

UNIVERSIDAD CENTRAL

VICERRECTORÍA ACADÉMICA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**TEMA DE LA INVESTIGACIÓN: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE
UN SISTEMA DE CITAS PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA GESTIÓN DE
PACIENTES EN LA CLÍNICA DRS. RODRÍGUEZ**

**MODALIDAD DE TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE BACHILLERATO
EN INGENIERÍA EN INFORMÁTICA**

ELABORADO POR

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: LUCÍA MARÍA RODRÍGUEZ MADRIZ

TUTOR:

MAURICIO RIVERA VILLALOBOS

SEDE CENTRAL

NOVIEMBRE, 2024

Dedicatoria

A mis padres, quienes han sido la base sólida sobre la que he construido cada logro y el ejemplo constante de perseverancia y dedicación que me ha guiado en cada momento importante de mi vida. Desde muy joven, ustedes me enseñaron la importancia del trabajo bien hecho, del esfuerzo constante y del valor de mantener siempre la integridad en cada acción. Sin ese ejemplo y sin sus valores, este proyecto no habría sido posible.

A lo largo de este camino, su apoyo ha sido constante e incondicional. Han estado presentes en cada etapa, brindándome no solo recursos, sino también, el impulso necesario para no desfallecer en los momentos de mayor dificultad. Cada vez que dudé, ustedes estaban ahí, recordándome el propósito de este esfuerzo y brindándome la confianza que necesitaba para seguir adelante. Su dedicación y sus consejos me enseñaron a apreciar los desafíos y a entender que el aprendizaje y el crecimiento requieren sacrificios y tenacidad.

Esta tesis representa no solo el resultado de años de estudio, también la culminación de una etapa que ustedes han hecho posible con su presencia y su apoyo. Si hoy llego a esta meta es gracias a los valores que me inculcaron y al respaldo que siempre he encontrado en ustedes. Con esta dedicatoria quiero expresar mi gratitud por ser mi pilar y mi motivación constante. Este logro es tan suyo como mío y es una muestra del impacto que sus enseñanzas han tenido en mi vida.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero expresar mi sincero agradecimiento al Mtro. Mauricio Rivera Villalobos, tutor de este proyecto, por su guía constante, su paciencia y su profesionalismo a lo largo de este proceso. Su compromiso y disposición para acompañarme en cada etapa de esta investigación han sido fundamentales para que pudiera concluir este trabajo de la mejor manera posible. Gracias, profesor, por sus consejos, por su generosidad y por el tiempo dedicado, que han sido un impulso en los momentos en que más lo necesitaba.

A la Universidad Central y a todos mis profesores, quienes, con su dedicación y pasión por la enseñanza, me han dado una perspectiva sólida y realista de la carrera y del campo profesional. Su formación ha sido decisiva para mi crecimiento personal y profesional. Gracias por brindarme conocimientos, pero, sobre todo, por inculcarme el sentido de responsabilidad y de compromiso con el trabajo que realizamos. Cada uno de ustedes dejó una huella significativa en mi trayectoria, y espero que esta tesis sea una prueba de la calidad y el valor de su enseñanza.

También quiero agradecer a mis compañeros y amigos, quienes, en medio de sus propios desafíos, no dudaron en brindarme su apoyo, consejos y ánimo. Gracias por ser parte de este camino, por compartir experiencias, alegrías y hasta los momentos difíciles que nos hicieron crecer y aprender juntos.

Finalmente, a todos aquellos que, de una manera u otra han contribuido y apoyado este proceso, mi más sincero agradecimiento. Este trabajo es posible gracias al esfuerzo compartido de todos los que me han acompañado en este camino.

Resumen Ejecutivo

La presente tesis desarrolla un sistema automatizado de gestión de citas odontológicas para la Clínica Drs. Rodríguez, una institución con más de 50 años en el ámbito odontológico, situada en Alajuela. El objetivo principal es optimizar la organización y eficiencia en la programación de citas, abordando las limitaciones del sistema manual actual que genera sobrecarga de trabajo y tiempos de espera prolongados, afectando la calidad de servicio y satisfacción del paciente.

El estudio inicia a partir de un análisis exhaustivo de las necesidades de la clínica, proponiendo una solución tecnológica que incluye metodologías ágiles como Scrum para el desarrollo iterativo y tecnologías específicas como Python para el backend y SQL Server o MySQL para la base de datos. Este sistema permitirá a los pacientes agendar y gestionar sus citas de forma autónoma, mientras que el personal administrativo podrá reducir significativamente el tiempo empleado en tareas operativas.

La implementación del sistema abarca funcionalidades claves, tales como la programación de citas, gestión de la disponibilidad de los dentistas y el envío de recordatorios automáticos. Además, se incluye un módulo de seguridad que garantiza la protección de los datos personales y médicos de los pacientes, cumpliendo con normativas de privacidad. En cuanto al tema de la facturación, el sistema facilita la generación automática de facturas y recordatorios de pago, mejorando la transparencia y eficiencia en el manejo financiero.

A nivel de factibilidad, el proyecto se evaluó desde los ámbitos técnico, operativo y económico, resultando viable en términos de costos de desarrollo, mantenimiento y capacitación. Se estima que la inversión inicial y los costos operativos se amortizarán en un periodo de dos a tres años, gracias a los beneficios en productividad y satisfacción del cliente. Para mitigar posibles

riesgos, se estableció una matriz de riesgo que incluye medidas para asegurar la continuidad y seguridad del sistema.

En conclusión, este sistema automatizado representa un avance significativo hacia la modernización de los procesos de la Clínica Drs. Rodríguez, mejorando la experiencia del paciente y la eficiencia operativa, al tiempo que permite a la clínica mantener su enfoque de atención personalizada y accesible.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	1
1.1 Problema y su Importancia	2
1.2 Planteamiento Del Problema.....	2
1.3 Pregunta De Investigación	3
1.4 Antecedentes	4
1.4.2 Antecedentes Nacionales.....	6
1.4 Objetivos	8
1.4.1 Objetivo General	8
1.4.2 Objetivos Específicos.....	9
1.5 Alcances	10
1.5.1 Proyecciones	10
1.5.2 Limitaciones.....	11
CAPÍTULO II	12
2.1 Historia y Evolución	13
2.2 Visión	13
2.3 Misión	14
2.4 Metodología y Tecnologías Utilizadas.....	14
2.4.1 Metodologías Ágiles	14
2.4.2 Tecnologías Específicas	16
CAPÍTULO III.....	19
3.1 Enfoque de la Investigación.....	20
3.2 Metodología de Desarrollo	20
3.2.1 Descripción de Scrum	20
3.2.2 Roles en el Equipo Scrum.....	21
3.2.3 Proceso de Desarrollo	22
3.3 Tecnologías a Usar en el Desarrollo.....	23
3.3.1 Python	24
3.3.2 Visual Studio	24
3.3.3 SQL Server / MySQL.....	25
3.3.4 Frontend: React	26
3.4 Análisis de Costos	27
3.4.1 Costos de Desarrollo	27

3.4.2 Costos de Infraestructura Tecnológica	28
3.4.3 Costos de Capacitación	28
3.4.4 Costos de Mantenimiento.....	29
3.5 Técnicas para la Recolección de la Información.....	29
3.5.1 Entrevistas.....	30
3.6 Casos de Uso.....	32
3.6.1 Actores	32
3.7 Establecimiento de Requerimientos.....	35
3.7.1 Clasificación de Requerimientos	36
3.8 Diagramas de Secuencia	40
3.9 Descripción de cada Caso de Uso	41
3.9.1 Caso de uso 1: Registro de paciente.....	41
3.9.2 Caso de uso 2: Inicio de sesión	43
3.9.3 Caso de uso 3: Programación de cita	46
3.9.4 Caso de uso 4: Modificación o cancelación de cita (3).....	48
3.9.5 Caso de uso 5: Visualización de citas programadas.....	50
3.9.6 Caso de uso 6: Envío de recordatorios automáticos.....	51
3.9.7 Caso de uso 7: Gestión de la disponibilidad de dentistas.....	54
3.9.8 Caso de uso 8: Generación de reportes de citas	55
3.9.9 Caso de uso 9: Registro de seguimiento de tratamientos	57
3.9.10 Caso de uso 10: Gestión de pacientes	59
3.9.12 Caso de uso 12: Auditoría de datos	63
3.10 Arquitectura del Sistema	65
3.10.1 Componentes del Sistema.....	66
3.11 Base de Datos.....	69
3.11.1 Diagrama de la Base de Datos (DB)	69
3.11.2 Llaves Primarias.....	71
3.11.3 Tablas	72
3.11.4 Diccionario de Datos.....	76
3.12 Módulos del Sistema.....	82
3.12.1 Módulo de Gestión de Citas.....	82
3.12.2 Módulo de Seguridad.....	83
3.12.3 Módulo de Reportes	84

3.12.4 Módulo de Mantenimiento.....	85
3.12.5 Módulo de Facturación	85
3.12.6 Módulo de Tratamientos	86
3.12.7 Módulo de Auditoría (Bitácora).....	86
3.12.8 Módulo de Comunicación.....	86
3.13 Diseño de Pantallas del Sistema.....	87
3.13.1 Pantalla de Registro	87
3.12.2 Pantalla de Inicio de Sesión (Log In).....	88
3.12.3 Pantalla de Gestión de Citas.....	89
3.12.4 Pantalla de Administración/Reportes	90
3.12.5 Pantalla Inicial.....	91
3.12.6 Pantalla de Programación de Citas.....	92
3.12.7 Pantalla de Cita Programada	93
3.12.8 Pantalla de Contacto.....	94
3.12.9 Pantalla de Perfil del Paciente.....	95
3.12.10 Pantalla de Facturación	96
3.12.11 Pantalla de Auditoría (Bitácora).....	97
3.12.12 Pantalla de Retorno	98
3.12.13 Pantalla de Configuración del Sistema (Administradores)	99
Elaboración propia	101
3.13 Estudio de Factibilidad	101
3.13.1 Factibilidad Tecnológica	101
3.14 Matriz de Riesgo	107
3.14.1 Explicación de los Parámetros	113
CAPÍTULO IV.....	114
4.1 Revisión de los Objetivos	115
4.1.1 Revisión del Objetivo General.....	115
4.1.2 Análisis de los Objetivos Específicos	116
4.2 Evaluación de Eficiencia y Efectividad del Sistema.....	117
4.2.1 Prue	117
4.2.2 Rendimiento.....	119
4.3 Desafíos y Soluciones.....	120
4.3.1 Problemas Encontrados.....	120

4.3.2 Soluciones Implementada	120
4.4 Comparación con Objetivos Iniciales	121
4.4.1 Revisión de Metas.....	121
4.4.2 Cumplimiento de Objetivos	122
CAPÍTULO V	123
5.1 Conclusiones.....	124
5.2 Recomendaciones	125
Referencias Bibliográficas	127
ANEXOS	129
6.1 Entrevista a Mario R. (Dueño Original de la Clínica Drs. Rodríguez)	130
Funcionalidades y Características.....	131

Índice de Figuras

Figura 1. Árbol Del Problema.....	3
Figura 2. Proceso de Scrum	23
Figura 3. Caso de Uso 1: Registro de Paciente	42
Figura 4. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Registro de Paciente.....	43
Figura 5. Caso de Uso 2: Inicio de Sesión	44
Figura 6. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Inicio de Sesión.....	45
Figura 7. Caso de Uso 3: Programación de Cita	46
Figura 8. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Programación de Cita.....	47
Figura 9. Caso de Uso 4: Modificación o Cancelación de Cita	48
Figura 10. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Modificación o Cancelación de Cita.....	49
Figura 11. Caso de Uso 5: Visualización de Citas Programadas.....	50
Figura 12. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Visualización de Citas Programadas	51
Figura 13. Caso de Uso 6: Envío de Recordatorios Automáticos	52
Figura 14. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Envío de Recordatorios Automáticos.....	53
Figura 15. Caso de Uso 7: Gestión de la Disponibilidad de Dentistas.....	54
Figura 16. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Gestión de la Disponibilidad de Dentistas	55
Figura 17. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Generación de Reportes de Citas	56
Figura 18. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Generación de Reportes de Citas	57
Figura 19. Caso de Uso 9: Registro de Seguimiento de Tratamientos.....	58
Figura 20. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Registro de Seguimiento de Tratamientos	59
Figura 21. Caso de Uso 10: Gestión de Pacientes.....	60
Figura 22. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Gestión de Pacientes	61
Figura 23. Caso de Uso 11: Registro de Tratamiento	62
Figura 24. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Registro de Tratamiento	63
Figura 25. Caso de Uso 12: Auditoría de Datos.....	64
Figura 26. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Auditoría de Datos	65
Figura 27. Diagrama de la Base de Datos (DB).....	70
Figura 28. Pantalla de Registro.....	88
Figura 29. Pantalla de Inicio de Sesión (Log In)	89
Figura 30. Pantalla de Gestión de Citas	90
Figura 31. Pantalla de Administración/Reportes.....	91
Figura 32. Pantalla Inicial	92
Figura 33. Pantalla de Programación de Citas	93
Figura 34. Pantalla de Cita Programada.....	94
Figura 35. Pantalla de Contacto	95
Figura 36. Pantalla de Perfil del Paciente	96
Figura 37. Pantalla de Facturación.....	97
Figura 38. Pantalla de Auditoría (Bitácora)	98
Figura 39. Pantalla de Retorno.....	99
Figura 40. Pantalla de Configuración del Sistema (Administradores).....	100
Figura 41. Pantalla de Configuración del Sistema (Administradores).....	101

CAPÍTULO I

1.1 Problema y su Importancia

La Clínica Drs. Rodríguez, enfrenta un problema crítico debido a la ineficiencia de su sistema tradicional para la gestión de citas odontológicas. Aunque el sistema ha funcionado durante décadas, la falta de actualización tecnológica ha provocado una serie de deficiencias que afectan negativamente la programación de citas y la experiencia del paciente. La dependencia de archivos manuales ha resultado en una sobrecarga de trabajo para el personal, desorganización interna y una disminución de ingresos debido al tiempo adicional requerido para gestionar las citas. Estos problemas han deteriorado la calidad del servicio al paciente y la percepción general de la clínica.

