapa de calor.	56
Figura 22: Mapa de calor, enfoque en dosis no ingeridas.	56
Figura 23: Gráfico de dispersión.	56
Figura 24: Listado de prescripciones.	57
Figura 25: Detalle de prescripción.	57
Figura 26: Selección de periodo a través de cronograma.	58

1. Introducción

En el área de la salud, es esencial disponer de información precisa y accesible para proporcionar una atención efectiva a los pacientes. Los sistemas de registros médicos han desempeñado un papel crucial en la recopilación de datos esenciales sobre diagnósticos, tratamientos y seguimientos, lo que facilita la provisión de atención de salud personalizada y precisa.

Un aspecto particularmente crítico en la atención al paciente es la adherencia al tratamiento farmacológico. Una adecuada adherencia tiene el potencial de mejorar significativamente la calidad de vida de los pacientes, especialmente aquellos con condiciones crónicas. Sin embargo, obtener una información precisa sobre la adherencia al tratamiento en estos casos puede ser un desafío.

Dentro del marco del proyecto FONDEF IT21I0097, "Seguimiento remoto e integración interoperable a ficha clínica de la adherencia a tratamiento antihipertensivo de personas mayores", se propone desarrollar un sistema software que permita a los profesionales médicos consultar, directamente desde su sistema de ficha clínica, los datos de adherencia a tratamientos farmacológicos de sus pacientes. Un elemento esencial de este sistema será el dashboard de visualización de datos de adherencia, diseñado específicamente para este proyecto.

El objetivo principal de este dashboard es proporcionar a los profesionales sanitarios una herramienta intuitiva y eficaz para visualizar y entender la adherencia de un paciente a su tratamiento. A través de la presentación de un índice de adherencia actualizado y visualizaciones interactivas sobre el cumplimiento del tratamiento prescrito, este dashboard puede ayudar a los profesionales a tomar decisiones más informadas y a prevenir complicaciones potenciales.

La relevancia de este dashboard también se extiende a los pacientes, ya que un seguimiento más preciso de su adherencia puede promover una mayor conformidad con su tratamiento, permitiéndoles un mejor manejo de su salud y fomentando una comunicación más transparente con los profesionales sanitarios.

En términos de arquitectura del sistema, este trabajo se ha centrado en la integración de datos recogidos a través de una aplicación móvil diseñada para capturar información sobre los tratamientos médicos de pacientes crónicos. Este enfoque ha proporcionado una oportunidad valiosa para explorar los desafíos de la visualización de datos en el campo de la salud y para contribuir a una herramienta que tiene el potencial de tener un impacto real en la vida de pacientes y profesionales.

1.1 Solución propuesta y alcances

1.1.1 Solución propuesta

Ante el desafío de optimizar la visualización y gestión de datos sobre adherencia a tratamientos farmacológicos, se propone la creación de una plataforma tecnológica enfocada en el usuario médico. Esta herramienta busca presentar una interfaz intuitiva que facilite la interpretación de la información, posibilitando que los profesionales de salud tomen decisiones informadas.

La estrategia central de la solución se basa en una detallada caracterización del tratamiento prescrito a cada paciente y su seguimiento para garantizar que la herramienta satisfaga sus necesidades de manera precisa. Con esta información, se generan representaciones visuales iniciales que sirven de fundamento para el prototipo computacional

La etapa conclusiva de la propuesta enfatiza en validar la funcionalidad y eficacia de la plataforma mediante pruebas y evaluaciones. De este modo, se espera que la solución propuesta responda de manera tangible a los retos asociados con la gestión de datos en el contexto farmacológico.

1.1.2 Alcances

1. El proyecto se enfoca en la administración de medicamentos para tratar enfermedades, dejando de lado otras intervenciones terapéuticas como cambios en el estilo de vida. Aunque hay variedad de tratamientos, el proyecto se centra en este enfoque particular.
2. El alcance de este proyecto se limita al tratamiento farmacológico de pacientes con hipertensión arterial. A pesar de que el espectro de enfermedades es vasto, el reto de incorporar múltiples patologías amplía la complejidad del sistema. Una evolución natural de este proyecto sería atender la polifarmacia, común en personas mayores debido a múltiples condiciones de salud y la consecuente ingesta de varios medicamentos. Este aspecto, por su intrincada naturaleza, queda fuera del alcance actual. No obstante, se reconoce su relevancia y se contempla como una potencial expansión en futuras fases del proyecto.

1.2 Objetivo General

Apoyar la comunicación de datos objetivos de tratamiento farmacológico a personal sanitario, mediante el desarrollo de una plataforma de visualización de datos que transmita de manera clara y eficiente el comportamiento temporal de un paciente hacia su tratamiento.

1.3 Objetivos Específicos

1. Especificar e implementar requerimientos de usabilidad de visualizaciones de datos en contexto de atención médica.
2. Especificar mecanismos de integración de sistemas de visualización con sistemas de ficha clínica, resguardando seguridad y privacidad.
3. Describir la fuente de los datos de tratamiento farmacológico.
4. Describir eventuales requerimientos de limpieza o depuración.

1.4 Metodología

Para el desarrollo de la plataforma de visualización de datos sobre adherencia a tratamiento farmacológico, se empleó un enfoque iterativo e incremental, adaptando principios ágiles a un contexto de investigación individual.

Las etapas principales fueron:

Fase 1: caracterización del usuario médico, así como de las tareas específicas que realizarán en el sistema.

Fase 2: Creación de mockups para visualizar la interfaz y evaluar su factibilidad entrevistando a un usuario médico.

Fase 3: Desarrollo del prototipo computacional basado en los mockups, integrando herramientas y estructuras de datos adecuadas.

Fase 4: Evaluación del prototipo, recopilación de resultados y deducción de conclusiones.

1.5 Estructura informe

Después de la introducción, se presenta un marco teórico donde se exploran conceptos esenciales sobre medicina, adherencia, hipertensión arterial, visualización de datos de adherencia, heurísticas de Nielsen, el cuestionario SUS y el estándar FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) en el contexto de la interoperabilidad de datos de salud.

A continuación, se delinea la propuesta del proyecto. Esta parte comienza con una caracterización del usuario médico, prosigue con una descripción de las tareas que la plataforma abordará y culmina con la presentación y evaluación de mockups para la visualización de datos.

El siguiente apartado se adentra en el prototipo computacional. Aquí se exploran aspectos técnicos, desde la arquitectura de software, pasando por las herramientas

empleadas, hasta el flujo de datos, ofreciendo una visión detallada de la implementación tecnológica.

Posteriormente, se encuentra la evaluación de la solución, donde se analiza su usabilidad mediante pruebas, destacando el test SUS (System Usability Scale). Además, se recopilan observaciones y feedback para considerar mejoras a futuro.

Finalmente, se concluye el informe, reflexionando sobre las principales lecciones aprendidas, los hallazgos y la contribución general del proyecto al campo de la salud y la tecnología.

2. Marco Teórico

Esta sección presenta una exploración inicial a términos médicos esenciales, proporcionando una base sólida para los no familiarizados con la terminología del ámbito de salud. Se dedica especial atención a la adherencia, un concepto clave que aborda el compromiso del paciente con tratamientos médicos, y cómo esta se manifiesta a través de visualizaciones de datos respaldadas por varios estudios académicos. Para completar la perspectiva, se examinarán aspectos de usabilidad destacando técnicas heurísticas y el cuestionario SUS; además, se introducirá al estándar FHIR, un componente crítico para la comunicación estandarizada en la medicina contemporánea.

2.1 Términos básicos sobre medicina

En el desarrollo de soluciones tecnológicas destinadas al ámbito médico, es esencial comprender ciertos términos y conceptos clave relacionados con la medicina. Estas definiciones proporcionan un marco básico que facilita la comprensión del contexto en el que se sitúa nuestra solución. A continuación, se presentan definiciones clave extraídas del diccionario de la Real Academia Nacional de Medicina (Real Academia Nacional de Medicina (RANM), 2012):

Tratamiento: Conjunto de medidas médicas, farmacológicas, quirúrgicas, físicas o de otro tipo encaminadas a curar o a aliviar las enfermedades.

Recetar: Prescribir uno o varios medicamentos, por lo general con indicación de su forma farmacéutica, dosis, vía de administración, pauta posológica y duración del tratamiento.

Prescripción: Disposición o conjunto de disposiciones que el médico da al enfermo, relativas al régimen de vida, la alimentación, el reposo, el ejercicio físico, los medicamentos, etc.

Posología: Disciplina científica, rama de la terapéutica y de la farmacología, que se ocupa de determinar la dosis y el intervalo de administración correctos de los medicamentos.

Medicamento: Sustancia que, administrada interior o exteriormente a un organismo animal, sirve para prevenir, curar o aliviar la enfermedad y corregir o reparar las secuelas de esta.

2.2 Adherencia

La adherencia farmacológica es esencial en el proceso de medicación. Existen diferentes enfoques para medirla, pudiendo ser "directos e indirectos" (Pagès Puigdemont & Valverde Merino, 2018). Los métodos directos, como la medición de la concentración del fármaco en muestras biológicas, ofrecen precisión. Por otro lado, los métodos indirectos, como las entrevistas al paciente, proporcionan información valiosa aunque enfrentan desafíos de confiabilidad. Es relevante mencionar que no existe un método único y definitivo para medir la adherencia, por lo que en muchos casos puede ser beneficioso combinar diversas técnicas. Herramientas validadas, como el Test de Morisky Green Levine, proporcionan marcos estructurados para evaluar la adherencia. Una aplicación tecnológica puede actuar como complemento de estos métodos, brindando un seguimiento más detallado.

En el contexto de esta memoria de título, se ha adoptado una definición de adherencia al tratamiento farmacológico que contempla el acto de registrar la medicación según lo prescrito dentro de un día determinado, independientemente de la hora exacta. Esta

conceptualización se alinea con diversas perspectivas en la literatura investigada. Dima et al. (2022) señalan que la calidad de la implementación, a menudo denominada adherencia, se conceptualiza generalmente como una relación entre la cantidad de medicación utilizada y la prescrita en un periodo de tiempo. En la misma línea, Browne et al. (2015) definen la adherencia a la medicación como "la medida en que los pacientes toman medicamentos según lo prescrito por sus proveedores de atención médica". Por su parte, Wang et al. (2018) proponen un puntaje de adherencia a la medicación, que se calcula como $(\#dosis\ tomadas)/(\#dosis\ prescritas) * 100$, reflejando la definición operativa adoptada en este trabajo.

La definición operativa de la adherencia que se ha empleado para esta memoria es una simplificación concebida para facilitar la demostración de la plataforma desarrollada. Es importante señalar que el foco principal de la memoria no radica en proporcionar una definición definitiva de adherencia para el proyecto en curso, ya que hay otros profesionales encargados de esta labor. Sin embargo, la presentación de esta definición ha sido crucial para avanzar en otros aspectos del trabajo. Se trabaja de manera activa para perfeccionar y aumentar la precisión de los indicadores de adherencia. En etapas futuras, se prevé que estos indicadores se integren plenamente en la plataforma, ofreciendo una representación más detallada y exacta de la adherencia.

2.3 Hipertensión arterial

En el contexto de la hipertensión arterial, una serie de medicamentos específicos se prescriben habitualmente en el Centro de Salud Familiar (CESFAM) de Hualpén, Chile. Según la Dra. Claudia Saez, médica geriatra miembro del proyecto, los medicamentos recetados incluyen, pero no se limitan a, los siguientes:

Medicamento
Amlodipino Comprimido 5 mg
Amlodipino Comprimido 10 mg
Atenolol Comprimido 50 mg
Atorvastatina Comprimido 10 mg
Atorvastatina Comprimido 20 mg
Captopril Comprimido 25 mg
Carvedilol Comprimido 6,25mg,12,5mg 25mg
Enalapril Comprimido 10mg y 20mg
Espironolactona Comprimido 25 mg
Furosemida Comprimido 40 mg
Hidralazina Comprimido 50 mg
Hidroclorotiazida Comprimido 25 mg
Isosorbide Comprimido 10 mg
Losartan Comprimido 50 mg Ranurado
Metildopa Comprimido 250mg
Nifedipino Comprimido acción Retardada 20 mg
Propranolol Comprimido 40mg

Tabla 1: Medicamentos prescritos para la hipertensión arterial en el CESFAM de Hualpén.

Complementando la información sobre la hipertensión arterial, es relevante destacar que esta condición es una de las principales causas de enfermedad cardiovascular, accidente cerebrovascular y mortalidad en el mundo. La adherencia al tratamiento médico es esencial para mantener el control de la presión arterial y prevenir complicaciones futuras (World Health Organization, 2023).

La lista proporcionada presenta una serie de medicamentos que se usan en el manejo de la hipertensión. Sin embargo, es esencial que los pacientes sigan la dosis y el régimen recomendados para garantizar la eficacia del tratamiento. Diversas razones pueden influir en la adherencia, que van desde olvidos, preocupaciones sobre los efectos secundarios, hasta barreras económicas. Herramientas de seguimiento y recordatorio, como aplicaciones de teléfono móvil, han demostrado ser efectivas en

mejorar la adherencia a la medicación entre los pacientes hipertensos (Morawski et al., 2018).

Es de notar que los medicamentos para la hipertensión no solo actúan sobre la presión arterial en sí, sino que muchos de ellos, como la atorvastatina, también tienen efectos sobre otros factores de riesgo cardiovascular, como el colesterol elevado. Es fundamental que los pacientes entiendan el propósito y la importancia de cada medicamento para garantizar su adherencia (Chowdhury et al., 2013).

Además, es vital considerar el seguimiento regular con profesionales de salud y la educación del paciente para asegurar una comprensión adecuada de la enfermedad y la importancia del tratamiento. En este contexto, el CESFAM de Hualpén, al ofrecer un listado específico de medicamentos, podría beneficiarse al implementar una plataforma de visualización de datos que permita seguir la adherencia de sus pacientes y así intervenir oportunamente ante cualquier irregularidad.

2.4 Revisión de visualizaciones de datos de adherencia

En el ámbito médico, la visualización gráfica es esencial para interpretar la adherencia de los pacientes al tratamiento. Principalmente, hay gráficos diseñados para mostrar los resultados de adherencia, los cuales comparan la medicación prescrita con la realmente consumida durante un periodo específico (Dima et al., 2022). Estas visualizaciones facilitan la evaluación de la conformidad del paciente, permitiendo identificar rápidamente desviaciones o incumplimientos.

Además de la adherencia, es posible representar gráficamente los registros diarios de consumo de medicamentos de un paciente. Estos registros destacan los días en que el paciente tomó el medicamento y aquellos en que no lo hizo. Detectar patrones, como periodos consecutivos sin consumo o intervalos irregulares, brinda a los médicos una perspectiva clara sobre el comportamiento del paciente y las posibles barreras que enfrenta en su adherencia.

Si se cuenta con datos sobre el momento exacto de consumo, se puede añadir otra dimensión a estos gráficos. Al visualizar las horas específicas en que se toma la medicación, se pueden identificar tendencias diarias, evaluando la consistencia en los horarios de consumo. Este detalle ofrece una oportunidad para que los profesionales de salud detecten momentos del día con baja adherencia y planteen intervenciones orientadas a optimizar la toma de medicamentos.

A continuación, se destacan algunos estudios relevantes que abordan la adherencia al tratamiento farmacológico, subrayando la relevancia de las herramientas gráficas en la interpretación precisa de los datos. Estas representaciones son cruciales para comprender la adherencia de los pacientes, ofreciendo una perspectiva visual que sirve como base para detectar problemas y diseñar estrategias que mejoren la conformidad terapéutica.

2.4.1 Adherencia a la medicación en pacientes con Diabetes Tipo II capturada por una plataforma de sensor de ingesta (Browne et al., 2015)

Este estudio se enfoca en el uso de la plataforma de sensor de ingestión llamada Digital Health Feedback System (DHFS), la que puede detectar eventos de ingestión de medicamentos y medidas fisiológicas al mismo tiempo. Utiliza un sensor comestible, un parche de monitor personal y un dispositivo móvil.

Se utilizó la plataforma DHFS durante 197 días en 5 personas con diabetes tipo II con el objetivo de identificar patrones de adherencia y auto-gestión. Además, se investigaron posibles correlaciones entre el sueño/reposo y la ingesta de medicamentos.

