

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE COMPUTACIÓN

Tema: "Sistema informático para gestionar citas y tratamientos en pacientes de fisioterapia"

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero en Ciencias de la Computación

AUTOR: Mera Rodríguez Willington Daniel

TUTOR: Ing. Stalin Vantroy Jiménez Cárdenas. Msc.

Tulcán, 2025.

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el estudiante Mera Rodríguez Willington Daniel con el número de cédula 0450021944 respectivamente ha desarrollado el Trabajo de Integración Curricular: "Sistema informático para gestionar citas y tratamientos en pacientes de fisioterapia"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Integración Curricular, Titulación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva

Ing. Stalin Vantroy Jiménez Cárdenas. Msc

TUTOR

Tulcán, noviembre de 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente Trabajo de Integración Curricular constituye un requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en la Carrera de computación de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Mera Rodríguez Willington Daniel con cédula de identidad número 0450021944 declaro que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Mera Rodríguez Willington Daniel

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, Mera Rodríguez Willington Daniel declaro ser autor de los criterios emitidos en el Trabajo de Integración Curricular: "Sistema informático para gestionar citas y tratamientos en pacientes de fisioterapia" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes de posibles reclamos o acciones legales.



Mera Rodríguez Willington Daniel

AUTOR

Tulcán, noviembre de 2025

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, por la vida, la salud y la fortaleza que me ha concedido para culminar este proyecto.

Extiendo mi sincero agradecimiento a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, institución que ha sido mi espacio de crecimiento, formación y desarrollo profesional. A su planta docente, por compartir conocimientos, experiencias y perspectivas que enriquecieron este trabajo. Cada aporte, incluso el más pequeño, fue fundamental para perfeccionar este Trabajo de integración curricular.

Mi gratitud especial a mi tutor, por su orientación constante, su acompañamiento responsable y sus observaciones oportunas. Su compromiso y exigencia académica fueron claves para fortalecer la calidad y la rigurosidad del presente proyecto.

A mi gran amiga, la Licenciada fisioterapeuta Cristina Almeida, por su apertura, confianza y participación activa durante el desarrollo del sistema. Su disposición para colaborar y su valiosa retroalimentación como usuaria final aportaron significativamente a la construcción de una solución realmente útil y contextualizada.

Agradezco también al Centro de Fisioterapia FT. Cristina Almeida, por permitir la implementación, evaluación y validación del sistema en un entorno real. Su apoyo facilitó un proceso de investigación aplicado, pertinente y enriquecedor.

Finalmente, a todos los docentes que, con su dedicación y vocación de enseñar, brindaron herramientas esenciales que hicieron posible este logro. Cada consejo, idea y corrección contribuyó de manera directa al resultado final de este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con profundo amor a mi compañera de vida, quien ha sido mi apoyo más firme, mi motivación constante y el pilar emocional que me sostuvo en cada etapa de este proceso. Su paciencia, comprensión y fe en mis capacidades han sido esenciales para que hoy pueda alcanzar este logro. Gracias por caminar a mi lado, incluso cuando el camino se volvió difícil, y gracias nuevamente mi amor por hacerme entender lo brillante que puedo llegar a ser con algo de dedicación.

A mi hija, la luz de mis días y la inspiración más grande para seguir adelante. Su ternura, su alegría y sus sueños me impulsan a ser mejor persona y profesional. Todo este esfuerzo lleva también su nombre, porque cada meta alcanzada es por ella y para ella.

A mi padre, cuya confianza en mí nunca se ha quebrado. Gracias por acompañarme siempre, por enseñarme a ser perseverante y por brindarme apoyo incondicional sin esperar nada a cambio. Sus consejos, su ejemplo y su amor han sido una guía invaluable en mi vida, quiero darle las gracias también por haberme dicho aquella frase en ese momento que marco mi vida y que siempre la guardo en mi corazón **“nunca es tarde para hacer las cosas bien”** que de una u otra manera me ha sabido motivar para no abandonar el camino de mi formación profesional.

A mi madre, por su fortaleza, su entrega y por enseñarme el valor del esfuerzo y la dedicación. Su apoyo incondicional y sus palabras de aliento han sido fundamentales para mantenerme firme en momentos de duda, mamita, ¡lo logramos! Usted no se equivocó al criarme con todos los valores que me inculcó.

A mi hermana, por su cercanía, su cariño sincero y su apoyo constante. Su presencia en mi vida ha sido un impulso adicional para seguir avanzando, ñañita siéntase orgullosa porque también es su logro, no he olvidado lo que te prometí.

A todos ellos, mi familia, les agradezco por ser mi refugio, mi fuerza y mi mayor motivo para nunca rendirme. Este logro es tan suyo como mío, porque sin su amor y respaldo nada de esto habría sido posible.

ÍNDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
I. EL PROBLEMA	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.3. JUSTIFICACIÓN	19
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	21
1.4.1. Objetivo General	21
1.4.2. Objetivos Específicos.....	21
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	21
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.2. MARCO TEÓRICO	26
2.2.1. Sistemas de Información en Salud (SIS)	26
2.2.2. Procesos administrativos en consultorios de fisioterapia	27
2.2.3. Problemas en la gestión manual de citas y tratamientos	27
2.2.4. Sistemas informáticos web	28
2.2.5. Componentes técnicos de los sistemas web clínicos	28
2.2.5.1. Arquitectura de tres capas	28
2.2.5.2. Servidores y despliegue	29
2.2.5.3. APIs y comunicación entre módulos	30
2.2.5.4. Gestión de usuarios y control de acceso.....	30
2.2.6. Tecnologías disponibles para el desarrollo de sistemas web en salud.....	31

2.2.6.1. Lenguajes del lado del servidor (Backend)	31
2.2.6.2. Sistemas de gestión de bases de datos (DBMS)	32
2.2.6.3. Tecnologías frontend (Capa de presentación)	32
2.2.6.4. Frameworks frontend modernos	33
2.2.6.5. Frameworks para diseño responsivo	33
2.2.6.6. Ecosistema tecnológico en salud digital	34
2.2.7. Metodologías de desarrollo de software	34
2.2.7.1. Metodologías tradicionales.....	34
2.2.7.2. Metodologías ágiles	35
2.2.7.3. Ejemplos de metodologías ágiles.....	35
2.2.7.4. Consideraciones para el desarrollo de sistemas en salud.....	36
2.2.8. Seguridad en sistemas informáticos de salud	37
2.2.9. Cumplimiento legal y normativo en Ecuador	38
2.2.10. Calidad del software: ISO/IEC 25010 e ISO/IEC 25022	39
2.2.11. Indicadores de gestión aplicables en salud ambulatoria.....	40
2.2.12. Salud digital y ciudades inteligentes	40
III. METODOLOGÍA	42
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	42
3.1.1. Enfoque Mixto.....	42
3.1.2. Tipo de Investigación	42
3.1.2.1. Investigación de Campo.....	42
3.1.2.2. Investigación Descriptiva.....	43
3.1.2.3. Investigación Documental	43
3.1.2.4. Investigación Exploratoria	43
3.2. IDEA A DEFENDER	43
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	43
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	44
3.4.1. Método Deductivo	44

3.4.2. Método Inductivo	45
3.4.3. Método Descriptivo	45
3.4.4. Método de Investigación Acción	45
3.4.5. Análisis Estadístico	45
3.4.6. Población y Muestra.....	45
3.4.6.1. Población.....	45
3.4.6.2. Muestra.....	46
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	46
3.5.1. Entrevista Semiestructurada	46
3.5.2. Encuesta.....	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. RESULTADOS	48
4.1.1. Resultados de la encuesta	48
4.1.2. Resultados de la entrevista.....	54
4.1.3. Encuesta de usabilidad y calidad de software (ISO/IEC 25022)	55
4.1.3.1. Parámetros y subcaracterísticas ISO/IEC 25010 y ISO/IEC 25022 utilizados para estructurar la encuesta.....	56
4.1.3.2. Análisis de encuesta de usabilidad y calidad de software (ISO/IEC 25022)	58
4.2. PROPUESTA	68
4.2.1 Estudio de Factibilidad.....	68
4.2.1.1 Factibilidad Organizacional.....	68
4.2.1.2. Factibilidad Técnica	69
4.2.1.3. Factibilidad Operativa	69
4.2.2. Metodología de Desarrollo programación Extrema (XP)	70
4.2.2.1. Fase de Exploración	71
4.2.2.2. Fase de Planificación	72
4.2.2.3. Fase de Diseño	72

4.2.2.4. Fase de Codificación.....	74
4.2.2.5. Resumen de Iteraciones	75
4.3. DISCUSIÓN.....	76
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
5.1. CONCLUSIONES.....	79
5.2. RECOMENDACIONES	80
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
VII. ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variable Independiente.....	43
Tabla 2. Variable Dependiente.....	44
Tabla 3. Correspondencia entre encuesta y métricas ISO	57
Tabla 4. Requerimientos Funcionales y no funcionales.....	71
Tabla 5. Análisis para comenzar diseño de base de datos.....	73
Tabla 6. Resumen de iteraciones XP del desarrollo	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Frecuencia de dificultades para agendar o consultar citas	48
Figura 2. Percepción sobre si un sistema informático facilitaría el agendamiento	49
Figura 3. Importancia de funcionalidades específicas del sistema	50
Figura 4. Nivel de satisfacción con el método actual	50
Figura 5. Tiempo promedio para programar una cita	51
Figura 6. Disposición a usar un sistema digital	52
Figura 7. Importancia de la seguridad de datos personales	52
Figura 8. Comodidad para usar dispositivos electrónicos	53
Figura 9. Principales preocupaciones al usar un sistema informático	53
Figura 10. Utilidad de recibir recordatorios automáticos.....	54
Figura 11. Entendí rápidamente para qué sirve cada pantalla	58
Figura 12. Pude identificar sin dudas el paso siguiente en cada tarea.....	59
Figura 13. Aprendí a usar el sistema sin ayuda adicional	59
Figura 14. Recordé fácilmente cómo usarlo al volver a ingresar	60
Figura 15. Completé las tareas sin pasos innecesarios.....	60
Figura 16. La navegación fue coherente (botones, menús, rutas)	61
Figura 17. El sistema previno errores o me guió claramente para corregirlos	62
Figura 18. No perdí información por errores míos o del sistema	62
Figura 19. La presentación visual es clara y agradable.....	63
Figura 20. El texto y los elementos son legibles y están bien organizados	63
Figura 21. Pude usar el sistema sin barreras (tamaño de letra, contraste, iconos)	64
Figura 22. Pude usarlo adecuadamente en mi dispositivo (móvil/PC/tablet)	64
Figura 23. Efectividad: Logré cumplir los objetivos de mis tareas con el sistema	65
Figura 24. Eficiencia: El tiempo y esfuerzo requeridos fueron razonables	66
Figura 25. Satisfacción: Me sentí satisfecho(a) usando el sistema	66
Figura 26. Satisfacción (recomendación): Recomendaría su uso a otras personas ..	67
Figura 27. Cobertura de contexto: El sistema funcionó bien en mi entorno (dispositivo/red/ubicación)	67
Figura 28. Libertad de riesgo: Sentí que mis datos personales/clínicos estuvieron protegidos.....	68
Figura 29. Modelo Entidad-Relación	74

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Rubrica.....	86
ANEXO 2. Acta de sustentación	87
ANEXO 3. Certificado de Abstrac	88
ANEXO 4. Constancia de Conformidad.....	89
ANEXO 5. Acceso al sistema por QR.....	90

RESUMEN

El presente Trabajo de Integración Curricular despliega el diseño e implementación de un sistema web para la gestión de citas, pacientes y tratamientos en el consultorio de fisioterapia FT. Cristina Almeida, ubicado en la ciudad de Tulcán. La solución tecnológica surge como respuesta a problemas operativos identificados en el proceso de atención, como pérdida de información, duplicidad de citas, limitada trazabilidad clínica y dependencia de registros manuales. El objetivo central del proyecto es mejorar la eficiencia administrativa y la calidad del servicio mediante la automatización de los procesos clave del consultorio. La metodología aplicada fue Programación Extrema (XP), seleccionada por su enfoque iterativo, su énfasis en la calidad técnica y su adecuación a proyectos unipersonales con interacción directa y continua con el cliente. A través de las fases de exploración, planificación, diseño, codificación y pruebas, se implementaron prácticas como desarrollo incremental, integración frecuente, refactorización continua, simplicidad del diseño y validación permanente con la fisioterapeuta. Las historias de usuario priorizadas permitieron entregar incrementos funcionales en cada iteración, garantizando un producto alineado con las necesidades reales del consultorio. El sistema integra módulos para registro de pacientes, agendamiento y reprogramación de citas mediante token seguro, historial clínico, registro de tratamientos y generación de reportes. Además, se evaluó la experiencia de usuario mediante los criterios del estándar ISO/IEC 25022, lo cual permitió obtener retroalimentación sobre usabilidad, eficiencia y satisfacción. Como parte de la validación final, se efectuó una revisión de seguridad y una auditoría básica para verificar control de datos, autenticación y trazabilidad. Los resultados evidencian mejoras significativas en la organización del consultorio, reducción de errores, disponibilidad inmediata de información y optimización del tiempo. Se concluye que la solución es técnica, operativa y organizacionalmente viable, contribuye al fortalecimiento del servicio y establece una base escalable para futuras funcionalidades avanzadas para la toma de decisiones.

Palabras clave: Gestión de citas, Sistema web, Programación Extrema (XP), Fisioterapia, Historias clínicas digitales

ABSTRACT

This Curricular Integration Project presents the design and implementation of a web-based system for managing appointments, patients, and treatments at the physical therapist's office FT. Cristina Almeida, located in the city of Tulcán. The technological solution was developed in response to several operational issues identified in the care process, including information loss, duplicate appointments, limited clinical traceability, and reliance on manual records. The main goal of the project is to optimize administrative efficiency and enhance service quality through the automation of the clinic's key processes. To achieve this, the Extreme Programming (XP) methodology was applied, selected for its iterative approach, emphasis on technical quality, and suitability for single projects that require direct and continuous interaction with the client. Throughout the exploration, planning, design, coding, and testing phases, several practices were incorporated, such as incremental development, frequent integration, continuous refactoring, design simplicity, and ongoing validation with the physiotherapist. The prioritized user stories allowed the delivery of functional increments in each iteration, ensuring a product aligned with the clinic's real needs. The system integrates modules for patient registration, appointment scheduling and rescheduling using secure tokens, clinical history management, treatment recording, and report generation. In addition, the user experience was evaluated based on the criteria of the ISO/IEC 25022 standard, which provided feedback on usability, efficiency, and user satisfaction. As part of the final validation, a security review and a basic audit were conducted to verify data control, authentication, and traceability. The results show significant improvements in the physical therapist's office organization, a reduction in errors, immediate availability of information, and an overall optimization of time management. In conclusion, the proposed solution is technically, operationally, and organizationally viable. It strengthens the quality of service and establishes a scalable foundation for incorporating future advanced features to support decision-making.

Keywords: Appointment management, Web system, Extreme Programming (XP), Physiotherapy, Digital clinical records

INTRODUCCIÓN

La transformación digital en el ámbito de la salud ha impulsado la creación de herramientas informáticas que optimizan los procesos clínicos, administrativos y de atención al paciente. En este contexto, la fisioterapia, como disciplina esencial en la rehabilitación física, requiere soluciones tecnológicas que integren la gestión de citas, el seguimiento terapéutico y la comunicación efectiva entre pacientes y profesionales. Sin embargo, en numerosos consultorios, especialmente en aquellos con recursos limitados, persisten procesos manuales o sistemas fragmentados que generan ineficiencias operativas, pérdida de información y dificultades en la continuidad del tratamiento.

Frente a esta realidad, el presente Trabajo de Integración Curricular desarrolla un sistema informático web para la gestión de citas y tratamientos en pacientes de fisioterapia, aplicado en el consultorio FT. Cristina Almeida, en la ciudad de Tulcán, provincia del Carchi. Este proyecto busca automatizar los procesos administrativos y clínicos, optimizar la atención al usuario y fortalecer la trazabilidad de los registros, contribuyendo así a la mejora de la calidad del servicio. La solución se construye bajo una arquitectura cliente-servidor utilizando PHP, MySQL, HTML, CSS, JavaScript y Bootstrap, garantizando accesibilidad multiplataforma, eficiencia y facilidad de mantenimiento.

El desarrollo del sistema se sustentó en una revisión bibliográfica estructurada mediante el algoritmo Tree of Science (ToS), que permitió identificar los fundamentos teóricos, los avances consolidados y las tendencias emergentes sobre sistemas informáticos en salud, usabilidad, interoperabilidad y seguridad de datos. Este análisis teórico se complementó con antecedentes empíricos de investigaciones recientes en clínicas médicas y odontológicas, que evidencian el impacto positivo de la digitalización en la gestión sanitaria.

Metodológicamente, el proyecto adopta un enfoque mixto, combinando la recolección cualitativa de información mediante entrevistas semiestructuradas con la fisioterapeuta y el levantamiento cuantitativo de datos a través de encuestas aplicadas a los pacientes. La metodología de desarrollo seleccionada fue la Programación Extrema (XP), al ser más adecuada para proyectos unipersonales, iterativos y centrados en la calidad técnica del software. Las prácticas de XP como

la planificación incremental, la refactorización continua y las pruebas frecuentes permitieron avanzar de manera ágil y controlada, validando las funcionalidades con el usuario final en cada iteración.

El sistema fue evaluado bajo el marco normativo de calidad de software ISO/IEC 25010 y la norma ISO/IEC 25022 para medir la calidad en uso, verificando atributos como usabilidad, eficiencia, fiabilidad y seguridad. Asimismo, se aplicaron controles de seguridad basados en el marco OWASP Top 10, y se garantizó el cumplimiento de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales del Ecuador (LOPD), asegurando la confidencialidad e integridad de la información clínica gestionada.

Los resultados obtenidos evidencian mejoras significativas en la eficiencia del servicio, la reducción de errores de registro, el incremento de la satisfacción del usuario y la disponibilidad inmediata de la información clínica. Los pacientes valoraron positivamente la facilidad de uso, la rapidez en la reserva de citas y la confianza en el manejo seguro de sus datos, mientras que la fisioterapeuta destacó la reducción de tiempo administrativo y la mejora en la organización de los tratamientos.

Finalmente, este proyecto no solo ofrece una solución tecnológica funcional, sino que también constituye un aporte académico y metodológico para la transformación digital de los servicios de salud locales, demostrando la viabilidad de implementar sistemas informáticos de bajo costo, desarrollados con estándares internacionales de calidad y orientados al usuario final. Además, deja bases metodológicas y técnicas reutilizables para la integración futura de nuevos módulos, como la teleconsulta o la interoperabilidad con plataformas de historia clínica electrónica, contribuyendo al avance de la salud digital.

I. EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En América Latina los servicios de salud continúan enfrentando dificultades relacionadas con el acceso, la eficiencia operativa y la adopción de tecnologías digitales (CEPAL, 2023). La Organización Mundial de la Salud ha señalado que la incorporación de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) es fundamental para mejorar la gestión, continuidad del cuidado y calidad del servicio en los sistemas sanitarios (OMS, 2021). Sin embargo, persisten brechas significativas en la digitalización de servicios ambulatorios y de rehabilitación física, particularmente en clínicas de fisioterapia con recursos limitados o ubicadas en zonas rurales (OPS, 2018).

En Ecuador, varios estudios han identificado que muchos establecimientos de rehabilitación continúan utilizando registros físicos, hojas de cálculo y herramientas no especializadas para gestionar citas y tratamientos, lo cual afecta la confiabilidad de la información clínica y dificulta la trazabilidad terapéutica (García & Castillo, 2019; Díaz et al., 2021). La ausencia de sistemas automatizados también limita la generación de reportes, la gestión dinámica de horarios, el análisis de ausentismo y la toma de decisiones basada en datos. El propio Ministerio de Salud Pública ha reconocido la necesidad de avanzar hacia la salud digital mediante herramientas accesibles, interoperables y orientadas al usuario (Ministerio de Salud Pública del Ecuador, 2020).

En el consultorio de fisioterapia FT. Cristina Almeida, ubicado en Tulcán-Carchi, se identificó que los procesos de registro de pacientes, agendamiento de citas y seguimiento de tratamientos se realizan manualmente, generando errores frecuentes, dificultades para coordinar horarios y escasa retroalimentación al paciente. Tampoco existe una base de datos unificada que permita evaluar la evolución clínica de manera sistemática.

Esta situación evidencia la necesidad de implementar un sistema informático que automatice el agendamiento, centralice los historiales clínicos y optimice la

comunicación entre fisioterapeuta y paciente, fortaleciendo así la calidad del servicio y la gestión del consultorio.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo puede un sistema informático mejorar la gestión de citas y tratamientos en el centro de fisioterapia, contribuyendo a la eficiencia del servicio y el registro de historiales fisioterapéuticos?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se sustenta por su conveniencia, relevancia social, valor teórico, utilidad metodológica, implicaciones prácticas y viabilidad técnica. El proyecto propone y materializa un sistema web para la gestión de citas y registros clínicos en el consultorio FT. Cristina Almeida, ubicado en la ciudad de Tulcán, con el propósito de superar las limitaciones derivadas del manejo manual, tales como la duplicidad de datos, la pérdida de información, la baja trazabilidad y las demoras operativas. La solución, desarrollada con PHP, MySQL y Bootstrap, integra en una sola plataforma los procesos clínicos y administrativos, optimiza la gestión del tiempo, mejora la calidad del servicio y permite tomar decisiones basadas en información precisa y confiable.

El sistema beneficia tanto a la comunidad usuaria como al entorno institucional. Desde una perspectiva social, el acceso en línea desde cualquier dispositivo reduce barreras para agendar y consultar citas, favorece la continuidad del cuidado, disminuye los tiempos de espera y fortalece la transparencia del proceso asistencial. Además, el proyecto constituye un referente replicable para otros consultorios o pequeñas unidades de salud, demostrando la factibilidad de incorporar herramientas digitales incluso en contextos con recursos limitados. Para el consultorio, la unificación de la agenda, los registros de pacientes y los tratamientos incrementa la eficiencia administrativa, reduce errores de transcripción y facilita el seguimiento terapéutico, dejando además capacidades instaladas para futuras extensiones del sistema, como la generación de reportes, recordatorios automáticos o módulos de teleconsulta. En el ámbito académico, la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC) se beneficia mediante la incorporación de un modelo aplicable a otros proyectos de titulación y vinculación, fortaleciendo las líneas de investigación en transformación digital, salud y gestión tecnológica.

Metodológicamente, el desarrollo del sistema se condujo bajo la metodología ágil Programación Extrema (XP), elegida por su idoneidad para proyectos unipersonales

y de rápida iteración, en los que el desarrollador mantiene comunicación directa y continua con el usuario final. XP prioriza la simplicidad del diseño, la retroalimentación constante y la calidad técnica del código, asegurando entregas funcionales en ciclos cortos e incrementales. Durante el proceso se aplicaron prácticas esenciales como la planificación incremental, la refactorización continua, la codificación simple y las pruebas frecuentes, lo que permitió mejorar el producto en cada iteración y validar tempranamente las funcionalidades junto a la fisioterapeuta responsable. Este enfoque permitió detectar errores oportunamente, optimizar la usabilidad y mantener un alto nivel de mantenibilidad del código, dejando una base metodológica reutilizable que servirá para incorporar futuras mejoras o módulos complementarios, así como para transferir conocimiento a otros proyectos académicos de la institución.