La importancia de resolver este problema radica en la necesidad de modernizar el sistema para mejorar la eficiencia operativa y la calidad del servicio. Implementar una solución tecnológica actualizada permitirá optimizar el proceso de gestión de citas, reducir la carga de trabajo del personal y mejorar la satisfacción del paciente. Abordar estos problemas es crucial para mantener la reputación de la clínica, incrementar la satisfacción del paciente y potencialmente aumentar los ingresos mediante una mejor organización interna y reducción del tiempo perdido.

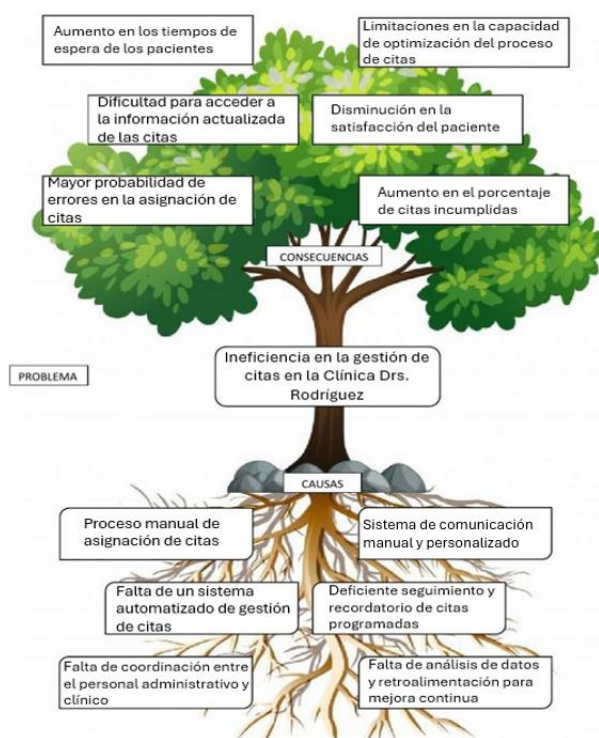
1.2 Planteamiento Del Problema

La Clínica Drs. Rodríguez, con una trayectoria de 50 años en el mercado odontológico, ha confiado históricamente en un sistema tradicional para la gestión de citas odontológicas. Aunque este sistema ha sido funcional durante décadas, la falta de actualización tecnológica ha llevado a una serie de ineficiencias que afectan negativamente tanto la programación de citas como la experiencia del paciente.

Actualmente, la clínica enfrenta varios problemas significativos, incluyendo una sobrecarga de trabajo para el personal, debido al uso de archivos manuales, desorganización interna

y disminución de ingresos por el uso adicional del tiempo. Estos problemas han resultado en una experiencia menos satisfactoria para los pacientes, afectando la percepción general de la clínica. Esta situación lleva a la necesidad de analizar y buscar una mejora tecnológica y actualizada para optimizar el proceso de gestión de citas, mejorar la eficiencia operativa y la atención al paciente, sin comprometer el trato personalizado que ha caracterizado a la clínica desde sus inicios.

Figura 1. Árbol Del Problema



Elaboración propia.

1.3 Pregunta De Investigación

¿De qué manera se puede diseñar e implementar un sistema automatizado de gestión de citas odontológicas en la Clínica Drs. Rodríguez para mejorar la eficiencia en la atención de los

pacientes sin perder la personalización que caracteriza al servicio y generando un ordenamiento adecuado del sistema?

1.4 Antecedentes

1.4.1 Antecedentes Internacionales

Referencia 1

Ortega Carrera, R. M. y Gallego Heredia, A. S. (2020). Sistema web de agendamiento de citas y control de tratamientos dentales del consultorio odontológico “ODESIN”. Universidad Tecnológica Israel. <https://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2484>:

El sistema tiene como objetivos principales facilitar el agendamiento de pacientes y mejorar el control de los tratamientos odontológicos ofrecidos. Para el desarrollo del sitio web, se utilizó la metodología de desarrollo XP (Programación Extrema), PHP como lenguaje de programación, MySQL como gestor de datos, y Wamp Server como entorno de desarrollo web.

Este antecedente proporciona un marco de referencia valioso para este proyecto de diseño y desarrollo de un sistema personalizado para la gestión de citas odontológicas en la Clínica Drs. Rodríguez. La metodología XP utilizada en el proyecto anterior enfatiza la adaptabilidad y la capacidad de respuesta rápida a los cambios, principios fundamentales para el enfoque ágil y flexible que se planea implementar en esta investigación. Además, la elección de PHP y MySQL como tecnologías principales es relevante, debido a que también se pretende utilizar estas herramientas para garantizar la eficiencia y funcionalidad del sistema que se desarrollará.

Referencia 2

Félix Vásquez, K. y Zúñiga Estrada, N. F. (2023). Sistema web para el control de citas médicas del Consultorio odontológico Kitty Dent, Lima, 2023. Lima Este. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/130485>:

La implementación del sistema web permitió incrementar el Nivel de citas atendidas en un 36%; así mismo, se disminuyó el Porcentaje de citas médicas incumplidas en un 29% y, por último, se redujo el Tiempo Promedio de Registro de Citas en un 11%.

Estos resultados destacan los beneficios directos de implementar un sistema web en la gestión de citas médicas, aspecto central en este proyecto para la Clínica Drs. Rodríguez. La mejora significativa en el nivel de citas atendidas refleja un incremento en la eficiencia operativa y en la capacidad de atención del consultorio, lo cual es crucial para optimizar el tiempo y los recursos disponibles. Además, la reducción del porcentaje de citas médicas incumplidas indica una mejor gestión del tiempo y una mayor satisfacción tanto para los pacientes como para el personal. Por último, la disminución en el tiempo promedio de registro de citas resalta la eficacia del sistema en agilizar procesos administrativos, lo cual es fundamental para mejorar la experiencia general del paciente y optimizar la operación diaria del consultorio. Estos hallazgos respaldan la importancia y la viabilidad de implementar un sistema similar en la Clínica Drs. Rodríguez para mejorar la eficiencia en la gestión de citas odontológicas.

Referencia 3

Llerena Ocaña, L. A. y Díaz Toscano, E. F. (julio de 2019). Aplicación web para la gestión de citas médicas e historias clínicas de la unidad médica “Santa Marianita”. Proyecto de

Investigación Ingeniería en Sistemas e Informática, Universidad Regional Autónoma de los Andes, Puyo, Ecuador. <http://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/10090>:

La implementación del aplicativo web permitirá que los clientes cuenten con un acceso oportuno a las citas médicas en el horario que convenga a cada paciente, visualizando información fiable, oportuna y eficiente, sobre médicos y especialidades disponibles, además de la búsqueda optimizada de las historias clínicas de los pacientes al momento de ser atendidos por los médicos de la clínica.

Este proyecto de automatización de la gestión de citas médicas en la Unidad Médica “Santa Marianita” proporciona un antecedente relevante para esta investigación en la Clínica Drs. Rodríguez y tienen en común el objetivo de mejorar la eficiencia y accesibilidad de los servicios médicos a través de la implementación de sistemas tecnológicos avanzados. Además, la experiencia de la Unidad Médica en optimizar la asignación de citas y la gestión de historias clínicas mediante un aplicativo web es una referencia valiosa para abordar los desafíos y oportunidades similares en la Clínica Drs. Rodríguez.

1.4.2 Antecedentes Nacionales

Referencia 1

Salas Salguero, S. y Méndez Blanco, G. C. (2017). Evaluación de la necesidad de implementación de un sistema automatizado para la asignación de citas, a los usuarios del Área de Salud de Moravia, Caja Costarricense de Seguro Social, Primer Semestre año 2014. <https://repositorio.uned.ac.cr/handle/120809/1661>: “El estudio sobre la necesidad de implementar un sistema automatizado para asignación de citas en el Área de Salud de Moravia proporciona un contexto significativo para explorar sistemas similares en mi investigación”.

Tiene similitud con el tema propuesto en esta investigación para la Clínica Drs. Rodríguez, dado que ambos proyectos buscan mejorar la accesibilidad y la calidad de los servicios de salud a través de la tecnología. La metodología empleada, que incluyó encuestas para evaluar la satisfacción de los usuarios actuales, es relevante para comprender las necesidades y expectativas de los pacientes, aspecto crucial para el diseño efectivo del sistema en la Clínica Drs. Rodríguez.

Referencia 2

Portuguez-Calderón, J. C. (2012). Sistema automatizado para control de citas, filas y datos personales. Proyecto de Graduación (Licenciatura en Ingeniería Electrónica), Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Electrónica.
[https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoTEC2851/Details:](https://repositoriosiidca.csuca.org/Record/RepoTEC2851/Details)

Para darle solución al problema existente, se propusieron dos implementaciones para la automatización del sistema de citas, las cuales facilitarán la atención de las personas, reducirán tiempos de espera, mejorarán el sistema actual, además serán de simple manejo y rápida asimilación para el operador.

El proyecto de Juan Carlos Portuguez-Calderón sobre el sistema automatizado para el control de citas y datos personales en la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) ofrece una solución a problemas similares a los que se enfrenta la Clínica Drs. Rodríguez en la gestión de citas odontológicas. La propuesta de implementar sistemas automatizados para reservar citas y gestionar expedientes médicos sugiere una estrategia efectiva para reducir tiempos de espera y optimizar recursos, aspectos cruciales también en la clínica mencionada. Además, la simplificación y rápida asimilación de las soluciones propuestas son elementos claves para garantizar una transición fluida y efectiva hacia un sistema más eficiente y moderno en la Clínica Drs. Rodríguez.

Referencia 3

Torres-Salazar, R. (2007). Sistema Automatizado para el envío de mensajes y recordatorios para pacientes del área de Maternidad del Hospital Clínica Bíblica. Proyecto de Graduación (Bachillerato en Ingeniería en Computación), Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Computación. <https://hdl.handle.net/2238/2801>: “La función primordial que se muestra, es una estructura completa de análisis y diseño sobre el desarrollo del proyecto en cuestión.”

Esta cita subraya la importancia del análisis y diseño estructurado en el desarrollo de sistemas, destacando la relevancia de planificar detalladamente la implementación del sistema automatizado de gestión de citas odontológicas para asegurar su eficiencia y efectividad en la Clínica Drs. Rodríguez.

1.4 Objetivos

Se presentan los objetivos definidos para el proyecto de implementación de un sistema automatizado de gestión de citas en la Clínica Drs. Rodríguez. Estos objetivos están diseñados para abordar las deficiencias actuales en la asignación manual de citas, mejorar la eficiencia operativa y optimizar la experiencia del paciente. El cumplimiento de estos objetivos no solo fortalecerá la operativa interna de la clínica, sino también que mejorará significativamente la calidad del servicio ofrecido.

1.4.1 Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema integral y personalizado para la gestión de citas odontológicas en la Clínica Drs. Rodríguez, utilizando metodologías de desarrollo ágil y modular. El sistema empleará Python y SQL Server o MySQL para mejorar la eficiencia operativa en la

asignación de citas y la gestión administrativa, capacitando al personal y optimizando tiempos de espera. Además, se integrarán funcionalidades avanzadas como recordatorios automatizados y gestión dinámica de disponibilidad, adaptándose a las necesidades específicas de la clínica.

1.4.2 Objetivos Específicos

- 1. Analizar las necesidades y requisitos de la Clínica Drs. Rodríguez para la gestión de citas odontológicas** mediante un análisis exhaustivo que incluya entrevistas con el personal administrativo y clínico, encuestas a pacientes y una revisión de los procesos existentes. Este análisis tiene como objetivo identificar áreas de mejora y funcionalidades esenciales para el nuevo sistema, asegurando que satisfaga las necesidades específicas de la clínica y optimice la eficiencia en la asignación y gestión de citas.
- 2. Diseñar un sistema personalizado para la gestión de citas odontológicas** que sea intuitivo, eficiente y adaptable a las necesidades de la Clínica Drs. Rodríguez. Utilizando principios de diseño modular y arquitecturas por capas, se desarrollarán diagramas de flujo y prototipos de interfaces gráficas para visualizar y validar el sistema antes de su implementación. Este enfoque asegurará que el sistema cumpla con los requisitos funcionales, sea fácil de usar para el personal administrativo y los pacientes, y mejore la experiencia general de todos los usuarios.
- 3. Desarrollar el sistema de gestión de citas odontológicas utilizando tecnologías específicas y metodologías ágiles**, como Scrum o Kanban. Se empleará Python para la programación y bases de datos robustas como SQL Server o MySQL para asegurar la seguridad y disponibilidad de los datos. Se realizarán pruebas continuas para verificar la funcionalidad y estabilidad del sistema, ajustándolo según la retroalimentación

recibida. El objetivo es implementar una solución que automatice y optimice la gestión de citas, reduciendo tiempos de espera y mejorando la eficiencia operativa de la clínica.

1.5 Alcances

1.5.1 Proyecciones

- Diseñar e implementar un sistema personalizado de gestión de citas odontológicas en Clínica Drs. Rodríguez.
- Incluirá la creación de una arquitectura modular y por capas que permita flexibilidad y escalabilidad.
- Desarrollar una interfaz intuitiva y fácil de usar tanto para el personal administrativo como para los pacientes.
- Integrar el sistema con la base de datos existente de la clínica para garantizar la sincronización y disponibilidad de la información.
- Implementar funcionalidades como programación de citas, recordatorios automatizados y gestión de la disponibilidad de los dentistas.
- Desarrollar utilizando metodologías ágiles y tecnologías específicas.
- Aplicar metodologías ágiles como Scrum o Kanban para iteraciones eficientes y adaptativas.
- Utilizar Python para la programación del backend y SQL Server o MySQL para la gestión de la base de datos.
- Realizar pruebas continuas y ajustes iterativos para asegurar la funcionalidad y la calidad del sistema.
- Cumplir con estándares de seguridad y protección de datos requeridos por la clínica y regulaciones vigentes.

1.5.2 Limitaciones

Limitaciones de tiempo y recursos:

- El tiempo disponible para el desarrollo podría verse afectado por otros proyectos prioritarios y limitaciones de calendario.
- Los recursos humanos y financieros podrían ser limitados, lo que podría influir en el alcance y la velocidad de implementación del sistema.

Limitaciones tecnológicas y de infraestructura:

Dependiendo de la infraestructura tecnológica existente en la clínica, podrían surgir desafíos en la integración del nuevo sistema o en la necesidad de actualizar equipos y software.

Resistencia al cambio y necesidades de capacitación:

- Algunos miembros del personal podrían mostrar resistencia al cambio, lo que podría requerir tiempo adicional para la capacitación y la adaptación al nuevo sistema.
- La capacitación adecuada será crucial para asegurar una adopción exitosa y efectiva del sistema por parte de todos los usuarios involucrados.