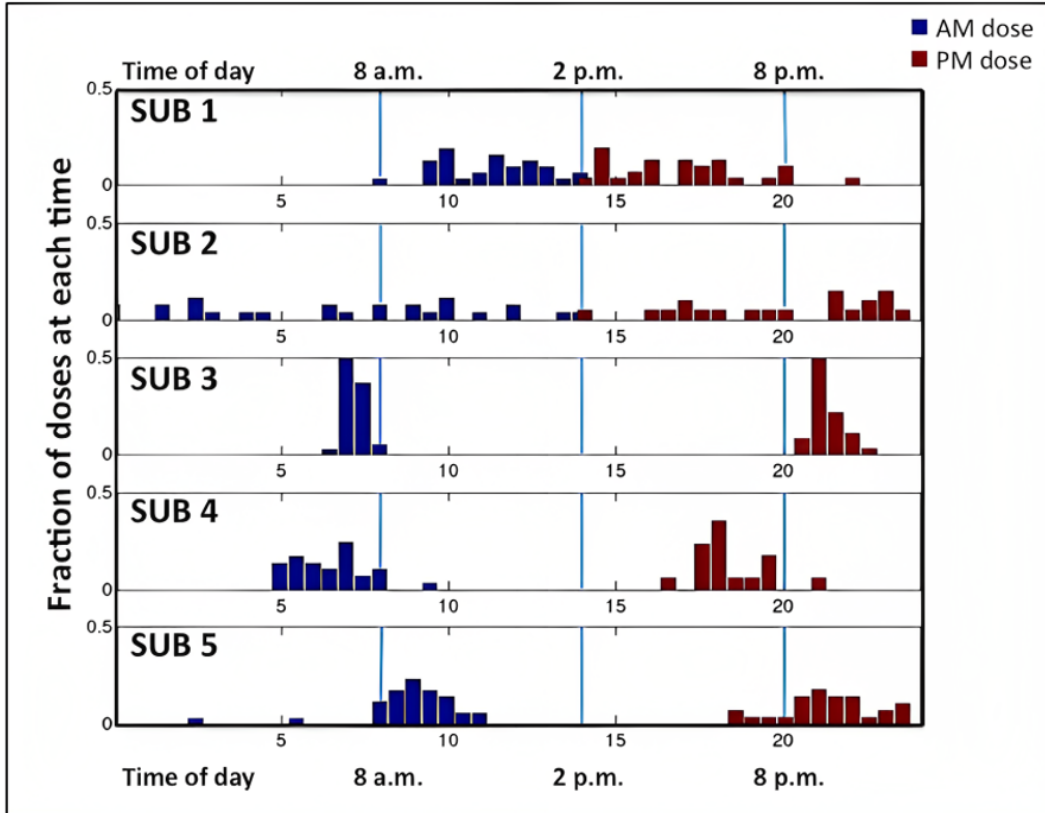


Figura 1: Distribución de frecuencia del momento del día en que los sujetos ingirieron la medicación.

Provee información acerca de los rangos horarios de ingesta de cada paciente, permitiendo discernir los patrones que estos siguen durante su tratamiento. Los colores de las barras representan los horarios de la mañana y la tarde.

2.4.2 Cuantificando y visualizando la adherencia médica en pacientes después de un infarto agudo al miocardio (Wang et al., 2018)

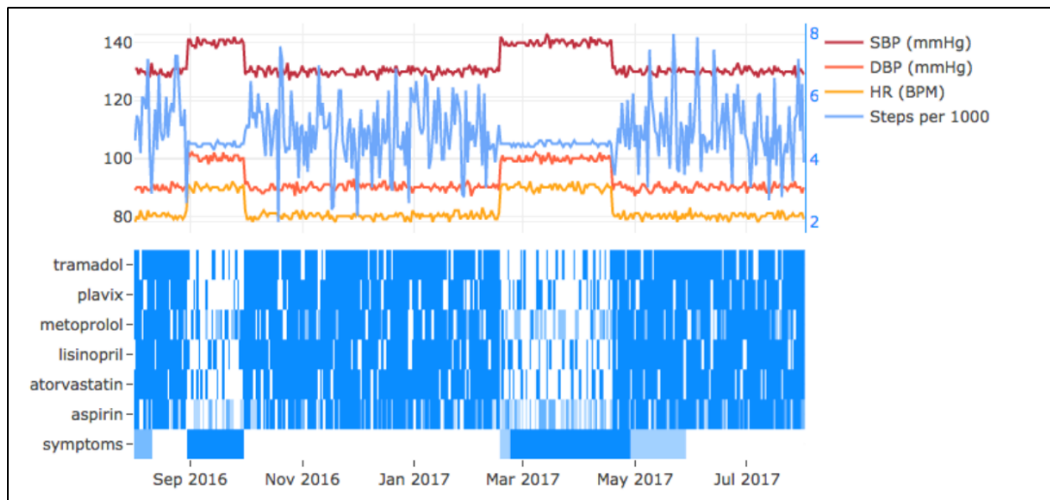


Figura 2: Gráfico de adherencia a la medicación (panel inferior) con los cambios diarios correspondientes en signos vitales, estado de ánimo y pasos dados (panel superior).

Esta sección presenta dos gráficos que ilustran registros diarios de un paciente, a lo largo de un periodo de tiempo. El gráfico del panel superior de la Figura 2 muestra signos vitales: presión sanguínea sistólica, diastólica, frecuencia cardíaca y steps per 1000. El del panel inferior es un gráfico de calor que refleja la ingesta de medicamentos. Los rectángulos en el mapa de calor tienen una codificación de 3 colores: blanco indica falta de ingesta, celeste ingesta parcial y azul muestra adherencia total a la pauta.

Esta codificación destaca periodos de irregularidad en la ingesta y aquellos de adherencia. Al observar la Figura 2, se nota una correlación entre ingestas y signos vitales, permitiendo al médico un seguimiento preciso y ajustes necesarios.

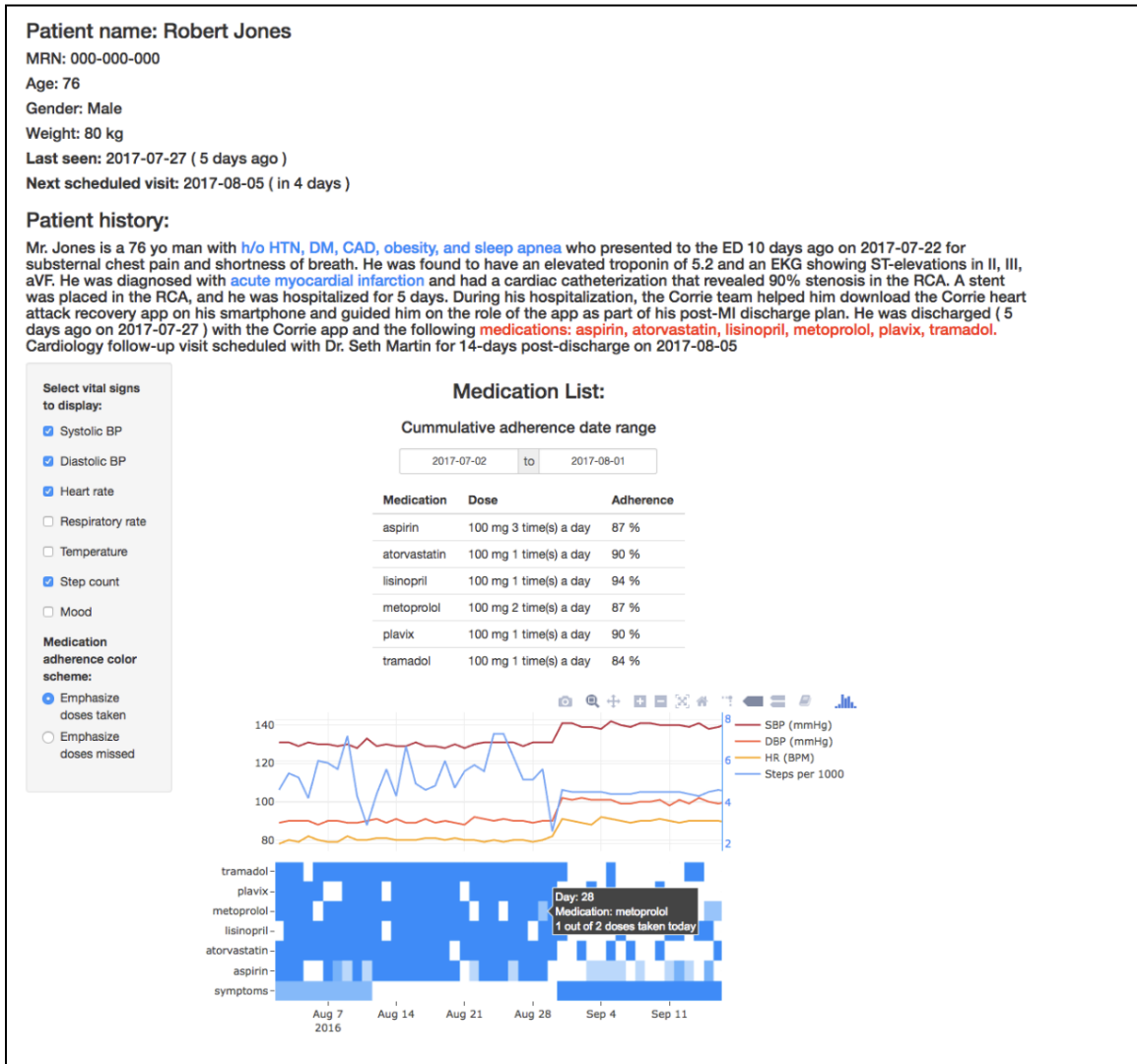


Figura 3: Ejemplo de informe de salud del paciente que incluye datos demográficos pertinentes, historial médico y nivel de adherencia a la medicación.

La plataforma ilustrada en la Figura 3 ofrece una vista completa del historial y datos demográficos del paciente, además de una interfaz para el seguimiento de la adherencia al tratamiento. Es importante señalar que la plataforma permite visualizar tanto las dosis olvidadas como las ingeridas por el paciente, brindando una perspectiva integral del comportamiento del paciente en relación a su tratamiento.

Uno de los aspectos que podrían mejorar es la estructura general del panel de control. En la actualidad, los datos demográficos y la información del paciente ocupan más de la mitad del espacio, lo que dificulta la lectura del rendimiento del paciente en cuanto a su adherencia.

En este sentido, sería de gran ayuda si la plataforma permitiera a los profesionales hacer énfasis en el rendimiento que tiene el paciente para cada medicamento y el periodo de tiempo en que se ha consultado. De esta forma, se podrían identificar fácilmente los puntos de mejora en cuanto a la adherencia y ajustar el tratamiento en consecuencia, lo que redundaría en una mayor efectividad y eficiencia en el tratamiento médico.

2.4.3 AdhereR: Adherencia a los medicamentos (Dima et al., 2022)

Se describe AdhereR, un paquete desarrollado en el lenguaje R que tiene como objetivo facilitar el cálculo de la adherencia de datos electrónicos de atención médica (EHD), así como el reporte transparente de los cálculos seleccionados. Para comprender las gráficas, es necesario definir los siguientes términos:

Medidas continuas de intervalos múltiples (CMA): Se refiere al conjunto de datos de adherencia, los que en este estudio se definen como: el identificador del paciente, fecha del evento, rango del evento (días), identificador del medicamento y la dosis diaria. Un ejemplo para este conjunto se presenta en la siguiente tabla:

id paciente	Fecha	rango_evento	dosis_diaria	Medicamento
37	10/04/2036	30	2	MedA
37	30/07/2036	50	2	MedA
76	15/09/2036	20	4	MedB
76	01/02/2037	3	4	MedB

Estos representan varios indicadores de la calidad del rendimiento del paciente.

Ventana de seguimiento (FUW, Follow-up Window): Período total durante el cual se registran los eventos de medicación relevantes para los pacientes incluidos.

Ventana de observación (OW, Observation Window): Periodo dentro del FUW para el cual se computa la adherencia al tratamiento.

Episodio de tratamiento (Treatment Episode): Período de uso activo de medicamentos, representado por el número de días consecutivos entre un primer evento de suministro de medicamentos y el momento en que finalizó el suministro del último evento de medicamentos.

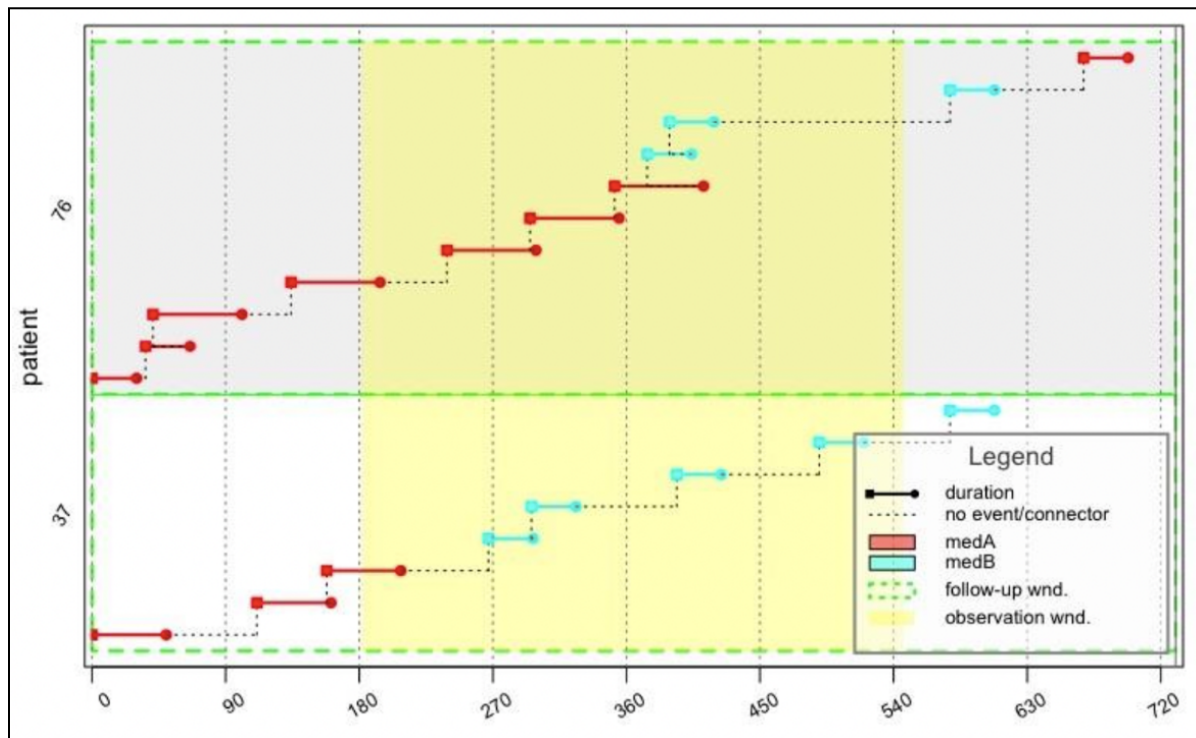


Figura 4: Historiales de medicación: dos ejemplos de pacientes.

En la Figura 4 se ilustran historiales de medicación de dos pacientes mediante un gráfico de segmentos escalonados de tipo CMA. Cada segmento representa el uso continuo de un medicamento durante un período determinado, codificado con colores

distintos. El solapamiento de segmentos indica un sobreuso del medicamento. Aunque este gráfico condensa mucha información, la superposición puede entorpecer la legibilidad. Un mapa de calor, evaluado previamente, podría ser una alternativa más clara, visualizando el uso de medicamentos sin las limitaciones del gráfico de segmentos escalonados.

2.4.4 Reflexiones sobre las visualizaciones de adherencia en el ámbito médico

Tras revisar diversos estudios y metodologías empleadas para visualizar la adherencia de los pacientes al tratamiento, es evidente la importancia y relevancia de las herramientas gráficas en la interpretación precisa de estos datos. Las representaciones visuales, ya sean histogramas, mapas de calor o gráficos de segmentos escalonados, brindan a los profesionales de la salud una visión detallada y comprensible del comportamiento del paciente. Es esencial destacar el poder del mapa de calor para identificar rápidamente brechas y patrones en la ingesta de medicamentos, gracias a su codificación de colores intuitiva y clara.