En cuanto al valor teórico, el estudio aporta evidencia contextual sobre la adopción de sistemas de información en salud en consultorios unipersonales de fisioterapia, demostrando su viabilidad técnica (en términos de arquitectura, seguridad básica y despliegue), su viabilidad funcional (mediante la integración de flujos clínico-administrativos) y su pertinencia legal en el tratamiento responsable de los datos personales. Asimismo, se incorporó una evaluación de usabilidad y calidad en uso basada en las normas internacionales ISO/IEC 25010 y ISO/IEC 25022, fortaleciendo la rigurosidad del estudio y estableciendo una línea base para futuras comparaciones y mejoras continuas dentro de la UPEC y otros entornos académicos.

El proyecto tiene también implicaciones prácticas y de proyección relevantes, al abordar un problema real con impacto directo en la operación del consultorio. La digitalización de los procesos administrativos y clínicos reduce el riesgo de pérdida de información, optimiza la atención al paciente y deja evidencia estructurada para auditorías o análisis posteriores. El sistema es escalable y replicable en otras especialidades médicas o unidades pequeñas de salud, y su documentación técnica y metodológica puede servir como guía para iniciativas similares. De manera complementaria, la digitalización contribuye a la desmaterialización administrativa, reduciendo el uso de papel y los traslados innecesarios, con beneficios indirectos para la sostenibilidad y la eficiencia institucional.

La propuesta resulta técnica y económicamente viable, pues se construyó con herramientas de libre acceso, hospedaje asequible y capacidades técnicas del autor; se ajusta a los tiempos del trabajo de titulación y no requiere inversiones adicionales significativas. La arquitectura adoptada favorece el mantenimiento

evolutivo, las actualizaciones periódicas y futuras integraciones con otros sistemas, especialmente bajo estándares de interoperabilidad clínica. En síntesis, este Trabajo de Integración Curricular entrega una solución efectiva, viable y escalable que beneficia a los pacientes, al consultorio y a la universidad; genera conocimiento transferible y consolida una ruta metodológica basada en Programación Extrema (XP) para sostener la mejora continua y la expansión funcional, posicionando al proyecto como referente técnico y académico en innovación digital en salud a nivel local.

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema informático para la gestión de citas, tratamientos y registros clínicos en un consultorio de fisioterapia.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Analizar fundamentación teórica y metodologías existentes para desarrollar un sistema informático que optimice la administración de citas y tratamientos en el consultorio de fisioterapia.
2. Identificar las tecnologías disponibles para el desarrollo de un sistema informático que optimice la gestión de citas y tratamientos en pacientes de fisioterapia.
3. Proponer un modelo informático que permita solucionar los problemas en el consultorio de fisioterapia Ft.Cristina Almeida que pueda optimizar significativamente la gestión de citas y el seguimiento a pacientes de fisioterapia.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Qué teorías y metodologías existentes pueden fundamentar el desarrollo de un sistema informático que optimice la administración de citas en un consultorio de fisioterapia?

¿Cuáles son las tecnologías disponibles y más adecuadas para desarrollar un sistema informático que optimice la gestión de citas y tratamientos en pacientes de fisioterapia?

¿De qué manera el diseño de un sistema informático optimiza significativamente la gestión de citas y el seguimiento de pacientes en consultorio de fisioterapia?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Estudios previos han demostrado que los sistemas informáticos pueden mejorar significativamente la puntualidad y el control de los tratamientos en clínicas de fisioterapia:

Flores(2023) en su investigación cuyo objetivo principal fue desarrollar una aplicación web para gestionar citas médicas e historias clínicas de los pacientes del Centro Médico. En la realización del estudio se emplearon conocimientos previos y se utilizaron métodos como el analítico-sintético e inductivo, así como técnicas de entrevistas, revisión de documentos, pruebas y encuestas, el estudio utiliza un diseño de tipo no experimental con un enfoque analítico-sintético e inductivo.

Se emplearon técnicas cualitativas y cuantitativas como entrevistas, revisión documental, pruebas y encuestas, lo que indica un diseño mixto, la muestra son los usuarios y personal del Centro Médico de Terapias Alternativas, Cosmetología, Fisioterapia y Spa involucrados en la implementación y evaluación del sistema, como resultados La investigación produjo una solución web compuesta por 6 módulos que abarcan la gestión de citas médicas, personal administrativo, pacientes, historial clínico, consulta externa y reportes, la evaluación del sistema mostró un nivel de integridad 2 con un 55.35% según la norma ISO 27001, señalando tanto la seguridad como las áreas de mejora.

Se concluyó que el sistema implementado presenta oportunidades de mejora en la seguridad y que es necesario desarrollar una versión evolutiva que aborde las vulnerabilidades detectadas, mejorando así la integridad y funcionalidad del sistema.

Martines, Luciano, Osorio, García, Pérez(2023) llevaron a cabo una investigación cuyo objetivo principal fue desarrollar un módulo para agendar citas médicas utilizando la herramienta Calendly en su versión gratuita, con el fin de controlar digitalmente el registro de citas en una clínica de Fisioterapia y Bienestar. En la realización del estudio, se emplearon métodos analíticos y experimentales para evaluar la implementación del sistema, empleando técnicas de encuestas para recoger datos de satisfacción

de los usuarios. El estudio utilizó un diseño de investigación aplicado y experimental, centrado en la práctica real de la clínica y la implementación del módulo de Calendly. La muestra consistió en los clientes de la clínica, quienes participaron en la encuesta de satisfacción para evaluar el desempeño del nuevo sistema.

Como resultados, la investigación mostró que la implementación del módulo fue exitosa, proporcionando notificaciones de recordatorios en tiempo real para las citas registradas. La encuesta de satisfacción reflejó una aceptación positiva del sistema por parte de los usuarios. Se concluyó que el módulo implementado mejora significativamente la gestión de citas y sugiere que, para futuras mejoras, se considere la versión de paga de Calendly. Esta versión de paga podría incluir funciones adicionales como recordatorios automatizados, correos de agradecimiento, material colateral y reuniones de seguimiento, lo que potencialmente podría incrementar los ingresos y mejorar la conexión con los pacientes.

Caba (2023) llevó a cabo un Trabajo de Integración Curricular con el objetivo principal de desarrollar una aplicación web para la clínica veterinaria Fertivet, que previamente realizaba el registro de pacientes y control de citas de forma manual mediante formularios y carpetas. Este proceso manual resultaba en baja disponibilidad de historias clínicas, con consecuencias como diagnósticos incorrectos, tratamientos repetitivos, fallecimientos de pacientes y pérdidas económicas. El estudio se centró en desarrollar una solución web utilizando la arquitectura 4+1 para mejorar la disponibilidad de las historias clínicas.

Para el desarrollo de la aplicación web, se empleó la metodología SCRUM, un marco iterativo e incremental con Sprints de 1 a 4 semanas. Esto permitió obtener información versátil y realizar un análisis detallado de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema. La medición de la disponibilidad de historias clínicas se realizó utilizando el estándar ISO/IEC 25010 y la herramienta Statuscake para el monitoreo continuo de la página web durante 6 días. La muestra incluyó 390 solicitudes, de las cuales 385 fueron aceptadas y 5 rechazadas, resultando en una disponibilidad del 98.71%. Se concluyó que el sistema Fertivet cumple con todos los requerimientos y especificaciones definidos por el usuario, resultando en una aplicación funcional que mejora significativamente la disponibilidad y gestión de las historias clínicas en la clínica veterinaria.

Campos(2023) llevo a cabo un estudio con el objetivo principal de desarrollar un sistema informático web para la gestión de la atención dental, control de citas e historial clínico en el Centro Odontológico Gardent's de Chimbote. El estudio, de tipo aplicado, busca consolidar el conocimiento en ingeniería para resolver problemas de interés social en el centro odontológico. El alcance de la investigación es descriptivo, con un diseño no experimental de corte transversal, para la recolección de información, se aplicó una encuesta a una muestra de 8 trabajadores del centro, incluyendo personal administrativo y médico. El desarrollo de la aplicación se realizó utilizando la metodología Programación Extrema (XP), que permite un análisis detallado del software, mientras que la gestión de la base de datos se llevó a cabo con MySQL, complementado con los lenguajes de programación PHP, JavaScript, HTML y CSS. Como resultados, el sistema informático web ha permitido un mejor control en la gestión de citas médicas e historial clínico de los pacientes, reduciendo significativamente los tiempos de registro, procesamiento y mantenimiento de la información en la atención del paciente.

Castillo (2023) llevó a cabo una investigación con el objetivo principal de mejorar la gestión de citas médicas en un Centro de Salud en Lima durante el año 2023, mediante la implementación de un sistema informático. El tipo de investigación fue aplicada y el diseño fue preexperimental. La muestra poblacional consistió en 30 citas médicas y 20 usuarios. La metodología empleada para el desarrollo de la solución fue Programación Extrema (XP), utilizando el lenguaje de programación JAVA y la base de datos SQL Server. Los resultados obtenidos mostraron mejoras significativas en varios indicadores clave: el tiempo promedio de registro de citas médicas se redujo en un 70.59%, el tiempo promedio de atención de citas médicas disminuyó en un 61.54%, el tiempo promedio de generación de reportes de citas médicas se redujo en un 95.83%, y el nivel de satisfacción de los usuarios aumentó en un 66.67%. En conclusión, los cuatro indicadores evaluados demostraron que la implementación del sistema informático logró una mejora significativa en la gestión de citas médicas en el Centro de Salud.

Romero, Pillasagua (2024) llevaron a cabo una investigación con el objetivo principal de implementar un sistema informático para el control de historias clínicas en el consultorio odontológico DENTAL CARE en la ciudad de Jipijapa. Dada la importancia de la informática en la automatización de procesos y la reducción de costos y tiempo en el ámbito médico, se identificó la falta de una herramienta adecuada para

gestionar la información médica de los pacientes, lo cual dificultaba una gestión eficiente y segura.

El estudio empleó métodos para conocer los antecedentes, bases teóricas y determinar el objeto de estudio, utilizando métodos bibliográficos y estadístico matemáticos, así como entrevistas y encuestas para la recolección de datos. Los resultados evidenciaron la necesidad de un sistema informático para mejorar el registro de historiales clínicos, odontogramas, manejo de la información de los pacientes y el agendamiento de citas, ya que el consultorio estaba manejando toda la información de forma manual. La investigación subraya la relevancia de contar con un sistema informático adecuado para optimizar la gestión de la información en el consultorio odontológico y se articula con el proyecto de investigación sobre enseñanza constructivista sustentado en inteligencia artificial y al grupo AISCIONES.

Armas, Porras (2023) llevó a cabo una investigación con el objetivo principal de implementar un sistema informático de escritorio para automatizar los procesos de historia clínica de pacientes en el centro de atención médica especializada Cardio Vida EIRL. La investigación se centró en automatizar todos los procesos relacionados con el historial clínico y el agendamiento de citas para diferentes consultorios externos. Se realizó un estudio con una muestra de 30 colaboradores, utilizando una encuesta confiable y válida y una metodología descriptiva para recoger datos. Las conclusiones de la investigación confirmaron que el sistema de escritorio implementado automatiza efectivamente todos los procesos relacionados con el historial clínico y las citas médicas, unificando los registros en una sola base de datos. Además, el sistema incluye un módulo de facturación electrónica, que quedó integrado en el sistema para que el programador de la clínica pueda mejorarlo y ponerlo en funcionamiento.

Bonifacio Vásquez, M. N., Ramos De Angel, A. R., & Villalta Castillo, K. A. (2023) realizaron una investigación con el objetivo principal de implementar el sistema informático SYSODIC en la clínica odontológica "Odontología Integral Dra. Astrid Cañas", ubicada en San Vicente. Fundada en 2021 por la Dra. Astrid Cañas, la clínica se había convertido en un punto de referencia para atención dental de calidad, pero enfrentaba dificultades en la gestión de citas, inventarios, cuentas por cobrar, pagos, y facturación debido a la realización manual de estos procesos, lo que generaba sobrecarga de trabajo y afectaba la atención al cliente. El sistema SYSODIC se diseñó para optimizar la creación de expedientes, la calendarización de citas, el control de

inventarios mediante el método PEPS, la generación de recibos de pagos y facturas, y la consulta de información y generación de informes. El sistema incluye varios módulos principales:

- Módulo de Pacientes: Permite el registro y gestión de la información personal, historial médico, diagnósticos y tratamientos de cada paciente.
- Módulo de Recursos Humanos: Engloba a los odontólogos y asistentes, permitiendo la asignación de citas, gestión de horarios y control de disponibilidad de los profesionales.
- Módulo de Calendarización de Citas: Ofrece una interfaz intuitiva para programar y reprogramar citas de manera dinámica.
- Módulo de Ejecución de Citas: Basado en un odontograma digital, facilita la visualización del historial de diagnósticos, tratamientos realizados y próximos procedimientos.
- Sistema de Notificaciones Automatizadas: Envía recordatorios a los pacientes sobre sus citas para reducir ausencias y reprogramaciones.
- Módulos Adicionales: Incluyen servicios, cuentas por cobrar, facturación, categorías, marcas, proveedores y productos para facilitar la gestión de inventarios y abastecimiento.
- Módulo de Encuestas de Satisfacción: Evalúa la calidad del servicio brindado, con envíos a pacientes de una sucursal, atendidos en un rango de fechas específico o a un paciente en particular.

La implementación del sistema SYSODIC permitió mejorar significativamente la gestión de citas, el seguimiento de historiales de pacientes y la eficiencia en la prestación de servicios odontológicos. La introducción de un calendario dinámico, el odontograma digital y las notificaciones automatizadas optimizó la organización interna, mejorando la experiencia del paciente, reduciendo tiempos de espera y aumentando la eficiencia general de la clínica.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Sistemas de Información en Salud (SIS)

Los Sistemas de Información en Salud (SIS) son plataformas tecnológicas destinadas a recopilar, procesar, almacenar y transmitir información clínica y administrativa, permitiendo mejorar la eficiencia operativa y la continuidad de la atención (OMS, 2020). Según García y López (2019), los SIS fortalecen la calidad del servicio, reducen

los errores humanos y facilitan la toma de decisiones mediante información confiable y en tiempo real.

En el ámbito de la fisioterapia, un SIS automatiza actividades como la programación de citas, el registro de tratamientos y el seguimiento clínico, lo que reduce tiempos administrativos y mejora la trazabilidad del paciente.

2.2.2. Procesos administrativos en consultorios de fisioterapia

Los consultorios de fisioterapia requieren gestionar actividades como agendamiento, registro clínico, seguimiento terapéutico, control de asistencias y manejo de reportes (Jiménez & Gómez, 2018). Cuando estos procesos se realizan de forma manual suelen presentarse:

- solapamientos de horarios,
- pérdida de historiales clínicos,
- dificultades para la recuperación de información,
- tiempos administrativos prolongados,
- ausencia de indicadores de gestión.

Estos problemas afectan la continuidad del tratamiento y la calidad del servicio (Martínez & Pérez, 2017).

2.2.3. Problemas en la gestión manual de citas y tratamientos

Estudios recientes (Caba, 2023; Romero & Pillasagua, 2024) evidencian que la gestión manual provoca:

- errores en los registros clínicos,
- duplicidad de citas o solapamientos,
- extravío de historiales,
- falta de reportes consolidados,
- dificultad para monitorear la adherencia terapéutica.

Estas limitaciones evidencian la necesidad de digitalizar la administración de citas y el seguimiento clínico para garantizar continuidad y precisión.

2.2.4. Sistemas informáticos web

La protección de datos sensibles es esencial en software sanitario. La confidencialidad, integridad y disponibilidad son pilares definidos por ISO/IEC 27001 (ISO, 2013) y por la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales – LOPDP (2021).

Entre las medidas requeridas para sistemas web sanitarios se destacan:

- cifrado SSL/TLS (Rescorla, 2018),
- controles OWASP Top 10 (OWASP, 2021),
- validación de entradas,
- autenticación segura,
- copias de respaldo.

2.2.5. Componentes técnicos de los sistemas web clínicos

Los sistemas web orientados al sector salud requieren una arquitectura robusta, segura y escalable que permita gestionar datos sensibles, atender múltiples usuarios simultáneos y garantizar continuidad en la atención clínica. La literatura señala que la mayoría de los sistemas clínicos modernos se fundamentan en una arquitectura multicapa que separa responsabilidades y facilita el mantenimiento, la escalabilidad y la interoperabilidad (Pressman, 2018; Sommerville, 2016).

2.2.5.1. Arquitectura de tres capas

La arquitectura más utilizada en sistemas clínicos es la de tres capas, compuesta por:

a) Capa de presentación (Frontend)

Es la interfaz gráfica utilizada por los profesionales y los pacientes. Su propósito es presentar la información de manera clara, eficiente e intuitiva. Utiliza tecnologías como:

- HTML5 para la estructura del contenido,
- CSS3 para el estilo visual y diseño responsivo,
- JavaScript para interactividad, validación y manipulación dinámica de datos,
- Bootstrap como framework para acelerar el diseño responsivo y garantizar accesibilidad en móviles y computadoras.

Las interfaces bien diseñadas mejoran la experiencia del usuario y reducen la carga cognitiva, lo cual es esencial en ambientes clínicos donde la rapidez y precisión son indispensables.

b) Capa de lógica del negocio (Backend)

Es el núcleo del sistema y contiene las reglas de negocio relacionadas con:

- programación de citas,
- manejo de historiales clínicos,
- validación de datos,
- control de acceso y permisos,
- generación de reportes,
- comunicación con la base de datos.

Esta capa suele implementarse en lenguajes como:

- PHP,
- Python (Django/Flask),
- Java,
- Node.js.

Un backend bien estructurado garantiza seguridad, escalabilidad, rendimiento y manejo eficiente de transacciones clínicas.

c) Capa de datos (Base de datos)

Almacena toda la información del consultorio, incluyendo:

- datos personales de pacientes,
- registros clínicos,
- diagnósticos,
- sesiones y progresos,
- programaciones y reprogramaciones,
- indicadores administrativos.

Los sistemas más utilizados son:

- MySQL,
- PostgreSQL,
- SQL Server,
- MongoDB (para estructuras no relacionales).

En salud, se recomienda el uso de bases de datos relacionales debido a la necesidad de consistencia, integridad referencial y transacciones seguras.

2.2.5.2. Servidores y despliegue

El funcionamiento del sistema web depende de servidores que ejecutan la aplicación, procesan solicitudes y administran conexiones simultáneas. Entre los servidores de uso común destacan:

- Apache,
- Nginx,
- LiteSpeed.

Los servicios clínicos requieren disponibilidad elevada, tiempos de respuesta estables y configuraciones seguras, especialmente al manejar historias clínicas electrónicas.

El despliegue puede realizarse en:

- servidores locales del consultorio,
- servidores compartidos,
- VPS (servidores virtuales privados),
- plataformas en la nube (AWS, Azure, Google Cloud).

En sistemas clínicos se recomienda usar entornos con SSL/TLS, copias de seguridad automatizadas y monitoreo constante.

2.2.5.3. APIs y comunicación entre módulos

Los sistemas modernos suelen incluir:

- APIs REST para permitir la comunicación entre módulos,
- integración con servicios externos (notificaciones, correo, mensajería),
- intercambio estructurado mediante formatos como JSON o XML.

La modularidad facilita futuras ampliaciones como:

- integración con sistemas de facturación electrónica,
- interoperabilidad con bases de datos de la clínica,
- sincronización con aplicaciones móviles.

2.2.5.4. Gestión de usuarios y control de acceso

La gestión de usuarios es un componente crítico en sistemas de salud, debido a la sensibilidad de los datos. Incluye:

- autenticación (login seguro),
- autorización (perfiles diferenciados por roles),
- control de sesiones,

- parámetros de seguridad (recuperación, bloqueo por intentos).

Se aplican principios como el mínimo privilegio y la segregación de funciones, esenciales para evitar accesos no autorizados.

2.2.6. Tecnologías disponibles para el desarrollo de sistemas web en salud

El desarrollo de sistemas web orientados al ámbito clínico requiere seleccionar tecnologías que aseguren seguridad, rendimiento, mantenibilidad y escalabilidad. La literatura especializada describe diversas herramientas utilizadas en proyectos de salud digital, cada una con características técnicas particulares que influyen en la calidad del software (Pressman, 2018; Sommerville, 2016).

A continuación, se presentan las principales tecnologías disponibles para construir soluciones informáticas en servicios de salud.

2.2.6.1. Lenguajes del lado del servidor (Backend)

PHP

PHP es uno de los lenguajes más utilizados en el desarrollo web debido a su sintaxis sencilla, amplia documentación y capacidad para integrarse con bases de datos como MySQL (Welling & Thomson, 2017). Su estabilidad y compatibilidad con la mayoría de servidores lo convierten en una opción frecuente en sistemas sanitarios de bajo y mediano costo, ofreciendo rapidez de despliegue y mantenimiento eficiente.

Python (Django / Flask)

Python destaca por su legibilidad, seguridad y enfoque modular. Frameworks como Django y Flask permiten construir aplicaciones clínicas robustas con estándares de seguridad elevados, manejo eficiente de sesiones y protección contra ataques comunes (Downey, 2015). Django, en particular, implementa el patrón MTV (Model–Template–View), ideal para mantener la estructura y consistencia de sistemas clínicos.

JavaScript – Node.js

Node.js permite ejecutar JavaScript en el servidor y se caracteriza por su arquitectura orientada a eventos, lo que lo hace adecuado para aplicaciones escalables y de tiempo real (Tilkov & Vinoski, 2010). Esto resulta útil en sistemas médicos que requieren actualizaciones instantáneas, como alertas clínicas, monitoreo o gestión de turnos.

Java / C#

Lenguajes como Java y C# son ampliamente utilizados en entornos corporativos por su robustez, portabilidad y seguridad. Conforme señala Eckel (2018), Java es altamente estable para sistemas críticos, mientras que C#, dentro del ecosistema .NET, ofrece herramientas avanzadas para aplicaciones empresariales que requieren manejo seguro de datos médicos.

2.2.6.2. Sistemas de gestión de bases de datos (DBMS)

El almacenamiento de información clínica exige integridad, disponibilidad y protección de datos sensibles. La literatura destaca las siguientes alternativas:

MySQL

Es una base de datos relacional ampliamente utilizada por su rendimiento, estabilidad y soporte transaccional. Su compatibilidad con PHP y su eficiencia en consultas estructuradas lo hacen ideal para sistemas de salud que manejan registros clínicos (DuBois, 2013).

PostgreSQL

Considerada una de las bases de datos más avanzadas del mundo, ofrece integridad referencial, extensibilidad y cumplimiento de estándares ACID (Stonebraker & Rowe, 2018). Es recomendada para sistemas clínicos que requieren alta consistencia y consultas complejas.

MongoDB (NoSQL)

MongoDB es una base de datos orientada a documentos que permite almacenar información en estructuras flexibles (JSON). Es útil en aplicaciones que requieren rapidez en lectura/escritura o que manejan historias clínicas no estructuradas (Chodorow, 2013).

2.2.6.3. Tecnologías frontend (Capa de presentación)

HTML5

HTML5 es el estándar para estructurar contenido en la web e incluye APIs que permiten incorporar multimedia, formularios avanzados y almacenamiento local, mejorando la accesibilidad y el rendimiento en sistemas clínicos (Freeman & Robson, 2018).

CSS3

CSS3 gestiona el diseño y la presentación visual, permitiendo interfaces clínicas responsivas, limpias y ordenadas. Según Robbins (2018), un diseño adecuado mejora la experiencia del usuario y reduce errores en la interacción.

JavaScript

Es el lenguaje clave para crear interfaces dinámicas, validación de datos y componentes interactivos. En salud, su uso permite mejorar la precisión en formularios, alertas y navegación (Flanagan, 2020).