Ajustes en el alcance del proyecto:

Es posible que sea necesario realizar ajustes en el alcance del proyecto durante el desarrollo para priorizar funcionalidades críticas o responder a cambios en los requisitos identificados durante las fases de diseño y desarrollo.

CAPÍTULO II

2.1 Historia y Evolución

La Clínica Drs. Rodríguez es una institución privada dedicada a la atención odontológica integral, ubicada en Alajuela. Fundada en 1974, la clínica se ha especializado en ofrecer una amplia gama de servicios odontológicos que incluyen consultas generales, ortodoncia, odontopediatría y cirugía oral, entre otros. Con un equipo multidisciplinario de profesionales altamente capacitados, la clínica ha mantenido un firme compromiso con la calidad de sus servicios, priorizando siempre el bienestar y satisfacción de sus pacientes.

A lo largo de los años, la clínica ha experimentado un crecimiento significativo en su base de pacientes, lo que ha incrementado la demanda de un sistema eficiente para la gestión de citas. Actualmente, las citas se gestionan manualmente, lo que ha generado desafíos en la optimización del tiempo de los pacientes y del personal administrativo. Esta situación ha motivado la búsqueda de una solución tecnológica que automatice el proceso, mejorando tanto la eficiencia operativa como la experiencia del usuario.

Desde su fundación, la Clínica Drs. Rodríguez ha evolucionado para adaptarse a las necesidades cambiantes del sector dental y de la población. Iniciando con un pequeño equipo de odontólogos, la clínica ha crecido para incorporar especialistas en diversas áreas de la odontología, lo que ha permitido ofrecer un enfoque integral a los pacientes y ha estado a la vanguardia en la adopción de nuevas tecnologías y tratamientos, garantizando que sus pacientes reciban la mejor atención posible.

2.2 Visión

La Clínica Drs. Rodríguez se esfuerza por ser un referente local en atención odontológica personalizada, destacándose por su compromiso con la calidad y el cuidado integral del paciente.

Busca utilizar tecnología moderna para ofrecer un servicio dental accesible y eficiente, mejorando continuamente la experiencia del paciente en un entorno amigable y profesional. Su visión es transformar la experiencia dental en un proceso más cómodo y satisfactorio, fomentando una relación de confianza y cercanía con los pacientes.

2.3 Misión

La misión de la Clínica Drs. Rodríguez es proporcionar atención odontológica de alta calidad con un enfoque personalizado y accesible. Se dedica a ofrecer tratamientos efectivos y cuidados dentales en un ambiente cálido y confiable, manteniendo una relación cercana con sus pacientes y adaptándose a sus necesidades específicas. Se compromete a brindar educación a los pacientes sobre la salud bucal, promoviendo prácticas preventivas que mejoren su bienestar general.

2.4 Metodología y Tecnologías Utilizadas

Se utilizarán metodologías ágiles y tecnologías específicas en el proyecto de implementación del sistema automatizado de gestión de citas, adaptadas a las necesidades y recursos de una clínica pequeña.

2.4.1 Metodologías Ágiles

Scrum: esta metodología se utilizará para gestionar el desarrollo del sistema de manera iterativa e incremental. Scrum es un marco de trabajo ágil que permite a los equipos abordar problemas complejos y desarrollar productos de alta calidad. Creada en la década de 1990 por Jeff Sutherland y Ken Schwaber, Scrum se ha convertido en uno de los enfoques más utilizados en el desarrollo de software debido a su eficacia y adaptabilidad a diversos tipos de proyectos.

La premisa fundamental de Scrum es que el desarrollo de software es un proceso complejo que requiere adaptabilidad y flexibilidad. El marco de trabajo Scrum incluye roles específicos, como el Product Owner, responsable de definir la visión del producto y gestionar el Product Backlog, la lista priorizada de las características y requisitos del proyecto. El Scrum Master, por su parte, actúa como facilitador, ayudando al equipo a seguir las prácticas de Scrum y eliminando cualquier obstáculo que pueda surgir durante el desarrollo. El equipo de desarrollo está compuesto por profesionales con diversas habilidades, responsables de transformar los requisitos en incrementos funcionales del producto.

Los proyectos en Scrum se dividen en períodos cortos llamados sprints, los cuales pueden durar entre una y cuatro semanas. Al comienzo de cada sprint se lleva a cabo una reunión de planificación en la cual se establecen los objetivos del sprint y se seleccionan los elementos del Product Backlog a desarrollar. Durante el sprint se realizan reuniones diarias de sincronización, conocidas como Daily Scrum, en las cuales, los miembros del equipo discuten su progreso, abordan cualquier impedimento y ajustan sus actividades para cumplir con los objetivos establecidos.

Al finalizar cada sprint, se celebra una Sprint Review, en la cual se presenta el trabajo completado a los stakeholders. Esta revisión permite recibir retroalimentación valiosa, lo que es crucial para alinear el desarrollo con las expectativas de los usuarios. Posteriormente, se lleva a cabo una Sprint Retrospective, en el que el equipo reflexiona sobre su desempeño, identifica lecciones aprendidas y discute mejoras para el próximo sprint. Esta estructura de Scrum no solo mejora la calidad del producto final, también aumenta la satisfacción del cliente, permitiendo un desarrollo alineado con sus expectativas y necesidades.

2.4.2 Tecnologías Específicas

Python es un lenguaje de programación de alto nivel creado en 1991 por Guido van Rossum. Desde su creación ha evolucionado y convertido en uno de los lenguajes más populares en el desarrollo de software. Es conocido por su sintaxis clara y su enfoque en la legibilidad del código, lo que lo convierte en una excelente opción tanto para principiantes como para desarrolladores experimentados (Lutz, 2013). Además de su uso en desarrollo web, Python es ampliamente utilizado en análisis de datos, aprendizaje automático y automatización de tareas.

En el contexto de este proyecto, Python se utilizará para desarrollar la parte del backend del sistema automatizado de gestión de citas. Su flexibilidad y la riqueza de su ecosistema de bibliotecas permiten implementar funcionalidades específicas de manera rápida y eficiente. Frameworks como Flask y Django son ampliamente reconocidos en la comunidad de desarrollo web de Python y permiten la creación de aplicaciones robustas y escalables. La utilización de Python facilitará el desarrollo de funcionalidades específicas del sistema, así como la integración con otras tecnologías y herramientas.

Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) desarrollado por Microsoft y lanzado por primera vez en 1997. Este IDE ha evolucionado a lo largo de los años y se ha convertido en uno de los entornos más utilizados por los desarrolladores de software, ofreciendo un conjunto completo de herramientas para la escritura, depuración y ejecución de código. Proporciona soporte para múltiples lenguajes de programación, incluido Python, lo que permite a los desarrolladores trabajar en diversas aplicaciones dentro de una única plataforma.

Visual Studio mejora la productividad del desarrollador a través de su interfaz intuitiva y herramientas avanzadas como IntelliSense que ofrece autocompletado de código y sugerencias

contextuales. Además, proporciona capacidades de depuración avanzadas que permiten a los desarrolladores identificar y resolver problemas de manera rápida y efectiva. La integración de herramientas de control de versiones como Git facilita la gestión de cambios y la colaboración en equipo. Al utilizar Visual Studio para el desarrollo de Python, los desarrolladores pueden aprovechar estas herramientas para optimizar su flujo de trabajo y mejorar la calidad del software.

SQL Server/MySQL fue desarrollado por Microsoft y lanzado en 1989, es un sistema de gestión de bases de datos relacional (RDBMS) que permite almacenar, recuperar y gestionar datos de manera eficiente. Su diseño robusto y sus características avanzadas, como la gestión de transacciones, seguridad y escalabilidad, lo hacen ideal para aplicaciones empresariales que requieren fiabilidad en la gestión de datos (Silberschatz et al., 2019). SQL Server se destaca por su integración con otras herramientas de Microsoft y su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos.

Por otro lado, MySQL, lanzado en 1995 por MySQL AB, es otro sistema de gestión de bases de datos que ha ganado popularidad, especialmente en el desarrollo web. Su naturaleza de código abierto y su flexibilidad la convierten en una opción preferida para muchas aplicaciones de tamaño mediano. En este proyecto se empleará SQL Server o MySQL para gestionar la base de datos del sistema, asegurando que la información de las citas y los datos de los pacientes se almacenen de manera segura y accesible. La elección entre SQL Server y MySQL dependerá de las necesidades específicas de la clínica y de la infraestructura existente.

Front-End React: para el desarrollo de la interfaz de usuario se utilizará **React**, una biblioteca de JavaScript lanzada por Facebook en 2013. Desde su introducción, React ha revolucionado la forma en que se desarrollan las aplicaciones web, permitiendo a los desarrolladores construir interfaces de usuario interactivas y dinámicas. Una de las características

más destacadas de React es su **virtual DOM**, que mejora la eficiencia al actualizar solo las partes de la interfaz que han cambiado, en lugar de renderizar toda la página. Esto resulta en una experiencia de usuario más fluida y rápida, especialmente en aplicaciones que requieren interacciones en tiempo real (Facebook, 2013).

React se basa en un enfoque de componentes reutilizables, lo que significa que los desarrolladores pueden crear elementos de la interfaz de usuario que se usan en diferentes partes de la aplicación. Esto no solo acelera el desarrollo, sino también que facilita el mantenimiento y la escalabilidad de la aplicación a medida que crece. Además, la comunidad de React es activa y está en constante evolución, lo que brinda acceso a una amplia gama de bibliotecas y herramientas complementarias que pueden integrarse fácilmente.

CAPÍTULO III

3.1 Enfoque de la Investigación

Este proyecto se basa en un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para proporcionar una evaluación exhaustiva de la implementación del sistema automatizado de citas odontológicas.

3.2 Metodología de Desarrollo

La implementación del sistema automatizado de gestión de citas odontológicas en la Clínica Drs. Rodríguez se llevará a cabo utilizando la metodología ágil Scrum. Esta elección se basa en la necesidad de un enfoque flexible y adaptativo que permita al equipo de desarrollo responder eficazmente a los cambios en los requisitos y las expectativas de los usuarios finales. A lo largo de este capítulo se explorarán los principios fundamentales de Scrum, los roles que componen el equipo de desarrollo, el proceso de desarrollo que se seguirá y los beneficios que esta metodología aportará al proyecto.

3.2.1 Descripción de Scrum

Scrum es un marco de trabajo ágil que permite gestionar proyectos de manera efectiva en entornos complejos y cambiantes (Schwaber & Sutherland, 2017). Su enfoque se basa en la división del trabajo en ciclos cortos denominados sprints, que generalmente tienen una duración de entre una y cuatro semanas. Cada sprint está diseñado para producir un incremento funcional del producto, lo que permite una entrega continua y un desarrollo iterativo.

Uno de los principios claves de Scrum es que el desarrollo de software no es un proceso lineal, sino dinámico que implica múltiples interacciones entre los miembros del equipo y los stakeholders. Esto significa que, en lugar de seguir un plan rígido, el equipo puede ajustar su

enfoque y dirección en función de la retroalimentación que recibe, asegurando que el producto final cumpla con las necesidades y expectativas de los usuarios.

3.2.2 Roles en el Equipo Scrum

El éxito de la metodología Scrum se basa en la definición clara de roles y responsabilidades dentro del equipo de desarrollo. En este contexto, los siguientes roles serán fundamentales.

Product Owner: es el responsable de definir la visión del producto y gestionar el Product Backlog, que es la lista priorizada de requisitos y características del sistema. Este rol es crucial, dado que el Product Owner actúa como el enlace principal entre el equipo de desarrollo y los stakeholders de la clínica. La capacidad del Product Owner para entender las necesidades del negocio y del usuario final impactará directamente en la calidad del producto desarrollado. Será esencial que este rol esté bien definido y se mantenga en comunicación constante con el equipo y los pacientes.

Scrum Master: tiene la responsabilidad de facilitar el proceso Scrum, asegurando que se sigan las prácticas y principios del marco. Este rol se asemeja al de un líder servicial, quien ayuda al equipo a identificar y eliminar obstáculos que puedan interrumpir su progreso. El Scrum Master también promueve una cultura de mejora continua, alentar la reflexión y la autoevaluación del equipo después de cada sprint. Esto permitirá que el equipo aprenda de sus experiencias y mejore su rendimiento en futuros ciclos.

Equipo de Desarrollo: está compuesto por profesionales con diversas habilidades técnicas, incluyendo programadores, diseñadores y especialistas en bases de datos. Este equipo es responsable de llevar a cabo el trabajo real de desarrollo, transformando los requisitos del Product Backlog en incrementos funcionales del sistema. En el caso del sistema de gestión de citas, se

incluirán desarrolladores con experiencia en Python y React, que permitirán implementar las funcionalidades necesarias para una experiencia óptima de usuario.

3.2.3 Proceso de Desarrollo

El proceso de desarrollo se organiza en sprints, que corresponden a períodos de trabajo definidos en los que se desarrollan características específicas del sistema. Cada sprint incluye varias etapas claves, a saber:

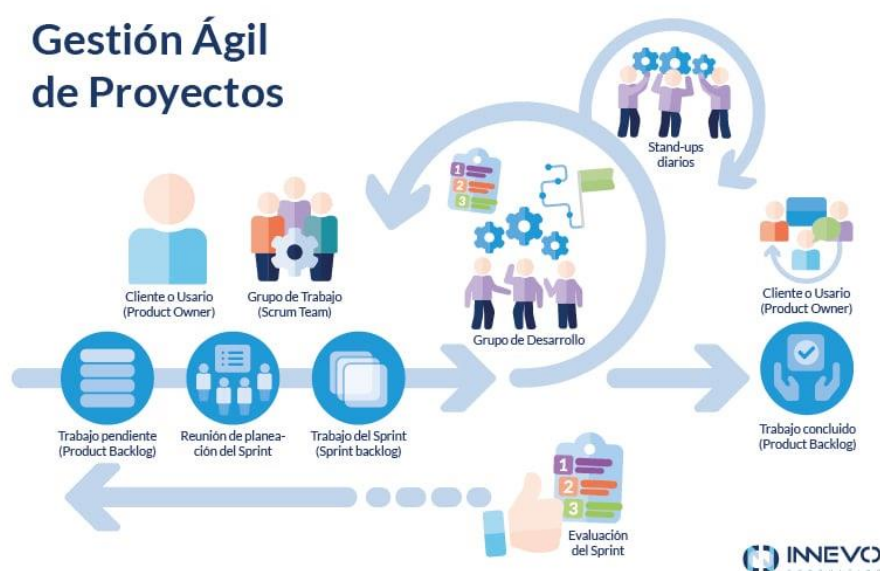
Planificación del Sprint: antes de que comience un sprint, el equipo llevará a cabo una reunión de planificación en la cual se seleccionarán los elementos del Product Backlog que se desarrollarán durante ese ciclo. Durante esta reunión, el equipo discutirá los objetivos del sprint y asignará tareas a los miembros del equipo. Es fundamental que todos los miembros comprendan las expectativas y los objetivos del sprint para trabajar de manera alineada.