Sin embargo, algunos gráficos presentan desafíos en términos de legibilidad y claridad. Por ejemplo, la superposición de segmentos en algunos gráficos de segmentos escalonados puede dificultar la interpretación rápida de la información. A medida que se avanza en las técnicas de visualización y se integra la retroalimentación de los profesionales de la salud en el diseño, se esperaría que estas herramientas mejoren aún más, facilitando la toma de decisiones clínicas y promoviendo la adherencia efectiva de los pacientes al tratamiento.

Las herramientas gráficas actuales han demostrado ser cruciales para comprender la adherencia de los pacientes, pero siempre hay margen para perfeccionar y adaptar estas visualizaciones a las necesidades cambiantes de los médicos y pacientes. Es imperativo que la investigación en esta área continúe, con el objetivo de mejorar la

calidad de la atención médica y garantizar la optimización de los regímenes terapéuticos.

Además, es importante resaltar el uso del histograma en la plataforma, ya que resulta de gran ayuda para visualizar las horas en las que el paciente ingiere sus medicamentos. Este tipo de representación gráfica permite identificar claramente los patrones diarios de adherencia y evaluar la consistencia en los horarios de toma. Al analizar el histograma, los profesionales de la salud pueden determinar los momentos del día en los que los pacientes tienen una mayor o menor adherencia, lo que les permite realizar intervenciones específicas para optimizar la toma de medicamentos. Esta capacidad de identificar y comprender los horarios de ingesta contribuye significativamente a mejorar la adherencia y, por ende, la efectividad del tratamiento farmacológico.

2.5 Estudios de usabilidad

Para asegurar la claridad y facilidad de uso del dashboard, es esencial realizar estudios de usabilidad utilizando técnicas heurísticas y cuestionarios, especialmente con usuarios representativos.

2.5.1 Heurísticas de Nielsen

Se propone usar las 10 heurísticas de Nielsen como marco de evaluación para analizar la eficiencia y la efectividad de las tareas específicas definidas en la interfaz. Estas heurísticas son un conjunto de principios generales ampliamente reconocidos en el campo de la usabilidad, que permiten identificar problemas y mejorar la experiencia del usuario. Estas heurísticas son las siguientes:

1. **Visibilidad del estado del sistema:** Observa si los usuarios reciben retroalimentación adecuada mientras realizan las tareas. Comprueba si estos

usuarios comprenden claramente el progreso de sus acciones y el estado del sistema.

2. **Coincidencia entre el sistema y el mundo real:** Verifica que la terminología y los conceptos utilizados en la interfaz son familiares y comprensibles para los usuarios.
3. **Control y libertad para el usuario:** Analiza si los usuarios se sienten en control de la interfaz y si pueden recuperarse de errores sin dificultad. Permite a los usuarios realizar acciones y cambios, y observa si pueden deshacer o revertir acciones fácilmente.
4. **Consistencia y estándares:** Observa si la interfaz sigue patrones y convenciones establecidas. Evalúa si los usuarios pueden anticipar cómo funcionan las cosas y si el diseño es coherente en todas las partes de la interfaz.
5. **Prevención de errores:** Examina si los usuarios se enfrentan a obstáculos o dificultades que podrían conducir a errores. Observa si el diseño de la interfaz evita errores comunes y proporciona mecanismos de ayuda para evitarlos.
6. **Reconocimiento en lugar de recordar:** Evalúa si la interfaz proporciona información y opciones de forma clara y visible, sin requerir a los usuarios que recuerden información previa. Comprueba si los usuarios pueden reconocer fácilmente las acciones y las opciones disponibles.
7. **Flexibilidad y eficiencia de uso:** Observa si los usuarios pueden personalizar la interfaz o utilizar atajos para agilizar su interacción. Determina si los usuarios experimentados pueden utilizar la interfaz de manera más eficiente y si se proporcionan opciones para adaptarse a diferentes estilos de uso.
8. **Diseño estético y minimalista:** Califica si el diseño visual de la interfaz es atractivo y si se evitan elementos innecesarios o distracciones. Observa si el diseño apoya la tarea y no dificulta la experiencia del usuario.
9. **Ayuda y documentación:** Si hay elementos de ayuda o documentación disponibles, examina si son fáciles de encontrar y utilizar.

10.Reconocimiento, diagnóstico y recuperación de errores: Evalúa cómo los usuarios interactúan con los mensajes de error y las soluciones propuestas. Analiza si la interfaz proporciona información clara y útil para diagnosticar los errores y si se ofrecen soluciones eficaces para recuperarse de ellos.

2.5.2 Cuestionario SUS (System Usability Scale)

El Sistema de Escala de Usabilidad (SUS, por sus siglas en inglés), detallada en la tabla 2, es una herramienta diseñada para capturar las percepciones de los usuarios sobre la usabilidad de un producto, sistema o servicio. Creado por John Brooke en 1996, el SUS ha ganado amplia aceptación y es empleado en variados sectores y contextos (Brooke, 1996).

El SUS está compuesto por 10 declaraciones: la mitad de ellas se formulan de manera positiva, mientras que la otra mitad son enunciados negativos. Cada declaración se evalúa con una escala del 1 al 5, donde el 1 corresponde a "Totalmente en desacuerdo" y el 5 a "Totalmente de acuerdo".

Para interpretar los resultados del SUS, se siguen los siguientes pasos:

1. Se resta 1 a las puntuaciones de las declaraciones positivas (1, 3, 5, 7 y 9).
2. Para las declaraciones negativas (2, 4, 6, 8 y 10), se toma el valor 5 y se le resta la puntuación asignada.
3. Después, se suman todas las puntuaciones individuales.
4. El total resultante se multiplica por 2,5, dando como resultado una medida de usabilidad que varía entre 0 y 100.

Pregunta	1 (Totalmente en desacuerdo)	2	3	4	5 (Totalmente de acuerdo)
Creo que me gustaría utilizar este sistema con frecuencia					
Encontré este sistema innecesariamente complejo					
Creo que este sistema fue fácil de usar					
Creo que necesitaría el apoyo de una persona técnica para poder usar este sistema					
Encontré que las diversas funciones de este sistema que estaban bien integradas					
Pienso que había demasiada inconsistencia en este sistema					
Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar este sistema muy rápidamente					
Encontré que el sistema era muy difícil de usar					
Me sentí muy seguro usando este sistema					
Necesito aprender muchas cosas antes de empezar con este sistema					

Tabla 2: Cuestionario SUS (System Usability Scale).

El SUS ha sido un instrumento confiable para evaluar usabilidad por años. Investigaciones, como las de Bangor, Kortum y Miller, muestran que sus puntuaciones se alinean bien con cómo los usuarios describen su experiencia. En la figura 5, se presentan escalas para calificar puntajes SUS, permitiendo obtener una idea clara y directa de la percepción del usuario (Brooke, 2013).

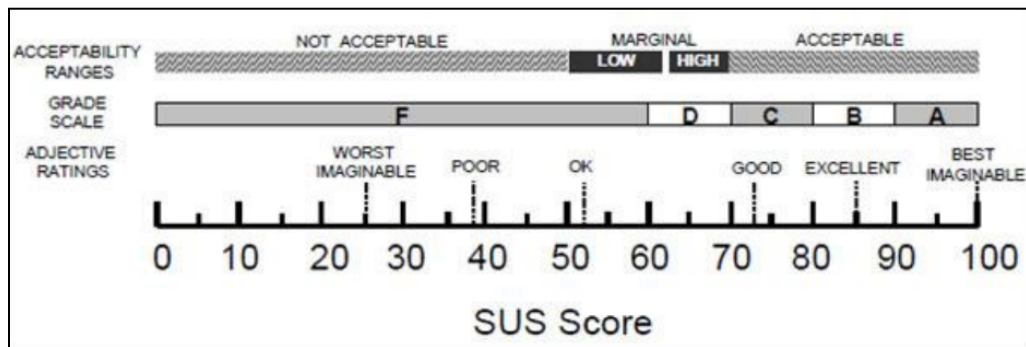


Figura 5: Escalas para calificaciones de puntajes SUS.

2.6 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources)

El mundo de la salud, tradicionalmente cargado de papeleo y procesos manuales, ha experimentado un cambio radical gracias a la digitalización. Sin embargo, con la proliferación de aplicaciones y sistemas informáticos, la interoperabilidad se ha convertido en una necesidad crucial. Es aquí donde FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) y, de forma más específica, el API FHIR, adquiere relevancia.

FHIR, desarrollado por HL7, es un estándar para el intercambio de datos de salud. Se caracteriza por su diseño basado en "recursos", optimizado para su uso en la web y con un enfoque en la simplicidad y la interoperabilidad (HL7, s.f.).

Dentro de este marco, el API FHIR representa una interfaz de programación de aplicaciones construida sobre el estándar FHIR. En el contexto del proyecto FONDEF, el API FHIR se presenta como un módulo fundamental que permite la comunicación estandarizada entre diferentes sistemas informáticos en salud. Su objetivo es asegurar que estos sistemas puedan intercambiar información de manera rápida, segura y estandarizada, facilitando así una transferencia eficiente y una consulta óptima de datos médicos.

Conectándose directamente con el API FHIR, el dashboard de visualización de datos asegura un acceso a datos precisos y actualizados. Al integrar el estándar FHIR, el dashboard aprovecha características intrínsecas de seguridad y privacidad, esenciales para el manejo de información médica (HL7 International - FHIR Infrastructure WG, 2021).

3. Descripción de la propuesta

Dentro de esta sección se presenta un análisis estructurado de la propuesta de interfaz centrada en la adherencia al tratamiento farmacológico. Se inicia con una caracterización detallada del usuario médico, identificando sus necesidades y el contexto en el que operan. A continuación, se definen las tareas y subtareas esenciales que la plataforma busca facilitar. Posteriormente, se introducen mockups, que son maquetas visuales que ilustran cómo se materializan estas tareas en la interfaz de usuario. Finalmente, se concluye con una evaluación de los mockups, basada en el feedback de un profesional de la salud, para asegurar su relevancia y funcionalidad clínica.

3.1.1 Análisis de Usuario

3.1 Caracterización del Usuario Médico

La interfaz de adherencia al tratamiento farmacológico se ha diseñado como una herramienta específica para los médicos tratantes. Su principal objetivo es facilitar la gestión y seguimiento de la adherencia a los medicamentos, permitiendo a los profesionales médicos monitorear y evaluar el cumplimiento de sus pacientes en relación con sus tratamientos prescritos.

El usuario médico que se beneficia de esta interfaz se caracteriza por habilidades cognitivas destacadas y un sólido conocimiento y experiencia en medicina, incluyendo el manejo de tratamientos farmacológicos. Sus habilidades de memorización eficientes le permiten recordar detalles relevantes del tratamiento y de sus pacientes. Aunque se espera que tengan familiaridad con dispositivos electrónicos, como computadoras de escritorio, se reconoce que puede haber variaciones en su nivel de experiencia con la tecnología.

En términos de personalidad, estos profesionales se distinguen por su atención al detalle, orientación a la precisión, y toma de decisiones clínicas fundamentadas, además de su capacidad para gestionar eficientemente su tiempo.

En cuanto a los factores demográficos, los médicos tratantes pueden abarcar un amplio rango de edades y géneros, todos con una sólida formación educativa. En el diseño de la aplicación, se ha considerado un entorno que puede ser altamente demandante. Por ello, se ha enfocado en desarrollar una interfaz que sea intuitiva y fácil de usar, teniendo en cuenta las posibles diferencias en la experiencia tecnológica de los usuarios médicos.

3.2 Tareas a cubrir

3.2.1 Tarea 1: Saber el comportamiento de ingesta del paciente hacia su tratamiento farmacológico desde su última visita.

Una de las tareas fundamentales que debe cumplir esta plataforma es ofrecer información clara y accesible sobre el comportamiento del paciente desde su última visita. En un ambiente de alta demanda, la rapidez en el acceso a estos datos es crucial.

La plataforma debe suministrar un resumen que muestre el comportamiento del paciente desde su último control, incluyendo la fecha en que ocurrió este y la fecha actual consultada, así como las prescripciones farmacológicas que actualmente está siguiendo. Esta funcionalidad permite a los médicos tratantes obtener una visión rápida de la evolución del paciente, facilitando decisiones clínicas informadas y optimizando su tiempo en un entorno de trabajo intensivo.

Adicionalmente, es vital que la plataforma exhiba los registros de ingesta del paciente de manera clara, proporcionando una visualización comprensible que permita al médico tener una visión rápida de los registros del paciente desde su última visita. Esto asegura una comprensión adecuada del cumplimiento del tratamiento farmacológico y

establece una base sólida para ajustar y mejorar la estrategia terapéutica, todo en favor de la adherencia y eficacia del tratamiento.

Objetivo general:

El médico logra evaluar al paciente consultado desde su última visita.

Precondiciones:

1. El médico debe tener acceso a la plataforma y estar autenticado.
2. La información del paciente debe estar registrada y actualizada en la plataforma.

Subtareas:

1. Identificar al paciente y su tratamiento:
 - a. Identificar sus datos esenciales como su nombre y edad.
 - b. **Opcional:** acceder a la información completa del paciente consultado.
 - c. Saber cuánto tiempo lleva con su actual tratamiento antihipertensivo, el estado de este y cuándo ha iniciado.
2. Características temporales de la consulta:
 - a. Estado actual del tratamiento farmacológico del paciente.
 - b. Conocer el tiempo transcurrido desde el inicio del tratamiento antihipertensivo registrado en la plataforma.
 - c. Saber cuándo fue su última visita y cuánto tiempo ha transcurrido hasta la fecha actual.
3. Indicador de Adherencia:
 - a. Determinar el nivel de adherencia del paciente mediante un indicador.
 - b. En caso de no lograr interpretar este indicador, acceder a sobre cómo se calcula.
4. Identificar los medicamentos que el paciente ha estado siguiendo:
 - a. Acceder a los detalles individuales de cada medicamento dentro del periodo, conocer los detalles de cómo ese medicamento fue prescrito, sus horarios de consumo y las dosis prescritas dentro de este.

5. Observar las tendencias generales de la adherencia del paciente a lo largo del periodo.
6. Conocer las dificultades que ha tenido el paciente en su tratamiento desde la última visita
 - a. Identificar los medicamentos a los que posiblemente estén asociadas esas dificultades.
7. Detalles de Registro de Ingestas (opcional):
 - a. Acceder a una vista detallada de los registros realizados por el paciente para cada medicamento.
 - b. Identificar los días en los que el paciente no ha cumplido con las ingestas.
 - c. Observar posibles inconsistencias en la adherencia para cada medicamento.
8. Horarios de Ingesta (opcional):
 - a. Analizar las horas en las que el paciente registra los medicamentos.
 - b. Comprender los patrones de administración del paciente, identificando cualquier irregularidad o tendencia particular.

Otros aspectos:

1. **¿Cómo se aprende la tarea?** Mediante entrenamiento previo, guía del sistema.
2. **¿Qué puede ir mal?** Información incorrecta o desactualizada, problemas de acceso.
3. **¿Dónde se ejecuta la tarea?** En la plataforma de la interfaz de adherencia.
4. **¿Qué tan a menudo se realiza esta tarea?** Regularmente durante la consulta y seguimiento de los pacientes.

3.2.2 Tarea 2: Evaluar el comportamiento del paciente bajo diferentes periodos del tratamiento.

Esta tarea responde a la comprensión de que la salud y el comportamiento de un paciente no se manifiestan de forma homogénea a lo largo del tiempo. Ciertas intervenciones, cambios de hábitos, factores estacionales o eventos significativos en la vida de un paciente pueden influir notablemente en su evolución y respuesta al

tratamiento. Estos eventos y variaciones, que pueden ser tan breves como una semana o tan prolongados como un año, exigen una revisión que se adecue a diferentes escalas temporales.

Con la herramienta de revisión temporal, el médico puede inspeccionar el progreso del paciente en distintas etapas del tratamiento. Por ejemplo, si se introduce un nuevo medicamento o hay cambios en la dosis, podría ser crucial examinar la adherencia y reacción del paciente en las semanas posteriores a este cambio. O, si el paciente menciona un evento estresante en su vida, el médico podría revisar la adherencia durante ese mes específico para determinar cualquier impacto. Esta diversidad temporal permite un análisis más granular, reconociendo las fluctuaciones en la adherencia, identificando posibles causas y ajustando el tratamiento según sea necesario.

Esta tarea busca capturar aspectos de la naturaleza fluctuante de la salud humana, ofreciendo al médico una perspectiva adaptada a las particularidades y necesidades de cada paciente.