2.2.6.4. Frameworks frontend modernos

React

Desarrollado por Meta, React permite construir interfaces modulares mediante componentes reutilizables, lo que acelera el desarrollo y facilita el mantenimiento (Banks, 2020). Su enfoque declarativo mejora el rendimiento en sistemas con múltiples vistas.

Angular

Framework completo desarrollado por Google que ofrece herramientas integradas para construir aplicaciones a gran escala. Es adecuado para sistemas clínicos complejos que requieren alta estructura y control estricto del flujo de datos (Freeman, 2018).

Vue.js

Vue destaca por su curva de aprendizaje baja y su flexibilidad. Es empleado en proyectos que requieren rapidez de implementación sin sacrificar escalabilidad (You, 2020).

Estos frameworks se mencionan a nivel teórico para cumplir el objetivo de identificar tecnologías disponibles, aunque no necesariamente se utilicen en este proyecto.

2.2.6.5. Frameworks para diseño responsivo

Bootstrap

Bootstrap es uno de los frameworks CSS más utilizados para construir interfaces responsivas y accesibles. Ofrece componentes predefinidos —botones, formularios, alertas, tablas— que permiten desarrollar interfaces clínicas consistentes y adaptadas a dispositivos móviles (Spurlock, 2015). Esto es crítico en entornos de salud donde la movilidad del profesional y la rapidez de acceso son esenciales.

2.2.6.6. Ecosistema tecnológico en salud digital

Combinando las tecnologías mencionadas —lenguajes backend, motores de bases de datos, frameworks frontend y herramientas de diseño responsivo— se obtiene un ecosistema integral que permite desarrollar sistemas clínicos seguros, eficientes y escalables. Como señalan Flores (2023) y Campos (2023), la correcta integración tecnológica influye directamente en la calidad de los sistemas de salud digital y en la satisfacción del usuario.

2.2.7. Metodologías de desarrollo de software

El análisis de metodologías de desarrollo de software constituye un componente esencial para sustentar la construcción de sistemas informáticos en el sector salud, especialmente debido a los altos requisitos de seguridad, confiabilidad y continuidad operativa. Diversos autores señalan que la elección de una metodología adecuada influye directamente en la calidad del producto final, la eficiencia del equipo y la satisfacción del usuario (Pressman, 2018; Sommerville, 2016).

A lo largo de la evolución de la ingeniería de software, se han consolidado dos grandes enfoques: metodologías tradicionales y metodologías ágiles.

2.2.7.1. Metodologías tradicionales

Las metodologías tradicionales, también conocidas como predictivas, siguen un enfoque estructurado, secuencial y fuertemente documentado. Son adecuadas para proyectos con requisitos estables, poca incertidumbre y procesos altamente regulados.

a) Modelo en cascada (Waterfall)

Propuesto por Royce (1970), el modelo en cascada divide el desarrollo en fases rígidas: análisis, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento. Cada etapa debe completarse antes de iniciar la siguiente, reduciendo la flexibilidad ante cambios.

Se utiliza en proyectos donde:

- los requisitos están claramente definidos desde el inicio,
- existe baja probabilidad de modificaciones,
- se requiere trazabilidad completa y documentación exhaustiva.

Aunque es fácil de gestionar, su rigidez dificulta adaptarse a cambios frecuentes, lo que puede limitar su aplicación en entornos dinámicos como sistemas clínicos.

b) Modelo espiral

Desarrollado por Boehm (1988), integra elementos del modelo cascada con técnicas de prototipado y análisis de riesgos. El proceso se organiza en ciclos (espirales), donde cada iteración incorpora:

1. planificación,
2. evaluación de riesgos,
3. diseño y construcción,
4. evaluación con el usuario.

Su principal fortaleza es la gestión de riesgos y la retroalimentación continua, siendo útil para proyectos complejos o con alta incertidumbre.

2.2.7.2. Metodologías ágiles

Las metodologías ágiles surgieron como alternativa a la rigidez del desarrollo tradicional. El Manifiesto Ágil (Beck et al., 2001) establece valores centrados en:

- colaboración con el cliente sobre negociación contractual,
- respuesta al cambio sobre el seguimiento estricto de un plan,
- entregas frecuentes de software funcional,
- interacción humana efectiva como base del proyecto,
- retroalimentación constante para mejorar el producto.

Estas metodologías son altamente empleadas en proyectos de software médico debido a su capacidad para adaptarse a cambios, validar rápidamente requisitos y generar prototipos funcionales en cortos plazos.

2.2.7.3. Ejemplos de metodologías ágiles

a) Scrum

Scrum es un marco de trabajo iterativo basado en ciclos llamados sprints, donde se entregan incrementos funcionales del sistema (Schwaber y Sutherland, 2020). Integra roles específicos:

- Product Owner: prioriza requisitos y gestiona el valor del producto,
- Scrum Master: facilita el proceso, elimina impedimentos,
- Equipo de desarrollo: implementa funcionalidades.

Scrum es adecuado para proyectos donde se requiere adaptación continua y entregas frecuentes, facilitando la validación del usuario.

b) Kanban

Kanban, inspirado en el sistema de producción de Toyota, es un método visual basado en tarjetas y columnas que representan estados del trabajo (Anderson, 2010).

Su filosofía se centra en:

- limitar el trabajo en curso (WIP),
- visualizar procesos,
- optimizar el flujo de tareas.

Es útil para entornos sanitarios donde se necesita gestionar múltiples solicitudes simultáneas y mantener fluidez en el desarrollo.

c) Extreme Programming (XP)

Extreme Programming es una metodología enfocada en la calidad técnica, la simplicidad y la mejora continua (Beck, 2000). Sus prácticas incluyen:

- desarrollo incremental,
- retroalimentación continua,
- refactorización constante,
- programación sencilla,
- pruebas automatizadas,
- comunicación directa y fluida.

XP se emplea en proyectos que requieren velocidad de desarrollo, contacto cercano con el usuario final y adaptabilidad a cambios.

2.2.7.4. Consideraciones para el desarrollo de sistemas en salud

De acuerdo con Sommerville (2016), los sistemas clínicos requieren metodologías que garanticen:

- validación temprana de requisitos,
- retroalimentación constante con el personal de salud,
- gestión de cambios regulatoria y funcional,
- entregas incrementales seguras,
- control del riesgo y corrección rápida.

Por ello, las metodologías ágiles suelen ser preferidas en desarrollos clínicos, dado que permiten:

- incorporar ajustes con base en la práctica médica real,
- minimizar errores gracias a ciclos cortos de prueba,
- mejorar la calidad mediante interacción continua con el usuario.

2.2.8. Seguridad en sistemas informáticos de salud

La seguridad informática es un componente crítico en sistemas clínicos debido al manejo de datos sensibles tales como diagnósticos, historias clínicas, tratamientos y datos personales. La literatura destaca que este tipo de información es clasificada como "datos sensibles" y por tanto requiere niveles superiores de protección técnica, organizativa y legal (Stallings, 2017).

El principio fundamental de la seguridad informática se basa en la triada CIA:

- Confidencialidad: asegurar que la información solo sea accesible por personas autorizadas.
- Integridad: garantizar que los datos no sean alterados de manera no autorizada.
- Disponibilidad: asegurar que la información esté accesible cuando sea necesaria para la atención del paciente.

En el contexto de los sistemas web de salud, se requieren medidas específicas para mitigar riesgos como violación de datos, accesos no autorizados y ataques informáticos. Entre las medidas recomendadas se incluyen:

a) Cifrado SSL/TLS

Permite proteger la comunicación entre cliente y servidor evitando la interceptación de datos. Según Rescorla (2018), TLS es el estándar más utilizado para garantizar comunicaciones seguras en servicios de salud en línea.

b) Controles alineados al OWASP Top 10

OWASP identifica las principales vulnerabilidades en aplicaciones web, como inyección SQL, exposición de datos sensibles y fallos de autenticación (OWASP, 2021). Los sistemas clínicos deben implementar contramedidas para prevenir estos ataques.

c) Autenticación y autorización robustas

Implica contraseñas seguras, sesiones controladas y políticas de permisos basadas en roles (RBAC). Estos mecanismos limitan accesos indebidos a información clínica.

d) Validación de entradas

Evita que datos incorrectos o maliciosos afecten el sistema, previniendo ataques como inyección, scripting o manipulación de formularios.

e) Copias de seguridad (Backups)

Los sistemas clínicos deben contar con backups periódicos para garantizar la disponibilidad de historiales y citas en caso de fallos técnicos.

f) Gestión segura de sesiones

Incluye expiración automática de sesiones, prevención de cookies inseguras y control de múltiples inicios de sesión.

El cumplimiento de estas medidas reduce los riesgos informáticos y garantiza la continuidad operativa del servicio de salud.

2.2.9. Cumplimiento legal y normativo en Ecuador

En el Ecuador, el manejo de datos personales y especialmente de datos sensibles relacionados con la salud se rige por la Ley Orgánica de Protección de Datos Personal (LOPDP, 2021). Esta normativa exige que los sistemas de salud implementen prácticas de protección de datos basadas en principios como:

a) Consentimiento explícito

Los pacientes deben autorizar el tratamiento de sus datos clínicos de forma informada y clara.

b) Finalidad legítima

Los datos solo pueden ser utilizados para los fines explícitos vinculados con la atención sanitaria, agendamiento, seguimiento y gestión clínica.

c) Minimización de datos

Se recomienda recolectar únicamente la información estrictamente necesaria para la operación del servicio.

d) Seguridad y medidas técnicas adecuadas

La ley exige la implementación de controles organizativos y tecnológicos como políticas de acceso, cifrado, auditorías y protocolos de emergencia.

e) Responsabilidad proactiva

Las instituciones sanitarias deben demostrar cumplimiento mediante documentación, políticas, procesos y evidencia técnica.

Estas obligaciones son indispensables en cualquier sistema que gestione historiales clínicos, reservaciones de citas o información médica sensible, y su desconocimiento puede implicar sanciones legales.

2.2.10. Calidad del software: ISO/IEC 25010 e ISO/IEC 25022

La calidad del software es un aspecto crítico en sistemas clínicos, donde la confiabilidad y precisión impactan directamente en la seguridad del paciente. La **ISO/IEC 25010** establece un modelo integral para evaluar la calidad de productos de software, definiendo ocho características fundamentales:

1. Adecuación funcional
2. Eficiencia de desempeño
3. Compatibilidad
4. Usabilidad
5. Fiabilidad
6. Seguridad
7. Mantenibilidad
8. Portabilidad

Según la norma, cada característica incluye subatributos que permiten evaluar de manera más precisa la calidad del sistema.

Por su parte, la ISO/IEC 25022 evalúa la calidad en uso, medida directamente a través de la interacción entre usuario y sistema, por medio de:

- **eficacia** (cumplimiento de tareas),
- **eficiencia** (recursos usados para cumplir tareas),
- **satisfacción** (percepción del usuario),
- **libertad de riesgo**,
- **cobertura del contexto**.

El uso de estas normas permite validar objetivamente la calidad del sistema web implementado y comprobar su aceptación por parte de los usuarios finales (pacientes y profesionales de salud).

2.2.11. Indicadores de gestión aplicables en salud ambulatoria

Para evaluar el impacto de tecnologías aplicadas a consultorios ambulatorios se utilizan indicadores operativos que permiten medir eficiencia, efectividad y satisfacción del servicio. Entre los más relevantes se encuentran:

a) Tasa de no-show

Porcentaje de pacientes que no se presentan a su cita. La digitalización reduce este problema al enviar recordatorios automáticos y permitir reprogramaciones ágiles.

b) Número de reprogramaciones

Permite identificar problemas de disponibilidad, saturación o baja planificación del consultorio.

c) Tiempo de registro

Mide cuántos minutos se requieren para completar el ingreso de un paciente o una evolución terapéutica. Los sistemas digitales reducen drásticamente este tiempo.

d) Tiempo de espera

Refleja la eficiencia operativa del consultorio. Un sistema web ayuda a optimizar flujos y disminuir retrasos.

e) Adherencia al tratamiento

Indica el grado de continuidad del paciente en su proceso terapéutico. Los recordatorios y el seguimiento digital mejoran este indicador.

f) Satisfacción del usuario

Refleja la percepción del paciente respecto al servicio recibido.

Estos indicadores son ampliamente utilizados en la literatura para evaluar mejoras administrativas y clínicas en la implementación de sistemas de salud digital (Bonifacio Vásquez et al., 2023).

2.2.12. Salud digital y ciudades inteligentes

La salud digital es un pilar fundamental dentro de las transformaciones tecnológicas actuales. La Estrategia Global de Salud Digital 2020–2025 de la Organización Mundial de la Salud promueve el uso de tecnologías seguras, interoperables y centradas en el usuario con el objetivo de optimizar la atención médica, mejorar el acceso y fortalecer los sistemas sanitarios (OMS, 2020).

Dentro de este marco, las soluciones digitales como sistemas de citas en línea, historiales clínicos electrónicos y plataformas de telemedicina forman parte de los ejes estratégicos de modernización de servicios de salud.

Asimismo, la ISO 37122 sobre ciudades inteligentes establece lineamientos para que los gobiernos locales adopten sistemas tecnológicos que mejoren los servicios públicos, incluyendo salud, movilidad y gestión de datos. Los sistemas informáticos de salud se consideran componentes clave para avanzar hacia entornos urbanos más eficientes, conectados y seguros.

El uso de sistemas web en consultorios contribuye directamente a estos objetivos, al promover prácticas digitales responsables, mejorar el acceso a servicios y potenciar la sostenibilidad operativa.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque Mixto

El presente proyecto adopta un enfoque metodológico mixto, integrando elementos tanto cualitativos como cuantitativos para alcanzar una comprensión amplia del problema de investigación.

Desde la perspectiva cualitativa, se realizó un diagnóstico de las necesidades del consultorio de fisioterapia mediante entrevistas semiestructuradas dirigidas al personal administrativo, permitiendo identificar las principales deficiencias en el proceso manual de gestión de citas y tratamientos.

En cuanto al enfoque cuantitativo, se desarrolló una encuesta aplicada a los pacientes para recolectar datos objetivos y mensurables respecto a su experiencia con el actual sistema de atención. Los resultados obtenidos sirvieron como base para justificar la implementación de un sistema web, además de permitir una evaluación cuantitativa posterior de la satisfacción con el nuevo sistema propuesto.

El uso de ambos enfoques metodológicos garantiza un análisis integral, combinando la profundidad cualitativa con la precisión cuantitativa necesaria para el desarrollo fundamentado del sistema informático.:

3.1.2. Tipo de Investigación

3.1.2.1. Investigación de Campo

Este estudio se basa en una investigación de campo, al involucrar directamente a los actores del entorno real donde se desarrollará el sistema: el consultorio de fisioterapia y sus pacientes. A través de la interacción directa con el entorno, se recogió información primaria indispensable para el diseño y ajuste del sistema a las necesidades específicas de los usuarios finales.

3.1.2.2. Investigación Descriptiva

La investigación descriptiva permitió caracterizar detalladamente los procesos administrativos existentes, tales como la programación manual de citas y el seguimiento de tratamientos. Asimismo, facilitó la identificación de los problemas frecuentes, como citas duplicadas o pérdida de información, proporcionando insumos esenciales para el desarrollo de un sistema más eficiente.

3.1.2.3. Investigación Documental

La investigación documental complementó el trabajo de campo mediante la revisión exhaustiva de fuentes secundarias, tales como artículos científicos, libros especializados y tesis previas relacionadas con la gestión de información en el sector salud y el desarrollo de aplicaciones web. Este proceso brindó fundamentos teóricos sólidos para la estructuración del proyecto.

3.1.2.4. Investigación Exploratoria

Debido a la escasez de estudios locales enfocados específicamente en la informatización de consultorios de fisioterapia, se incorporó un enfoque exploratorio que permitió descubrir elementos no considerados inicialmente, enriqueciendo la construcción teórica y metodológica del proyecto.

3.2. IDEA A DEFENDER

El diseño de un sistema informático mejorará significativamente la gestión de citas y tratamientos en pacientes de fisioterapia, optimizando los procesos necesarios, reduciendo errores y tiempos de espera, y permitiendo un seguimiento más efectivo de los tratamientos.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1. Variable Independiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Sistema Informático para la Gestión de Citas y Tratamientos	Plataforma tecnológica para automatizar la gestión de citas, seguimiento de tratamientos y registro de datos en un consultorio de fisioterapia.	Eficiencia Operativa	Tiempo promedio para agendar una cita	Observación directa	Cronómetro, software de medición

			Número de citas programadas correctamente	Revisión de registros	Sistema de base de datos
	Interfaz y Usabilidad	Nivel de satisfacción de usuarios	Encuesta de satisfacción	Cuestionarios	
		Facilidad de uso percibida	Entrevistas	Guía de entrevista	
	Seguridad de la Información	Cumplimiento de estándares de seguridad (ISO/IEC 27001)	Auditoría de seguridad	Herramientas de auditoría	
		Número de incidencias reportadas	Revisión de informes de seguridad	Registro de incidencias	

Tabla 2. Variable Dependiente

Variable	Definición	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Gestión de Citas y Tratamientos	Procesos involucrados en la programación de citas y seguimiento de tratamientos en un consultorio de fisioterapia.	Productividad	Cantidad de citas gestionadas en un periodo de tiempo	Análisis de registros	Sistema de base de datos
			Reducción de tiempos de espera para cada cita	Observación directa	Cronómetro
	Precisión	Reducción de errores en registros	Revisión de historiales clínicos	Sistema de base de datos	
Número de citas duplicadas o canceladas			Análisis de registros	Base de datos	
	Satisfacción del Paciente	Nivel de satisfacción del paciente	Opinión del paciente sobre el sistema	Encuesta a pacientes	Cuestionarios
				Entrevistas	Guía de entrevista

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

El desarrollo de este proyecto integró varios métodos de investigación que permitieron una comprensión amplia del problema y un diseño de solución acorde a las necesidades reales del consultorio de fisioterapia.

3.4.1. Método Deductivo

Se aplicó el método deductivo para fundamentar el proyecto a partir de teorías, estudios previos y normativas relacionadas con el desarrollo de sistemas web en el sector salud. La revisión documental permitió extraer principios generales que

orientaron el diseño del sistema, tales como la importancia de la seguridad de datos y la necesidad de automatizar los procesos administrativos.

3.4.2. Método Inductivo

A través del método inductivo, se analizaron los datos recolectados directamente en el campo de estudio, como las entrevistas al personal administrativo y las encuestas a los pacientes. Esta información permitió identificar patrones y necesidades específicas que guiaron el diseño funcional del sistema.

3.4.3. Método Descriptivo

El proyecto empleó un enfoque descriptivo para caracterizar la situación actual de la gestión de citas y tratamientos en el consultorio, identificando sus principales deficiencias y áreas de mejora. Este método permitió el análisis detallado de los procesos administrativos y la percepción de los usuarios, elementos esenciales para el desarrollo de una solución informática efectiva.

3.4.4. Método de Investigación Acción

El método de investigación acción facilitó la interacción continua con los usuarios finales, promoviendo su participación activa en el desarrollo y validación del sistema. A lo largo de cada fase del proyecto, se realizaron ajustes basados en la retroalimentación recibida, asegurando que el producto final respondiera de manera precisa a las necesidades identificadas.

3.4.5. Análisis Estadístico

Para el análisis de los datos obtenidos a través de las encuestas, se aplicó un análisis estadístico descriptivo, utilizando medidas de frecuencia y porcentajes que permitieron interpretar de manera cuantitativa la satisfacción de los usuarios y la eficiencia de los procesos administrativos. Los resultados fueron procesados mediante herramientas como Microsoft Excel, garantizando la precisión en la representación de la información.

3.4.6. Población y Muestra

3.4.6.1. Población

La población objeto de estudio está conformada por:

- Los pacientes que asisten regularmente al consultorio de fisioterapia en el cual se implementará el sistema web de gestión de citas y tratamientos.

- El personal administrativo, específicamente la fisioterapeuta responsable de la atención y gestión de los registros clínicos.

Este conjunto de personas representa el universo de usuarios potenciales que interactúan con los procesos administrativos actuales y que se verán beneficiados con la implementación del nuevo sistema.

3.4.6.2. Muestra

Para efectos del presente estudio, se trabajó con una muestra seleccionada de forma no probabilística por conveniencia, debido a la accesibilidad y disponibilidad de los participantes en el período de recolección de datos.

La muestra estuvo conformada por:

Pacientes: Se encuestó a un total de 27 pacientes que acudieron al consultorio durante el periodo de levantamiento de datos.

Fisioterapeuta: Se entrevistó a la fisioterapeuta encargada, quien proporcionó información relevante sobre los procesos administrativos actuales y las necesidades funcionales del sistema.

Este tamaño de muestra es suficiente para obtener información representativa que permita sustentar el diseño y desarrollo del sistema propuesto, considerando que se trata de un proyecto de aplicación práctica en un entorno real pero acotado.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.5.1. Entrevista Semiestructurada

Para obtener información cualitativa sobre los procesos actuales de gestión de citas y tratamientos en el consultorio de fisioterapia, se aplicó una entrevista semiestructurada dirigida a la fisioterapeuta encargada.

Esta técnica permitió profundizar en aspectos clave como:

- Las dificultades en la organización manual de citas.
- Los problemas frecuentes en el seguimiento de tratamientos.
- Las expectativas sobre el sistema informático propuesto.

El instrumento utilizado fue una guía de entrevista elaborada previamente, que contenía preguntas abiertas y flexibles, diseñadas para obtener respuestas detalladas y permitir el análisis temático posterior.

3.5.2. Encuesta

Con el objetivo de recolectar datos cuantitativos acerca de la experiencia y percepción de los pacientes respecto a la gestión de citas, se empleó la técnica de encuesta. Esta permitió obtener información estadística sobre:

- La satisfacción con el actual proceso de agendamiento.
- La frecuencia de errores o inconvenientes en las citas.
- La disposición de los usuarios a utilizar un sistema web.

El instrumento utilizado fue un cuestionario estructurado, compuesto por preguntas cerradas y escalas de respuesta tipo Likert, aplicado de manera presencial y anónima a una muestra de pacientes que acudieron al consultorio durante el período de estudio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Resultados de la encuesta

Los resultados obtenidos permiten identificar patrones consistentes que evidencian limitaciones en el método actual de gestión de citas del consultorio y, a la vez, una disposición favorable hacia la adopción de un sistema informático. A continuación, se presenta un análisis integral basado en las tendencias observadas.



Figura 1. Frecuencia de dificultades para agendar o consultar citas

Análisis del resultado:

Aunque el 44,4 % afirma no haber experimentado dificultades, un 55,6 % sí ha tenido algún nivel de problema (rara vez, a veces, frecuentemente o siempre). Esto demuestra que el sistema manual utilizado actualmente presenta inconsistencias operativas que afectan a más de la mitad de los usuarios. El hallazgo evidencia la necesidad de optimizar el proceso de agendamiento para reducir errores humanos, tiempos improductivos y descoordinación en horarios.