Desarrollo del sprint: durante el sprint, el equipo se enfoca en completar las tareas asignadas. Se realizarán reuniones diarias de sincronización (Daily Scrum) en las que cada miembro del equipo compartirá su progreso, identificará impedimentos y ajustará su enfoque según sea necesario. Estas reuniones son breves (generalmente de 15 minutos) y permiten mantener la comunicación constante y la transparencia en el trabajo del equipo.

Revisión del Sprint: al finalizar cada sprint, el equipo celebrará una Sprint Review, en la cual presentarán el trabajo completado a los stakeholders. Durante esta reunión, se evaluará el cumplimiento de los objetivos del sprint y se recopilará retroalimentación directa sobre las características desarrolladas. La retroalimentación es fundamental porque permite ajustar la dirección del proyecto y asegurarse de que el producto evolucione de acuerdo con las expectativas de los usuarios.

Retrospectiva del Sprint: finalmente, se llevará a cabo una Sprint Retrospective, en la que el equipo reflexionará sobre su desempeño durante el sprint. Esta reunión tiene como objetivo identificar lecciones aprendidas, discutir lo que funcionó bien y lo que se puede mejorar en el próximo sprint. Esta fase es esencial para fomentar una cultura de mejora continua dentro del equipo.

Figura 2. Proceso de Scrum



Proceso de Scrum Innevo. (n. d.). Metodología Scrum. Figura 2. <https://blog.innevo.com/metodologia-scrum>

3.3 Tecnologías a Usar en el Desarrollo

Se seleccionarán tecnologías específicas que garantizarán la eficiencia, seguridad y usabilidad del sistema para el desarrollo del sistema automatizado de gestión de citas odontológicas en la Clínica Drs. Rodríguez. Estas tecnologías abarcan tanto el backend como el

frontend del sistema, así como la gestión de bases de datos. A continuación, se detallan las principales tecnologías a utilizar.

3.3.1 Python

Python es un lenguaje de programación de alto nivel, creado por Guido van Rossum y lanzado por primera vez en 1991. Es conocido por su sintaxis clara y legible, lo que facilita su aprendizaje y uso tanto para principiantes como para desarrolladores experimentados (Lutz, 2013). Python se ha convertido en uno de los lenguajes más populares para el desarrollo de software, especialmente en aplicaciones web y sistemas de gestión.

En el contexto de este proyecto, Python se utilizará para desarrollar la parte del backend del sistema automatizado. Su flexibilidad permite implementar funcionalidades específicas de manera rápida y eficiente. Además, Python cuenta con una amplia gama de bibliotecas y frameworks que facilitan el desarrollo de aplicaciones robustas. Entre estos, se destacan:

Flask: un microframework que permite crear aplicaciones web de manera rápida y con poco código, ideal para proyectos más pequeños o donde se requiere simplicidad (Grinberg, 2018).

Django: un framework de alto nivel que promueve el desarrollo rápido y limpio de aplicaciones web, facilitando la creación de sistemas más complejos y escalables.

3.3.2 Visual Studio

Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE) desarrollado por Microsoft, lanzado por primera vez en 1997. Este IDE es ampliamente utilizado por desarrolladores de software debido a su robustez y conjunto completo de herramientas para la escritura, depuración y ejecución de código. Proporciona soporte para múltiples lenguajes de programación, incluido Python, lo que permite a los desarrolladores trabajar en diversas aplicaciones dentro de una única

plataforma (Microsoft, 1997). Visual Studio mejora la productividad del desarrollador mediante características como:

IntelliSense: ofrece autocompletado de código y sugerencias contextuales, lo que ayuda a escribir código más rápido y con menos errores.

Capacidades de depuración avanzadas: permite a los desarrolladores identificar y resolver problemas de manera eficiente.

Integración con herramientas de control de versiones: la integración con Git facilita la gestión de cambios y la colaboración en equipo.

Al utilizar Visual Studio para el desarrollo del backend en Python, se optimiza el flujo de trabajo y se mejora la calidad del software, lo que resulta en un desarrollo más ágil y efectivo.

3.3.3 SQL Server / MySQL

Se empleará una de las siguientes tecnologías de bases de datos para la gestión del sistema: SQL Server o MySQL. Ambas son opciones robustas y confiables para el almacenamiento y recuperación de datos.

SQL Server: desarrollado por Microsoft y lanzado en 1989, SQL Server es un sistema de gestión de bases de datos relacional (RDBMS) que permite almacenar, recuperar y gestionar datos eficientemente. Su diseño robusto y características avanzadas, como la gestión de transacciones, seguridad y escalabilidad, lo hacen ideal para aplicaciones empresariales que requieren fiabilidad en la gestión de datos (Silberschatz et al., 2019). SQL Server es especialmente adecuado si la clínica ya utiliza otras herramientas de Microsoft, lo que puede facilitar la integración y la interoperabilidad.

MySQL: lanzado en 1995 por MySQL AB, MySQL es otro sistema de gestión de bases de datos relacional muy popular, especialmente en el ámbito del desarrollo web. Su naturaleza de código abierto y flexibilidad la convierten en una opción preferida para muchas aplicaciones de tamaño mediano. MySQL es conocida por su rapidez y eficiencia en la gestión de grandes volúmenes de datos y es ampliamente utilizada en entornos donde la accesibilidad y el rendimiento son cruciales.

La elección entre SQL Server y MySQL dependerá de las necesidades específicas de la clínica y de la infraestructura existente. Ambos sistemas permitirán gestionar la información de las citas y los datos de los pacientes de manera segura y accesible.

3.3.4 Frontend: React

Se utilizará React para el desarrollo de la interfaz de usuario, es una biblioteca de JavaScript lanzada por Facebook en 2013. Desde su introducción, React ha revolucionado la forma en que se desarrollan las aplicaciones web, permitiendo a los desarrolladores construir interfaces de usuario interactivas y dinámicas. Una de las características más destacadas de React es su Virtual DOM, que mejora la eficiencia al actualizar solo las partes de la interfaz que han cambiado, en lugar de renderizar toda la página (Facebook, 2013). Esto resulta en una experiencia de usuario más fluida y rápida, especialmente en aplicaciones que requieren interacciones en tiempo real.

Además, React se basa en un enfoque de componentes reutilizables, lo que significa que los desarrolladores pueden crear elementos de la interfaz de usuario que se pueden usar en diferentes partes de la aplicación. Esto no solo acelera el desarrollo, también facilita el mantenimiento y la escalabilidad de la aplicación a medida que crece. La comunidad de React es

activa y está en constante evolución, brindando acceso a una amplia gama de bibliotecas y herramientas complementarias que pueden integrarse fácilmente.

3.4 Análisis de Costos

El análisis de costos es esencial para la implementación del sistema automatizado de gestión de citas odontológicas en la Clínica Drs. Rodríguez. Este análisis incluye los costos asociados al desarrollo, infraestructura tecnológica, mantenimiento y capacitación del personal. A continuación, se presenta una desagregación detallada de los costos proyectados, ajustados para una clínica de menor tamaño.

3.4.1 Costos de Desarrollo

El desarrollo del sistema requerirá de la participación de un equipo de profesionales en programación, diseño y bases de datos. Los costos asociados a la contratación de personal especializado se basan en la estimación de un equipo compuesto por:

Desarrolladores backend: encargados de implementar la lógica del sistema, utilizando Python y frameworks como Flask o Django.

Desarrolladores frontend: responsables del diseño e implementación de la interfaz de usuario utilizando React.

Especialistas en bases de datos: encargados de la creación y gestión de la base de datos con SQL Server o MySQL.

Dado que la Clínica Drs. Rodríguez es una institución pequeña, se puede optar por contratar desarrolladores a tiempo parcial o por períodos de contratación más cortos. Esto reduce los costos totales mensuales, que podrían estar en un rango de \$3,000 a \$5,000 USD durante el desarrollo,

dependiendo de la duración del proyecto y las horas dedicadas por los profesionales (Kirkpatrick, 2015).

3.4.2 Costos de Infraestructura Tecnológica

Es importante contar con la infraestructura tecnológica adecuada para asegurar un funcionamiento eficiente del sistema automatizado. Estos costos incluyen:

Servidores y almacenamiento: para una clínica pequeña, una opción más rentable sería optar por soluciones en la nube como Amazon Web Services (AWS) o Microsoft Azure, que ofrecen precios accesibles y escalables según el uso. Se puede estimar un costo mensual de \$100 a \$300 USD, dependiendo de la capacidad de almacenamiento y tráfico requerido (Amazon Web Services, 2023).

Licencias de software: en caso de optar por SQL Server, la clínica puede utilizar versiones menos costosas o de código abierto, como MySQL, que no requieren de licencias comerciales. Si se opta por SQL Server, las versiones básicas podrían costar entre \$500 y \$1,500 USD, dependiendo de los módulos seleccionados (Silberschatz et al., 2019).

Hardware y equipos: dado el tamaño de la clínica, las actualizaciones de hardware pueden ser mínimas. La inversión en la actualización de computadoras y dispositivos de red podría oscilar entre \$1,000 y \$2,000 USD, dependiendo de la cantidad de equipos que requieran mejoras.

3.4.3 Costos de Capacitación

Uno de los aspectos clave para asegurar una implementación exitosa es la capacitación del personal que utilizará el sistema de gestión de citas. La formación incluirá tanto a los administrativos como a los odontólogos para garantizar el uso eficiente del sistema y la correcta protección de la información de los pacientes.

La capacitación incluye:

Uso del sistema de gestión de citas: cómo registrar, modificar y gestionar citas de manera eficiente.

Seguridad de la información: formar al personal en las mejores prácticas para la protección de los datos de los pacientes.

Dado que la clínica cuenta con un equipo reducido, los costos de capacitación pueden ser moderados. Se estima un costo de entre \$500 y \$1,000 USD por las sesiones de capacitación inicial, que incluirían tanto formación presencial como tutoriales en línea (Sommerville, 2016).

3.4.4 Costos de Mantenimiento

Después de la implementación, el sistema requerirá mantenimiento continuo para asegurar su funcionamiento óptimo y la corrección de posibles errores. Este mantenimiento incluirá actualizaciones de software, corrección de errores y posibles mejoras del sistema.

Para una clínica pequeña se puede contratar servicios de mantenimiento por una tarifa fija mensual o anual que podría oscilar entre \$200 y \$500 USD mensuales, dependiendo de las necesidades de la clínica y la complejidad del sistema (Pressman, 2015).

3.5 Técnicas para la Recolección de la Información

La recolección de información es una etapa crucial en el desarrollo del sistema automatizado de gestión de citas odontológicas en la Clínica Drs. Rodríguez, debido a que permite identificar las necesidades y expectativas tanto del personal administrativo como de los pacientes. En este proyecto se utilizarán dos técnicas principales: entrevistas y casos de uso. Estas herramientas ayudarán a garantizar que el sistema cumpla con los requerimientos funcionales y no

funcionales del usuario final, proporcionando una solución eficaz y adaptada a las necesidades reales de la clínica.

3.5.1 Entrevistas

Las entrevistas se utilizarán como la principal técnica cualitativa para la recopilación de información directa de los usuarios clave del sistema: la propietaria de la clínica y los pacientes. Esta técnica permitirá obtener una comprensión detallada de las expectativas y experiencias de los usuarios, así como identificar los problemas actuales relacionados con la gestión manual de citas.

3.5.1.1 Metodología de la Entrevista. Se utilizará una metodología de entrevistas semiestructuradas que permitirá la flexibilidad necesaria para explorar en profundidad los temas claves, mientras se mantiene una estructura básica que facilite la comparación entre las respuestas de los entrevistados (Denscombe, 2017). Las entrevistas semiestructuradas combinan preguntas abiertas y cerradas, que permiten al entrevistador guiar la conversación y profundizar en aspectos específicos del sistema actual y sus posibles mejoras. El formato de la entrevista incluirá preguntas relacionadas con:

- Las dificultades actuales en la gestión manual de citas.
- Las expectativas del nuevo sistema automatizado.
- Las preferencias en cuanto a la interfaz y funcionalidades del sistema.

La información recopilada se analizará para identificar patrones comunes y diferencias entre las necesidades del personal administrativo y los pacientes, lo que permitirá ajustar los requerimientos del sistema en consecuencia (Creswell y Poth, 2018).

3.5.1.2 Entrevista con la Propietaria del Negocio. Se realizará una entrevista en profundidad con la propietaria de la Clínica Drs. Rodríguez, con el objetivo de comprender sus expectativas y prioridades respecto al sistema. Las preguntas incluirán temas como la eficiencia operativa actual, los costos asociados a la gestión manual de citas y las áreas que podrían beneficiarse de la automatización. Algunos ejemplos de preguntas específicas incluyen:

- ¿Cuáles son los principales retos que enfrenta actualmente en la gestión manual de citas?
- ¿Qué funcionalidades le gustaría que tuviera el nuevo sistema para facilitar la gestión?
- ¿Qué beneficios espera que aporte el sistema automatizado a la clínica?

La entrevista con la propietaria proporcionará una perspectiva estratégica que ayudará a priorizar los requerimientos y definir las funcionalidades críticas del sistema.

3.5.1.3 Entrevista con Clientes. Se realizarán entrevistas a una muestra de clientes de la clínica, con el fin de obtener retroalimentación directa sobre sus experiencias actuales al programar citas y su disposición a utilizar un sistema automatizado. Las preguntas incluirán temas como los tiempos de espera, la facilidad de acceso a las citas y las expectativas respecto a las notificaciones automatizadas. Ejemplos de preguntas específicas incluyen:

- ¿Cómo describiría su experiencia actual al programar una cita en la clínica?
- ¿Le resultaría útil recibir recordatorios automáticos de sus citas por correo electrónico o SMS?
- ¿Cuánto tiempo suele esperar antes de que le confirmen una cita?