Objetivo General:

El médico logra obtener una visión general de cómo ha sido el comportamiento del paciente durante distintas fases del tratamiento farmacológico.

Precondiciones:

1. El médico debe estar autenticado y tener acceso activo a la plataforma.
2. El paciente en cuestión debe tener un registro previo en el sistema y la información relacionada con sus tratamientos debe estar actualizada y disponible.
3. Deben existir registros previos sobre el comportamiento del paciente en relación con la adherencia al tratamiento.

Subtareas:

1. Selección del Intervalo Temporal:

- a. Determinar el intervalo de tiempo que desea analizar, ya sea una ventana corta, como la última semana, o un periodo más amplio, como un año entero de tratamiento.
2. Inspección de Detalles de las Prescripciones:
 - a. Conocer los medicamentos administrados al paciente durante el periodo seleccionado, incluyendo duración, indicaciones de uso, horarios establecidos y los resultados individuales observados.
3. Visualización de Tendencias:
 - a. Examinar las tendencias predominantes en la condición del paciente a lo largo del intervalo seleccionado. Haga uso del cursor para profundizar en detalles específicos de los puntos de datos.
4. Detección de variaciones o desafíos
 - a. Reconocer los principales obstáculos o inconvenientes que el paciente ha enfrentado durante el periodo de tiempo escogido.
5. Examen Detallado de Registros (opcional):
 - a. Acceder a una vista detallada de los registros del paciente, con el propósito de identificar posibles patrones relacionados con las fechas y los registros del paciente.
6. Análisis de Patrones de Administración de Medicamentos (opcional):
 - a. Estudiar los momentos específicos en que el paciente realizó sus ingestas brindándole una perspectiva integral de sus hábitos y rutinas diarias.

Otros aspectos:

1. **¿Cómo se aprende la tarea?** A través de un entrenamiento previo, materiales de apoyo, y/o un tutorial interno del sistema.
2. **¿Qué puede ir mal?** La ausencia o insuficiencia de registros del paciente durante ciertos periodos de tiempo. Problemas de carga o visualización de gráficos.
3. **¿Dónde se ejecuta la tarea?** Dentro de la plataforma.
4. **¿Qué tan a menudo se realiza esta tarea?** Dependerá de la frecuencia con la que el médico necesite evaluar y monitorizar la evolución de cada paciente, pero

generalmente se realiza durante las consultas de seguimiento o en momentos clave del tratamiento.

3.2 Mockups de la plataforma

En esta sección, se presentarán las representaciones gráficas de la plataforma mediante los mockups. Estas maquetas visuales ofrecen una perspectiva de cómo las tareas y subtareas, anteriormente delineadas, toman forma en una interfaz de usuario concreta.

3.2.1 Cabecera de la plataforma



Figura 6: Mockup n°1, cabecera de la plataforma, junto con indicador de adherencia.

El nombre del paciente se destaca claramente, facilitando una identificación inmediata. La sección de tratamiento ofrece detalles esenciales como el estado y duración del mismo, ofreciendo una vista concisa de su evolución. Además, un apartado muestra las fechas de consulta, sugiriéndose la inclusión de etiquetas descriptivas para enriquecer el contexto temporal del paciente, especialmente en relación con la Tarea 1. La adherencia se refleja mediante un valor numérico, proporcionando una visión global de la progresión del paciente. Junto a este, un ícono de interrogación permite aclarar su significado y cálculo, sirviendo como herramienta de consulta rápida para resolver dudas.

Tareas asociadas: 1,2.

3.2.2 Sección gráfica: Mapa de calor

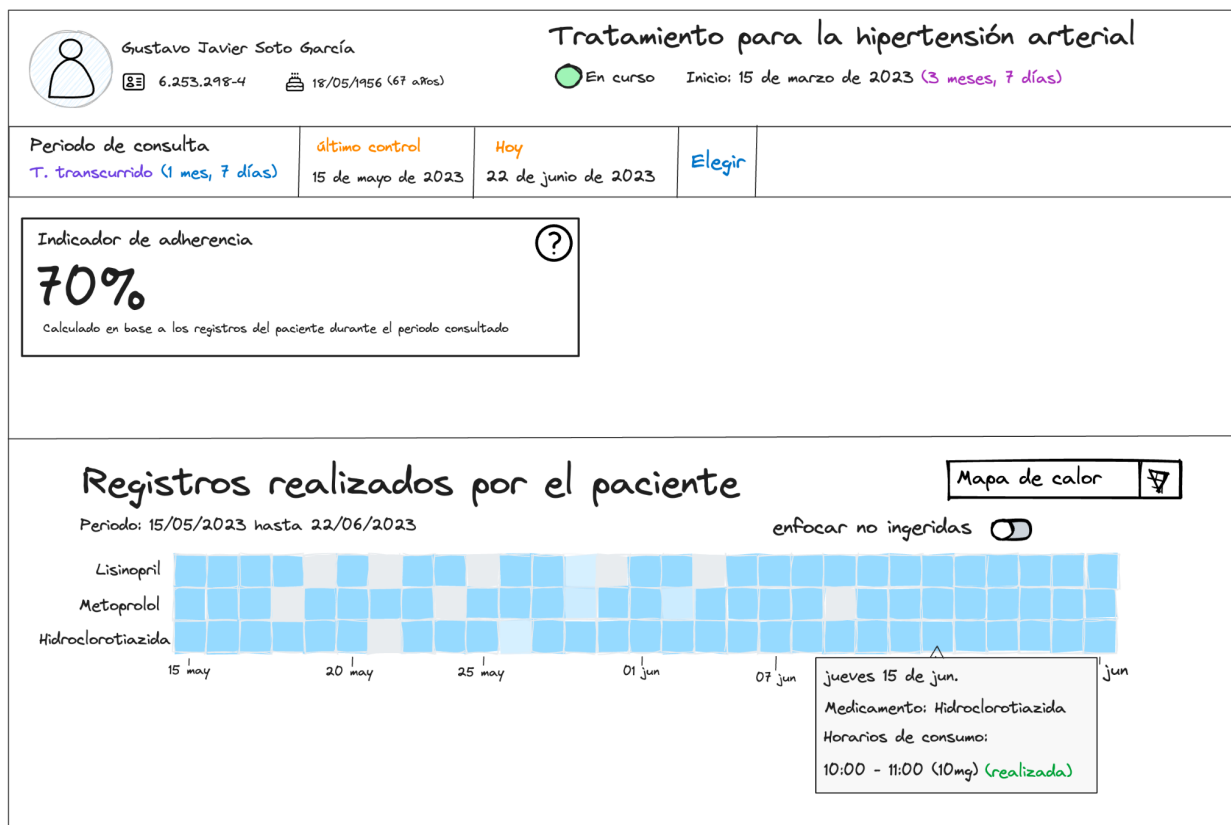


Figura 7: Mockup n°2, mapa de calor con registros de adherencia.

El primer gráfico es un mapa de calor que visualiza los registros de ingesta de medicamentos del paciente, facilitando el análisis de los patrones de ingesta. Utiliza rectángulos tricolores: blanco para días sin medicación, un celeste suave para la ingesta parcial, y un celeste más oscuro para la adhesión completa al tratamiento.

Además, se destaca la opción de enfocar las ingestas no realizadas, lo cual contribuye a un seguimiento más efectivo e identificación de posibles factores de incumplimiento.

Como elemento interactivo, al posar el cursor sobre los rectángulos, se muestra una ventana emergente con información adicional.

Tareas asociadas: 1,2.

3.2.3 Sección gráfica: gráfico de barras

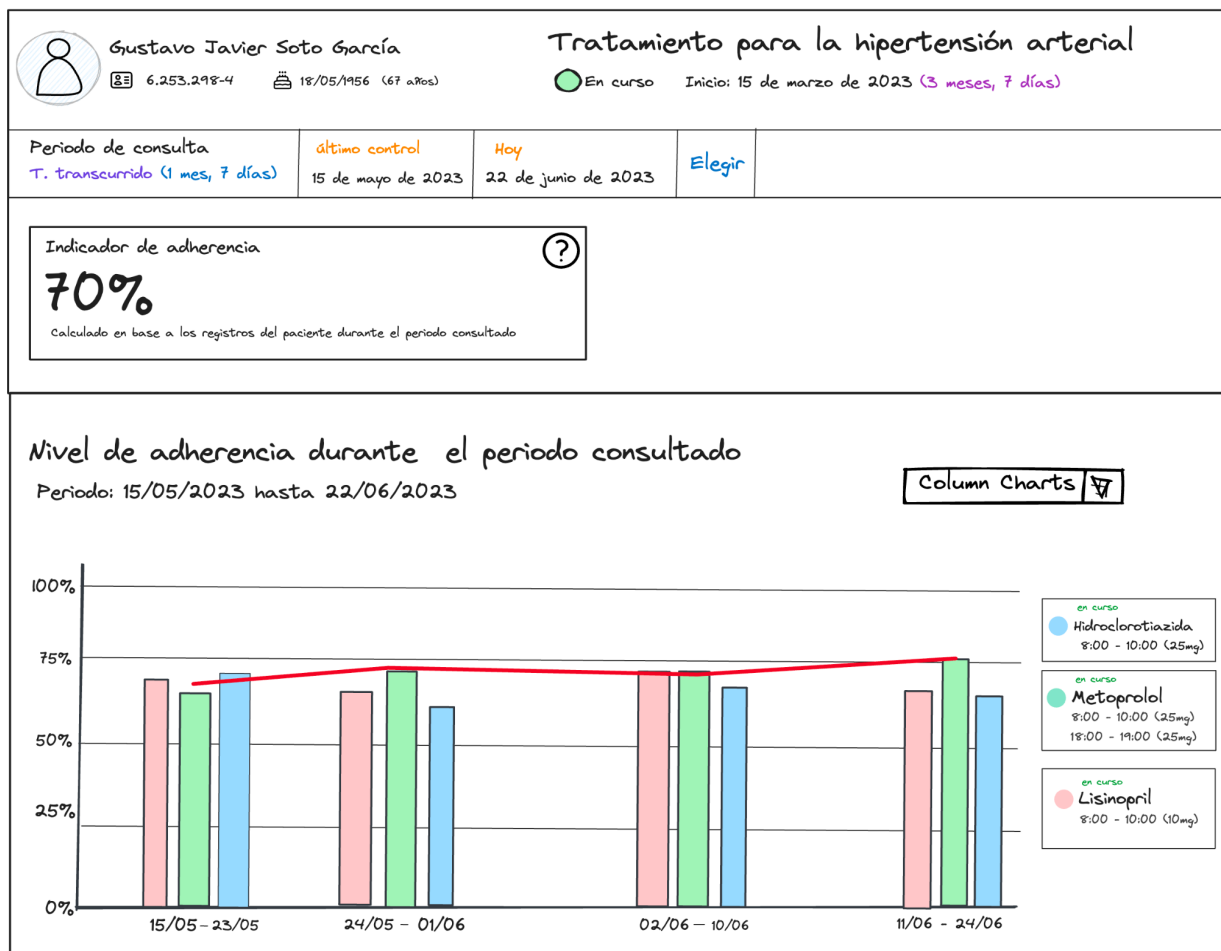


Figura 8: Mockup n°3, gráfico de barras.

El gráfico de barras despliega el avance del paciente en su tratamiento. Cada barra, coloreada de manera única, simboliza un medicamento específico, eliminando posibles confusiones entre principios activos. Una línea spline se añade para brindar una visión general del progreso de tratamiento. En el lado derecho del gráfico, se presenta una leyenda que ofrece detalles de cada prescripción, evitando la pérdida de información y garantizando una comprensión clara y completa del progreso del paciente.

Tareas asociadas: 1,2.

3.2.4 Sección gráfica: gráfico de dispersión

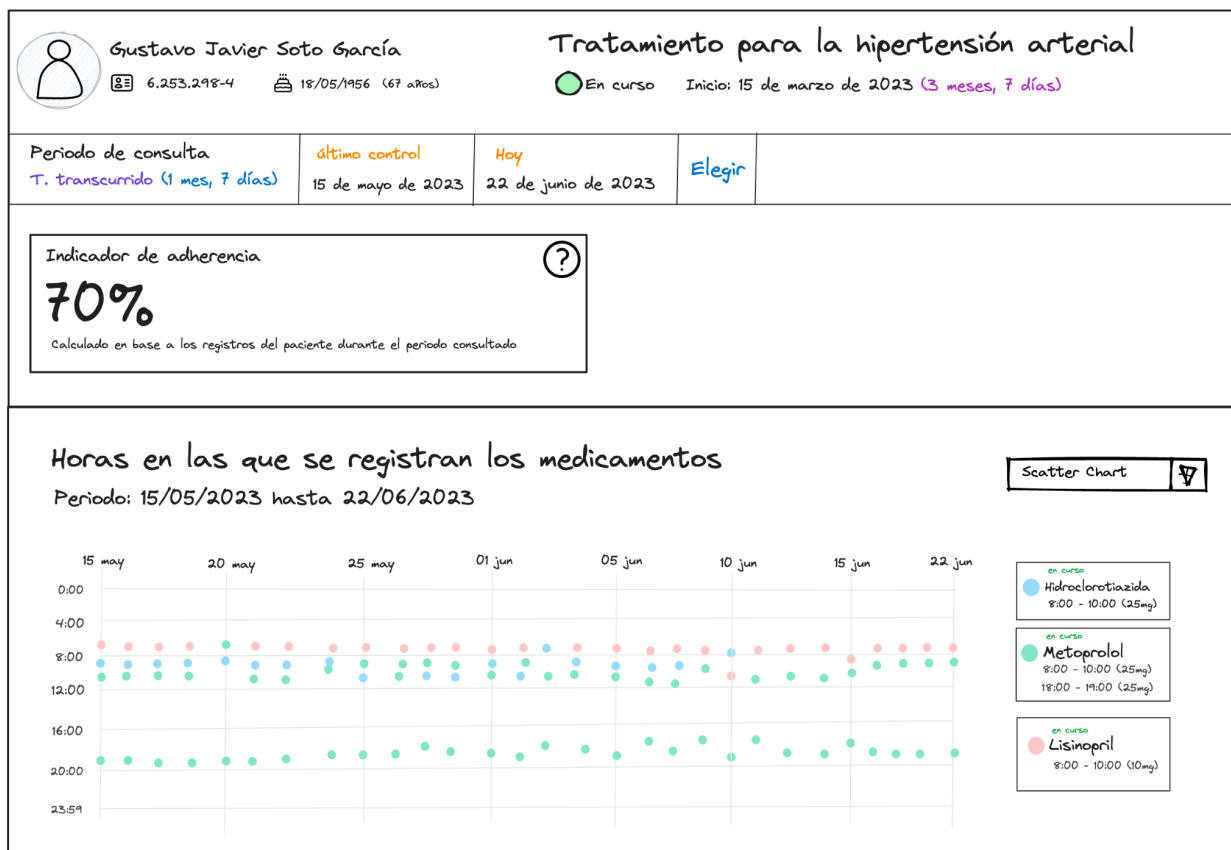


Figura 9: Mockup n°4, gráfico de dispersión.

Se propone un gráfico de dispersión, que nos brinda información acerca de las horas en las que el paciente registra la toma de sus medicamentos, facilitando el entendimiento de sus patrones de administración. Aunque este gráfico no contribuye directamente al cálculo de la adherencia, ofrece valiosa información complementaria acerca del comportamiento del paciente. Al igual que en los gráficos previos, se utiliza una codificación de colores para diferenciar las prescripciones.

Tareas asociadas: 1,2.

3.2.5 Sección gráfica: Cronograma de medicación



Figura 10: Mockup n°5, gráfico cronograma de medicación.

Se incorpora un Cronograma de Medicación, el cual documenta las variaciones en el tratamiento del paciente a través de los diferentes controles. Este recurso ofrece una amplia perspectiva de la evolución del tratamiento en el tiempo, permitiendo identificar cuánto tiempo el paciente ha estado con un medicamento específico, cuándo se introdujeron cambios en la dosis, o cuándo se iniciaron o concluyeron las prescripciones del paciente.

Este cronograma utiliza los controles como marcas relevantes para señalar las fechas de modificación en la prescripción del paciente, como por ejemplo, incrementos o reducciones de la dosis, incorporación de nuevos medicamentos, o finalización de estos. De este modo, se proporciona una visión integral y dinámica del manejo terapéutico del paciente.

Tareas asociadas: 1, 2.