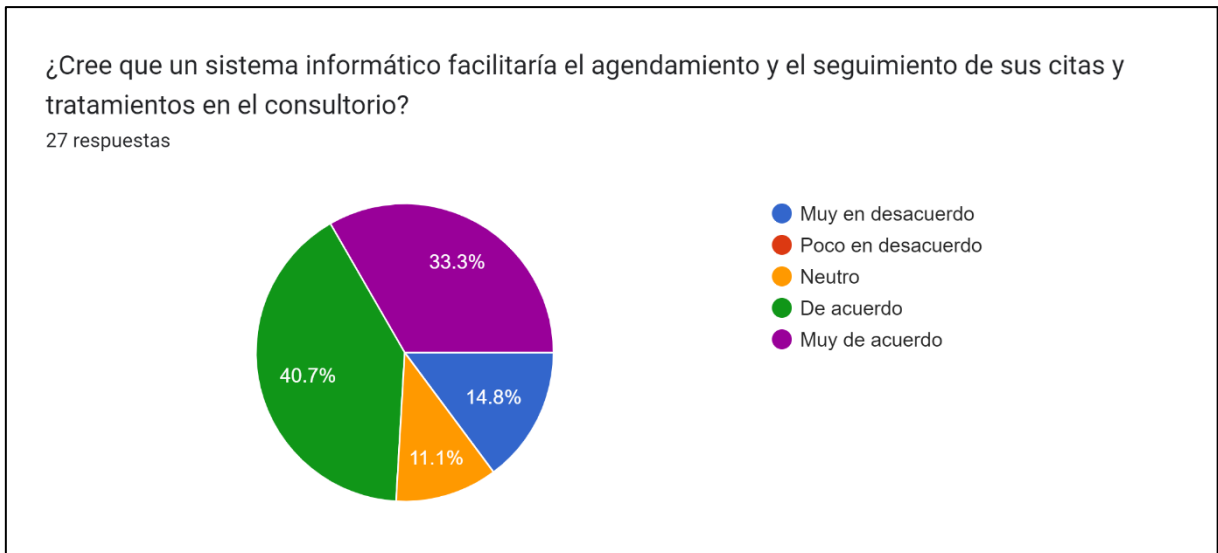


Figura 2. Percepción sobre si un sistema informático facilitaría el agendamiento

Análisis del resultado:

El 74 % de los usuarios considera que un sistema digital facilitaría el agendamiento y el seguimiento de citas y tratamientos. Este nivel de aceptación evidencia una predisposición positiva hacia la transformación digital del consultorio y disminuye los riesgos de resistencia al cambio. Además, justifica el uso de una metodología ágil como XP, basada en retroalimentación continua.

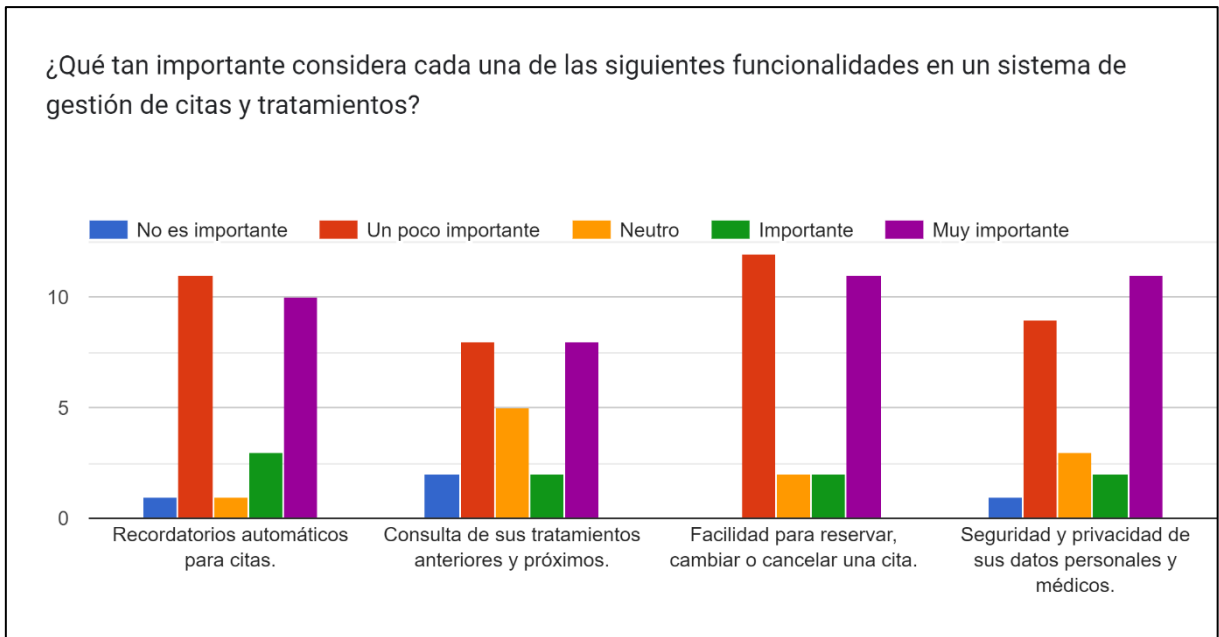


Figura 3. Importancia de funcionalidades específicas del sistema

Análisis del resultado:

Las funcionalidades más valoradas son los recordatorios automáticos, la seguridad de los datos, la facilidad para agendar/reagendar y la consulta del historial clínico. La importancia otorgada a la seguridad valida el uso de estándares ISO/IEC 25010 e ISO/IEC 25022. Los pacientes muestran interés en herramientas que fortalezcan la continuidad terapéutica y reduzcan olvidos o fallos en la comunicación.

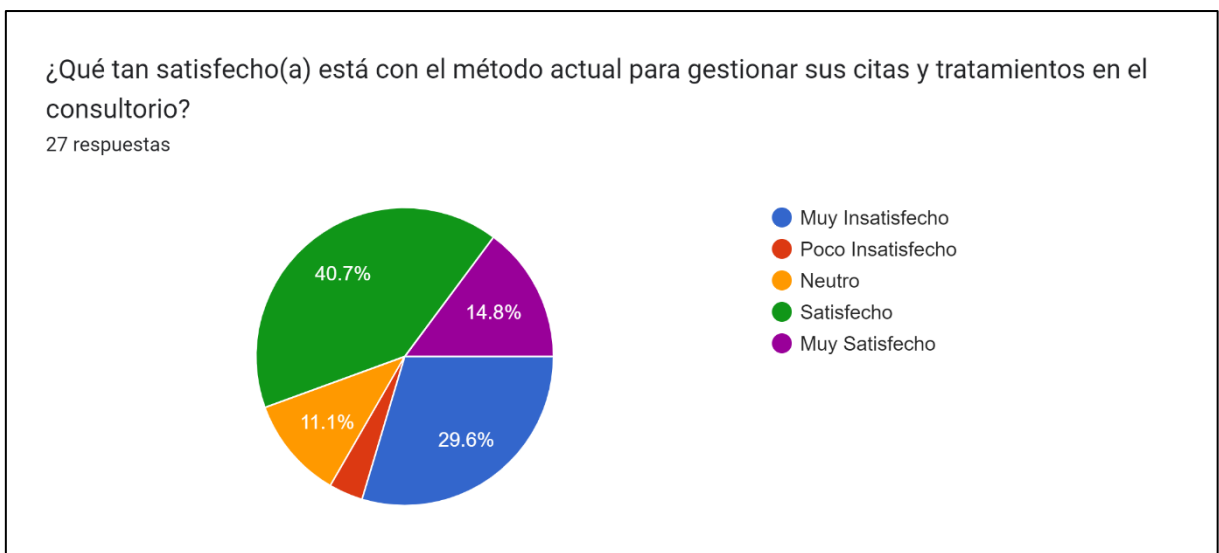


Figura 4. Nivel de satisfacción con el método actual

Análisis del resultado:

Aunque un 40,7 % se declara satisfecho, un 51,8 % se ubica entre insatisfecho, poco satisfecho y neutro. Esto demuestra que el sistema actual cumple mínimamente con su función, pero no responde a las necesidades reales de organización, trazabilidad y seguimiento. Existe una percepción clara de que el método manual puede y debe ser mejorado.

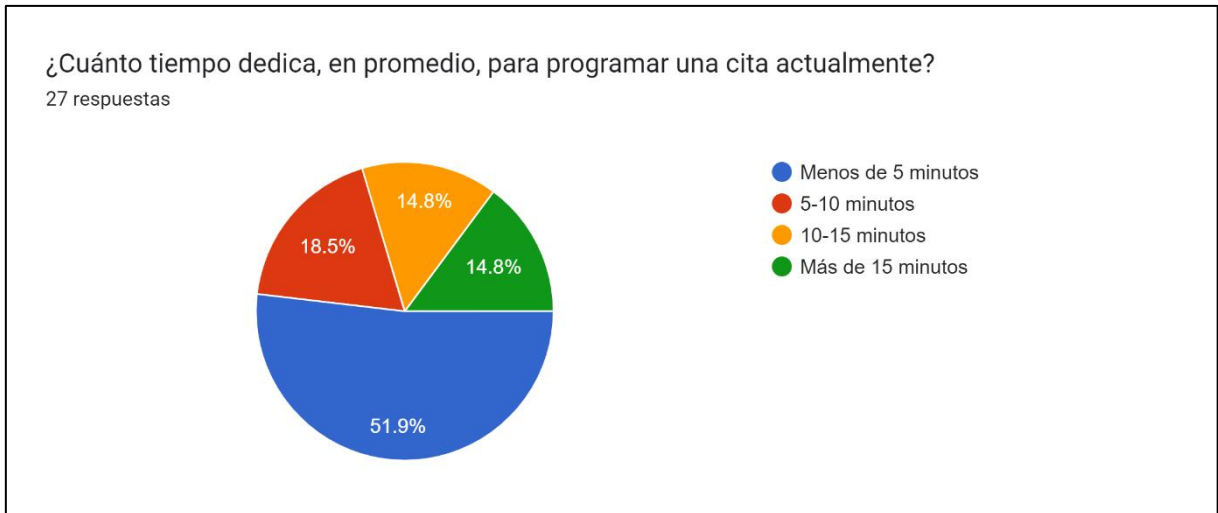


Figura 5. Tiempo promedio para programar una cita

Análisis del resultado:

El 51,9 % tarda menos de cinco minutos, pero un 48,1 % emplea entre 5 y más de 15 minutos. Esto indica que, aunque el sistema puede ser rápido en momentos de baja demanda, se vuelve lento cuando aumenta la cantidad de pacientes o se presentan dificultades para cuadrar horarios. Un sistema automatizado reduciría esta variabilidad en los tiempos y estandarizaría el proceso.

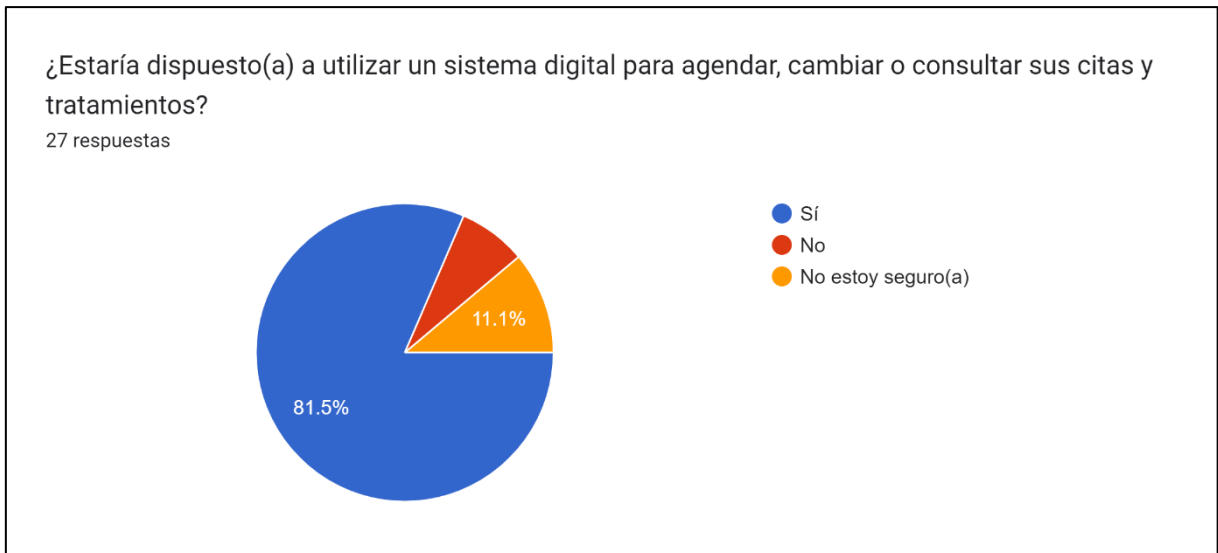


Figura 6. Disposición a usar un sistema digital

Análisis del resultado:

El 81,5 % estaría dispuesto a utilizar un sistema informático, lo que evidencia un entorno favorable para la implementación del sistema web. Esta predisposición positiva implica baja resistencia al cambio y facilita la adopción del sistema desde el primer día.

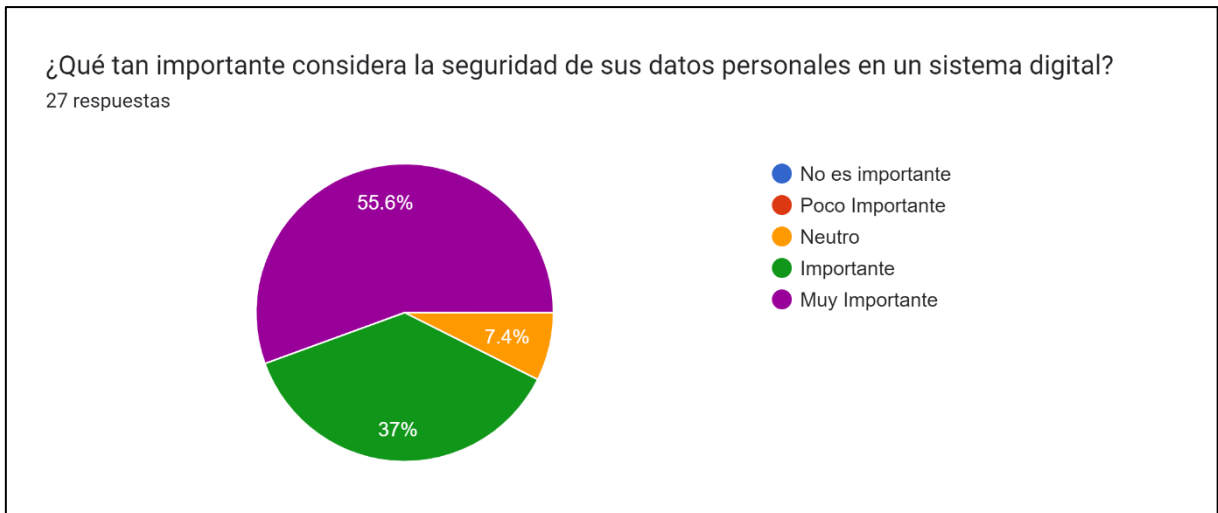


Figura 7. Importancia de la seguridad de datos personales

Análisis del resultado:

Más del 92 % de los encuestados considera la seguridad como importante o muy importante. Esto convierte la seguridad en un requisito crítico. Se justifica así implementar HTTPS, gestión de roles y copias de seguridad, y usar estándares ISO/IEC orientados a seguridad y calidad de software.



Figura 8. Comodidad para usar dispositivos electrónicos

Análisis del resultado:

El 66,6 % se siente cómodo o muy cómodo utilizando dispositivos digitales (teléfonos, tablets o computadoras). Esto sugiere que la curva de aprendizaje del sistema será baja y respalda el diseño responsive desarrollado con Bootstrap.

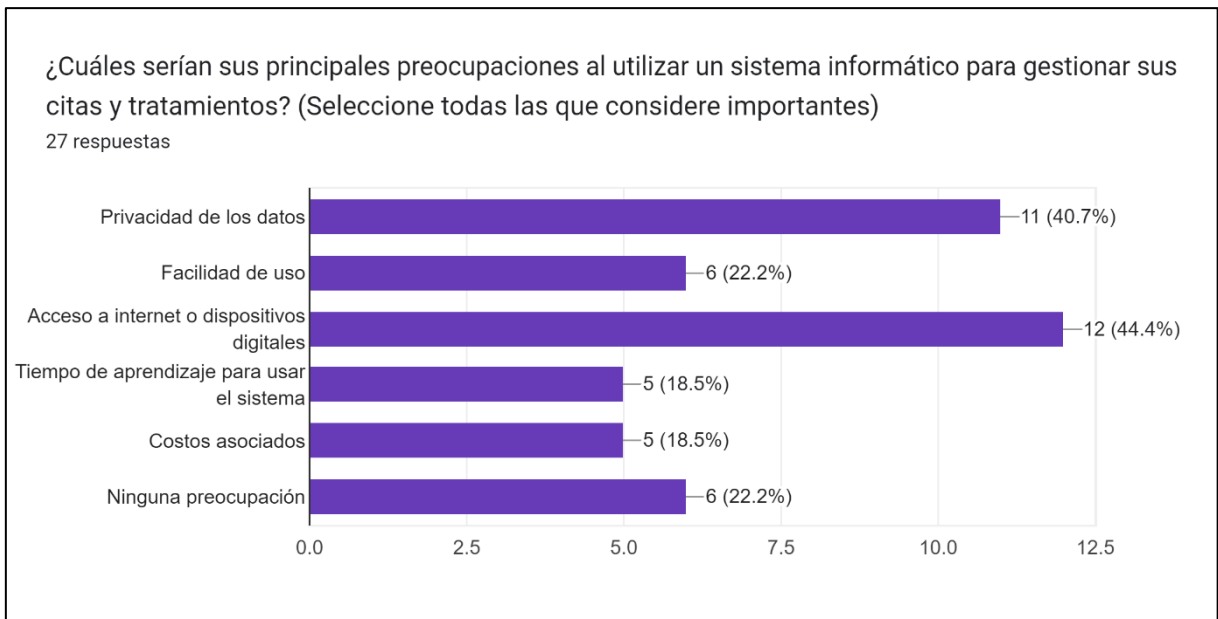


Figura 9. Principales preocupaciones al usar un sistema informático

Análisis del resultado:

Las preocupaciones principales son el acceso a internet/dispositivos (44,4 %) y la privacidad de datos (40,7 %). Esto implica que el sistema debe ser ligero, rápido y seguro. El equipo desarrollador debe reforzar medidas de seguridad y considerar estrategias de acceso en escenarios de conectividad limitada.

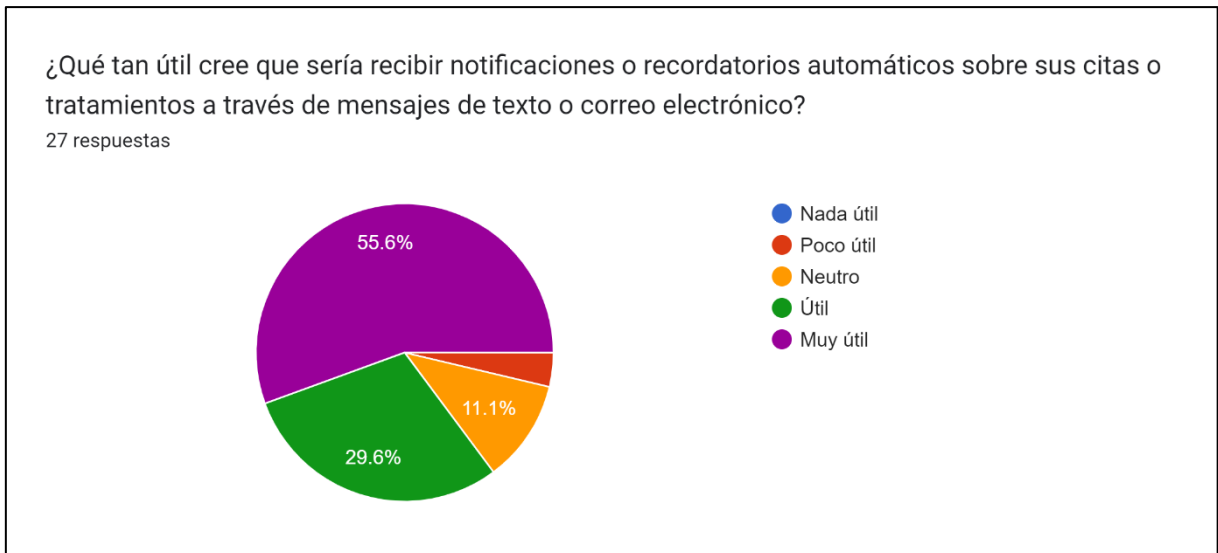


Figura 10. Utilidad de recibir recordatorios automáticos

Análisis del resultado:

El 85,2 % considera útil o muy útil recibir recordatorios automáticos. Esto justifica plenamente el módulo de notificaciones vía correo o WhatsApp, y demuestra su impacto en la continuidad terapéutica y reducción de ausencias.

4.1.2. Resultados de la entrevista

Para comprender mejor las necesidades administrativas del consultorio de fisioterapia, se realizó una entrevista semiestructurada a la fisioterapeuta encargada. A través del análisis cualitativo de las respuestas, se identificaron los siguientes temas clave:

a) Problemas en la gestión manual de citas

La fisioterapeuta manifestó que uno de los principales inconvenientes actuales es la dificultad para gestionar las citas de forma eficiente, lo que genera errores como citas duplicadas y tiempos de espera prolongados. Además, la organización manual requiere una inversión significativa de tiempo y es susceptible a omisiones.

b) Pérdida de información

Otro aspecto crítico mencionado fue la pérdida de datos clínicos, ya que los registros físicos pueden extraviarse o deteriorarse, comprometiendo el seguimiento adecuado de los tratamientos de los pacientes.

c) Necesidad de un sistema automatizado

La entrevistada expresó la necesidad urgente de contar con un sistema informático que facilite el registro de citas, el seguimiento de los tratamientos y la generación de reportes. Señaló que un sistema de este tipo permitiría optimizar los tiempos de atención y mejorar la organización del consultorio.

d) Requisitos para el nuevo sistema

Entre los requisitos planteados por la fisioterapeuta para el nuevo sistema destacan:

- Interfaz intuitiva y de fácil manejo.
- Acceso rápido a la información de los pacientes.
- Mecanismos de seguridad para proteger los datos clínicos.
- Posibilidad de generar reportes de citas y tratamientos.

Este análisis permitió establecer los requerimientos funcionales y no funcionales que orientaron el diseño y desarrollo del sistema web de gestión de citas y tratamientos.

4.1.3. Encuesta de usabilidad y calidad de software (ISO/IEC 25022)

Con el propósito de validar la experiencia real de uso del sistema web implementado para el consultorio de fisioterapia en Tulcán, se aplicó un cuestionario de calidad en uso basado en la ISO/IEC 25022 y complementado con las sub características de usabilidad del modelo ISO/IEC 25010. La aplicación se dirigió a usuarios finales (pacientes) inmediatamente después de ejecutar tareas representativas en el sistema (por ejemplo, reservar, reprogramar o cancelar una cita), de modo que las respuestas reflejen interacción efectiva y no percepciones abstractas.

Esta medición cumple tres fines para el TIC:

Evidencia de requisitos no funcionales.

Aporta datos directos sobre usabilidad y calidad en uso (efectividad, eficiencia, satisfacción, cobertura de contexto y percepción de seguridad), dimensiones críticas para la adopción de la solución en un servicio ambulatorio.

Mejora continua guiada por datos.

Permite localizar con precisión qué aspectos deben afinarse (flujo, mensajes de error, accesibilidad móvil, etc.), vinculando hallazgos con acciones concretas en el sistema PHP-MySQL desplegado en AlwaysData.

Rigor y trazabilidad académica.

El anclaje en normas ISO otorga consistencia entre objetivos, método y conclusiones, y deja una línea base replicable en futuras iteraciones o en otros consultorios.