Las respuestas de los clientes ayudarán a identificar las áreas de mejora que el sistema debe abordar para aumentar la satisfacción del paciente y mejorar la eficiencia del proceso de citas.

3.6 Casos de Uso

Se describen en esta sección, los casos de uso principales del sistema automatizado de gestión de citas odontológicas, detallando las interacciones claves entre los diferentes actores (pacientes, dentistas, administradores y encargados de auditoría) y el sistema. Cada caso de uso representa una funcionalidad esencial que permite a los usuarios cumplir con tareas específicas, como el registro de pacientes, la programación y modificación de citas, la gestión de disponibilidad y la generación de reportes.

Para cada caso de uso, se incluyen los objetivos, los actores involucrados y las acciones principales realizadas en el sistema, así como un diagrama de secuencia que ilustra el flujo de interacción en tiempo real, proporcionando una visión clara y estructurada de cada proceso. Esta descripción asegura la adecuada implementación de los requisitos funcionales y facilita el desarrollo de un sistema robusto, orientado a la eficiencia y a la mejora de la experiencia del usuario.

3.6.1 Actores

Los actores principales en el sistema automatizado de gestión de citas serán:

- **Paciente:** usuario que accede al sistema para programar, modificar o cancelar citas.
- **Administrador:** encargado del personal administrativo que gestiona las citas y coordina la disponibilidad de los dentistas.
- **Dentista:** profesional encargado de brindar servicios odontológicos y que gestionará su propia disponibilidad dentro del sistema.
- **Coordinador de facturación y auditoría:** responsable de gestionar los pagos y la facturación, así como de llevar a cabo auditorías para garantizar la transparencia y la conformidad con

las normativas de protección de datos. Este rol incluye la generación y gestión de facturas, la revisión de pagos pendientes y la emisión de recordatorios a los pacientes.

Tabla 1

Roles y Responsabilidades de los Actores del Sistema

Actor	Descripción	Responsabilidad
Paciente	Persona que accede al sistema para gestionar sus citas y facturas.	<ul style="list-style-type: none"> - Registrarse e iniciar sesión en el sistema. - Programar, modificar o cancelar citas. - Consultar historial de citas y facturas. - Realizar pagos en línea. - Recibir recordatorios automáticos por correo o SMS.
Administrador del Sistema	Personal administrativo encargado de gestionar las citas, facturas, disponibilidad y auditoría.	<ul style="list-style-type: none"> - Gestionar el calendario de citas de los dentistas. - Actualizar la disponibilidad de los dentistas. - Generar y gestionar facturas. - Emitir recordatorios de

Actor	Descripción	Responsabilidad
		<p>pagos pendientes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Supervisar auditoría y reportes de acciones en el sistema. - Gestionar los perfiles de pacientes y dentistas.
Dentista	Profesionales encargados de brindar atención odontológica en la clínica.	<ul style="list-style-type: none"> - Gestionar su propia disponibilidad dentro del sistema. - Consultar y revisar las citas programadas. - Actualizar los registros de los pacientes después de cada cita.
Coordinador de Facturación y Auditoría	Personal encargado de gestionar los pagos, la facturación y las auditorías del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> - Generar y gestionar facturas. - Revisar pagos pendientes. - Emitir recordatorios de pagos a los pacientes. - Revisar los registros de auditoría para detectar y verificar cambios en los datos

Actor	Descripción	Responsabilidad
		del sistema. - Asegurar que las operaciones cumplan con las normativas de protección de datos. - Optimizar el rendimiento y la usabilidad del sistema.

Estos actores interactúan con el sistema para realizar diferentes funciones, desde la programación y modificación de citas hasta la consulta de horarios y la actualización de información personal.

3.7 Establecimiento de Requerimientos

El establecimiento de los requerimientos es una fase crítica en el desarrollo del sistema, dado que permite definir las funcionalidades que el software debe incluir. Los requerimientos se clasificarán en funcionales y no funcionales para asegurar una cobertura completa de las necesidades del sistema.

3.7.1 Clasificación de Requerimientos

Tabla 2

Clasificación de Requerimientos

ID	Descripción	Categoría
RF1	El sistema debe permitir a los pacientes registrarse mediante un formulario de registro con sus datos personales.	Funcional
RF2	El sistema debe permitir a los pacientes y administradores iniciar sesión con usuario y contraseña.	Funcional
RF3	El sistema debe permitir a los pacientes programar citas según la disponibilidad de los dentistas.	Funcional
RF4	El sistema debe permitir a los pacientes modificar o cancelar citas programadas.	Funcional
RF5	El sistema debe permitir a los pacientes y dentistas visualizar citas programadas.	Funcional

ID	Descripción	Categoría
RF6	El sistema debe enviar recordatorios automáticos a los pacientes sobre sus citas por correo electrónico o SMS.	Funcional
RF7	El sistema debe permitir a los dentistas gestionar su disponibilidad en el calendario.	Funcional
RF8	El sistema debe permitir a los administradores generar reportes de citas programadas, modificadas o canceladas.	Funcional
RF9	El sistema debe permitir a los administradores visualizar y gestionar la información de los pacientes.	Funcional
RF10	El sistema debe permitir a los dentistas registrar notas y actualizaciones de tratamientos tras las citas.	Funcional

ID	Descripción	Categoría
RF11	El sistema debe ser fácil de usar y navegar para pacientes, dentistas y administradores.	No Funcional
RF12	El sistema debe garantizar la protección de los datos personales y médicos de los pacientes.	No Funcional
RF13	El sistema debe estar disponible al menos el 99.5% del tiempo, con tiempos de inactividad programados mínimos.	No Funcional
RF14	El sistema debe permitir la integración de futuras funcionalidades sin afectar el funcionamiento actual.	No Funcional
RF15	El sistema debe ser compatible con dispositivos móviles y navegadores webs más utilizados.	No Funcional
RF16	El sistema debe permitir a los pacientes ingresar su primer y	Funcional

ID	Descripción	Categoría
	segundo apellido durante el registro.	
RF17	El sistema debe almacenar información sobre la sede en la que se atenderá al paciente y permitir su selección durante la programación de citas.	Funcional
RF18	El sistema debe permitir a los administradores gestionar la información de las sedes (agregar, modificar, eliminar).	Funcional
RF19	El sistema debe permitir la generación de reportes de facturación, que incluyan detalles de tratamientos y servicios prestados.	Funcional
RF20	El sistema debe permitir a los pacientes visualizar su historial de tratamientos, además de sus citas.	Funcional

ID	Descripción	Categoría
RF21	El sistema debe incluir un registro de auditoría (bitácora) para rastrear cambios en los datos de pacientes y dentistas.	Funcional

3.8 Diagramas de Secuencia

Los diagramas de secuencia son una representación visual utilizada en el modelado de sistemas para ilustrar cómo los objetos interactúan entre sí a lo largo del tiempo. Son parte esencial del diseño orientado a objetos y sirven para detallar el flujo de mensajes o eventos que se intercambian entre los actores y el sistema, permitiendo así una comprensión clara de la lógica detrás de cada caso de uso.

Cada diagrama de secuencia representa el orden cronológico en el que se realizan las interacciones, mostrando cómo un usuario o actor inicia una acción y cómo el sistema responde. Los diagramas están estructurados en líneas de tiempo verticales para los actores y componentes, y flechas horizontales para representar los mensajes intercambiados. Estos elementos permiten una descripción detallada de cada paso, incluyendo la validación de datos, los procesos internos del sistema y las respuestas generadas, logrando una visión completa de los requerimientos funcionales del sistema en tiempo real.

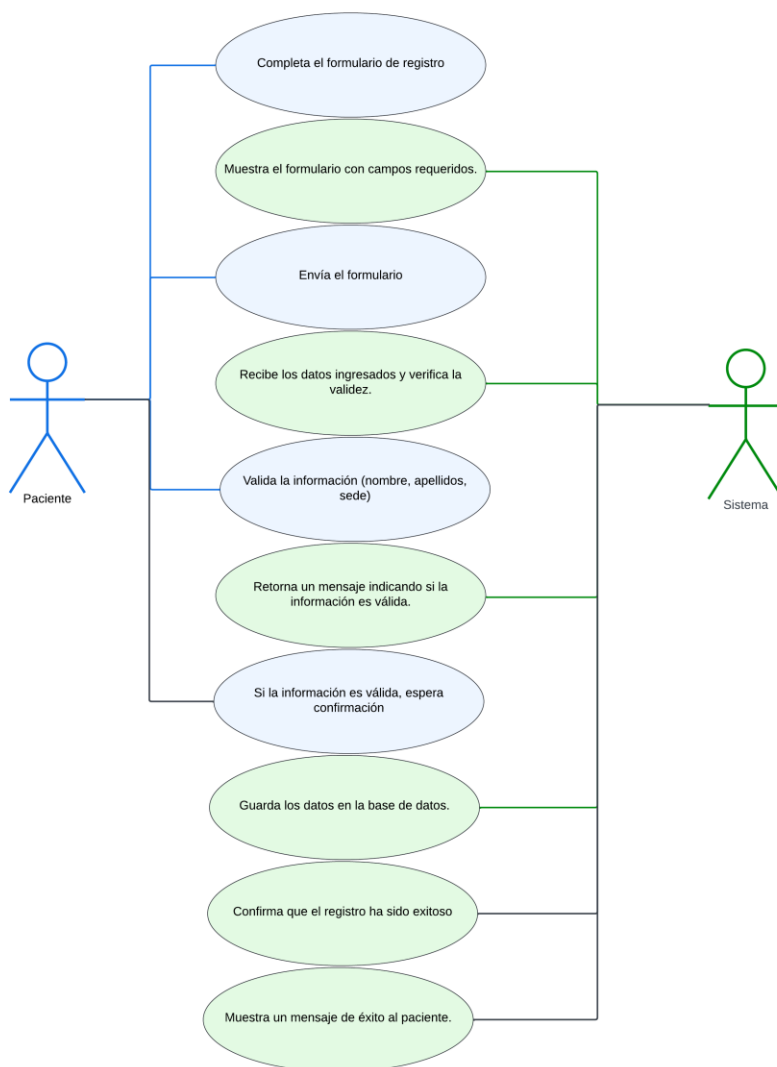
Para el sistema automatizado de gestión de citas odontológicas, los diagramas de secuencia ilustrarán cómo se ejecutan cada una de las interacciones especificadas en los casos de uso, permitiendo una comprensión precisa de la lógica operativa y del flujo de procesos para cada funcionalidad.

3.9 Descripción de cada Caso de Uso

3.9.1 Caso de uso 1: Registro de paciente

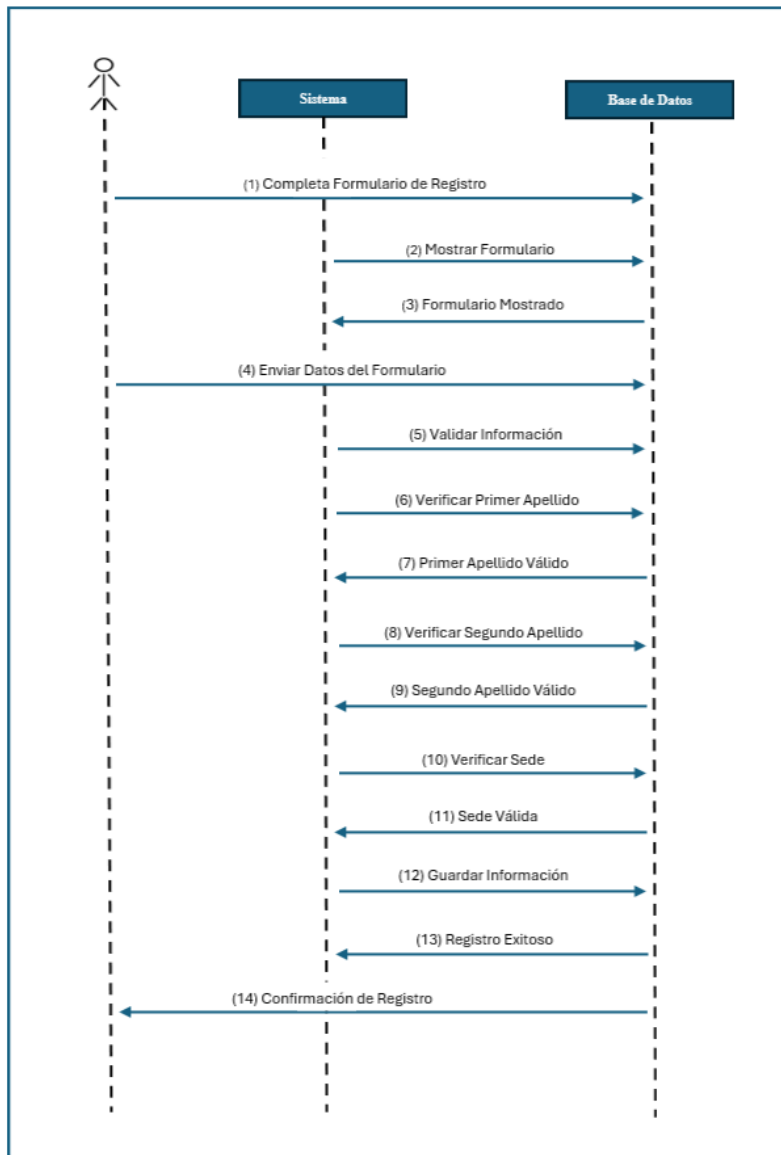
Descripción: este caso de uso permite a los pacientes registrarse en el sistema mediante un formulario que solicita su información personal, incluyendo su primer y segundo apellido, así como seleccionar la sede donde desea recibir atención. El diagrama de secuencia asociado muestra cada interacción entre el paciente y el sistema, verificando la información ingresada antes de completar el registro.

Figura 3. Caso de Uso 1: Registro de Paciente



Elaboración propia.