3.2.6 Lista de prescripciones

Gustavo Javier Soto García

6.253.298-4 18/05/1956 (67 años)

Tratamiento para la hipertensión arterial

● En curso Inicio: 15 de marzo de 2023 (3 meses, 7 días)

Periodo de consulta

T. transcurrido (1 mes, 7 días)

último control

15 de mayo de 2023

Hoy

22 de junio de 2023

Elegir

Prescripciones registradas en el periodo

Desplegar todos

Ordenar por:

Prescripciones activas ▼

	Fecha de inicio	Fecha de término	Adherencia en periodo	
<p>● en curso</p> <p>Lisinopril</p>	09/04/2023	-	70%	▼
<p>● en curso</p> <p>Metoprolol</p>	15/05/2023	-	70%	▼
<p>● en curso</p> <p>Hidroclorotiazida</p>	15/03/2023	-	70%	▼

Figura 11: Mockup n°6, listado de prescripciones.

En esta sección, se presenta una lista ordenada de las prescripciones del paciente, ofreciendo detalles fundamentales de cada una para su rápida comprensión. Cada elemento de la lista es expandible, permitiendo al usuario acceder a información adicional al desplegarlo si lo desea. Este diseño otorga flexibilidad al usuario, pudiendo elegir entre una visión general o profundizar en los detalles de cada prescripción según sea necesario.

Tareas asociadas: 1,2.

3.2.7 Detalle de prescripción

 Gustavo Javier Soto García
ID: 6.253.298-4 Fecha de nacimiento: 18/05/1956 (67 años)

Tratamiento para la hipertensión arterial

● En curso Inicio: 15 de marzo de 2023 (3 meses, 7 días)

Periodo de consulta T. transcurrido (1 mes, 7 días)	último control 15 de mayo de 2023	Hoy 22 de junio de 2023	Elegir
--	--------------------------------------	----------------------------	--------

● en curso

Hydroclorotiazida

Inicio de régimen: 15/03/2023 Formato de ingesta: comprimidos

Horarios de consumo: 8:00 - 10:00 25mg Frecuencia de consumo: Diaria

Indicaciones: Tomar 25 mg una vez al día por vía oral.
Tomar el medicamento preferiblemente por la mañana, ya que puede aumentar la necesidad de orinar. Beber suficiente agua para mantenerse hidratado.

Estadísticas

Indicador de adherencia individual 70% periodo: 15/05/2023 a 22/06/2023	35 de 45 ingestas realizadas periodo: 15/05/2023 a 22/06/2023
--	--

Figura 12: Mockup n°7, detalle de prescripción realizada al paciente.

Al expandir un elemento de la lista, se despliega el detalle de una prescripción. Esta vista ampliada incluye elementos como la hora de inicio del régimen, horarios de consumo, indicaciones, fecha de registro y formato de consumo.

Adicionalmente, se proporciona una sección de estadísticas, ofreciendo detalles específicos y relevantes para cada prescripción. En este apartado, se muestran data cards con indicadores individuales de adherencia y el número de prescripciones realizadas, junto con su periodo correspondiente, evitando así una eventual confusión.

Tareas asociadas: 1,2.

3.2.8 Selección de periodo: parte 1

Claudio Javier Rain Levicán
20.409.287-7 | 16/03/2000 (23 años)

Tratamiento para la hipertensión arterial
En curso | Inicio: 1 de enero de 2022 (1 año, 4 meses, 14 días)

Periodo de consulta: T. transcurrido (1 año, 4 meses, 14 días)

Primer control: 01 de enero de 2022 | Hoy: 22 de abril de 2023

Elegir

Paso 1 | Paso 2

Seleccione una fecha de inicio

Último control: Control 4 (30/09/2022)

Control 3 (30/04/2022)

Control 2 (16/02/2022)

Inicio de tratamiento: Control 1 (01/01/2022)

Calendario: Abril 2022

S	M	T	W	T	F	S
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22		

Siguiente

Figura 13: Mockup n°8, selector de periodo parte 1.

Al hacer clic en el botón "Elegir", se abre una ventana emergente que contiene un selector de período. En esta sección, el usuario tiene la opción de seleccionar entre un conjunto de intervalos de tiempo predefinidos o, si lo prefiere, puede elegir una fecha específica a través de un calendario interactivo.

Una vez definida la fecha de inicio del período, el usuario puede avanzar a la siguiente etapa pulsando el botón "Siguiente". Este proceso de selección de período facilita una personalización del análisis acorde a las necesidades y preferencias del usuario.

Tarea asociada: 2.

3.2.9 Selección de periodo: parte 2

The mockup shows a user profile for Claudio Javier Rain Levicán, with ID 20.409.287-7 and birth date 16/03/2000 (23 años). The treatment is 'Tratamiento para la hipertensión arterial', which is 'En curso' (in progress) and started on 1 de enero de 2022 (1 año, 4 meses, 14 días ago). The interface is divided into two steps: 'Paso 1' and 'Paso 2'. 'Paso 1' shows 'Primer control' on 01 de enero de 2022 and 'Hoy' on 22 de abril de 2023. 'Paso 2' is the active step, featuring a calendar for April 2022 and a list of control dates: 'Hoy 22/04/2023', 'Control 3 (30/04/2022)', and 'Control 2 (16/02/2022)'. Navigation buttons 'Atrás' and 'Confirmar' are at the bottom.

Figura 14: Mockup n°9, selector de periodo parte 2.

Continuando con el proceso de selección, se presenta la segunda etapa en la que se define la fecha de término del período. Aquí, el rango de opciones disponible se encuentra delimitado a partir de la fecha de inicio previamente seleccionada, asegurándose así de que la fecha final sea posterior a la de inicio.

Al igual que en la etapa anterior, el usuario puede elegir entre un conjunto de opciones predefinidas o especificar una fecha concreta mediante el uso de un calendario interactivo.

Además, se incorpora la funcionalidad de regresar a la etapa anterior para ajustar la fecha de inicio si se necesita. Finalmente, al seleccionar la opción "Confirmar", se redirige al usuario a los datos correspondientes al período de consulta seleccionado. Este proceso bidireccional brinda mayor flexibilidad y precisión en la personalización del análisis.

Tarea asociada: 2.

3.3 Evaluación de mockups

Para validar estos mockups, se llevó a cabo una reunión con una profesional de la salud, la Dra. Claudia Sáez. El objetivo era obtener un punto de vista clínico sobre la relevancia y funcionalidad de los mockups. Las consultas realizadas buscaban entender qué información era más crítica al acceder al sistema de ficha clínica durante la atención de un paciente, específicamente en relación a la adherencia al tratamiento.

Se concluyó que gran parte de la información presentada resultaba útil, aunque se identificó la necesidad de aclarar ciertos aspectos de la visualización de datos. Específicamente, se observó que la interpretación del mapa de calor podría mejorarse con una explicación más clara.

Un gráfico que destacó especialmente fue el Cronograma de Medicación, ilustrado en la Figura 10, que representa las prescripciones realizadas. Este recurso fue identificado como una herramienta de gran utilidad para seguir el proceso de prescripción médica, al permitir visualizar los cambios en la dosis a lo largo del tiempo.

Durante la reunión también se sugirió la importancia de registrar el motivo de la no ingesta del medicamento, ya sea porque el paciente olvidó tomarlo o porque experimentó un efecto secundario no deseado. Este registro podría prevenir ciertos eventos y permitir un tratamiento más personalizado y eficaz.

Estos valiosos comentarios proporcionaron una guía clara para la mejora de la plataforma, enfocados en optimizar la presentación de la información en los gráficos y hacer la información más accesible y útil para los profesionales de la salud. Además, la idea de registrar los motivos de la no ingesta de medicamentos será tomada en cuenta en la implementación del prototipo computacional, por su potencial para ofrecer una visión más detallada de la adherencia del paciente al tratamiento.

4. Prototipo computacional

El prototipo computacional creado para visualizar datos de adherencia a tratamientos farmacológicos está específicamente diseñado para las necesidades ya discutidas. Su misión es brindar una solución tecnológica integrada que no sólo muestra, sino que también gestiona datos en un ambiente interactivo. Este prototipo busca validar las hipótesis y demostrar la factibilidad de las propuestas soluciones. En las próximas subsecciones se abordarán aspectos como la arquitectura de software, el modelo de datos, herramientas utilizadas, esquemas de presentación y flujos de datos en el prototipo.

4.1 Arquitectura de software

La arquitectura de software se refiere a la estructura y diseño de sistemas, donde se desglosan componentes, sus interrelaciones y las interacciones con el entorno. Esta proporciona un plano que permite a múltiples partes interesadas analizar, definir y trabajar sobre conceptos de alto nivel y guiar las decisiones a lo largo del desarrollo (Wojcik, 2010).

La arquitectura de software del sistema propuesto, llamado AFAM 2.0, establece la estructura y organización necesarias para cumplir con las demandas de la aplicación. A continuación, se detalla dicha arquitectura:

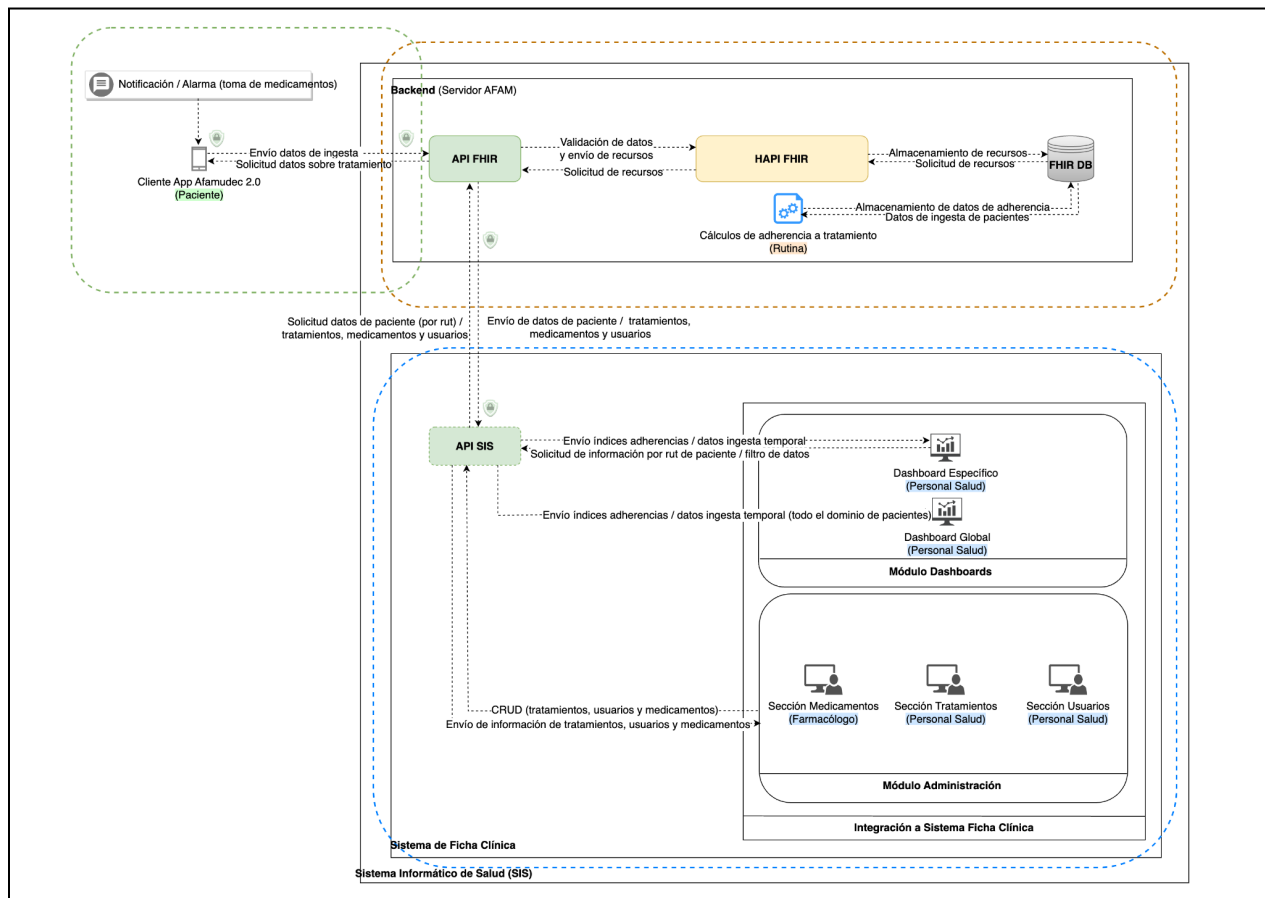


Figura 15: Arquitectura sistema AFAM 2.0 (también disponible en [Enlace Arquitectura AFAM 2.0](#)).

Esta arquitectura se compone de varios sistemas y componentes interconectados que facilitan la gestión y visualización de la información relativa a la adherencia al tratamiento.

App móvil AFAM UDEC: Permite el envío de datos de ingesta al API FHIR. Esta aplicación sirve como punto de entrada para los pacientes.

Sistema Informático de Salud: Un sistema integral que contiene varios subcomponentes:

Backend (Servidor AFAM):

1. **API FHIR:** Procesa las solicitudes de la app móvil, valida datos y transfiere recursos al HAPI FHIR. Además, comunica datos de pacientes y tratamientos al API SIS. Siendo FHIR una pieza integral, hereda características de seguridad y privacidad específicas de este estándar, como:

2. **Smart on FHIR:** Es un marco que integra aplicaciones de terceros con Registros Médicos Electrónicos (EHR), permitiendo que las apps se lanzan desde un EHR o de forma independiente. Basado en OAuth2 y OpenID Connect, garantiza que solo las aplicaciones autenticadas accedan a los datos, respetando el consentimiento del paciente (HL7 International - FHIR Infrastructure WG, 2021) .
3. **Auditoría con Provenance y AuditEvent:** En FHIR, los recursos Provenance y AuditEvent ofrecen herramientas esenciales para auditar y rastrear la procedencia de los datos. Provenance se encarga de detallar quién creó o modificó datos, cuándo y por qué, siendo crucial para la integridad y el historial de los datos (HL7, s.f.). AuditEvent registra eventos de auditoría, proporcionando detalles sobre el acceso y uso de información, fortaleciendo la seguridad y el cumplimiento en entornos de atención médica (HL7, s.f.).

Al depender de FHIR, la arquitectura se beneficia directamente de estas medidas de seguridad, garantizando un manejo seguro y eficiente de la información relacionada con la salud.

4. **HAPI FHIR:** Es el gestor principal de todas las solicitudes que provienen de la API FHIR. Su tarea principal es organizar, procesar y, finalmente, asegurar que los datos se almacenen correctamente en la FHIR DB. HAPI FHIR funciona como una implementación en Java del estándar FHIR, proporcionando una biblioteca y un servidor de referencia para facilitar la creación y gestión de recursos FHIR (SMILE CDR, 2022).
5. **FHIR DB:** Aquí se conservan todos los registros relacionados con la adherencia al tratamiento, y es donde se llevan a cabo los cálculos y análisis para determinar el nivel de adherencia de un paciente. Gracias a su diseño y estructura, garantiza la rapidez y precisión en la recuperación de datos. Para asegurar la integridad y calidad de estos registros, se incluyen prácticas adecuadas de limpieza y depuración, tal como se detalla en el anexo II.

Sistema de Ficha Clínica:

1. **API SIS:** Solicita al API FHIR datos del paciente (mediante su RUT), tratamientos, medicamentos y usuarios. Además, envía índices de adherencia y datos de ingesta temporal a un dashboard específico.
2. **Dashboard Específico:** La contribución de la presente memoria a este proyecto radica aquí. Este componente interactúa con el API SIS, solicitando o filtrando información del paciente según sea necesario.
3. **Módulo de Administración:** Se encarga de gestionar datos relacionados con tratamientos, prescripciones y más.

La interconexión entre estos componentes asegura una fluidez en la transferencia de datos y permite realizar acciones específicas en cada etapa del proceso, desde la recopilación de datos por parte del usuario hasta la visualización y administración en los sistemas backend.

4.2 Modelo de datos

Dentro del proyecto AFAM 2.0, se adoptó el estándar FHIR por su estructura robusta en la representación de información médica. A continuación, se muestra el modelo de datos, destacando el nombre de cada entidad y el recurso FHIR correspondiente.