Para interpretar los resultados se adoptó un umbral operativo: el sistema se considera satisfactorio si el índice global (promedio de dimensiones evaluadas) es $\geq 4,0/5$ —equivalente al 80% de la escala—. Como verificación adicional, se revisa que al menos el 100% de las subcaracterísticas/indicadores alcancen medias $\geq 4,0$ y que al menos el 80% de los participantes reporten satisfacción (promedio de ítems correspondientes) $\geq 4,0$. La aplicación se realizó con consentimiento informado

En síntesis, esta encuesta ofrece una verificación formal, centrada en el usuario final, de la idoneidad del sistema para su uso cotidiano en el consultorio y genera insumos accionables para su escalabilidad y mejora continua.

4.1.3.1. Parámetros y subcaracterísticas ISO/IEC 25010 y ISO/IEC 25022 utilizados para estructurar la encuesta

La encuesta aplicada a los usuarios finales se diseñó tomando como referencia directa los modelos internacionales de calidad del software establecidos en la ISO/IEC 25010:2011 (Calidad del producto) y la ISO/IEC 25022:2016 (Calidad en uso). Cada ítem del cuestionario corresponde explícitamente a una subcaracterística o métrica definida en estas normas, asegurando trazabilidad metodológica y validez técnica de los resultados obtenidos.

En el caso de la ISO/IEC 25010, se empleó la característica "Usabilidad", la cual comprende cinco subcaracterísticas fundamentales:

- Reconocimiento de adecuación,
- Aprendizaje,
- Operabilidad,
- Protección frente a errores,
- Estética de la interfaz, y
- Accesibilidad.

Cada una de estas subcaracterísticas se tradujo en indicadores específicos evaluados mediante escala Likert de 1 a 5, lo que permite medir cómo los usuarios perciben la interacción con el sistema durante tareas reales (registro, reserva, cancelación o reprogramación de citas).

Por otra parte, la ISO/IEC 25022 fue empleada para medir la calidad en uso, incorporando las métricas establecidas para:

- Efectividad,
- Eficiencia,
- Satisfacción,
- Cobertura de contexto, y
- Libertad de riesgo (seguridad percibida).

Estas dimensiones permiten evaluar si el sistema cumple sus objetivos en escenarios reales de uso, considerando las condiciones del entorno (dispositivo, red, tiempo de interacción) y el nivel de seguridad que percibe el usuario al gestionar información sensible.

La siguiente tabla resume la correspondencia entre los ítems del cuestionario y las subcaracterísticas de las normas ISO/IEC 25010 y 25022 que fundamentan la encuesta:

Tabla 3. Correspondencia entre encuesta y métricas ISO

Ítems evaluados en la encuesta	Norma	Característica	Subcaracterística / Métrica	Descripción según ISO
Entendí rápidamente para qué sirve cada pantalla; pude identificar el siguiente paso	ISO/IEC 25010	Usabilidad	Reconocimiento de adecuación	El producto facilita que el usuario comprenda la función y propósito de cada elemento.
Aprendí a usarlo sin ayuda; recordé fácilmente su uso	ISO/IEC 25010	Usabilidad	Aprendizaje	El usuario aprende a utilizar el sistema con rapidez y sin esfuerzo adicional.
Realicé tareas sin pasos innecesarios; navegación coherente	ISO/IEC 25010	Usabilidad	Operabilidad	El sistema permite operar de manera intuitiva y sin fricción.
El sistema previno errores; pude corregirlos sin perder información	ISO/IEC 25010	Usabilidad	Protección frente a errores	Minimiza errores de usuario y permite recuperarse sin consecuencias.
Diseño visual claro; buena legibilidad	ISO/IEC 25010	Usabilidad	Estética de la interfaz	Interfaz agradable, equilibrada y consistente.
Pude usarlo sin barreras; funcionó bien en mi dispositivo	ISO/IEC 25010	Usabilidad	Accesibilidad	Adaptación adecuada a distintos usuarios y dispositivos.
Logré cumplir mis tareas	ISO/IEC 25022	Calidad en uso	Efectividad	Grado en que los usuarios logran objetivos con precisión y completitud.
El esfuerzo y tiempo fueron adecuados	ISO/IEC 25022	Calidad en uso	Eficiencia	Recursos empleados respecto al logro de los objetivos.
Me sentí satisfecho; lo recomendaría	ISO/IEC 25022	Calidad en uso	Satisfacción	Percepción positiva del uso del sistema.

Funcionó correctamente en mi contexto (dispositivo/red)	ISO/IEC 25022	Calidad uso	en	Cobertura contexto	de	Efectividad y eficiencia bajo diferentes condiciones de uso.
Sentí que mis datos estuvieron protegidos	ISO/IEC 25022	Calidad uso	en	Libertad de riesgo		Minimización de riesgos para el usuario (privacidad/confianza).

4.1.3.2. Análisis de encuesta de usabilidad y calidad de software (ISO/IEC 25022)

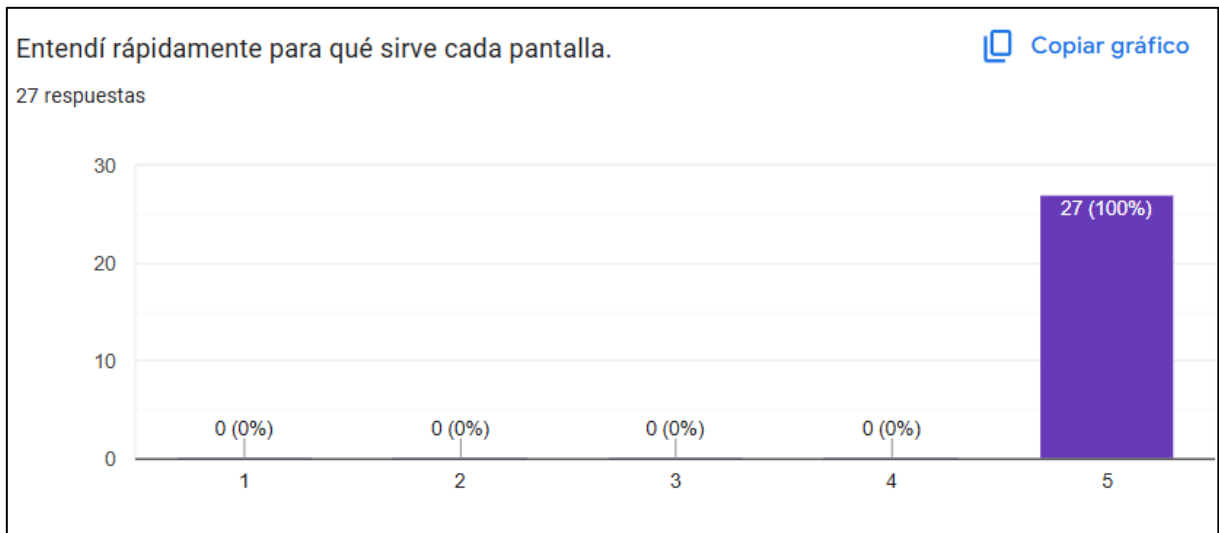


Figura 11. Entendí rápidamente para qué sirve cada pantalla

Interpretación:

El 100% de los usuarios comprendió de inmediato la función y propósito de cada pantalla. Esto demuestra que la arquitectura visual y los elementos interactivos fueron diseñados con claridad, reduciendo la carga cognitiva y facilitando la orientación dentro del sistema. El sistema, por tanto, cumple plenamente con principios de diseño centrado en el usuario.

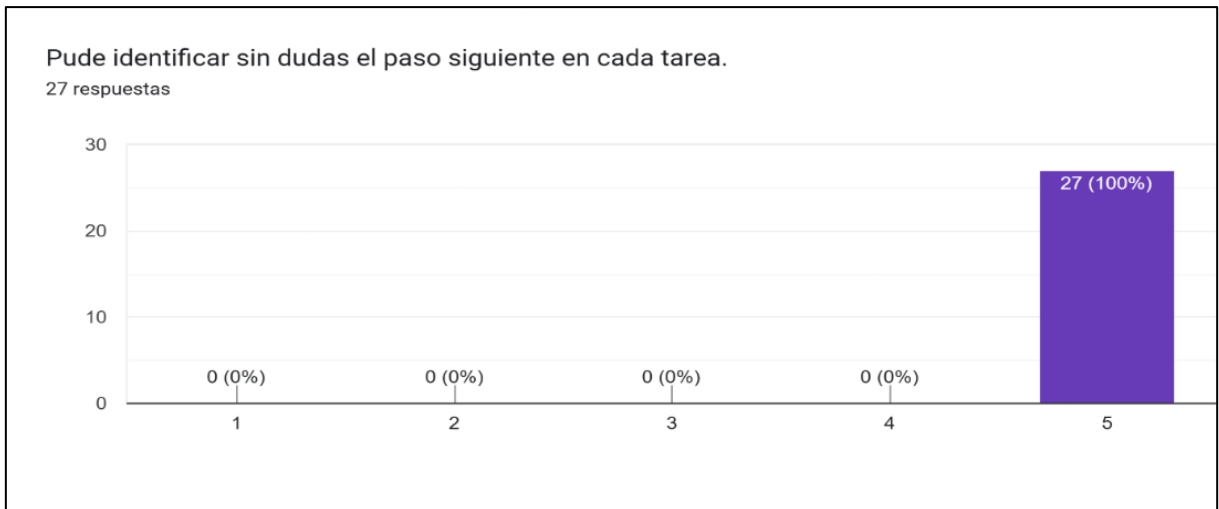


Figura 12. Pude identificar sin dudas el paso siguiente en cada tarea

Interpretación:

La unanimidad en las respuestas confirma que el flujo de interacción es intuitivo y guía al usuario de manera natural. Este resultado está completamente alineado con la métrica de Capacidad de aprendizaje (Learnability) de ISO/IEC 25010 y con la métrica de Efectividad en ISO/IEC 25022. El usuario puede completar procesos sin incertidumbre ni necesidad de soporte, elemento esencial en contextos de salud donde el tiempo y la claridad son críticos.

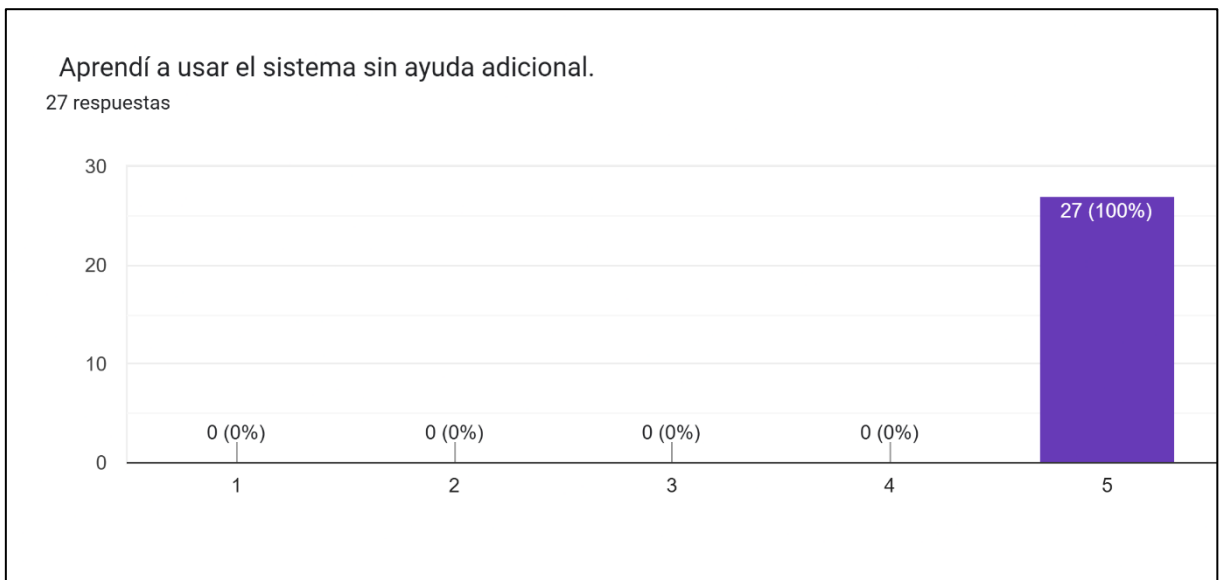


Figura 13. Aprendí a usar el sistema sin ayuda adicional

Interpretación:

La ausencia total de dificultades para aprender a usar el sistema valida que la interfaz está construida bajo patrones consistentes y predecibles. Según ISO/IEC 25010, este indicador confirma que el software tiene alta operabilidad, reduciendo la necesidad

de capacitación formal. En términos prácticos, garantiza que cualquier paciente, sin importar su familiaridad tecnológica, pueda utilizar el sistema sin barreras.

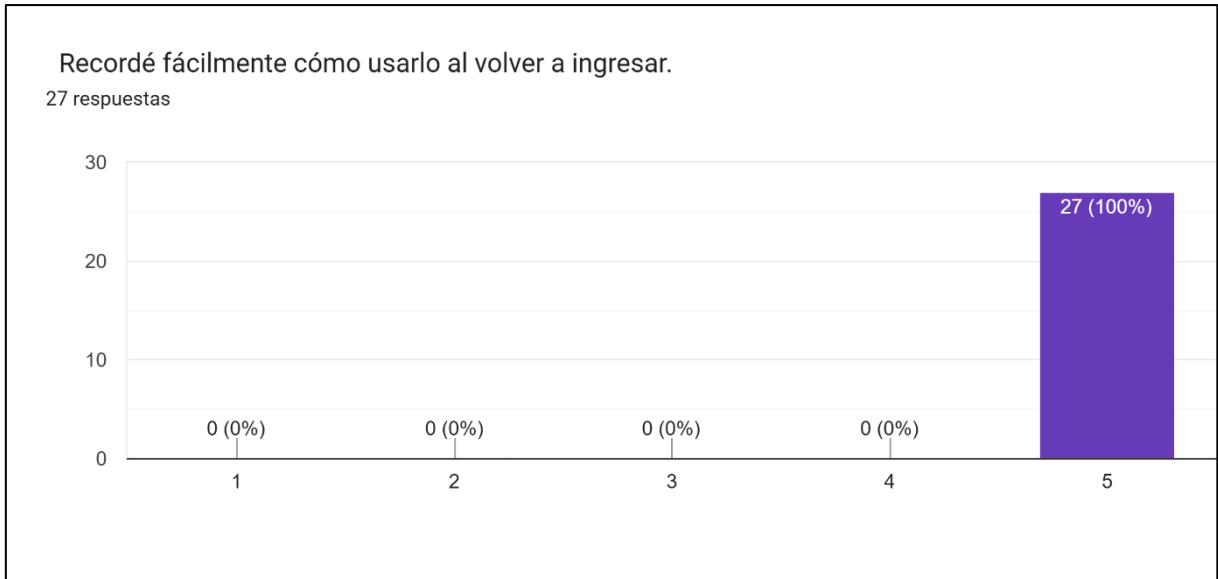


Figura 14. Recordé fácilmente cómo usarlo al volver a ingresar

Interpretación:

La totalidad de respuestas positivas refleja una excelente memorabilidad del sistema, lo que significa que su uso es consistente y repetible. Este atributo confirma que las funcionalidades mantienen una lógica uniforme, facilitando el retorno del usuario sin confusión. Esto reduce errores, aumenta la eficiencia y mejora la satisfacción general, cumpliendo la métrica de Eficiencia de uso repetido en ISO/IEC 25022.

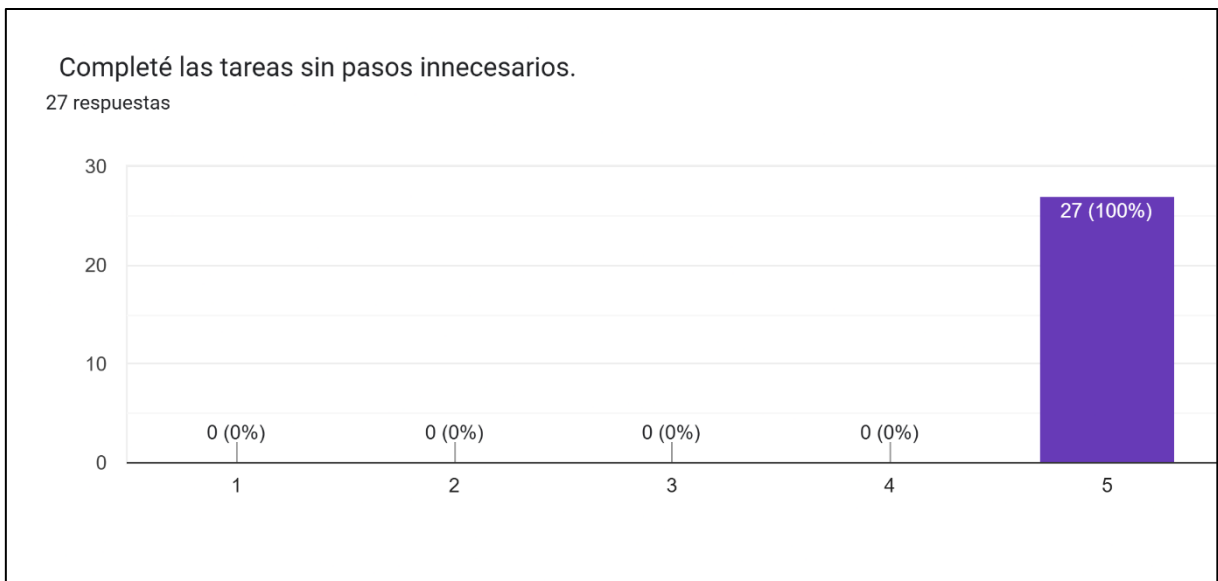


Figura 15. Completé las tareas sin pasos innecesarios

Interpretación:

El cumplimiento total de este ítem indica que el flujo del sistema está optimizado, evitando redundancias y reduciendo el esfuerzo del usuario. ISO/IEC 25022 define este indicador como parte de la Eficiencia, y los resultados muestran que la solución digital supera ampliamente el método manual previo, disminuyendo tiempos y pasos operativos.

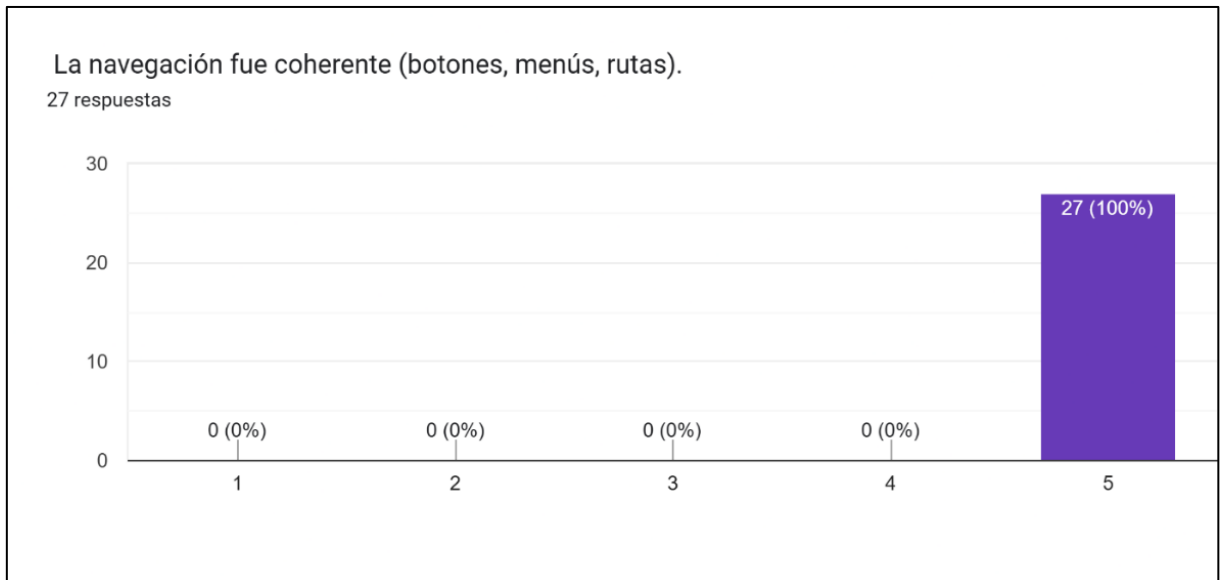


Figura 16. La navegación fue coherente (botones, menús, rutas)

Interpretación:

La coherencia total percibida por los usuarios confirma que los elementos interactivos mantienen una estructura lógica uniforme. Esto concuerda con la subcaracterística de Operabilidad en ISO/IEC 25010, asegurando que los usuarios puedan navegar sin confusión. Este patrón demuestra que las decisiones UI/UX fueron acertadas y que la experiencia es estable y consistente.

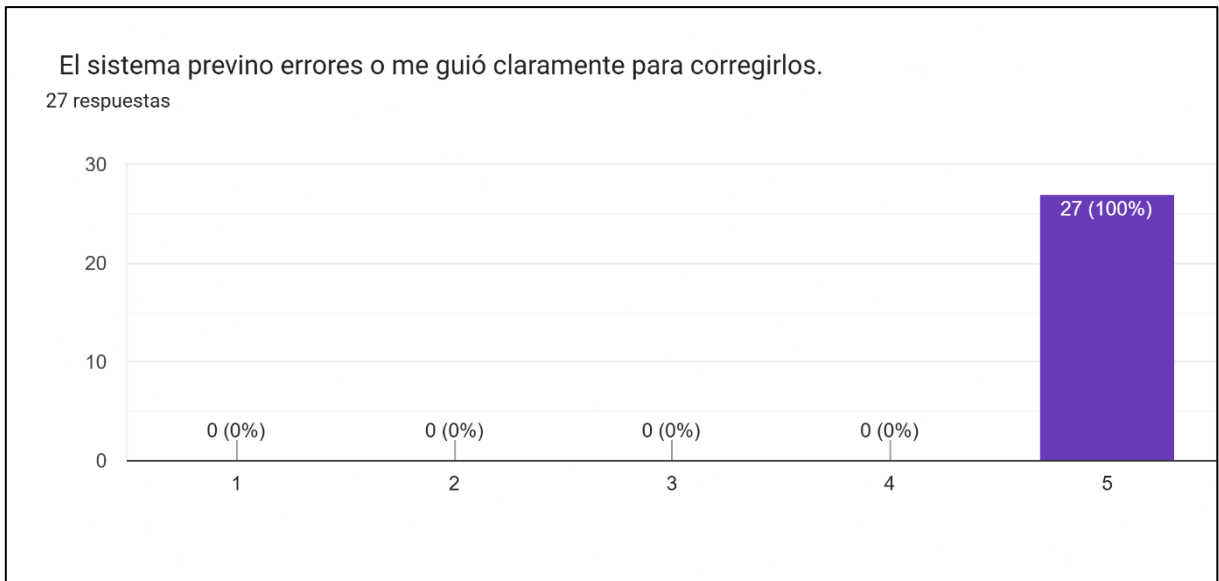


Figura 17. El sistema previno errores o me guió claramente para corregirlos

Interpretación:

La percepción de protección frente a errores indica que el sistema implementa adecuadamente validaciones, mensajes de error claros y restricciones que evitan acciones incorrectas. Esto responde directamente a la métrica User Error Protection de ISO/IEC 25010. Operativamente, esto garantiza confiabilidad y seguridad durante la interacción.