Figura 4. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Registro de Paciente

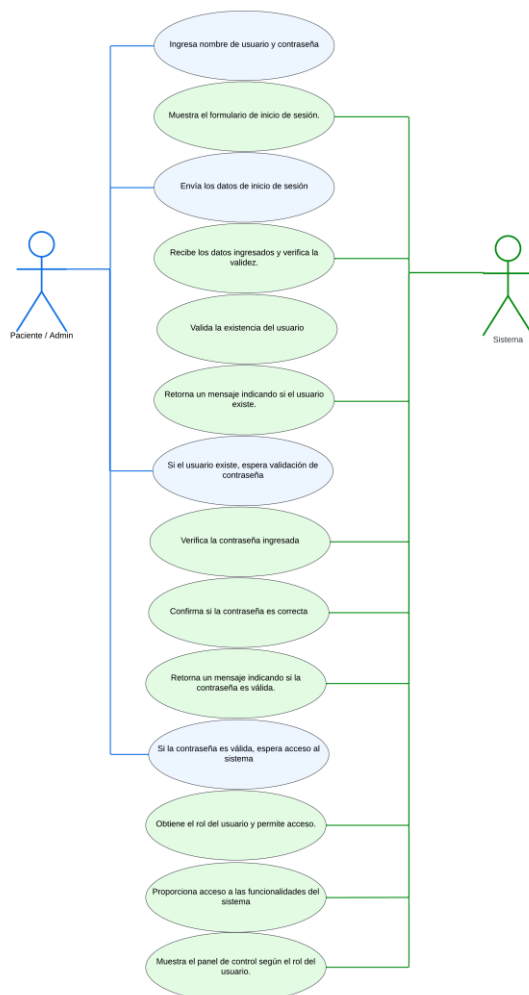


Elaboración propia.

3.9.2 Caso de uso 2: Inicio de sesión

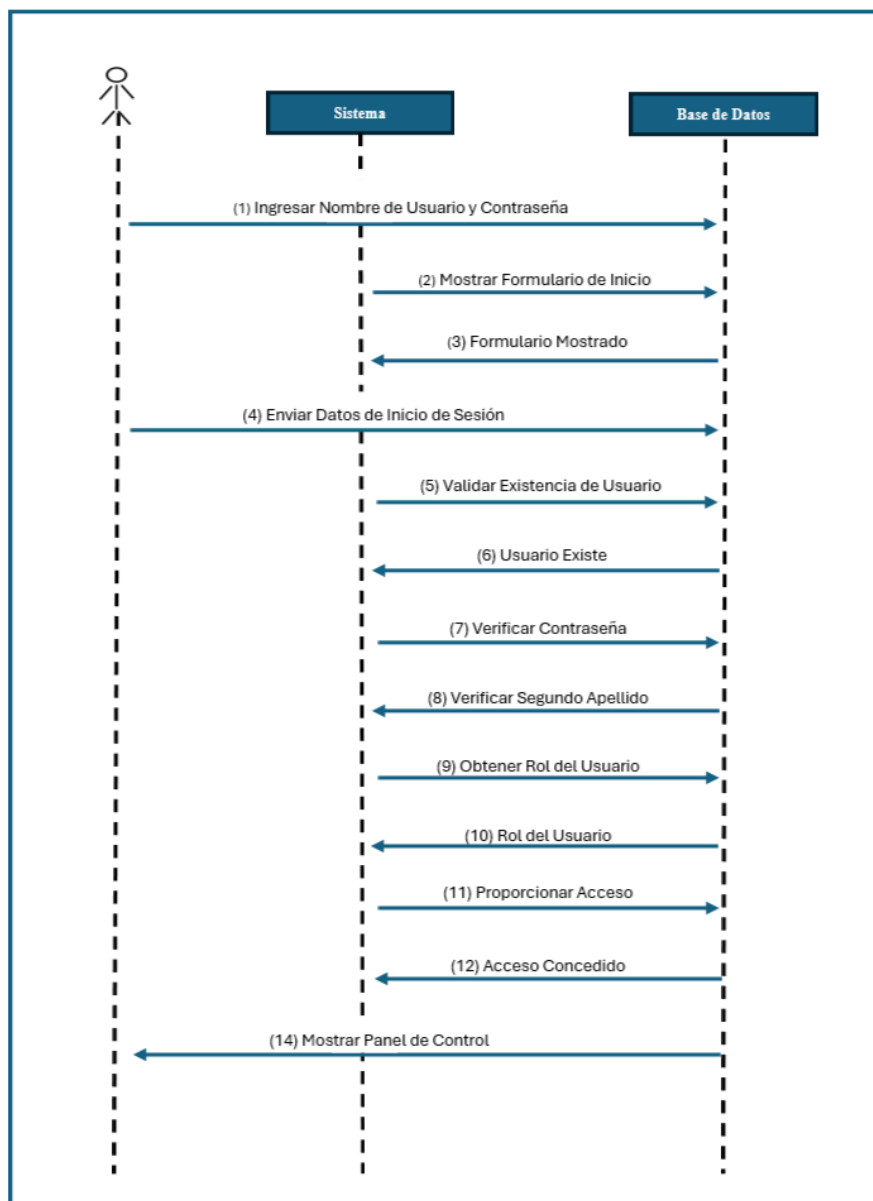
Descripción: este caso de uso permite a los pacientes y administradores iniciar sesión en el sistema utilizando su nombre de usuario y contraseña. Proporciona acceso a las funcionalidades del sistema según el rol del usuario. En el diagrama de secuencia se representa el flujo de validación de credenciales y permisos según el rol del usuario.

Figura 5. Caso de Uso 2: Inicio de Sesión



Elaboración propia.

Figura 6. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Inicio de Sesión

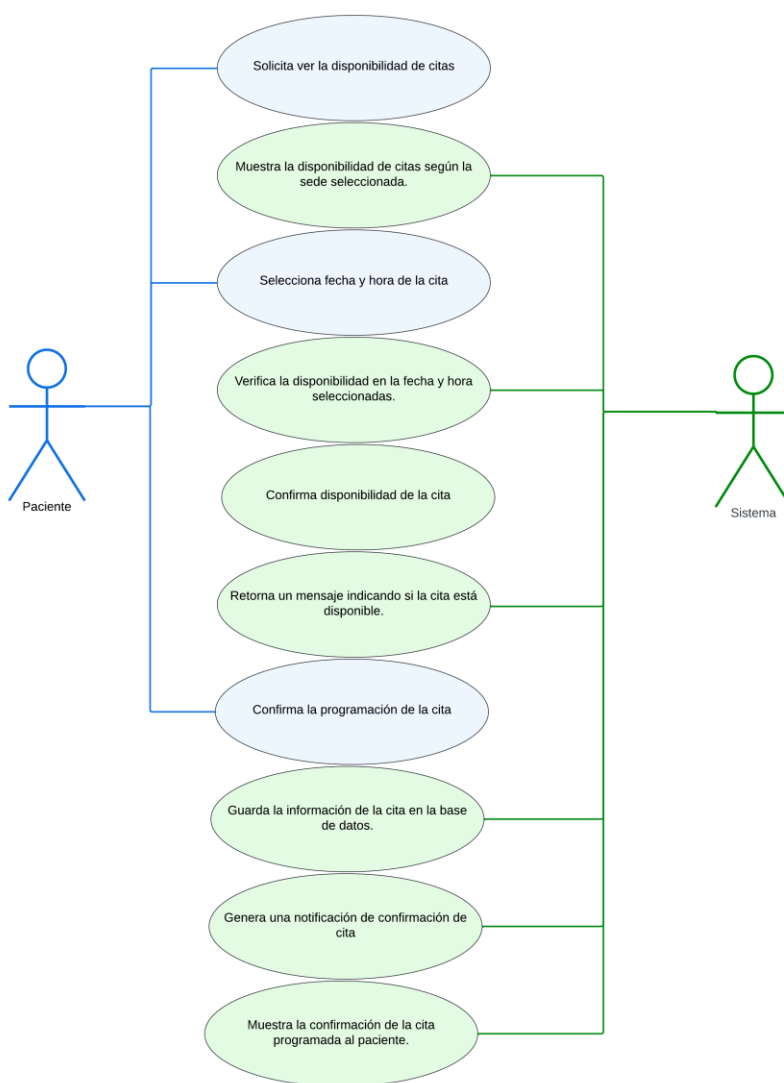


Elaboración propia.

3.9.3 Caso de uso 3: Programación de cita

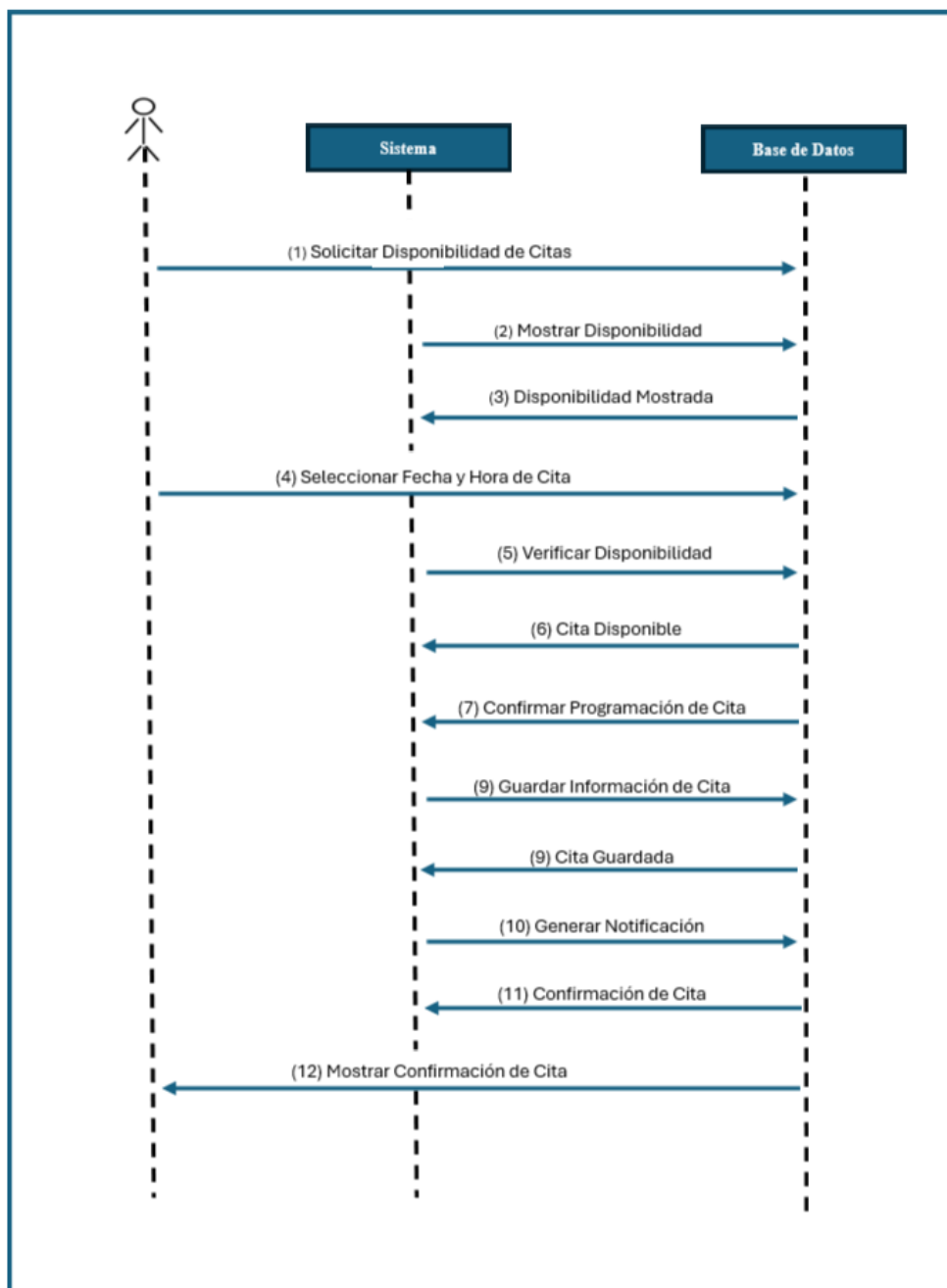
Descripción: los pacientes podrán programar citas con los dentistas según la disponibilidad mostrada en el sistema, eligiendo también la sede correspondiente. El diagrama de secuencia ilustra el proceso de búsqueda de disponibilidad y la confirmación de la cita, con las verificaciones de disponibilidad y de sede.

Figura 7. Caso de Uso 3: Programación de Cita



Elaboración propia.

Figura 8. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Programación de Cita

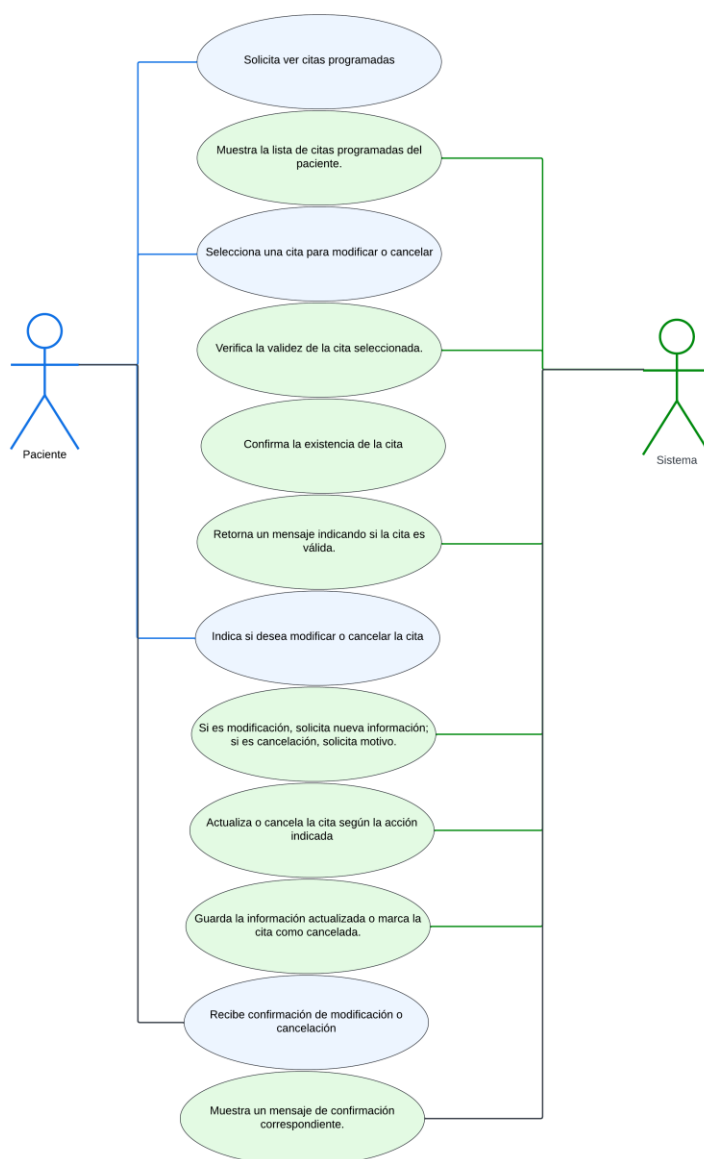


Elaboración propia.