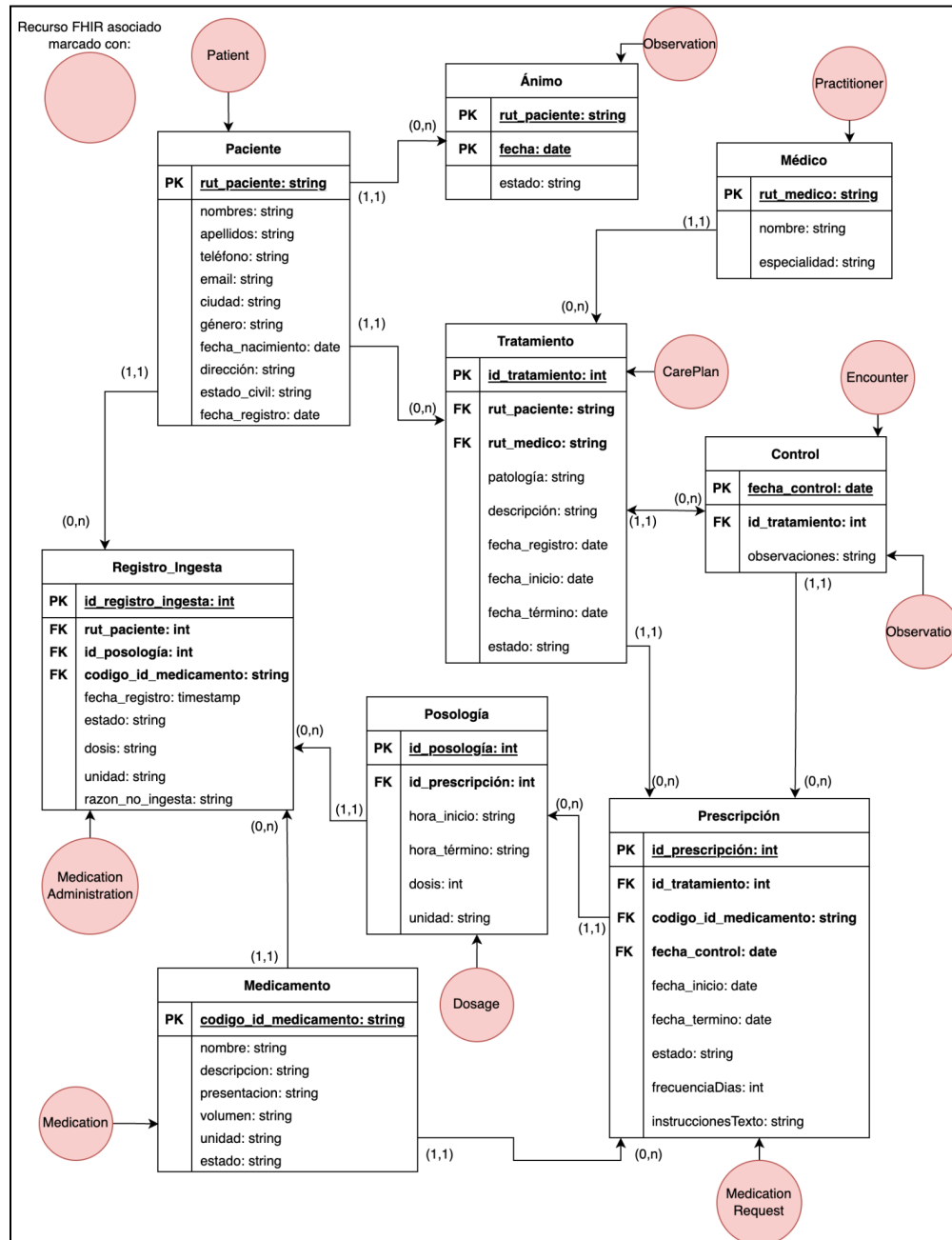


Figura 16: Modelo de datos AFAM 2.0 (también disponible en [Enlace modelo de datos AFAM Udec 2.0](#)).

4.3 Herramientas utilizadas:

En el marco de un proyecto orientado a JavaScript, se utilizaron las siguientes herramientas principales para el desarrollo y la visualización de datos:

1. **React:** Es una biblioteca destinada a la construcción de interfaces de usuario. Permite crear elementos interactivos que se pueden reutilizar, y tiene la capacidad de adaptarse eficientemente a cambios en la información que muestra (Meta Open Source, 2023).
2. **Redux:** Destinada a la administración del estado de aplicaciones. Centraliza el estado en un 'store' y sigue un flujo unidireccional, abarcando Acciones para enviar datos, Reducers para gestionar actualizaciones del 'store', y Componentes que reflejan el estado y pueden activar acciones (Abramov et al., 2023).
3. **Highcharts:** Permite la creación de gráficos interactivos para web. Brinda soporte a distintos tipos de visualizaciones, desde gráficos de líneas y áreas, hasta barras y gráficos circulares (Highcharts, 2023).
4. **Moment:** Se utiliza para el manejo eficiente de fechas y horas, ofreciendo herramientas para su manipulación, visualización, validación y cálculo (Moment, s.f.)

4.4 Esquema plataforma de visualización

La estructura de la plataforma de visualización se diseñó con el objetivo principal de mostrar datos relacionados con la adherencia al tratamiento. La base conceptual para esta estructura proviene de Redux, tomando inspiración de la documentación oficial (Redux.js.org, 'Redux Essentials Part 5: Async Logic and Data Fetching'). A continuación, se presenta el esquema detallado:

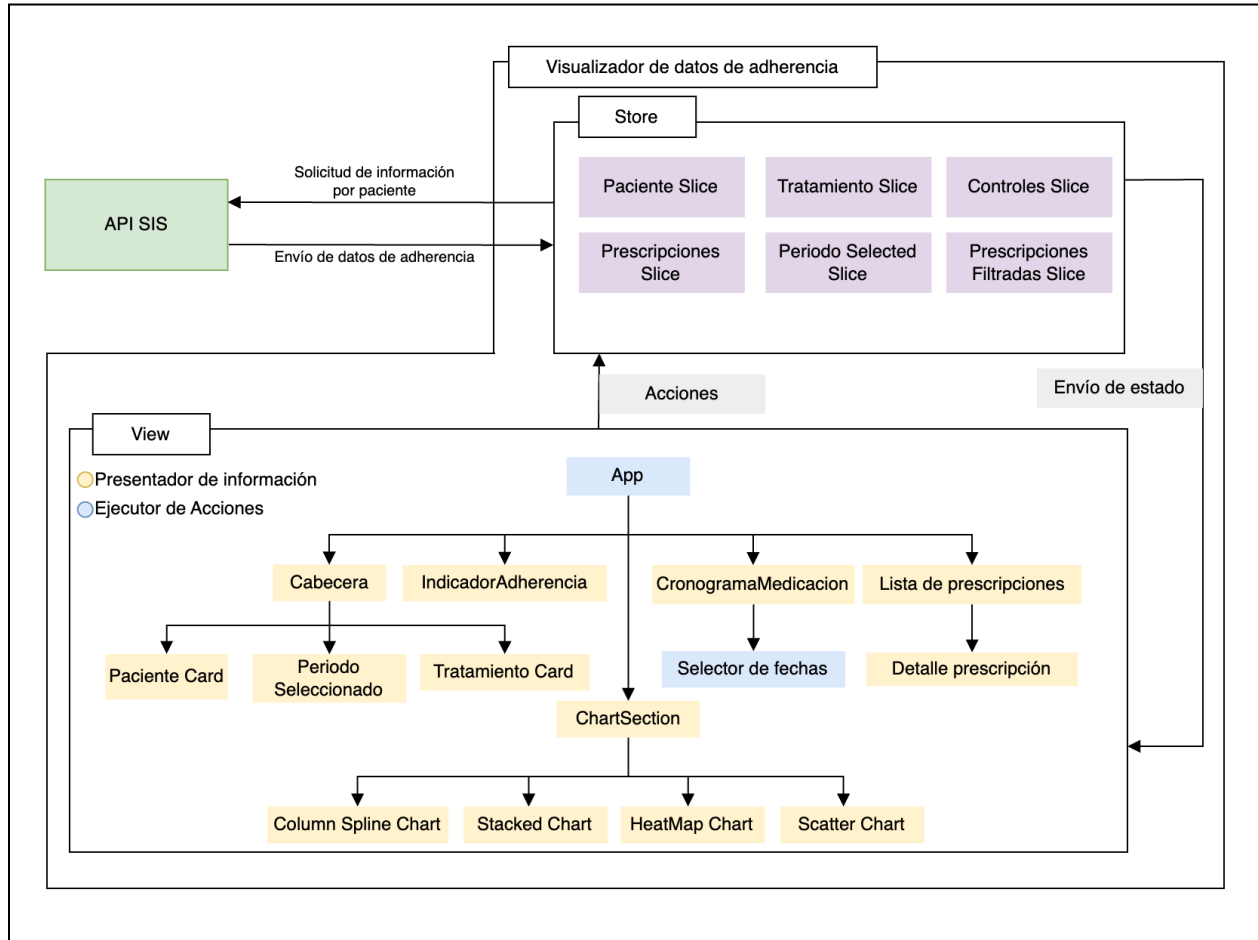


Figura 17: Estructura general de la plataforma de visualización de datos.

4.4.1 Explicación esquema

La plataforma se estructura en dos componentes esenciales: el "API SIS" y el "Sistema de Visualización de Datos de Adherencia". Juntos, estos componentes gestionan el flujo de datos y mejoran la interacción del usuario:

Componente "API SIS": Este componente establece un vínculo fundamental con el 'store', sirviendo como puente para la transferencia de datos de adherencia.

Sistema de Visualización de Datos de Adherencia: Contenido en una caja principal, este sistema comprende:

Store: Se desempeña como el repositorio central de datos. Distribuye el estado actualizado a la vista y solicita información puntual al componente "API SIS". En su interior, se identifican segmentos denominados 'slices', tales como Paciente, Tratamiento, Controles, entre otros, que organizan y clasifican la información.

Vista de Usuario (View): Esta es la capa que interactúa directamente con el usuario, reflejando en tiempo real los cambios en el 'store' y respondiendo a sus acciones. Está estructurada en elementos de visualización, responsables de presentar la información a través de 'selectors'. Estos 'selectors' son funciones que extraen o seleccionan valores específicos del estado de la aplicación, es decir, de los diferentes 'slices'. Asimismo, cuenta con elementos de acción que permiten las interacciones mediante el 'dispatch', una herramienta para comunicar alteraciones al 'store'. Los elementos que tienen la función de comunicar cambios al estado están resaltados en color celeste, mientras que lo destacado en amarillo denota los presentadores de información, encargados de mostrar los datos al usuario. La sección "View" integra múltiples unidades de visualización que van desde la información detallada del paciente hasta representaciones gráficas y listados de prescripciones, organizados de forma jerárquica y cohesiva para optimizar la experiencia del usuario.

4.4.1.1 Relación entre store y componentes

Para comprender cómo se estructura y opera el sistema, es fundamental entender la relación entre los segmentos del 'store' y los componentes de la interfaz. A continuación, se presenta una descripción detallada de cada 'slice' del 'store' y cómo estos se relacionan con sus respectivos componentes:

Paciente Slice

Función: Almacena información del paciente.

Suministra a: Paciente Card.

Tratamiento Slice

Función: Conserva los datos de tratamiento del paciente.

Suministra a: Tratamiento Card.

Controles Slice

Función: Resguarda los datos asociados a los controles del paciente.

Suministra a: Periodo Seleccionado, Cronograma Medicación.

Prescripciones Slice

Función: Almacena todas las prescripciones del tratamiento en curso.

Suministra a: Cronograma Medicación.

Periodo Selected Slice

Función: Guarda el intervalo de fechas consultadas, desde la fecha de inicio hasta la de término. Por defecto, al ingresar a la plataforma, se establece desde la fecha del último control hasta la fecha actual.

Suministra a: Periodo seleccionado, Chart Section.

Prescripciones Filtradas

Función: Contiene las prescripciones dentro del rango consultado, junto con los registros de ingesta en ese periodo (por ejemplo, desde el 1 de enero al 31 de enero). También conserva el indicador de adherencia por prescripción, ofreciendo una visión consolidada.

Componentes: Lista de prescripciones, Detalle de prescripción, Column Chart, Stacked Chart, Heatmap chart, Scatter chart.

Ventajas: Centralizar esta información favorece una gestión más eficiente y cohesiva de los datos, facilitando su visualización y análisis en los gráficos. Esta centralización simplifica la actualización y consulta, promoviendo la integridad y coherencia de los datos.

Nota: Actualmente, este 'slice' también contiene el indicador de adherencia. Se contempla segmentarlo en un contenedor independiente en futuras versiones, cuando la funcionalidad esté completamente desarrollada.

La centralización de información es una práctica recomendada en muchos sistemas porque:

1. **Evita redundancias:** Cuando la información se dispersa, puede existir en más de un lugar, lo que lleva a duplicidades y potencialmente a inconsistencias.
2. **Mejora la eficiencia:** Es más rápido y fácil acceder y modificar datos en un único lugar que en múltiples.
3. **Facilita la integridad de los datos:** Es más sencillo garantizar que los datos son correctos y consistentes cuando se gestionan centralizadamente.
4. **Optimiza la seguridad:** Es más fácil implementar controles de seguridad y acceso cuando los datos están centralizados.

4.4.1.2 Flujo de Datos en el Prototipo Computacional

El prototipo computacional desarrollado se caracteriza por una estructura lógica y secuencial que permite la carga, procesamiento y distribución de datos. Esta estructura es gestionada principalmente por dos componentes clave del sistema, que, para referencia visual en el esquema, están destacados en color celeste.

Componente Principal: App

Este componente se encarga de la inicialización de datos al ingreso del usuario en la aplicación. A continuación, se detalla su comportamiento:

1. **Carga de paciente:** Al ingresar, la aplicación verifica y carga los datos del paciente.
2. **Carga de tratamiento:** Posteriormente, procede a solicitar información sobre el tratamiento del paciente.

3. **Carga de controles:** A continuación, se buscan datos relevantes de controles relacionados.
4. **Configuración inicial:** Se establecen fechas y estados después de obtener la información anterior.
5. **Carga de prescripciones y registros:** Con la configuración inicial completada, el sistema solicita datos detallados como prescripciones y registros del paciente.
6. **Generación de datos del gráfico:** Finalmente, los datos obtenidos se procesan para ser representados gráficamente.

Componente de Interacción: Selector de fechas

Un elemento fundamental que permite al usuario adaptar la visualización según su preferencia temporal. Al modificar el rango de fechas, el sistema recalcula y solicita los datos pertinentes a dicho rango, con las siguientes acciones:

1. **Filtrar las prescripciones:** Selecciona las prescripciones que el paciente ha seguido en el rango de consulta.
2. **Solicitar Indicadores de Adherencia por Prescripción:** Recoge información detallada sobre la adherencia del paciente a cada prescripción.
3. **Recoger Registros del Paciente:** Recopila los registros del paciente en relación con esas prescripciones.
4. **Calcular el Indicador de Adherencia:** Solicita el indicador de adherencia por prescripción y finalmente, el indicador de adherencia en el rango de consulta.

Esta flexibilidad en la consulta es crucial para el análisis detallado y personalizado por parte del usuario.

4.5 Presentación de la plataforma

Como resultado del diseño y desarrollo de la plataforma de visualización de datos, se cuenta con una versión accesible en línea para su interacción directa. La plataforma desarrollada está alojada y puede ser accedida a través del siguiente enlace: [Enlace plataforma visualización de datos.](#)

A continuación, se presentan algunas capturas destacadas de la plataforma:



Figura 18: Cronograma de medicación.