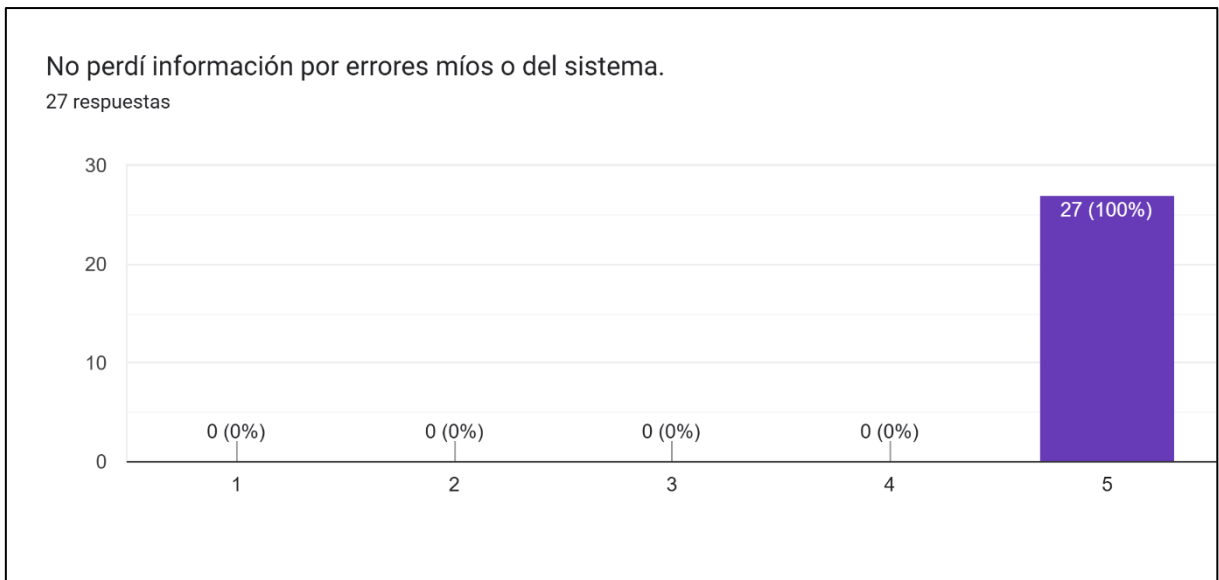


Figura 18. No perdí información por errores míos o del sistema

Interpretación:

El 100% de respuestas positivas evidencia estabilidad transaccional y persistencia adecuada de datos. Desde el enfoque ISO/IEC 25022, esto forma parte de la métrica

de Libertad de Riesgo (Freedom from Risk), demostrando que el sistema protege la integridad de los registros clínicos y las citas incluso en condiciones de uso común.

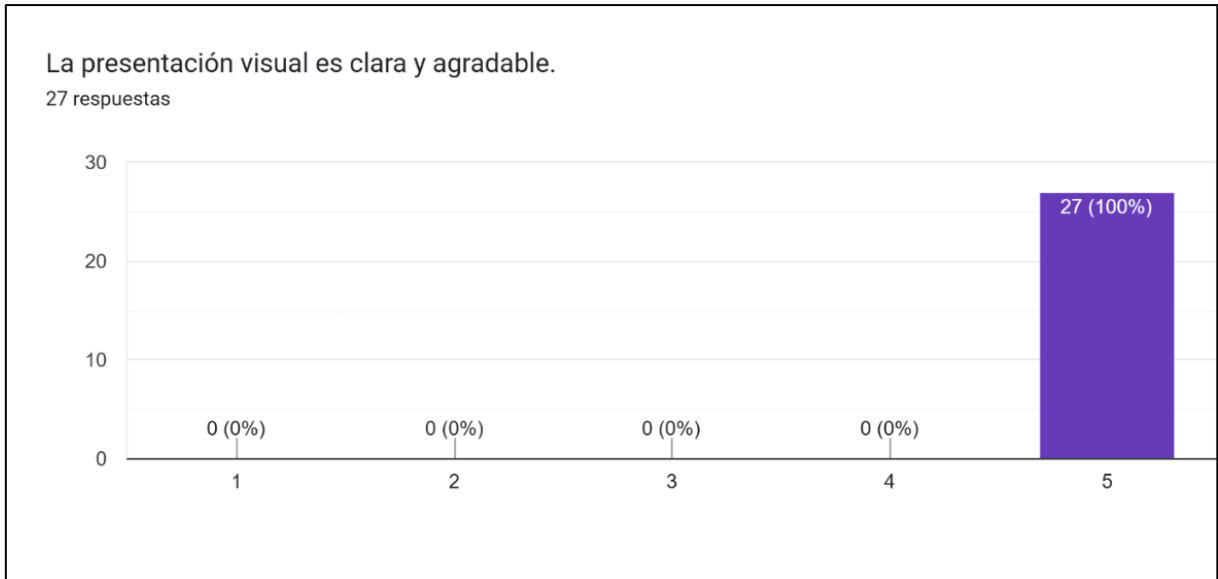


Figura 19. La presentación visual es clara y agradable

Interpretación:

La percepción total de claridad visual demuestra que la estética de la interfaz cumple con la métrica UI Aesthetics de ISO/IEC 25010. Colores, tipografía y distribución contribuyen a una experiencia cómoda y sin fatiga visual, fundamentales para una plataforma de salud que se usa frecuentemente desde dispositivos móviles.

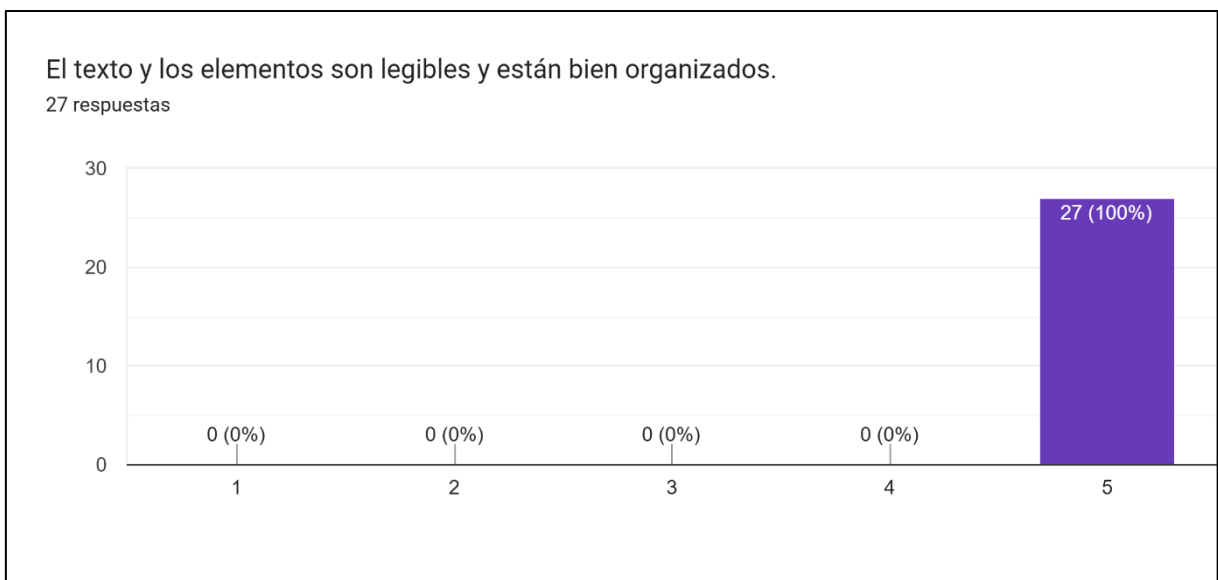


Figura 20. El texto y los elementos son legibles y están bien organizados

Interpretación:

Este resultado confirma que existe un adecuado balance entre jerarquía visual y densidad de información. La legibilidad es un factor crítico de accesibilidad, y el sistema cumple al 100% con esta subcaracterística. Esto reduce errores y mejora la comprensión, aspecto clave para pacientes mayores o con poca experiencia digital.

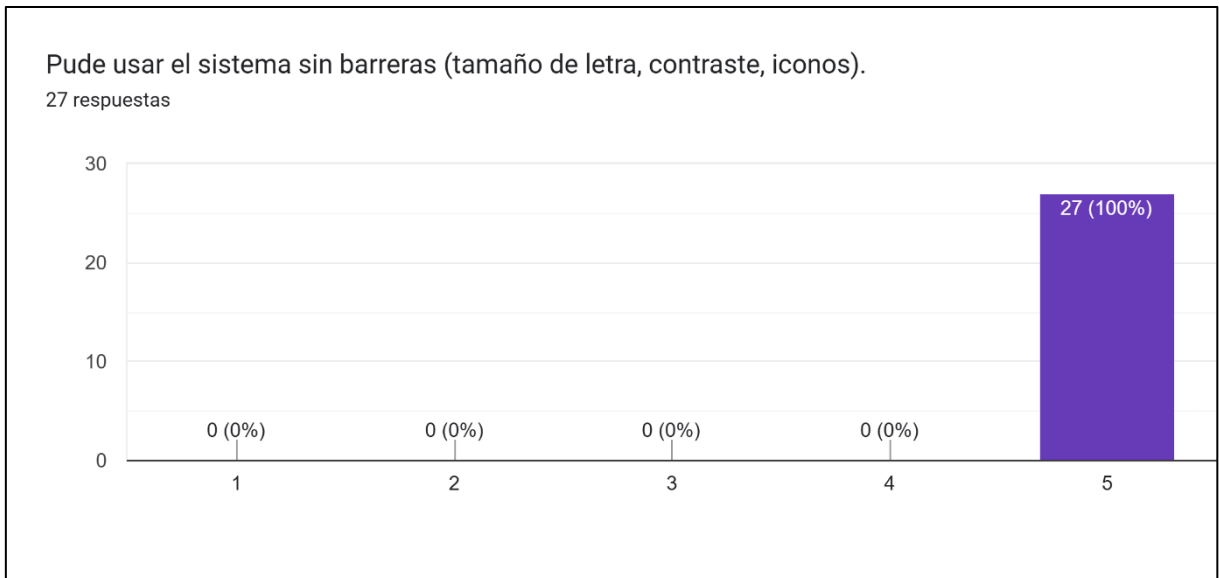


Figura 21. Puede usar el sistema sin barreras (tamaño de letra, contraste, iconos)

Interpretación:

La aceptación total indica que el diseño cumple con recomendaciones de accesibilidad perceptual, permitiendo que usuarios de distintas edades o condiciones visuales puedan interactuar sin dificultad. Este resultado respalda que el sistema es inclusivo y funcional.

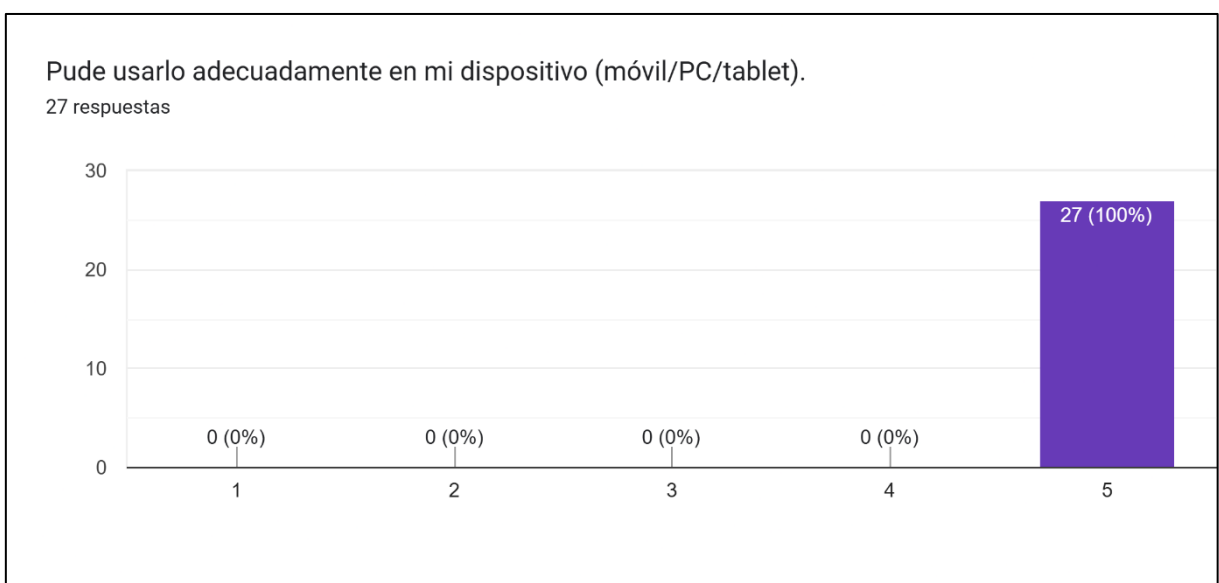


Figura 22. Puede usarlo adecuadamente en mi dispositivo (móvil/PC/tablet)

Interpretación:

La versatilidad técnica es evidente, lo que valida la compatibilidad multiplataforma y la adaptación responsiva implementada. Esto se relaciona con Cobertura de contexto (Context Coverage) de ISO/IEC 25022: el sistema funciona correctamente en diferentes dispositivos y entornos sin afectar su desempeño.

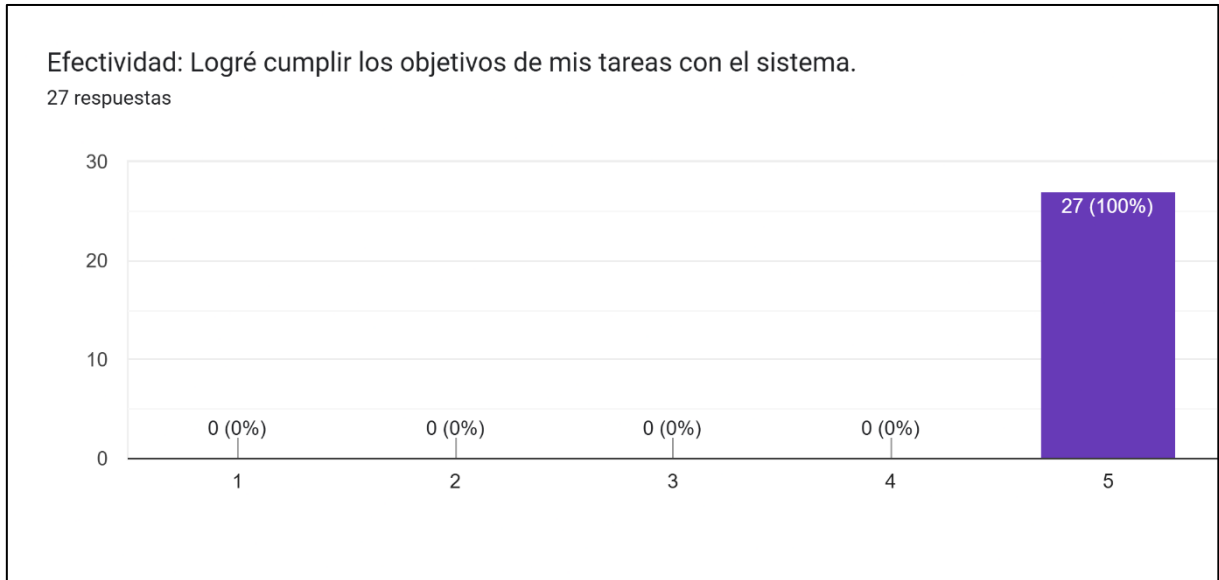


Figura 23. Efectividad: Logré cumplir los objetivos de mis tareas con el sistema

Interpretación:

La efectividad máxima demuestra que el sistema cumple su propósito funcional principal: permitir reservar, cancelar o consultar citas de manera exitosa. Este indicador constituye la evidencia central para la métrica Task Completion de ISO/IEC 25022.

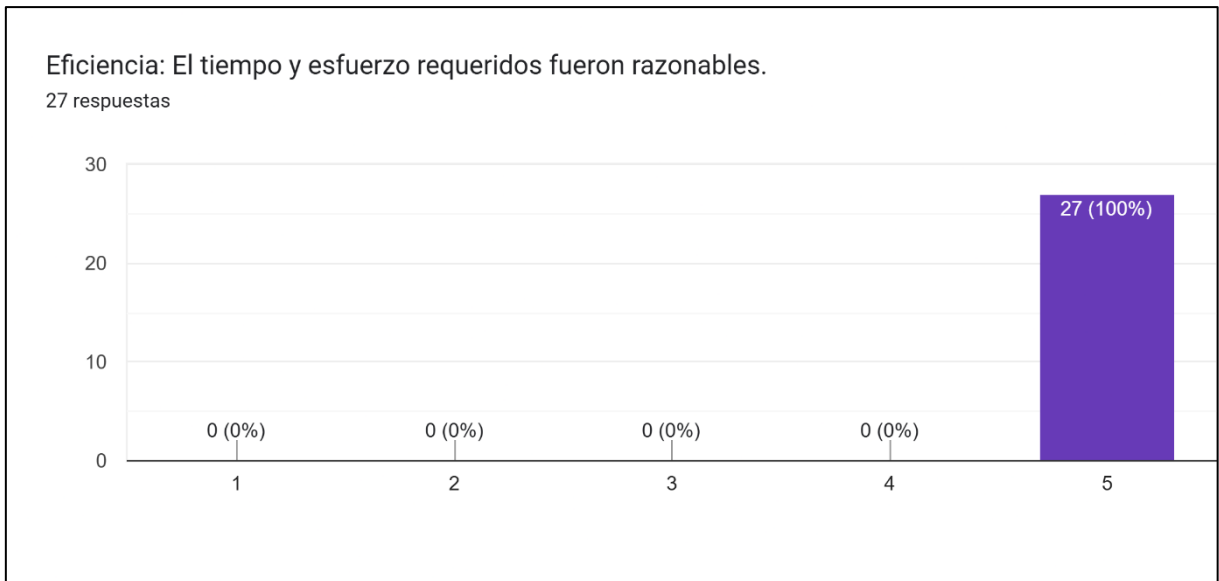


Figura 24. Eficiencia: El tiempo y esfuerzo requeridos fueron razonables

Interpretación:

Las respuestas confirman que el esfuerzo cognitivo y operativo para completar tareas es mínimo. Esto valida que el sistema es rápido, claro y con interacciones simples. La eficiencia lograda demuestra superioridad frente al método manual.

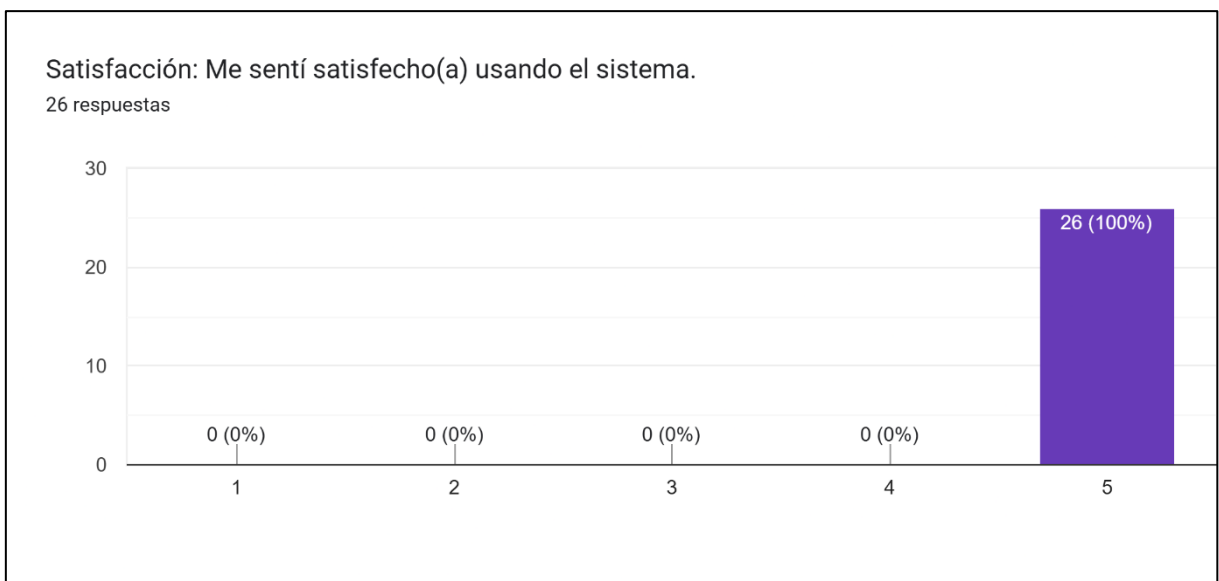


Figura 25. Satisfacción: Me sentí satisfecho(a) usando el sistema

Interpretación:

La satisfacción absoluta confirma que el sistema genera confianza, comodidad y agrado en su uso, lo cual es uno de los indicadores más fuertes de aceptación tecnológica. Desde ISO/IEC 25022, esto corresponde a la métrica de Satisfacción in Use.

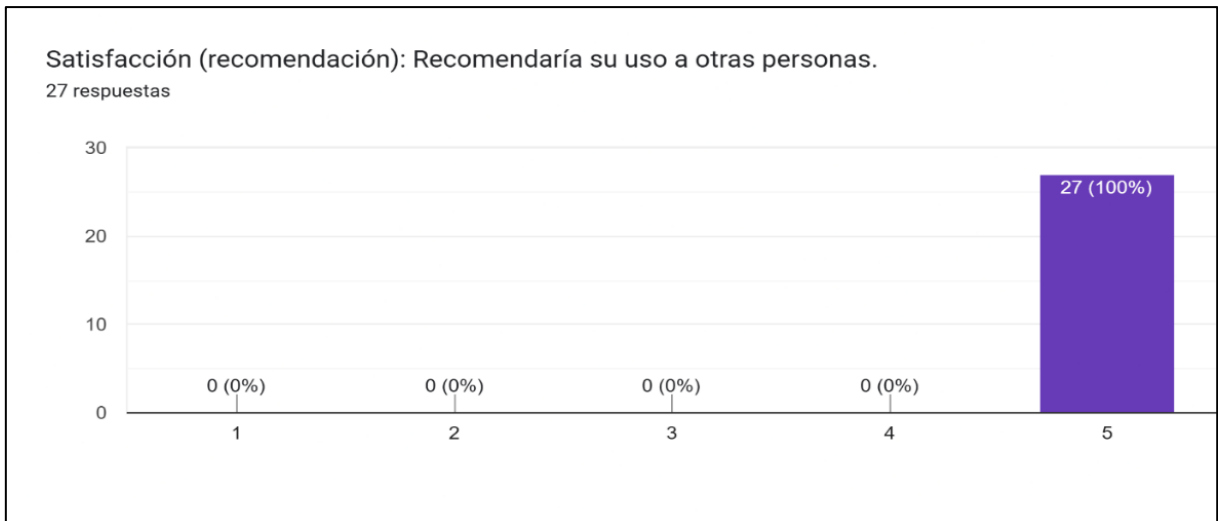


Figura 26. Satisfacción (recomendación): Recomendaría su uso a otras personas

Interpretación:

La recomendación del 100% refleja un alto grado de aceptación social y representa un indicador indirecto de éxito del sistema en su implementación real. Además, muestra que la percepción de calidad es consistente entre diferentes usuarios.