3.9.4 Caso de uso 4: *Modificación o cancelación de cita (3)*

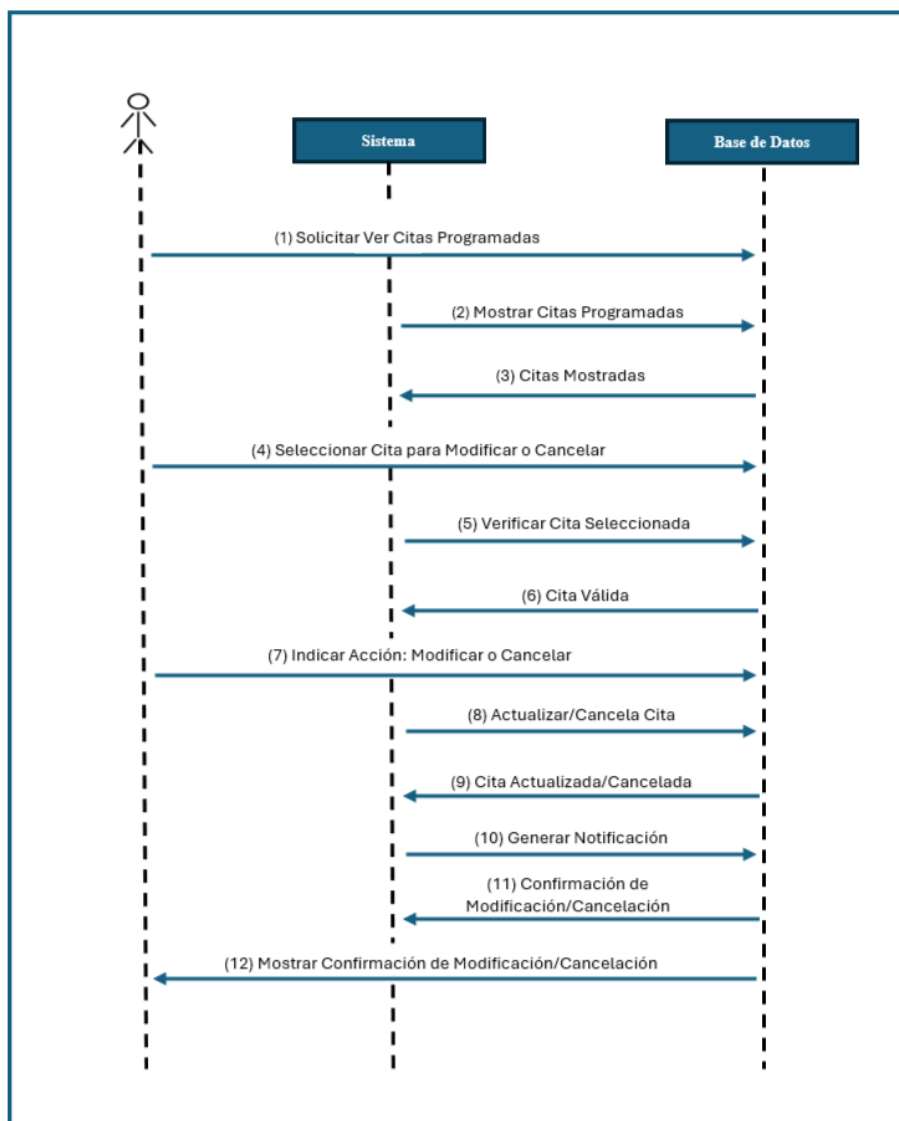
Descripción: este caso de uso permite a los pacientes modificar o cancelar citas previamente programadas, indicando el motivo de la acción. El diagrama de secuencia asociado detalla las interacciones para modificar o cancelar citas, incluyendo la validación de disponibilidad de horarios alternativos o la confirmación de cancelación.

Figura 9. Caso de Uso 4: *Modificación o Cancelación de Cita*



Elaboración propia.

Figura 10. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Modificación o Cancelación de Cita

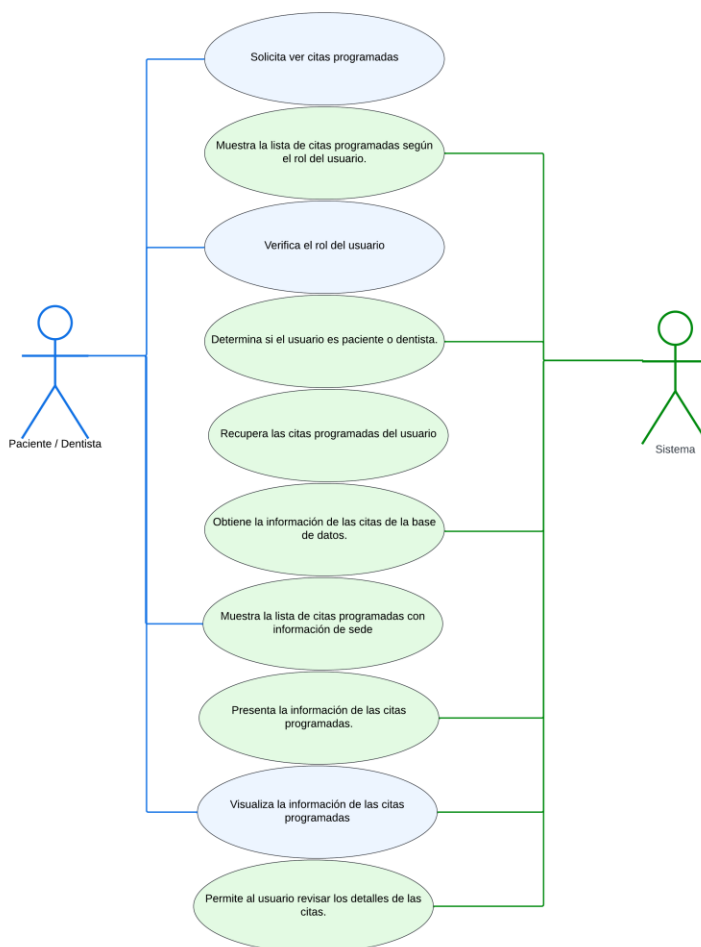


Elaboración propia.

3.9.5 Caso de uso 5: Visualización de citas programadas

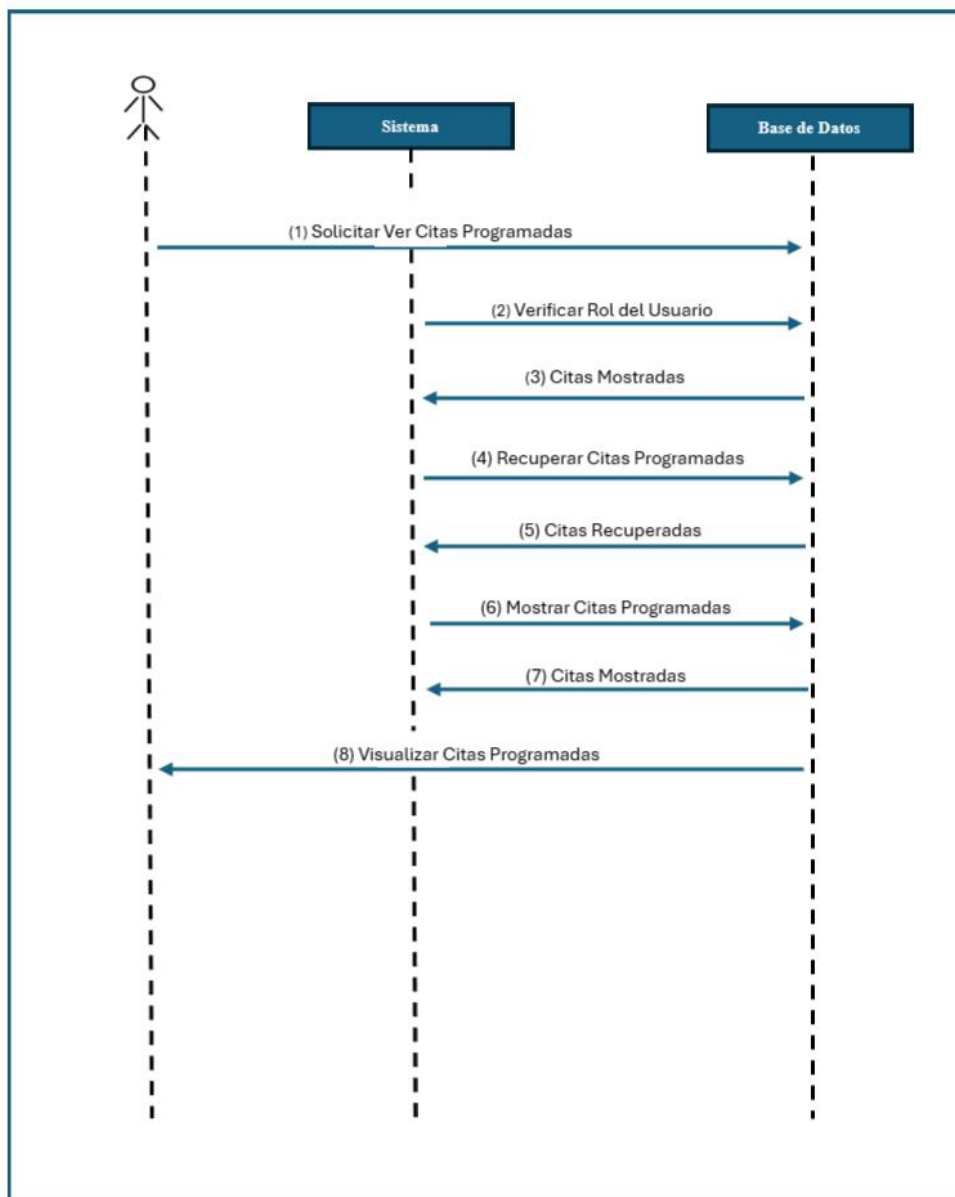
Descripción: los pacientes y dentistas podrán visualizar las citas programadas, incluyendo información sobre la sede donde se realizará. El diagrama de secuencia muestra las consultas de agenda y los pasos para acceder a la información detallada de cada cita.

Figura 11. Caso de Uso 5: Visualización de Citas Programadas



Elaboración propia.

Figura 12. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Visualización de Citas Programadas



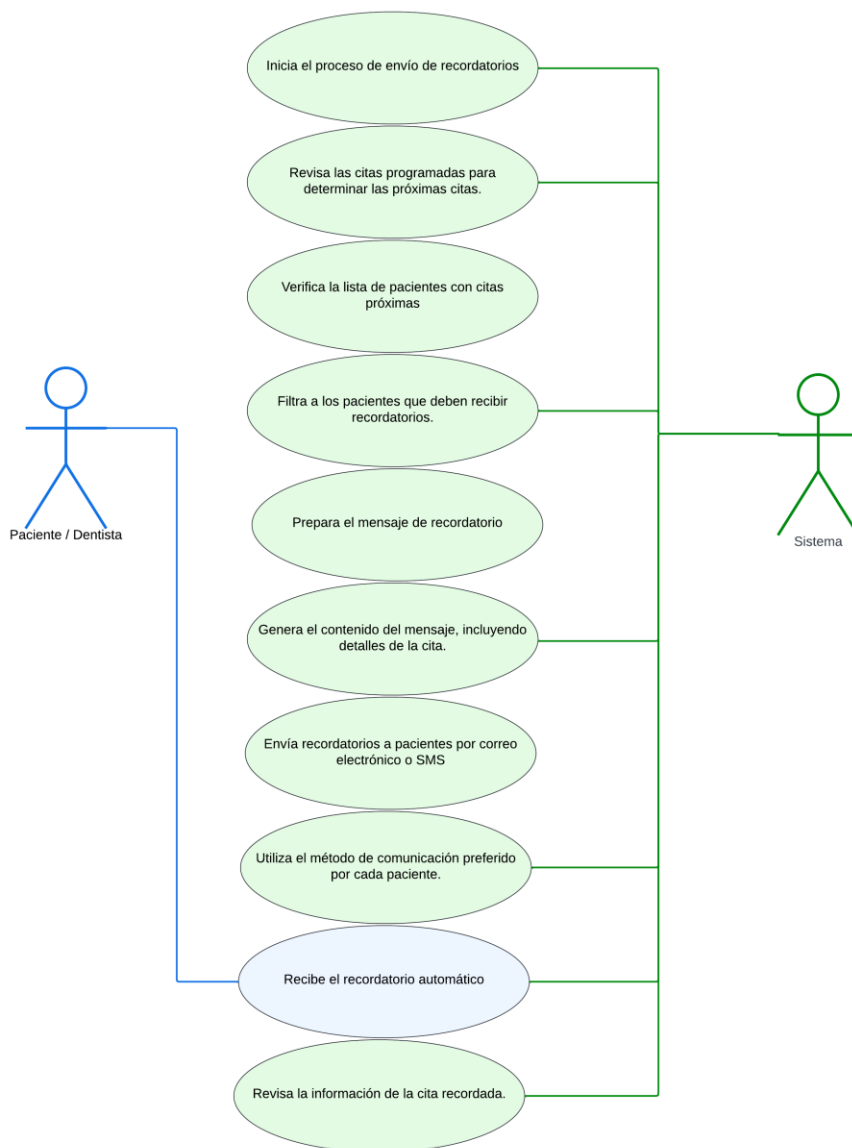
Elaboración propia.