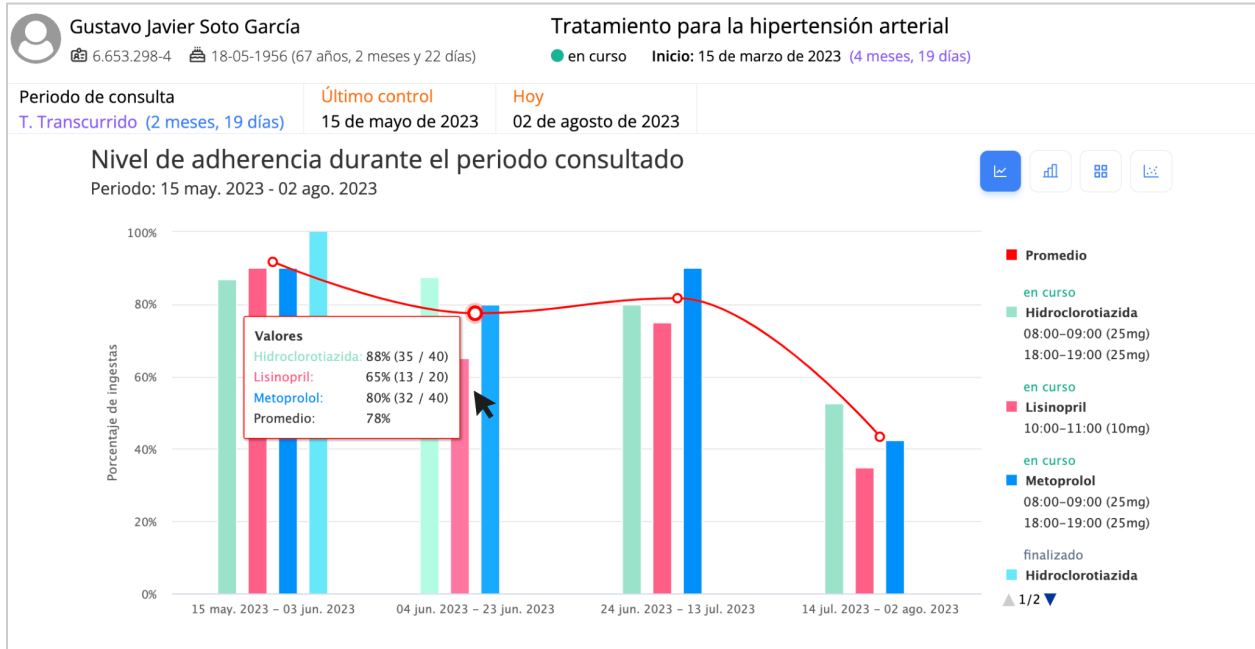


Figura 19: Gráfico de barras y línea spline.

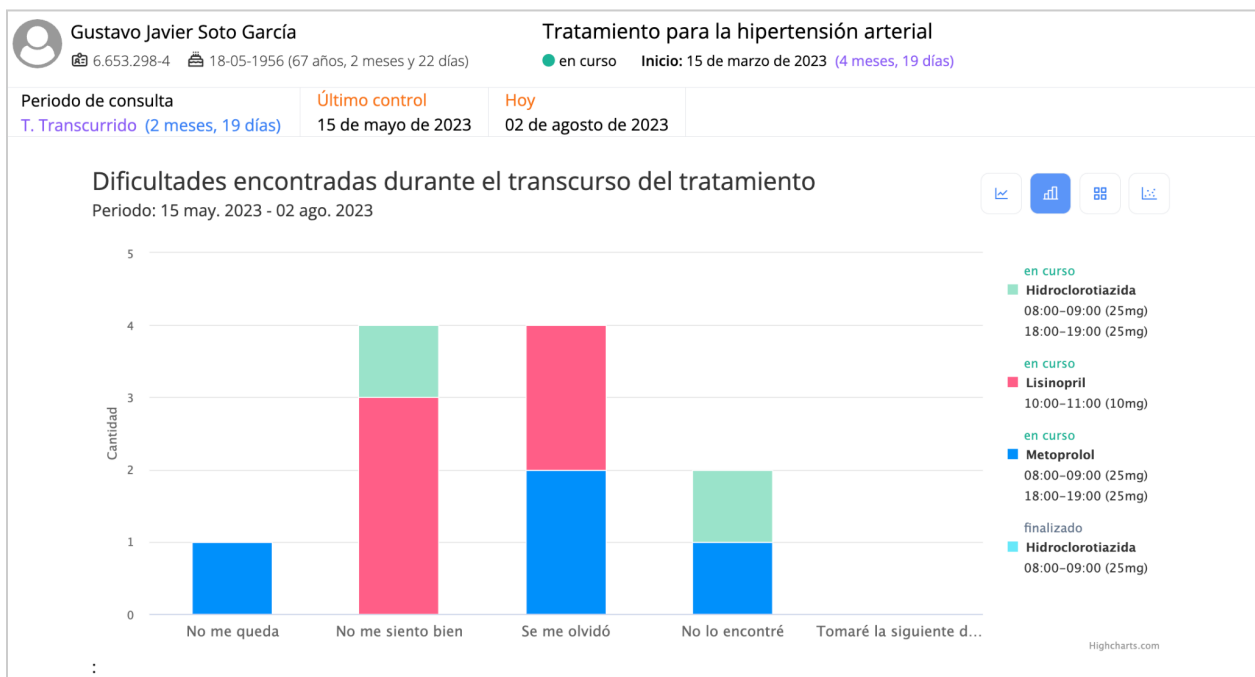


Figura 20: Gráfico de columnas, presentando las principales dificultades del paciente.



Figura 21: Gráfico mapa de calor.

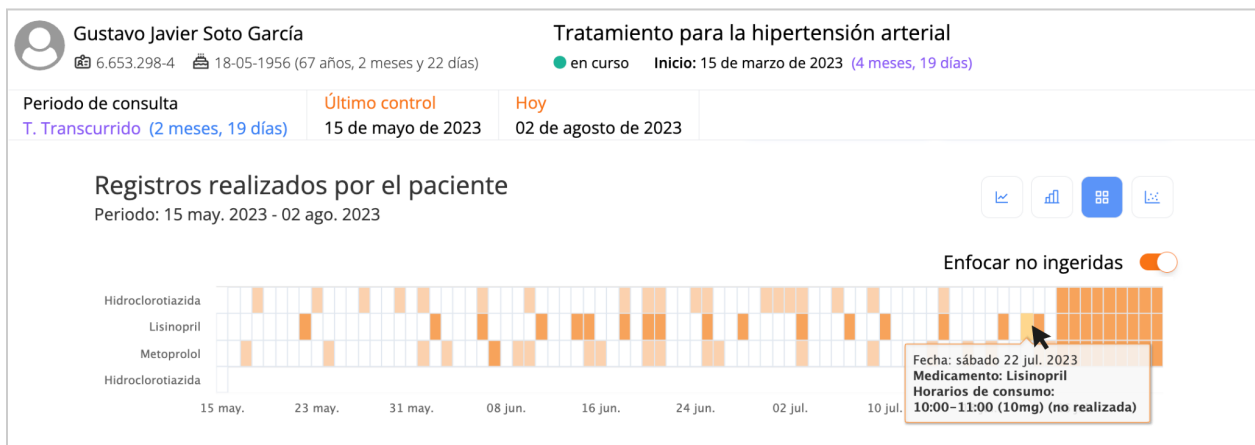


Figura 22: Mapa de calor, enfoque en dosis no ingeridas.



Figura 23: Gráfico de dispersión.

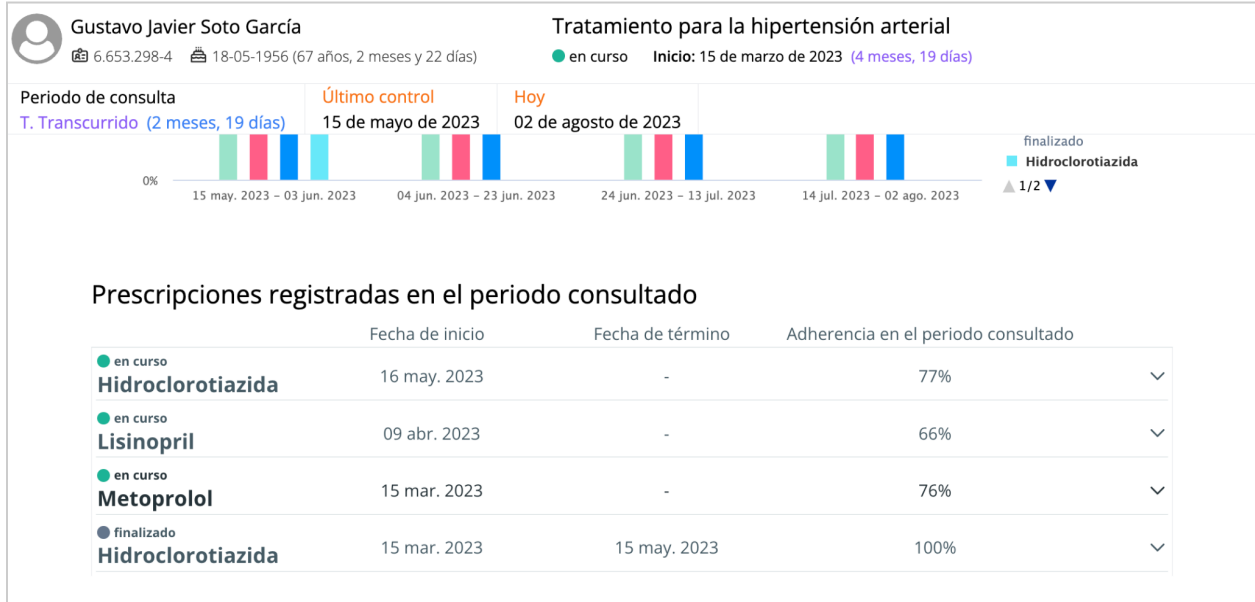


Figura 24: Listado de prescripciones.

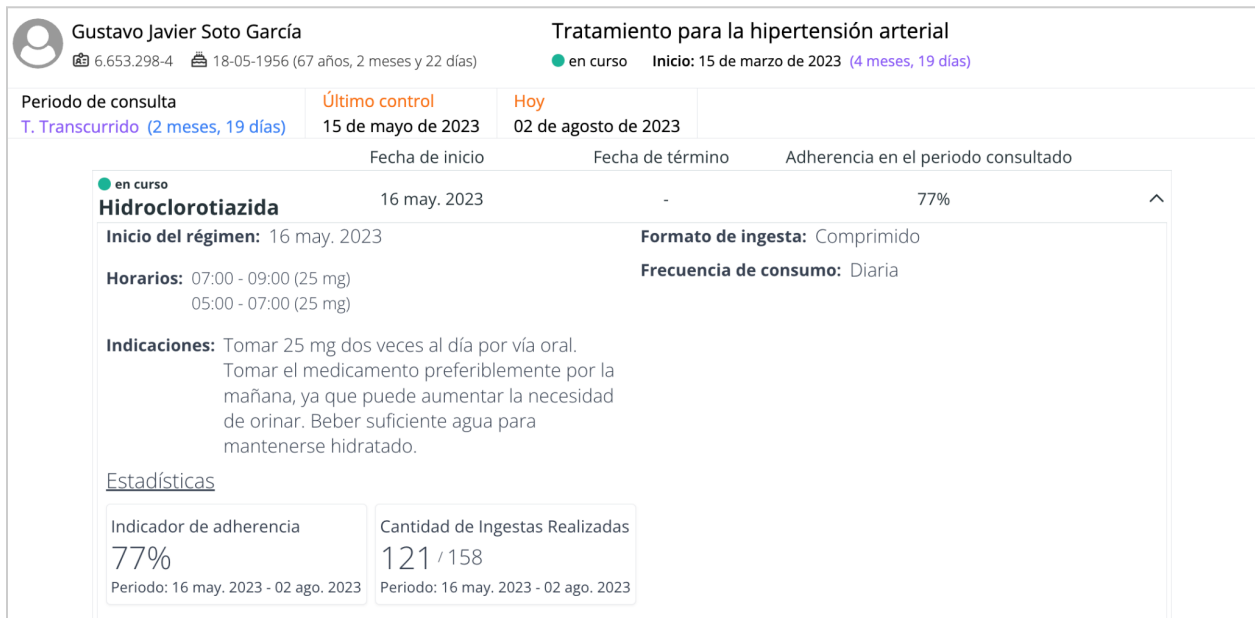


Figura 25: Detalle de prescripción.



Figura 26: Selección de periodo a través de cronograma.

4.5.1 Detalles de la implementación presentada

Se ha implementado cada componente propuesto en los mockups. Desde la cabecera de la plataforma, donde se destaca el nombre del paciente y la información crucial del tratamiento, hasta la implementación de los diferentes gráficos, cada elemento fue cuidadosamente incorporado a la interfaz gráfica. Las visualizaciones, como el mapa de calor, gráfico de barras, gráfico de dispersión y cronograma de medicación, se crearon con el propósito de proporcionar una interpretación clara y accesible de la información del paciente.

Se añadió un apartado gráfico para resaltar las principales dificultades del paciente durante el tratamiento. Esta inclusión es el resultado de las sugerencias dadas durante la evaluación de los mockups. Es importante señalar que, aunque cada registro de ingesta esté asociado a un medicamento, no se puede asumir que sea la causa específica de la dificultad, por lo que se recomienda una interpretación cuidadosa.

Se ha optado por no utilizar el módulo de selección de periodo propuesto inicialmente, puesto que tomaba mucho tiempo seleccionar un periodo y era bastante propenso a errores de uso. Afortunadamente, la naturaleza modular de la plataforma permitió adaptar y solventar este obstáculo rápidamente. En lugar de ese módulo, se ha utilizado el gráfico del cronograma de medicación como selector de periodo, aprovechando las versátiles funcionalidades que la biblioteca de highcharts ofrece. Aunque no es la opción más intuitiva, se considera una mejora y es una solución temporal mientras se exploran otras alternativas más optimizadas. Esta adaptación refleja la búsqueda continua de mejora y el deseo de ofrecer una experiencia satisfactoria a los usuarios.

5. Evaluación de la propuesta

Con el objetivo de evaluar la plataforma propuesta, se diseñó un conjunto de pruebas basadas en un instructivo detallado, el cual se adjunta en el anexo I. Estas pruebas se centraron en las dos principales tareas implementadas en la plataforma.

Las pruebas se realizaron con la colaboración de los miembros del equipo del proyecto FONDEF, un grupo con un perfil interdisciplinario. Esta diversidad, abarcando áreas como farmacología, trabajo social e informática, aporta una rica amalgama de perspectivas, lo cual es crucial para una evaluación integral de la plataforma. A pesar de contar con la participación de un médico en el equipo, no se recibió retroalimentación de su parte, posiblemente debido a compromisos o restricciones temporales. Aun así, el amplio espectro de disciplinas presentes en el equipo FONDEF nos brinda confianza en la robustez de las evaluaciones obtenidas.

Durante el proceso evaluativo, cada integrante del equipo accedió a la plataforma, llevando a cabo las tareas preestablecidas. Al concluir, se les solicitó completar el test de usabilidad "System Usability Scale" (SUS).

5.1 Test de usabilidad SUS

Para medir el grado de satisfacción de los usuarios tras finalizar las tareas previstas, se recurrió al cuestionario SUS. Esta herramienta, basada en el diseño propuesto por Brooke en 1996, fue personalizada para ajustarse a las necesidades y contexto de los participantes. En nuestra adaptación, se asignó un valor de 1 para representar "Totalmente en desacuerdo" y un valor de 5 para "Totalmente de acuerdo". Buscando la claridad y facilidad de comprensión para los usuarios, se optó por utilizar "plataforma" como término en vez del original "sistema".

	Totalmente en desacuerdo = 1	2	3	4	Totalmente de acuerdo = 5
Creo que me gustaría utilizar esta plataforma con frecuencia					
Encontré esta plataforma innecesariamente compleja					
Creo que la plataforma fue fácil de usar					
Creo que necesitaría el apoyo de una persona técnica para poder usar la plataforma					
Encontré que las diversas funciones de esta plataforma que estaban bien integradas					
Pienso que había demasiada inconsistencia en esta plataforma					
Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a utilizar esta plataforma muy rápidamente					
Encontré que la plataforma era muy complicada de usar					
Me sentí muy seguro usando la plataforma					
Necesitaba aprender muchas cosas antes de empezar con esta plataforma					

Tabla 3: Cuestionario SUS adaptado a la prueba.

5.2 Resultados de la Evaluación

Los datos recolectados a través del formulario SUS, puntuado en una escala de 0 a 100, arrojan luz sobre el nivel de satisfacción de los usuarios. La Tabla 7, a continuación, muestra los puntajes SUS obtenidos por cada participante:

Usuario	Puntaje SUS
01	90
02	87,5
03	82,5
04	67,5
05	87,5
06	77,5
07	70
08	85
promedio	81

Tabla 4: Puntaje SUS para la plataforma.