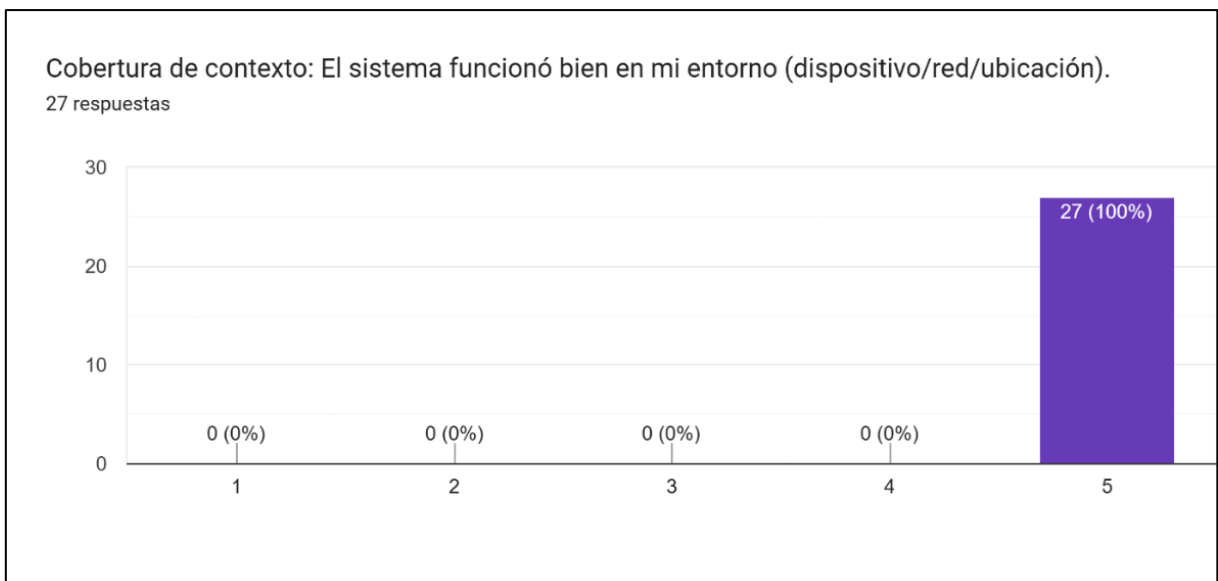


Figura 27. Cobertura de contexto: El sistema funcionó bien en mi entorno (dispositivo/red/ubicación)

Interpretación:

Este cumplimiento total señala que la arquitectura del sistema es estable incluso en conexiones o dispositivos variados. Según ISO/IEC 25022, esto demuestra que el sistema garantiza funcionalidad en distintos escenarios típicos de un consultorio.

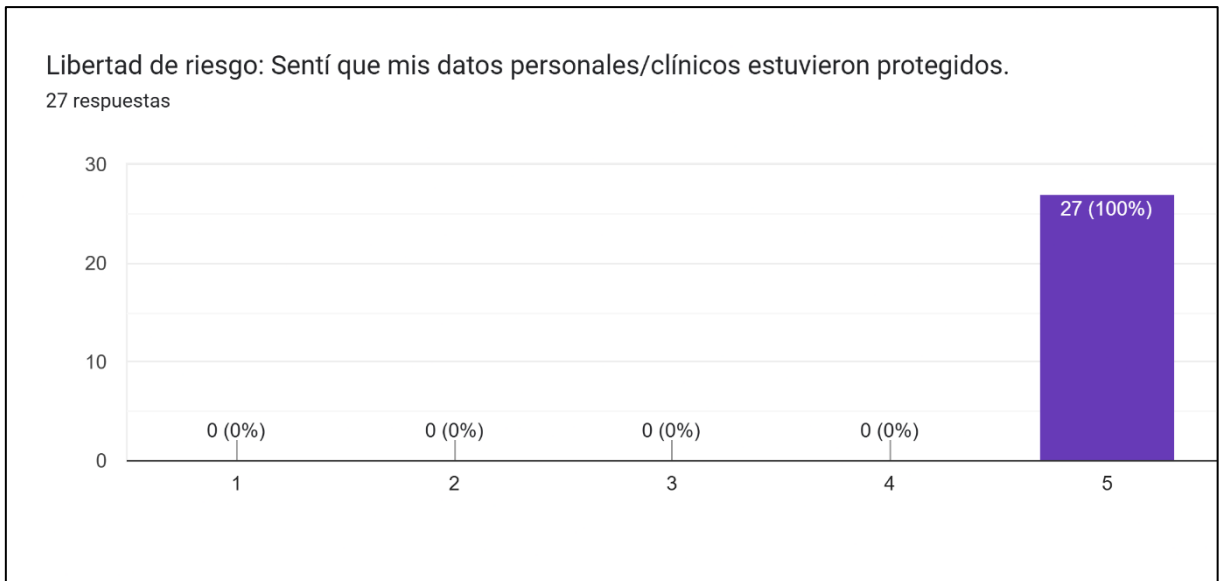


Figura 28. Libertad de riesgo: Sentí que mis datos personales/clínicos estuvieron protegidos

Interpretación:

Esta valoración positiva confirma que las medidas de seguridad implementadas (tokens, validaciones, manejo del servidor, no exposición de datos sensibles) generan confianza total. Esto es crítico en entornos de salud y demuestra alineación con la métrica Freedom from Risk (Security Perception).

4.2. PROPUESTA

4.2.1 Estudio de Factibilidad

4.2.1.1 Factibilidad Organizacional

El consultorio de fisioterapia FT. Cristina Almeida donde se implementará el sistema web presenta una estructura organizacional sencilla, conformada principalmente por la fisioterapeuta encargada y su asistente administrativo. La gestión actual de las citas y tratamientos se realiza de manera manual, utilizando agendas físicas, lo que genera diversos inconvenientes como pérdida de información, errores en la programación de citas y dificultades para el seguimiento de los pacientes.

La implementación de un sistema web permitirá optimizar estos procesos, facilitando el registro, consulta y seguimiento de los datos clínicos y administrativos. Además, el personal involucrado ha mostrado una disposición positiva hacia la adopción de herramientas tecnológicas que mejoren su gestión diaria.

El sistema propuesto no requiere de cambios significativos en la estructura organizacional, ya que se integrará a las actividades cotidianas del consultorio,

mejorando la eficiencia y reduciendo la carga administrativa. Esto garantiza la viabilidad organizacional del proyecto, dado que existe el compromiso por parte de los usuarios finales para su adopción y uso continuo.

4.2.1.2. Factibilidad Técnica

El sistema web propuesto será desarrollado utilizando tecnologías de código abierto, lo que permite reducir los costos de implementación y facilita su mantenimiento y actualización a futuro. Se emplearán las siguientes herramientas tecnológicas:

- Lenguaje de programación: PHP.
- Sistema de gestión de bases de datos: MySQL.
- Tecnologías de frontend: HTML5, CSS3, JavaScript y Bootstrap.
- Servidor web: Hosting en plataforma AlwaysData, que proporciona soporte para PHP y bases de datos MySQL, cumpliendo con los requerimientos técnicos del sistema.

La elección de estas tecnologías garantiza la compatibilidad con múltiples dispositivos y navegadores webs modernos, asegurando que el sistema pueda ser accedido desde computadoras de escritorio, laptops, tabletas o teléfonos inteligentes.

Además, al tratarse de herramientas ampliamente documentadas y utilizadas en el desarrollo web, el soporte técnico y la disponibilidad de recursos son amplios, facilitando la resolución de problemas y futuras mejoras al sistema.

El consultorio de fisioterapia cuenta con los recursos básicos necesarios para la implementación del sistema, como conexión a Internet y computadoras con navegadores actualizados, por lo que no se requiere inversión adicional en infraestructura tecnológica. Esto hace viable la implementación del sistema desde el punto de vista técnico.

4.2.1.3. Factibilidad Operativa

La factibilidad operativa analiza si el sistema puede ser implementado y utilizado efectivamente dentro del entorno del consultorio de fisioterapia.

El sistema propuesto ha sido diseñado pensando en la simplicidad de uso y la eficiencia operativa. Se cuenta con una interfaz intuitiva y accesible que no requiere conocimientos técnicos avanzados por parte del personal. Las funcionalidades

principales, como el registro de pacientes, la programación de citas y el seguimiento de tratamientos, están organizadas de manera clara y lógica, facilitando su aprendizaje y uso diario.

Durante el proceso de desarrollo, se ha considerado la realidad operativa del consultorio, adaptando el sistema a las necesidades específicas de la fisioterapeuta y su personal asistente. La capacitación necesaria para el uso del sistema es mínima, lo que garantiza una rápida adopción y puesta en marcha.

Adicionalmente, la implementación de un sistema basado en web permite su acceso desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, lo que incrementa la flexibilidad operativa y asegura la continuidad del servicio incluso fuera de las instalaciones físicas del consultorio.

Por estas razones, se concluye que la propuesta es viable desde el punto de vista operativo, al integrarse de manera eficiente a las rutinas laborales actuales y contribuir a una mejora significativa en la calidad del servicio brindado a los pacientes.

4.2.2. Metodología de Desarrollo programación Extrema (XP)

La metodología empleada para el desarrollo del sistema fue Programación Extrema (XP), un enfoque ágil propuesto por Kent Beck (1999) que se centra en la calidad del software, la simplicidad del diseño y la entrega rápida de funcionalidades útiles. XP fue seleccionada por su adecuación a proyectos unipersonales, donde el desarrollador asume los distintos roles del proceso y mantiene comunicación directa y continua con el usuario final.

A diferencia de marcos más estructurados como Scrum, que requieren varios roles definidos, XP permite un proceso ágil, adaptable y técnico, orientado a la mejora continua del producto mediante ciclos cortos de desarrollo, validación inmediata y retroalimentación directa.

El enfoque se fundamentó en los valores esenciales de XP: comunicación, simplicidad, retroalimentación, coraje y respeto. Estos valores guiaron cada etapa del proyecto, asegurando un producto final funcional, escalable y alineado con las necesidades reales del consultorio de fisioterapia.

Además, se aplicaron prácticas clave de XP como cliente in situ, desarrollo guiado por pruebas (TDD), integración frecuente, diseño simple, metáfora del sistema y

refactorización continua, garantizando una entrega incremental y validada del sistema.

4.2.2.1. Fase de Exploración

En esta fase inicial se realizó el levantamiento de requerimientos funcionales y no funcionales, mediante entrevistas semiestructuradas con la fisioterapeuta del consultorio FT. Cristina Almeida y observación directa de los procesos de registro y atención.

Se identificaron las principales limitaciones: la falta de trazabilidad en los registros clínicos, la duplicación de citas y el uso de herramientas manuales para la gestión de pacientes.

A partir de este diagnóstico, se establecieron las funcionalidades esenciales del sistema:

- Registro y administración de pacientes.
- Agendamiento y cancelación de citas.
- Registro de tratamientos y diagnósticos.
- Consulta del historial clínico.

Esta fase permitió construir una visión general del sistema y definir los criterios de aceptación iniciales para las siguientes iteraciones.

Tabla 4. Requerimientos Funcionales y no funcionales

Tipo	Nombre de requisito	Descripción	Prioridad
Funcional	Gestión de pacientes	Permite registrar, modificar y eliminar información de los pacientes.	Alta
Funcional	Gestión de citas	Permite agendar, modificar o cancelar citas médicas según disponibilidad.	Alta
Funcional	Historial de tratamientos	Permite registrar los tratamientos aplicados y las recomendaciones post-sesión.	Media
Funcional	Consulta de disponibilidad	Permite al paciente consultar los horarios disponibles sin necesidad de contacto directo.	Media
No Funcional	Compatibilidad móvil	El sistema debe funcionar correctamente en dispositivos Android.	Alta
No Funcional	Actualización en tiempo real	Los datos deben sincronizarse automáticamente en tiempo real entre dispositivos.	Alta
No Funcional	Seguridad de la información	La base de datos debe tener mecanismos de autenticación y respaldo.	Alta

4.2.2.2. Fase de Planificación

La planificación se llevó a cabo utilizando el Planning Game, una práctica central de XP que permite definir el alcance del sistema a partir de la colaboración directa entre el cliente y el desarrollador. En este proceso, la fisioterapeuta del consultorio FT. Cristina Almeida actuó como cliente in situ, aportando de manera continua criterios funcionales, prioridades y retroalimentación inmediata para orientar las decisiones del desarrollo.

Durante esta fase, se identificaron, discutieron y priorizaron las historias de usuario, considerando dos dimensiones:

Valor para el cliente, determinado por la importancia operativa de cada funcionalidad, y

Esfuerzo técnico, estimado por el desarrollador según su complejidad y tiempo aproximado de implementación.

Con base en estas prioridades, el proyecto se organizó en iteraciones XP cortas, cada una representando un ciclo de trabajo enfocado en entregar una funcionalidad mínima pero completa, verificable y útil. Este enfoque permitió ajustar el desarrollo de manera continua, incorporar cambios solicitados por la fisioterapeuta sin afectar la estabilidad del sistema y detectar tempranamente problemas de diseño o lógica.

La planificación también incluyó la definición de criterios de aceptación para cada historia de usuario, los cuales fueron utilizados posteriormente en las pruebas de aceptación de cada iteración. Este mecanismo aseguró que las funcionalidades implementadas coincidieran con las expectativas reales del consultorio.

En conjunto, la fase de planificación garantizó claridad, enfoque, flexibilidad y alineación continua entre el producto en desarrollo y las necesidades reales del entorno clínico.

4.2.2.3. Fase de Diseño

La fase de diseño se desarrolló aplicando los principios fundamentales de Programación Extrema (XP), específicamente el diseño simple, la metáfora del sistema y la búsqueda de una estructura clara, mantenible y coherente con las necesidades del consultorio de fisioterapia.

El diseño simple permitió seleccionar siempre la solución más directa y funcional, evitando complejidad innecesaria y facilitando las futuras refactorizaciones. La

metáfora del sistema, definida como una “agenda clínica digital”, guió las decisiones conceptuales del desarrollo, asegurando una visión unificada del producto final.

Se estableció una arquitectura cliente-servidor con interfaz web desarrollada en HTML, CSS, JavaScript y Bootstrap, conectada a una base de datos MySQL optimizada para almacenar y gestionar información clínica con seguridad y eficiencia. Además, se definieron estándares de codificación, una estructura ordenada de carpetas y convenciones de nombres, lo que refuerza la práctica XP de propiedad colectiva del código y facilita la refactorización continua.

Durante esta fase, se elaboraron los diagramas entidad-relación, los flujos de navegación y los prototipos iniciales. Estos prototipos fueron validados con la fisioterapeuta (cliente in situ), garantizando usabilidad, accesibilidad y compatibilidad con los estándares de calidad de software ISO/IEC 25010 e ISO/IEC 25022, especialmente en dispositivos móviles.

Tabla 5. Análisis para comenzar diseño de base de datos

Estructura Base de datos	
Tabla	Descripción
usuarios	Almacena la información de los administradores y profesionales de la salud (fisioterapeuta). Incluye roles, datos de contacto y estado activo.
pacientes	Contiene los datos personales del paciente, número de contacto y estado activo.
citas	Registra información sobre cada cita: fecha, hora, paciente asignado, profesional, estado, token de gestión y notas.
tratamientos	Guarda los tratamientos aplicados durante una cita: tipo, descripción, recomendaciones, fecha y observaciones.
historiales_clinicos	Permite almacenar un expediente completo del paciente con antecedentes, diagnósticos y plan de tratamiento.

Cada tabla incluye campos clave como:

- ID único (AUTO_INCREMENT)
- Timestamps de creación y actualización (created_at, updated_at)
- Claves foráneas que relacionan pacientes, citas y tratamientos

La arquitectura se diseñó preparada para futuras expansiones, como la incorporación de múltiples profesionales de fisioterapia, historiales clínicos más detallados por paciente y la integración con servicios externos de notificación.

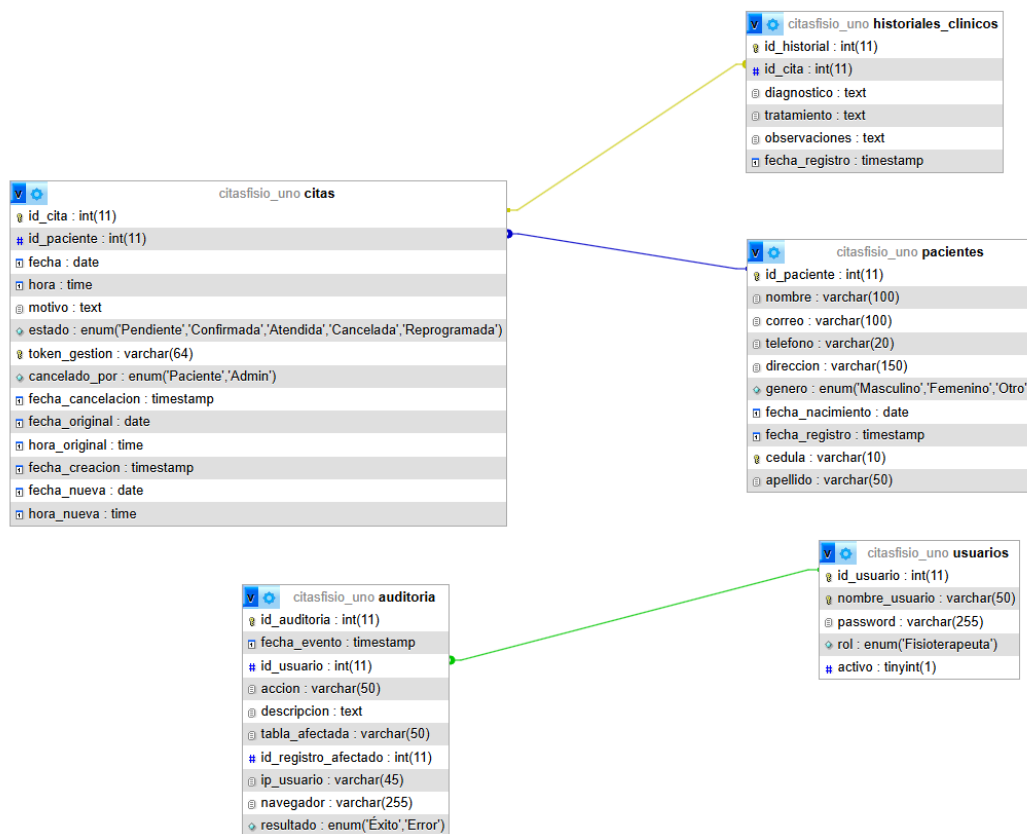


Figura 29. Modelo Entidad-Relación

Nota. El diagrama representa la estructura relacional diseñada bajo los principios de diseño simple de XP, mostrando las entidades principales del sistema y sus relaciones. Elaboración propia (2025).

4.2.2.4. Fase de Codificación

La fase de codificación se desarrolló aplicando las prácticas técnicas fundamentales de Programación Extrema (XP), orientadas a garantizar la calidad del software, la simplicidad del diseño y la evolución continua del código.

En primer lugar, se aplicó Desarrollo Guiado por Pruebas (TDD) para los componentes críticos del sistema, especialmente las reglas de disponibilidad de citas, la validación del token de reprogramación y los procesos de registro y actualización de datos clínicos. Esta práctica permitió escribir pruebas antes de desarrollar la funcionalidad, asegurando comportamientos correctos y facilitando la posterior refactorización del código.

La integración frecuente se convirtió en una práctica constante: cada avance funcional se integró al repositorio del sistema y fue sometido inmediatamente a

pruebas de funcionamiento. Esta estrategia redujo riesgos de incompatibilidad, evitó acumulación de errores y garantizó que el sistema permaneciera operativo en cada iteración XP.

La refactorización continua fue aplicada de forma sistemática para mejorar la estructura interna del código sin alterar su comportamiento externo. Este proceso incluyó la optimización de consultas SQL, la estandarización de funciones y la reorganización de archivos y componentes para mantener una arquitectura ordenada, clara y sostenible.

Siguiendo los principios XP de simplicidad del diseño, cada módulo se implementó utilizando la solución más simple que resolviera el requerimiento, evitando crear complejidad innecesaria. Asimismo, aunque el proyecto fue desarrollado por una sola persona, se aplicó el principio de propiedad colectiva del código, estableciendo estándares de codificación, comentando adecuadamente las funciones y manteniendo documentación técnica viva para facilitar futuras mejoras.

Finalmente, en cada iteración se realizaron pruebas constantes, incluyendo validaciones funcionales manuales y verificaciones de usabilidad, lo cual permitió garantizar la estabilidad del sistema y su adecuado desempeño en diferentes dispositivos.

Este enfoque XP permitió construir un sistema sólido, mantenible y alineado a los principios de ingeniería de software ágil, asegurando calidad técnica en cada incremento funcional entregado.

4.2.2.5. Resumen de Iteraciones

Tabla 6. Resumen de iteraciones XP del desarrollo

Iteraciones XP				
Iteración XP	Historias de Usuario abordadas	Funcionalidad entregada	Prácticas XP aplicadas	Criterios de aceptación validados
Iteración 1	HU1: Registrar pacientes. HU2: Diseñar estructura inicial del sistema.	Diseño de la base de datos y estructura inicial del sistema (modelo entidad-relación, conexión y CRUD base).	Diseño simple, metáfora del sistema, estándares de código.	La base de datos debe permitir registrar, editar y consultar pacientes sin errores.
Iteración 2	HU3: Registrar nuevos pacientes mediante formulario web.	Módulo completo de registro de pacientes, validaciones y persistencia.	Programación incremental, TDD inicial, refactorización ligera.	El sistema valida campos obligatorios y almacena registros correctamente.
Iteración 3	HU4: Agendar citas en	Módulo de programación y	TDD para reglas de disponibilidad,	El sistema permite agendar con token y

	intervalos de tiempo definidos.	gestión de citas (reglas de disponibilidad, intervalos, token).	integración frecuente, refactorización.	bloquea intervalos llenos o no válidos.
Iteración 4	HU5: Registrar tratamientos y generar reportes.	Módulo de seguimiento de tratamientos, reportes por paciente y reportes mensuales.	Integración frecuente, refactorización continua, propiedad colectiva del código.	Los reportes generan información precisa sobre asistencia, no-shows y progresos.
Iteración 5	HU6: Validar sistema con el usuario final.	Pruebas de sistema, pruebas de aceptación y validación con la fisioterapeuta (cliente in situ).	Pruebas de aceptación, ritmo sostenible, feedback inmediato del cliente.	El usuario valida que el flujo completo es funcional, usable y libre de errores críticos.

Cada iteración XP terminó con un incremento funcional validado mediante pruebas de aceptación y retroalimentación del usuario, aplicando TDD, integración frecuente y refactorización.

4.3. DISCUSIÓN

El desarrollo del sistema web para la gestión de citas y tratamientos en el consultorio de fisioterapia FT. Cristina Almeida permitió evidenciar una serie de hallazgos que dialogan directamente con los antecedentes revisados. Tal como señalaron Flores (2023), Martínez et al. (2023) y Caba (2023), los procesos manuales en centros de salud generan errores de registro, demoras operativas, baja disponibilidad de información clínica y dificultades para organizar agendas. En el caso específico del consultorio analizado, la entrevista inicial confirmó exactamente estos problemas: las citas se gestionaban en cuadernos, la información clínica se dispersaba, la profesional debía realizar doble trabajo para controlar horarios y los pacientes dependían de la disponibilidad presencial o mensajes informales para reservar.

En concordancia con los antecedentes, donde se demostró que la digitalización mejora la puntualidad, la trazabilidad y la atención al paciente (Martínez et al., 2023; Campos, 2023), los resultados de este trabajo reflejan esa misma tendencia. La implementación del sistema PHP–MySQL no solo agilizó el proceso de registro y reserva, sino que permitió integrar en una sola plataforma módulos de pacientes, agendamiento y seguimiento terapéutico, superando incluso las soluciones de otros estudios que se limitaron únicamente al agendamiento o a la historia clínica aislada.

Además, investigaciones como las de Castillo (2023) y Armas y Porras (2023) evidenciaron que la automatización reduce significativamente los tiempos de atención y mejora la calidad del servicio. Los usuarios de este proyecto reportaron

una experiencia muy similar, pues la encuesta de usabilidad basada en ISO/IEC 25022 mostró niveles del 100 % de satisfacción en efectividad, eficiencia, navegabilidad y claridad visual. Este nivel de aceptación coincide con los hallazgos de Bonifacio et al. (2023), quienes destacaron que la organización de la información, las interfaces intuitivas y los recordatorios automáticos fortalecen la adherencia del paciente y disminuyen las ausencias. En nuestro caso, aunque el sistema aún no incorpora recordatorios automáticos, la estructura está preparada para integrar esta funcionalidad y los usuarios señalaron que la considerarían “muy útil”, lo que refuerza la pertinencia de continuar ampliando el sistema.

Asimismo, en varios antecedentes se evidencia la necesidad de contar con sistemas seguros, especialmente cuando se manejan datos clínicos (Romero & Pillasagua, 2024). El presente proyecto confirma esta preocupación, ya que uno de los temores frecuentes de los pacientes fue la privacidad de sus datos. La percepción del 100 % de seguridad por parte de los usuarios del sistema implementado demuestra que las prácticas aplicadas —validación de datos, sesiones protegidas y cifrado en tránsito— fueron efectivas y responden a las recomendaciones planteadas por la literatura y por las normas ISO/IEC 25010 y 25022.

Algo significativo en esta investigación es que, a diferencia de algunos estudios revisados donde los sistemas finales aún tenían limitaciones o una disponibilidad insatisfactoria (como el 55.35 % de integridad reportado por Flores, 2023), el sistema desarrollado para este TIC mostró un funcionamiento estable, una navegación coherente y una adopción inmediata por parte de los usuarios, lo que indica que las decisiones de diseño y arquitectura —incluida la adopción de Scrum como metodología— fueron acertadas. De hecho, la evidencia de Campos (2023) y Armas y Porras (2023) sugiere que las metodologías ágiles permiten ajustar funcionalidades de forma progresiva, algo que se replicó exitosamente en este proyecto con revisiones constantes junto a la profesional.

En conjunto, la discusión revela que este trabajo no solo confirma lo planteado en estudios anteriores —la digitalización mejora la eficiencia y reduce fallas del proceso manual—, sino que también amplía el alcance observado en investigaciones similares, al integrar estándares internacionales de calidad, una arquitectura escalable y una validación exhaustiva basada en ISO/IEC 25022. Esto posiciona al sistema como una solución madura, robusta y replicable en otros consultorios de fisioterapia o especialidades similares. En síntesis, los resultados de este proyecto

coinciden con las tendencias identificadas en la literatura, fortalecen la evidencia sobre los beneficios de la informatización de procesos clínicos y demuestran que un sistema web bien diseñado puede transformar significativamente la gestión operativa y la experiencia del paciente.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El presente Trabajo de Integración Curricular cumplió el objetivo general de desarrollar un sistema informático para la gestión de citas, tratamientos y registros clínicos en el consultorio de fisioterapia FT. Cristina Almeida, aplicando la metodología ágil Programación Extrema (XP), la cual permitió un avance incrementado, flexible y altamente orientado a la calidad del código.

En función del primer objetivo específico, el análisis teórico evidenció que XP —al integrar prácticas como desarrollo incremental, pruebas continuas, simplicidad del diseño y retroalimentación constante del usuario— es adecuado para proyectos de pequeña escala con requerimientos variables y necesidad de entregas frecuentes. Asimismo, la revisión de literatura y antecedentes confirmó que la digitalización en entornos clínicos mejora la continuidad terapéutica, reduce tiempos de espera y aumenta la precisión del registro clínico, elementos que guiaron la fundamentación de este proyecto.

Respecto al segundo objetivo específico, la identificación y evaluación de tecnologías —PHP 8, MySQL, Bootstrap 5 y AlwaysData— demostraron su pertinencia para implementar un sistema ligero, seguro y de fácil mantenimiento. Estas herramientas se alinean con los principios de XP al facilitar refactorizaciones constantes, pruebas rápidas y despliegues continuos en un entorno real de uso.

En relación con el tercer objetivo específico, se diseñó e implementó un sistema informático funcional que optimiza la gestión de citas, la administración de pacientes y la organización de los tratamientos. Las iteraciones cortas y la retroalimentación directa de la fisioterapeuta permitieron ajustar el producto en cada ciclo, garantizando una solución alineada a las necesidades reales del consultorio. La validación con 27 usuarios finales, mediante una encuesta basada en ISO/IEC 25022 e ISO/IEC 25010, mostró un 100% de satisfacción en efectividad, eficiencia, usabilidad, navegabilidad y percepción de seguridad, confirmando que el sistema cumple los requisitos planteados.

En conjunto, se concluye que la aplicación de XP permitió un desarrollo más controlado, adaptable y centrado en el usuario, y que el sistema resultante constituye una solución robusta, escalable y replicable para otros consultorios de fisioterapia que aún trabajan con procesos manuales.

5.2. RECOMENDACIONES

Como recomendaciones se podría aportar 6 recomendaciones claves para futuras investigaciones o mejoras del sistema informático.

1. Profundizar en la aplicación de metodologías ágiles específicas para contextos clínicos.
Se recomienda que futuras investigaciones analicen comparativamente la Programación Extrema (XP) con otras metodologías ágiles orientadas a equipos pequeños (p. ej., Crystal Clear) para determinar cuál ofrece mayor eficiencia en proyectos de salud ambulatoria. Este estudio permitiría fortalecer el cuerpo metodológico aplicado al desarrollo de software sanitario de bajo presupuesto.
2. Ampliar el alcance de las métricas ISO/IEC 25010 y 25022.
Para versiones futuras del sistema, se sugiere incorporar métricas adicionales como accesibilidad, adecuación funcional avanzada, seguridad basada en riesgos y protección de datos personales, lo cual permitiría generar series longitudinales y enriquecer la evaluación técnica del desempeño del sistema en contextos reales.
3. Incorporar análisis más robustos de usabilidad y experiencia de usuario.
Se recomienda complementar las encuestas con técnicas especializadas como pruebas de tareas con time-on-task, análisis heurístico de Nielsen, mapas de calor o pruebas A/B, lo que permitirá detectar patrones de comportamiento que no emergen únicamente mediante encuestas.
4. Profundizar en estudios de impacto clínico y operativo.
Futuras investigaciones podrían evaluar la influencia de sistemas similares sobre indicadores clínicos reales: reducción del ausentismo, tiempo efectivo de atención, adherencia al tratamiento, satisfacción del paciente y carga administrativa. Esto generaría evidencia empírica más sólida para validar el aporte del software en la práctica fisioterapéutica.
5. Explorar tecnologías alternativas para nuevas versiones del sistema.
Se sugiere analizar el uso de frameworks modernos como Laravel, Django o

Node.js, así como arquitecturas escalables basadas en componentes, que permitan soportar teleconsulta, múltiples profesionales y mayor volumen de datos. Estos estudios pueden comparar rendimiento, seguridad y mantenibilidad con la solución XP actual.

6. Profundizar en el análisis del dominio clínico y la ingeniería de requisitos. Se recomienda que próximos trabajos pongan mayor énfasis en técnicas de levantamiento de requisitos clínicos, como observación contextual, análisis de tareas y entrevistas cognitivas. Esto permitiría una comprensión más profunda de procesos fisioterapéuticos y enriquecería la calidad del diseño del software.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armas, D., & Porras, R. (2023). Implementación de un sistema informático de escritorio para la gestión de historia clínica y citas médicas. *Revista de Tecnología en Salud*, 15(2), 45-58.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2021). Ley Orgánica de Protección de Datos Personales.
- Beck, K. (2000). *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison-Wesley.
- Beck, K. (2004). *Extreme Programming Explained: Embrace Change* (2nd ed.). Addison-Wesley.
- Bonifacio Vásquez, M. N., Ramos De Angel, A. R., & Villalta Castillo, K. A. (2023). Implementación del sistema informático SYSODIC en una clínica odontológica. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 7(4), 45–62. <https://doi.org/10.26820/recimundo/7.4.2023.45-62>
- Bouraqadi, N., Kessaci, Y., & Fabresse, L. (2018). Test-driven development for portable JavaScript applications. *Proceedings of the 13th International Conference on Software Technologies*, 1–12.
- Caba, K. M. (2023). Desarrollo de una aplicación web para la gestión de historias clínicas veterinarias. *Revista Científica de Innovación Tecnológica*, 10(1), 35–52. <https://doi.org/10.35622/j.rcti.2023.01.003>
- Campos, L. (2023). Sistema web para gestión odontológica: Aplicación en el Centro Odontológico Gardent's. *Revista de Sistemas Informáticos*, 9(2), 89-97.
- Castillo, M. (2023). Mejora de la gestión de citas médicas mediante un sistema informático. *Revista Peruana de Salud Digital*, 10(1), 30-42.
- Castillo, R. H. (2023). Impacto de un sistema informático en la gestión de citas médicas. *Revista de Ciencias de la Salud*, 21(2), 101–117. <https://doi.org/10.15332/rcsalud.v21i2.3123>
- Chadha, R., Shah, M., & Hinton, K. (2018). Architectural approaches for optimising JavaScript execution in web applications. *Journal of Web Engineering*, 17(5–6), 421–443.
- CEPAL. (2023). *Brechas digitales en América Latina y el Caribe*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/48943>
- Chapple, M., & Seidl, D. (2018). *CompTIA Security+ Study Guide: Exam SY0-501*. John Duckett, J. (2014). *HTML and CSS: Design and build websites*. Wiley.
- Elmasri, R., & Navathe, S. B. (2017). *Fundamentals of database systems* (7th ed.). Pearson.Wiley & Sons.


- Díaz, L., Martínez, P., & Rojas, C. (2021). Digitalización en clínicas de rehabilitación física: estado actual y desafíos. *Revista Colombiana de Rehabilitación*, 20(2), 115–126. <https://doi.org/10.30788/RevColReh.v20.n2.2021.615>
- Flores, C. A. (2023). Diseño e implementación de una aplicación web para la gestión de citas médicas e historiales clínicos. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Flores, J. (2023). Desarrollo de un sistema web para la gestión de citas e historias clínicas en un centro médico. *Revista de Innovación Médica*, 12(4), 55-70.
- French, A. M. (2011). The Web development life-cycle: A new methodology for developing web applications. *Journal of Internet Commerce*, 10(1), 109–131.
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1995). *Design patterns: Elements of reusable object-oriented software*. Addison-Wesley.
- García, A., & López, M. (2019). Sistemas de información en instituciones de salud. *Revista de Tecnología en Salud*, 17(2), 123–130.
- García, J., & Castillo, M. (2019). Sistemas de información en fisioterapia en América Latina: limitaciones y oportunidades. *FESI Journal*, 12(2), 45–58. <https://doi.org/10.22201/fesi.2007158xe.2019.2.155>
- Garzotto, F., Paolini, P., & Schwabe, D. (1993). HDM—A model-based approach to hypertext application design. *ACM Transactions on Information Systems*, 11(1), 1–26.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos – INEC. (2022). Proyección de población por cantón 2022-2025. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- Isakowitz, T., Stohr, E. A., & Balasubramanian, P. (1995). RMM: A methodology for structured hypermedia design. *Communications of the ACM*, 38(8), 34–44.
- ISO/IEC. (2022). ISO/IEC 27001:2022 – Information security, cybersecurity and privacy protection.
- Jiménez, R., & Gómez, L. (2018). Gestión administrativa en consultorios médicos. *Revista de Ciencias Administrativas*, 15(1), 88–95.
- Kaur, G., Singh, J., & Singh, H. (2023). Effort estimation for web projects using machine learning techniques. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(2), 121–129.
- Kearney-Volpe, C. (2023). Inclusive web development pedagogy: Designing for screen-reader users. *Journal of Computing in Higher Education*, 35(3), 641–661.
- Kumar, S., & Aldrich, K. (2022). Overcoming barriers to electronic medical record implementation in the US healthcare system: A comparative study. *Health Policy and Technology*, 11(2), 100634. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2022.100634>
- Labib, A. (2009). Integrating graphical user interface design in agile web development. *International Journal of Web Engineering*, 8(2), 101–118.

- Lerdorf, R., Suraski, Z., & Gutmans, A. (2020). PHP Manual. The PHP Group.
- Martínez, J., & Pérez, D. (2017). Automatización de procesos en clínicas de fisioterapia. *Revista Iberoamericana de Tecnología Médica*, 9(3), 101–110.
- Martínez, P., Luciano, M., Osorio, R., García, N., & Pérez, F. (2023). Módulo de citas médicas con Calendly: Estudio de caso en clínica de bienestar. *Revista Latinoamericana de Tecnología y Salud*, 11(3), 25-36.
- Mendes, E., Mosley, N., & Counsell, S. (2002). Measuring web project size to predict effort: A comparison of two metrics. *Information and Software Technology*, 44(4), 45–53.
- Mertens, D. M. (2010). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. SAGE Publications.
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2020). *Política Nacional de Salud Digital*. <https://www.salud.gob.ec/salud-digital/>
- Monteiro, M. (2025). NoCodeGPT: Generative AI for citizen web development. *Software, Practice and Experience*, 55(1), 44–62.
- Muthumanikandan, P., Al-Muhtadi, J., & Weerasinghe, P. (2024). Deep model-driven development for automated web code generation. *Applied Sciences*, 14(2), 1–18.
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Estrategia global sobre salud digital 2020–2025. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). *Global strategy on digital health 2020–2025*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/336321>
- Organización Panamericana de la Salud. (2018). *Transformación digital de los sistemas de salud*. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/49543>
- Pressman, R. S. (2018). *Ingeniería del software: Un enfoque práctico* (8ª ed.). McGraw-Hill.
- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Ramírez, C., & Torres, P. (2021). Implementación de sistemas de información clínica en fisioterapia. *Revista Ecuatoriana de Ciencias de la Salud*, 5(1), 35–42.
- Robledo, S., Valencia, L., Zuluaga, M., Arbelaez Echeverri, O., & Arboleda Valencia, J. W. (2024). tosr: Create the Tree of Science from WoS and Scopus. *Journal of Scientometric Research*, 13(2), 85–93.
- Romero, C., & Pillasagua, J. (2024). Sistema informático para el control de historias clínicas en un consultorio odontológico. *Revista Científica de Ciencias de la Salud*, 15(1), 75–91. <https://doi.org/10.35622/j.rcsalud.2024.01.007>


- Silva, A., Molina, R., & Vega, F. (2020). Sistemas web aplicados a la gestión hospitalaria. *Revista Latinoamericana de Informática Médica*, 12(4), 45–52.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*.
- Sheikh A, Sood HS, Bates DW. Leveraging health information technology to achieve the "triple aim" of healthcare reform. *J Am Med Inform Assoc*. 2015 Jul;22(4):849-56. doi: 10.1093/jamia/ocv022. Epub 2015 Apr 15. PMID: 25882032; PMCID: PMC5009900.
- Smutny, P., & Schreiber, J. (2024). Chatbot architectures leveraging large language models for rapid web prototype generation. *Information Systems Frontiers*, 26(1), 57–72.
- Caragliu, A., Del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 65–82. <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- ISO. (2023). ISO/IEC 25010: Systems and software engineering — SQuaRE — Product quality model. <https://www.iso.org/standard/78176.html>
- ISO. (2019). ISO 37122: Sustainable cities and communities — Indicators for smart cities. <https://www.iso.org/standard/69050.html>
- Kheirkhah, P., Feng, Q., Travis, L. M., Tavakoli-Tabasi, S., & Sharafkhaneh, A. (2016). Prevalence, predictors and economic consequences of no-shows. *BMC Health Services Research*, 16, 13. <https://doi.org/10.1186/s12913-015-1243-z>
- OWASP Foundation. (2021). OWASP Top 10: 2021. <https://owasp.org/Top10/>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view (UTAUT). *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- World Health Organization. (2021). Global strategy on digital health 2020–2025. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924>

VII. ANEXOS

ANEXO 1. Rubrica



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE COMPUTACIÓN
RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDENSA DEL
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR CON ENFOQUE EN INVESTIGACIÓN



ESTUDIANTE:	MERA RODRIGUEZ WILLINGTON DANIEL	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0450021944
PERIODO ACADÉMICO:	2025B	FECHA:	24 de octubre de 2025
PRESIDENTE TRIBUNAL:	MSC. GEORGINA GUADALUPE ARCOS PONCE	DOCENTE TUTOR:	MSC. STALIN VANTROY JIMÉNEZ CÁRDENAS
DOCENTE:	MSC. CARLOS ALBERTO GUANO CÁRDENAS	ASALA:	108 EDIFICIO DE AULAS: 4
TEMA DEL T.C.:	"Sistema informático para gestionar citas y tratamientos en pacientes de fisioterapia"		

No.	CATEGORÍA	CRITERIO ÓPTIMO DE EVALUACIÓN	PRESIDENTE TRIBUNAL	DOCENTE TUTOR	DOCENTE	
SUSTENTACIÓN ORAL	1	PROBLEMA - OBJETIVOS	Se expone el planteamiento, formulación y justificación, los objetivos son expuestos como estándares para alcanzar el objetivo general; las preguntas de investigación aportan a entender lo que se quiere investigar y son coherentes con los objetivos.	7	10	7
	2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	Se univoca de referencia para el desarrollo e interpretación de los resultados de la investigación. Los antecedentes investigados incluyen tienen relación con el tema planteado.	9	10	9
	3	METODOLOGÍA	El estudiante explicó el enfoque de la investigación de manera rigurosa al análisis estadístico, la población, muestra, técnicas e instrumentos presentados, permitiendo entender que el informe es consistente en resultados y discusión.	6	10	6
	4	RESULTADOS	Se analizó la relación entre los variables de manera cualitativa, cuantitativa y fueron representativas a la profesión. Expuso gráficos, figuras, tablas de frecuencia y contingencia coherentes y de acuerdo a la metodología de investigación. Los datos fueron presentados de forma clara y efectiva a lo observado y no se hizo interpretaciones.	4	10	4
	5	DISCUSIÓN	La discusión expuesta y defendida establece la relación de los objetivos propuestos, con los antecedentes de la investigación y el tema.	8	10	8
	6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	Las conclusiones y recomendaciones expuestas, son claras, concisas y acordes a los objetivos y resultados de la investigación.	7	10	7
	7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	El estudiante demostró conocimiento y seguridad del objeto de estudio, relación conceptos y temas. El vocabulario utilizado fue acorde a la terminología de la profesión con un volumen de voz adecuado. Hizo un uso correcto del tiempo, utilizó recursos didácticos apropiados.	9	10	9
PROMEDIO SOBRE SIETE				5.80		
DOCUMENTO ESCRITO	8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	El formato, la organización de contenidos, redacción, uso de gramática y ortografía, aplicación de normas de citas y referencias cumplen con el formato de la UPIC.	7	10	7
	PROMEDIO SOBRE TRES				2.40	
			8.20			

De la aprobación de la pre defensa del Informe final de T.C. - El estudiante deberá obtener una nota mínima de 7/10; al finalizar el proceso de pre-defensa se procederá a levantar el acta correspondiente. En el caso de aprobar con observaciones el estudiante deberá adjuntar el Informe final de cumplimiento de observaciones y recomendaciones emitido por el Tribunal previo a la defensa final en un término máximo de 10 días.
 Art. 67.- De la no aprobación de la pre defensa del T.C. - Si el estudiante no aprueba la pre defensa tendrá un término de 30 días para realizar las correcciones y presentarse por una sola ocasión o una segunda pre defensa, para ello entregará la solicitud dirigida a la Dirección de Carrera. Si el estudiante en la pre defensa adicional no alcanzara la nota establecida para su aprobación, deberá solicitar por una sola ocasión el cambio de opción de titulación.



MSC. GEORGINA GUADALUPE ARCOS PONCE
PRESIDENTE TRIBUNAL



MSC. STALIN VANTROY JIMÉNEZ CÁRDENAS
DOCENTE TUTOR



MSC. CARLOS ALBERTO GUANO CÁRDENAS
DOCENTE

ANEXO 2. Acta de sustentación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE COMPUTACIÓN

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN ORAL DE LA PREDENSA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR CON ENFOQUE EN INVESTIGACIÓN

ESTUDIANTE:	MERA RODRIGUEZ WILLINGTON DANIEL	CÉDULA DE IDENTIDAD:	0450021944
PERIODO ACADÉMICO:	2025B		
PRESIDENTE TRIBUNAL:	MSC. GEORGINA GUADALUPE ARCOS PONCE	DOCENTE TUTOR:	MSC. STALIN VANTROY JIMÉNEZ CARDENAS
DOCENTE:	MSC. CARLOS ALBERTO GUANO CARDENAS		
TEMA DEL TIC:	"Sistema informático para gestionar citas y tratamientos en pacientes de fisioterapia"		
No.	CATEGORÍA	Evaluación cuantitativa	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES
1	PROBLEMA - OBJETIVOS	8,00	No se evidencia el resumen del informe, la introducción está inconclusa, reestructurar los objetivos específicos
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9,33	Organizar la información en base a los variables de estudio
3	METODOLOGÍA	7,33	Mejorar el análisis de las encuestas, analizar si la metodología SCRUM es la adecuada para el proyecto, evidenciar el cumplimiento establecido por la metodología al igual que los normas ISO que se toman como referencia
4	RESULTADOS	7,33	Incluir el proceso de auditoría y análisis de seguridad
5	DISCUSIÓN	8,67	Hacer una comparativa en base a los antecedentes
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8,00	Profundidad técnica en las conclusiones y recomendaciones
7	DEFENSA, ARGUMENTACIÓN Y VOCABULARIO PROFESIONAL	9,33	Ajustarse a los tiempos establecidos
8	FORMATO, ORGANIZACIÓN Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	8,00	Revisar normas APA, redacción, ortografía y formato del informe.

Obteniendo una nota de: 8,20 Por lo tanto, **APRUEBA** ; debiendo el o los investigadores acotar el siguiente artículo:

Art. 66.- De la aprobación de la pre defensa del informe final de TIC.- El estudiante deberá obtener una nota mínima de 7/10; al finalizar el proceso de pre-defensa se procederá a levantar el acta correspondiente. En el caso de aprobar con observaciones el estudiante deberá adjuntar el informe final de cumplimiento de observaciones y recomendaciones emitido por el Tribunal previo a la defensa final en un término máximo de 10 días.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el viernes, 24 de octubre de 2025

MSC. GEORGINA GUADALUPE ARCOS PONCE
PRESIDENTE TRIBUNAL

MSC. STALIN VANTROY JIMÉNEZ CARDENAS
DOCENTE TUTOR

MSC. CARLOS ALBERTO GUANO CARDENAS
DOCENTE

ANEXO 3. Certificado de Abstrac



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FOREIGN
AND NATIVE LANGUAGES CENTER

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Willington Daniel Mera Rodriguez				
DATE: Martes, 25 de noviembre de 2025				
Topic: "Sistema informático para gestionar citas y tratamientos en pacientes de fisioterapia."				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
De	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



Tulcán, 24 de octubre del 2025

CONSTANCIA DE CONFORMIDAD

Yo, Lic. Cristina Almeida, fisioterapeuta responsable del consultorio FT. Cristina Almeida kinesiología y fisioterapia ubicado en la ciudad de Tulcán, dejo constancia de que he recibido y utilizado el Sistema Informático para la Gestión de Citas en Pacientes de Fisioterapia, desarrollado por el Ing. Cursante Daniel Mera.

Manifiesto que el sistema cumple satisfactoriamente con las funcionalidades propuestas, permitiendo una gestión eficiente de las citas, pacientes y tratamientos, optimizando los procesos administrativos y mejorando la atención a los usuarios del consultorio.

Declaro estar totalmente satisfecha con el funcionamiento, diseño y resultados del sistema, por lo cual extendo la presente constancia para los fines que el desarrollador considere pertinentes.

Lic. Cristina L. Almeida B.
FISIOTERAPEUTA
RUC.: 0401433511001

Lic. Cristina Almeida
Fisioterapeuta

ANEXO 5. Acceso al sistema por QR