Una vez recogidos los resultados, el puntaje promedio de satisfacción se sitúa en 81 puntos. Con base en las escalas propuestas por Bangor et al. (2009) para la interpretación de los puntajes SUS, ilustradas en la Figura 5, esta cifra se cataloga como "Aceptable" en la escala de aceptabilidad, "B" en escala de grado y "Bien" en términos adjetivos.

5.3 Observaciones y Retroalimentación de los Usuarios

Después de la evaluación de la plataforma, se recogieron valiosos comentarios de los usuarios. A continuación, se presenta una síntesis de la retroalimentación:

1. **Funcionalidad y Usabilidad:** Una gran mayoría apreció la diversidad de opciones gráficas y destacó la utilidad de poder filtrar medicamentos usando las leyendas. A medida que los usuarios exploraron la plataforma, se propuso incluir párrafos explicativos para cada tipo de gráfico. Algunos comentarios constructivos sugerían considerar la ubicación de los filtros de tiempo para asegurar una experiencia más fluida.
2. **Navegación:** Se observó una respuesta favorable hacia la estructura general de la navegación. Algunos usuarios expresaron el deseo de que el detalle de las prescripciones tuviera un acceso más directo y propusieron una manera más clara de volver a períodos previos después de hacer cambios, lo que se considerará en futuras actualizaciones.
3. **Diseño y Organización:** Se sugirió priorizar la sección de prescripciones y agregar márgenes adicionales en la sección de "Prescripciones registradas" para mejorar la legibilidad.
4. **Información de Medicamentos:** La sección que aborda la información de los medicamentos fue elogiada por su claridad. Si bien se reconoció su eficacia, algunos usuarios vieron beneficio en agregar detalles adicionales sobre cada medicamento.

Es esencial subrayar que muchos usuarios encontraron que la plataforma es intuitiva, con gráficos fáciles de analizar y una presentación visualmente placentera. Estos puntos positivos refuerzan la idea de que, pese a las áreas de mejora, el sistema es de calidad excepcional. La retroalimentación brindada por todos los participantes será de

gran utilidad para guiar las futuras mejoras y para seguir ofreciendo una experiencia de usuario de alta calidad.

5.4 Trabajo futuro

1. **Incorporación de Retroalimentación:** Es esencial considerar y aplicar de manera sistemática la retroalimentación recibida durante las pruebas de usabilidad. Las observaciones y sugerencias proporcionadas son cruciales para perfeccionar la plataforma y adaptarla mejor a las necesidades y preferencias identificadas.

2. **Optimización del Espacio de Interfaz:** La experiencia del usuario puede mejorar significativamente optimizando el diseño y el espacio de la interfaz. Al garantizar que cada elemento esté ubicado de manera estratégica y que el espacio se utilice eficientemente, los usuarios podrán navegar y utilizar la plataforma de manera más intuitiva y efectiva.

3. **Expansión del Catálogo de Medicamentos:** Para lograr que la plataforma sea más inclusiva y práctica para una gama más amplia de pacientes, es fundamental ampliar el soporte para incluir una mayor variedad de medicamentos. Reconociendo que en un escenario real, un paciente puede tener varias patologías y requerir múltiples medicamentos, ampliar el catálogo garantizará que la plataforma sea relevante para un público más amplio.

4. **Implementación de Nuevas Pruebas de Usabilidad:** Tras realizar las mejoras sugeridas y expandir las características de la plataforma, es vital llevar a cabo nuevas pruebas de usabilidad. Estas evaluaciones permitirán verificar que las implementaciones y cambios realizados sean efectivos y que la plataforma siga siendo intuitiva y amigable para el usuario.

6. Conclusiones

A lo largo de este trabajo, se ha logrado alcanzar de manera efectiva los objetivos propuestos. Se ha materializado una contribución significativa en el área de la salud, particularmente en el seguimiento de la adherencia al tratamiento farmacológico, mediante la implementación del "Dashboard AfamUdec 2.0". Como se estableció desde el inicio, la herramienta desarrollada apunta a proporcionar a los profesionales de la salud una visualización intuitiva y precisa de la adherencia de sus pacientes, en especial aquellos con hipertensión arterial.

Los avances logrados, enmarcados en el proyecto FONDEF IT21I0097, han demostrado que es posible mejorar la comunicación entre pacientes y profesionales sanitarios mediante herramientas tecnológicas. La respuesta positiva en las pruebas de usabilidad del dashboard refuerza la relevancia y la efectividad de esta propuesta.

Este trabajo, centrado en la integración de datos de una aplicación móvil y en la creación de una interfaz orientada al usuario médico, ha permitido optimizar la interpretación y gestión de datos sobre adherencia a tratamientos. Sin embargo, es esencial reconocer que, si bien se ha logrado una base sólida, hay espacio para la evolución y la expansión de la herramienta.

Por ejemplo, el sistema prioriza la presentación de prescripciones que sigue el paciente, indicadores de adherencia y las dificultades encontradas. Sin embargo, dado el enfoque específico en tratamientos para la hipertensión arterial, una ampliación lógica sería considerar la polifarmacia, especialmente común en personas mayores.

Si bien algunas características y expansiones deseables no se han implementado en la presente fase debido a restricciones de recursos, estas áreas de mejora no se presentan como limitantes, sino como oportunidades para que futuros desarrollos lleven al sistema a su máximo potencial.

Concluyendo, el "Dashboard AfamUdec 2.0" ha establecido un nuevo estándar en la monitorización y comprensión de la adherencia al tratamiento farmacológico. Aunque existen desafíos y áreas de mejora, la base establecida promete transformaciones profundas en la interacción entre pacientes y profesionales de la salud. La visión futura del proyecto es ampliar su alcance y capacidad, consolidando su valor y contribución en el sector salud.

7. Referencias

- Abramov et al., D. (2023). *Redux Official Documentation*. <https://redux.js.org/>
- Brooke, J. (1996, enero). *SUS - A quick and dirty usability scale*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/319394819_SUS_-_a_quick_and_dirty_usability_scale
- Brooke, J. (2013, febrero). *SUS: A Retrospective*. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=qjAGPUcAAAAJ&citation_for_view=qjAGPUcAAAAJ:YOWf2qJgpHMC
- Browne, S. H., Behzadi, Y., & Littlewort, G. (2015). *Let Visuals Tell the Story: Medication Adherence in Patients with Type II Diabetes Captured by a Novel Ingestion Sensor Platform*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26721413/>
- Chowdhury, R., Khan, H., Heydon, E., Shroufi, A., Fahimi, S., Moore, C., Stricker, B., Mendis, S., Hofman, A., Mant, J., & Franco, O. H. (2013, octubre 7). Adherence to cardiovascular therapy: a meta-analysis of prevalence and clinical consequences. *European Heart Journal*, 34(38), 2940–2948. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/eh295>

- Dima, A. L., Dediú, D., & Allemann, S. (2022, julio 5). *AdhereR: Adherence to Medications*. The Comprehensive R Archive Network.
<https://cran.r-project.org/web/packages/AdhereR/vignettes/AdhereR-overview.html>
- Highcharts. (2023). <https://www.highcharts.com>
- HL7. (s.f.). *Audit Event*. HL7.org. <http://hl7.org/fhir/auditevent.html>
- HL7. (s.f.). *Introducing HL7 FHIR*. <https://www.hl7.org/fhir/summary.html>
- HL7. (s.f.). *Resource Provenance - Content*. HL7.org.
<http://hl7.org/fhir/R4/provenance.html>
- HL7 International - FHIR Infrastructure WG. (2021). *Smart on FHIR*. HL7.org.
<https://www.hl7.org/fhir/smart-app-launch/>
- Meta Open Source. (2023). *Quick Start*. <https://react.dev/learn>
- Moment. (s.f.). Moment.js. <https://momentjs.com>
- Morawski, K., Ghazinouri, R., Krumme, A., Lauffenburger, J. C., Lu, Z., Durfee, E., Oley, L., Lee, J., Mohta, N., Haff, N., Juusola, J. L., & Choudhry, N. K. (2018). Association of a Smartphone Application With Medication Adherence and Blood Pressure Control. *JAMA Internal Medicine*, 178(6), 802–809.
- Pagès Puigdemont, N., & Valverde Merino, M. (2018, agosto 23). *Métodos para medir la adherencia terapéutica*.
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2340-98942018000300163
- Real Academia Nacional de Medicina (RANM). (2012). *Real Academia Nacional de Medicina de España (RANM)*. Diccionario de términos médicos.
<http://dtme.ranm.es/index.aspx>
- SMILE CDR. (2022, November 17). HAPI FHIR - The Open Source FHIR API for Java.
<https://hapifhir.io>

- Wang, J., Wongvibulsin, S., Henry, K., & Fujita, S. (2018, abril 16). *Quantifying and Visualizing Medication Adherence in Patients Following Acute Myocardial Infarction*. National Library of Medicine. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5977657/>
- Wojcik, R. (2010, julio 8). *Software architecture fundamentals: Technical, business, and social influences*. https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/Webinar/2010_018_101_47051.pdf
- World Health Organization. (2023, marzo 16). *Hypertension*. World Health Organization (WHO). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/hypertension>

Anexos

Anexo I: Instructivo evaluación plataforma de visualización de datos de adherencia

Bienvenida

Mi nombre es Claudio Rain Levicán, memorista de Ingeniería Civil Informática. Durante mi memoria de título, he desarrollado una plataforma con el objetivo de proporcionar a los profesionales de la salud una visión más accesible y detallada sobre el seguimiento de sus pacientes al tratamiento farmacológico antihipertensivo.

Para esta prueba, se han elaborado 2 tareas diseñadas para evaluar la plataforma. Aunque he puesto mucho esfuerzo y dedicación en este proyecto, es solo el inicio y se encuentra en continua evolución.

Agradezco enormemente sus comentarios y sugerencias, ya que estos serán valiosos para mejorar aún más esta herramienta. Gracias por su tiempo y su participación en esta etapa importante de mi formación.

Contenido

1. Definición de adherencia contemplada

- 2. Tareas**
 - a. Enlace plataforma**
 - b. Instrucciones**
- 3. Despedida y encuesta final**

Definición de adherencia contemplada

La adherencia al tratamiento farmacológico es un concepto crítico en el seguimiento y cuidado de los pacientes. Para el propósito de esta presentación, hemos definido la adherencia como el acto de registrar la medicación según lo prescrito dentro de un día determinado, independientemente de la hora exacta.

La definición operativa de la adherencia que estamos utilizando en esta fase, es una simplificación y está diseñada para permitir la demostración de la plataforma.

Estamos trabajando activamente para refinar y mejorar la precisión de los indicadores de adherencia. En el futuro, anticipamos que estos indicadores se integrarán en la plataforma, proporcionando una representación más matizada y precisa de la adherencia.

Tareas

A continuación, le presentamos dos tareas compuestas por subtareas esenciales para lograr el objetivo general. Cada una de estas subtareas incluirá una casilla de verificación a su derecha que le permitirá marcar su progreso a medida que las complete. Por favor, haga clic en el enlace proporcionado para acceder a la plataforma y comience a ejecutar las tareas.

Enlace plataforma: [Dashboard AfamUdec 2.0](#)

Tarea 1: Evaluar el comportamiento del paciente respecto a su tratamiento farmacológico desde la última visita.

Objetivo General

Lograr evaluar al paciente consultado desde su última visita.

Sub tareas

- Identificar al paciente y su tratamiento:
 - Acceder a sus datos esenciales como su nombre y edad.
 - Opcional:** acceda a la información completa del paciente consultado, haciendo click sobre el paciente.
 - Saber cuánto tiempo lleva con su actual tratamiento antihipertensivo, el estado de este y cuándo ha iniciado.

- Características temporales de la consulta:
 - Estado actual del tratamiento farmacológico del paciente.
 - Conocer el tiempo transcurrido desde el inicio del tratamiento antihipertensivo registrado en la plataforma.
 - Saber cuándo fue su última visita y cuánto tiempo ha transcurrido hasta la fecha actual.

- Indicador de Adherencia:
 - Determinar el nivel de adherencia del paciente mediante un indicador.
 - En caso de no lograr interpretar este indicador, acceder a los detalles de cómo se calcula.

- Identificar los medicamentos que el paciente ha estado siguiendo:

- Acceda a los detalles individuales de cada medicamento dentro del periodo, conocer los detalles de cómo ese medicamento fue prescrito, sus horarios de consumo y las dosis prescritas dentro de este.

- Obtener una visión general a través de gráficos interactivos:
 - Gráfico n°1:** Observe las tendencias generales de la condición del paciente a lo largo del tiempo. Use el cursor para obtener detalles más específicos sobre los puntos de datos individuales.
 - Gráfico n°2:** Identifique los problemas que el paciente ha experimentado desde la última visita.
 - Gráfico n°3:** Acceda a una visión más detallada de los registros del paciente. Use el cursor para explorar los detalles de las fechas y los valores correspondientes.
 - Gráfico n°4:** Analice las horas en las que el paciente registra los medicamentos para entender sus patrones de administración. Aunque este gráfico no se utiliza en el cálculo de la adherencia, puede proporcionar información adicional sobre el comportamiento del paciente.

Tarea 2: Evaluar el comportamiento del paciente en diferentes periodos de tratamiento.

Objetivo general

Lograr evaluar el comportamiento del paciente bajo diferentes periodos.

Sub tareas

- A través del cronograma, seleccione el periodo que desee consultar. Opciones sugeridas:
 - Última semana del tratamiento.
 - Último mes del tratamiento.

- Primer trimestre del tratamiento.
- Periodo completo del tratamiento.
- Obtenga una visión general sobre el tratamiento del paciente a través de gráficos interactivos:
 - Gráfica n°1:** Observe las tendencias generales de la condición del paciente a lo largo del tiempo. Use el cursor para obtener detalles más específicos sobre los puntos de datos individuales.
 - Gráfica n°2:** Identifique los problemas que el paciente ha experimentado en el periodo que ha seleccionado.
 - Gráfica n°3:** Acceda a una visión más detallada de los registros del paciente. Use el cursor para explorar los detalles de las fechas y los valores correspondientes.
 - Gráfica n°4:** Analice las horas en las que el paciente registra los medicamentos para entender sus patrones de administración. Aunque este gráfico no se utiliza en el cálculo de la adherencia, puede proporcionar información adicional sobre el comportamiento del paciente.

Despedida

Espero que esta herramienta haya sido de su agrado. Le agradezco enormemente por haber dedicado tiempo a conocer mi proyecto. Si tienes algún comentario, sugerencia o duda, no dude en hacérmelo saber. Su retroalimentación será inmensamente valorada y me ayudará a seguir mejorando.

¡Muchas gracias por su participación!

Enlace Encuesta: [Evaluación de usabilidad del sistema de visualización de datos de adherencia farmacológica](#)

Anexo II: Eventuales requerimientos de limpieza y depuración

1. **Estructuración de Datos:** Asegurarse de que los datos estén organizados de una manera que facilite su análisis y uso.
2. **Validación de Formatos:** Verificar que todos los datos, especialmente en un estándar como FHIR, estén en los formatos y estructuras predeterminados. Esto incluye formatos de fecha, tiempo, texto, etc.
3. **Manejo de Datos Faltantes:** Identificar y gestionar los registros con campos vacíos o faltantes. Se puede optar por imputar datos, eliminar registros, o señalarlos para análisis posterior según la naturaleza y relevancia del dato.
4. **Estandarización de Datos:** Transformar datos de diferentes fuentes o formatos para que se ajusten a un estándar común. Esto es especialmente relevante cuando se integran datos de diferentes sistemas o plataformas.
5. **Detección y Manejo de Outliers:** Identificar valores atípicos que puedan afectar el análisis. Estos valores pueden ser errores, o pueden representar variaciones naturales, pero es crucial identificarlos y decidir cómo manejarlos.
6. **Documentación:** Mantener registros detallados de cada paso en el proceso de limpieza y depuración. Esta documentación facilita la reproducibilidad y justificación de las decisiones tomadas, además de servir como guía para futuras intervenciones.
7. **Evaluación de Calidad:** Establecer métricas y criterios para evaluar la calidad de los datos post-limpieza y depuración. Esto puede incluir revisiones manuales, comparaciones con estándares conocidos, o pruebas estadísticas.
8. **Consistencia Temporal y Espacial:** Asegurarse de que los datos sean consistentes en términos de tiempo y espacio, especialmente si provienen de diferentes momentos o lugares.
9. **Verificación de Duplicados:** Revisar y eliminar, si es necesario, registros duplicados que puedan distorsionar el análisis.