3.9.6 Caso de uso 6: Envío de recordatorios automáticos

Descripción: el sistema enviará recordatorios automáticos a los pacientes sobre sus citas programadas, utilizando correo electrónico o SMS, asegurando que los pacientes estén informados

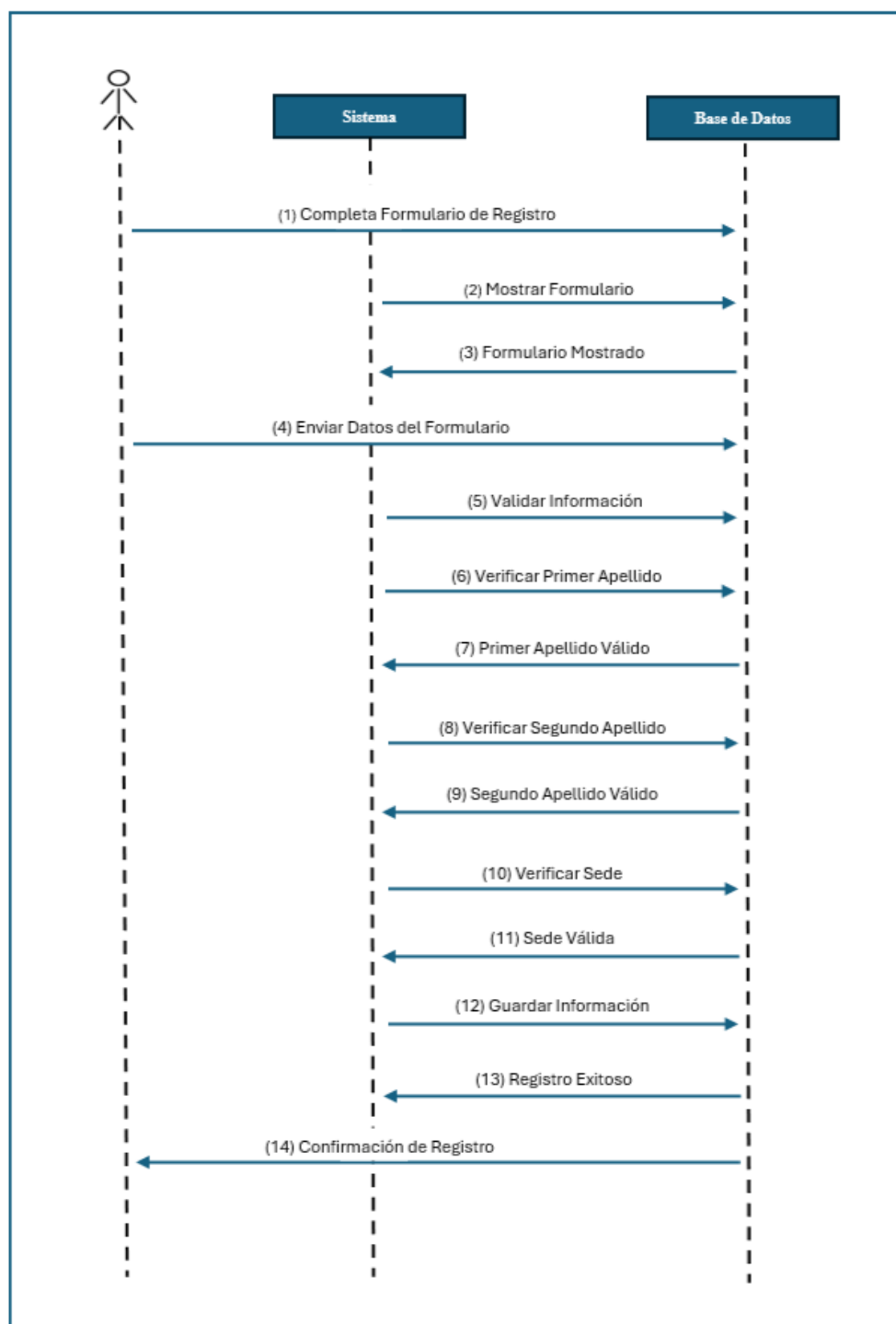
sobre sus próximas citas. El diagrama de secuencia representa el flujo del sistema para programar y enviar recordatorios en los tiempos designados.

Figura 13. Caso de Uso 6: Envío de Recordatorios Automáticos



Elaboración propia.

Figura 14. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Envío de Recordatorios Automáticos

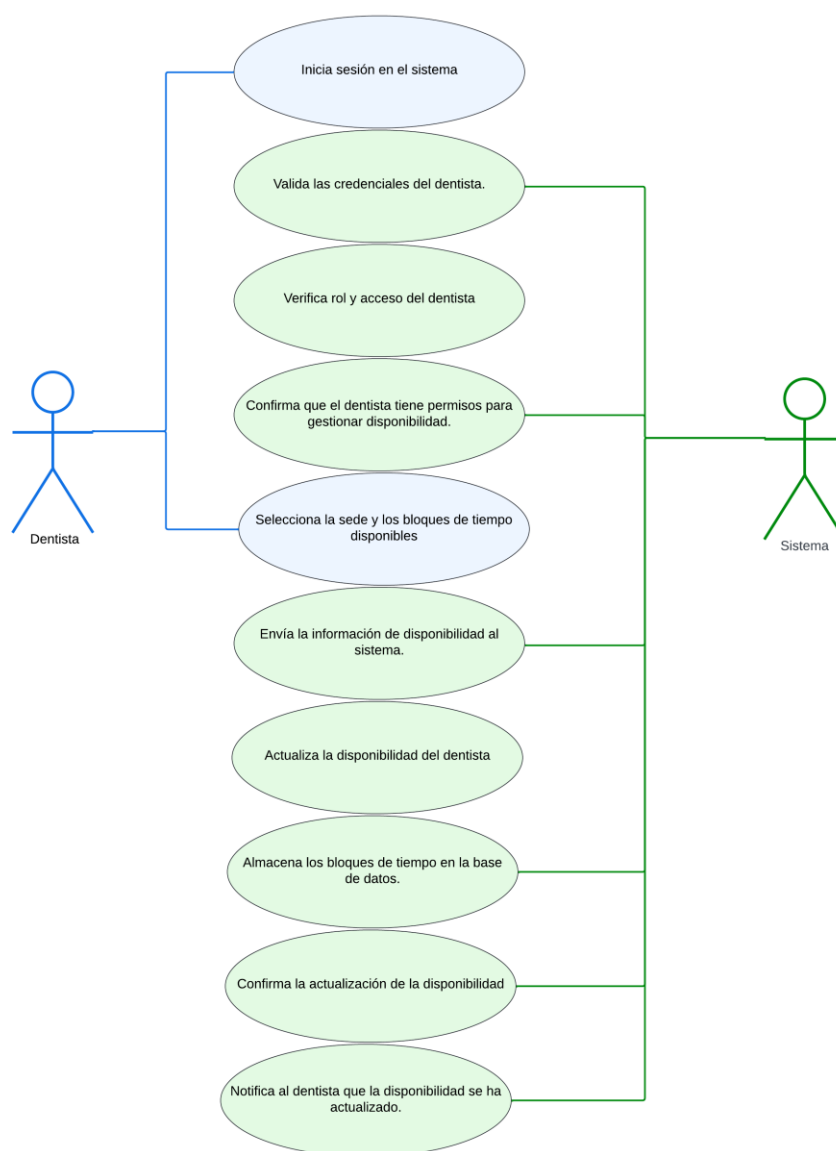


Elaboración propia.

3.9.7 Caso de uso 7: Gestión de la disponibilidad de dentistas

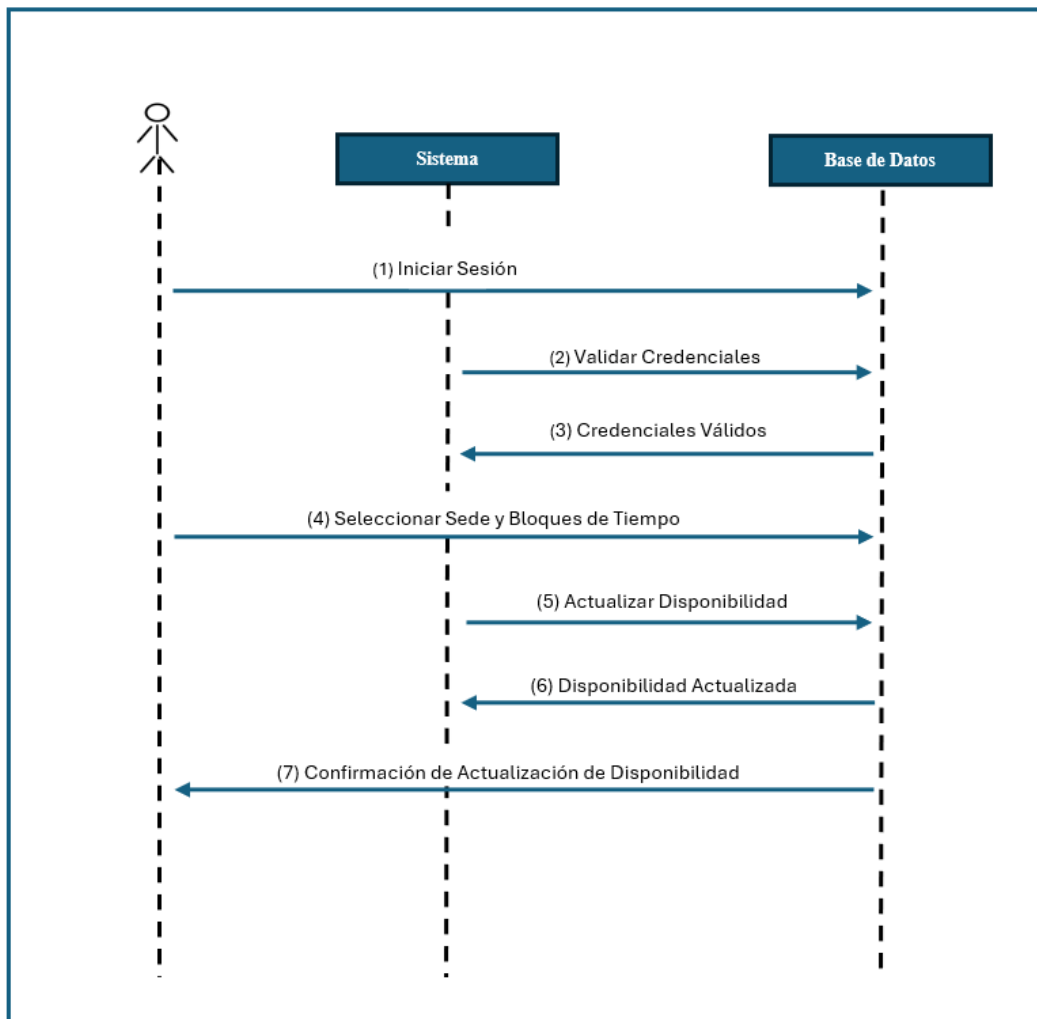
Descripción: los dentistas podrán gestionar su disponibilidad en el sistema, indicando los bloques específicos de tiempo para cada sede donde trabajen. El diagrama de secuencia correspondiente muestra cómo se registra o actualiza la disponibilidad y cómo el sistema valida los cambios.

Figura 15. Caso de Uso 7: Gestión de la Disponibilidad de Dentistas



Elaboración propia.

Figura 16. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Gestión de la Disponibilidad de Dentistas

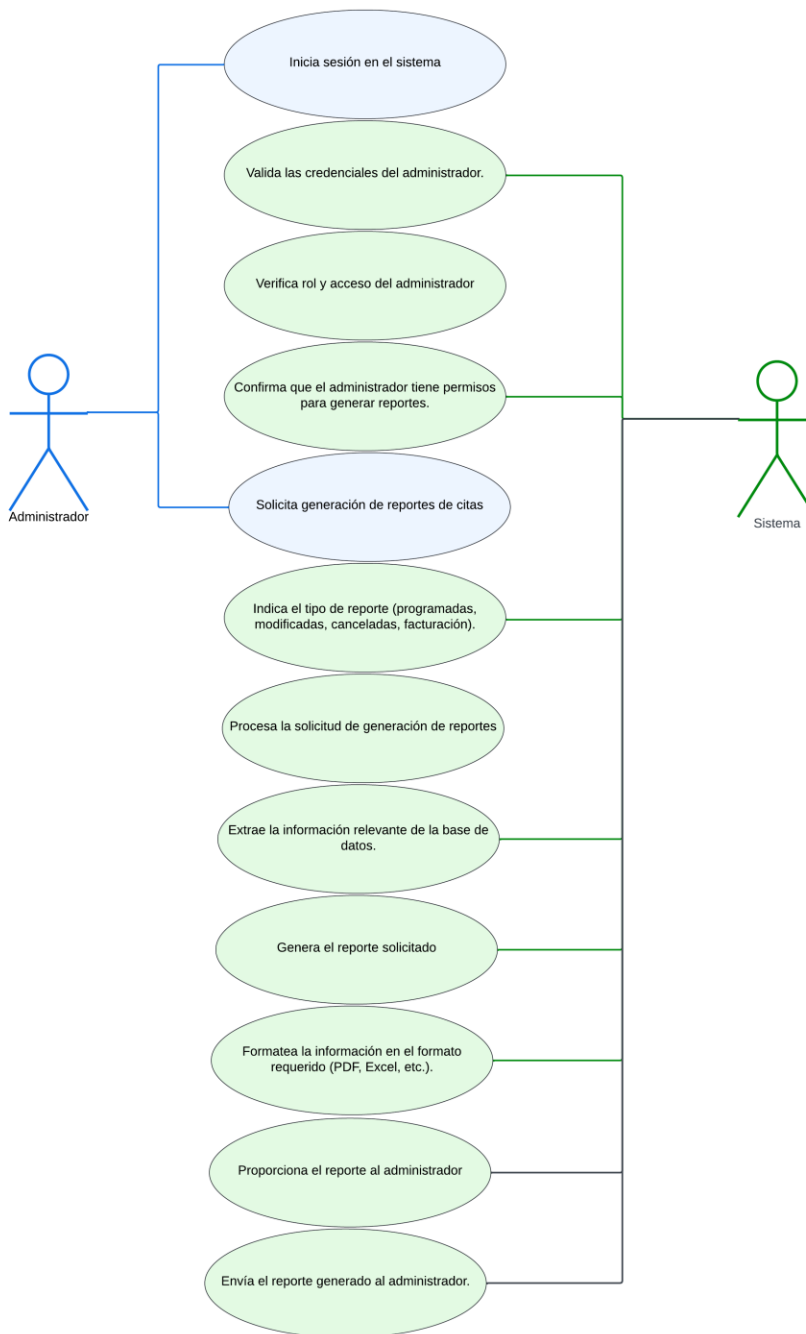


Elaboración propia.

3.9.8 Caso de uso 8: Generación de reportes de citas

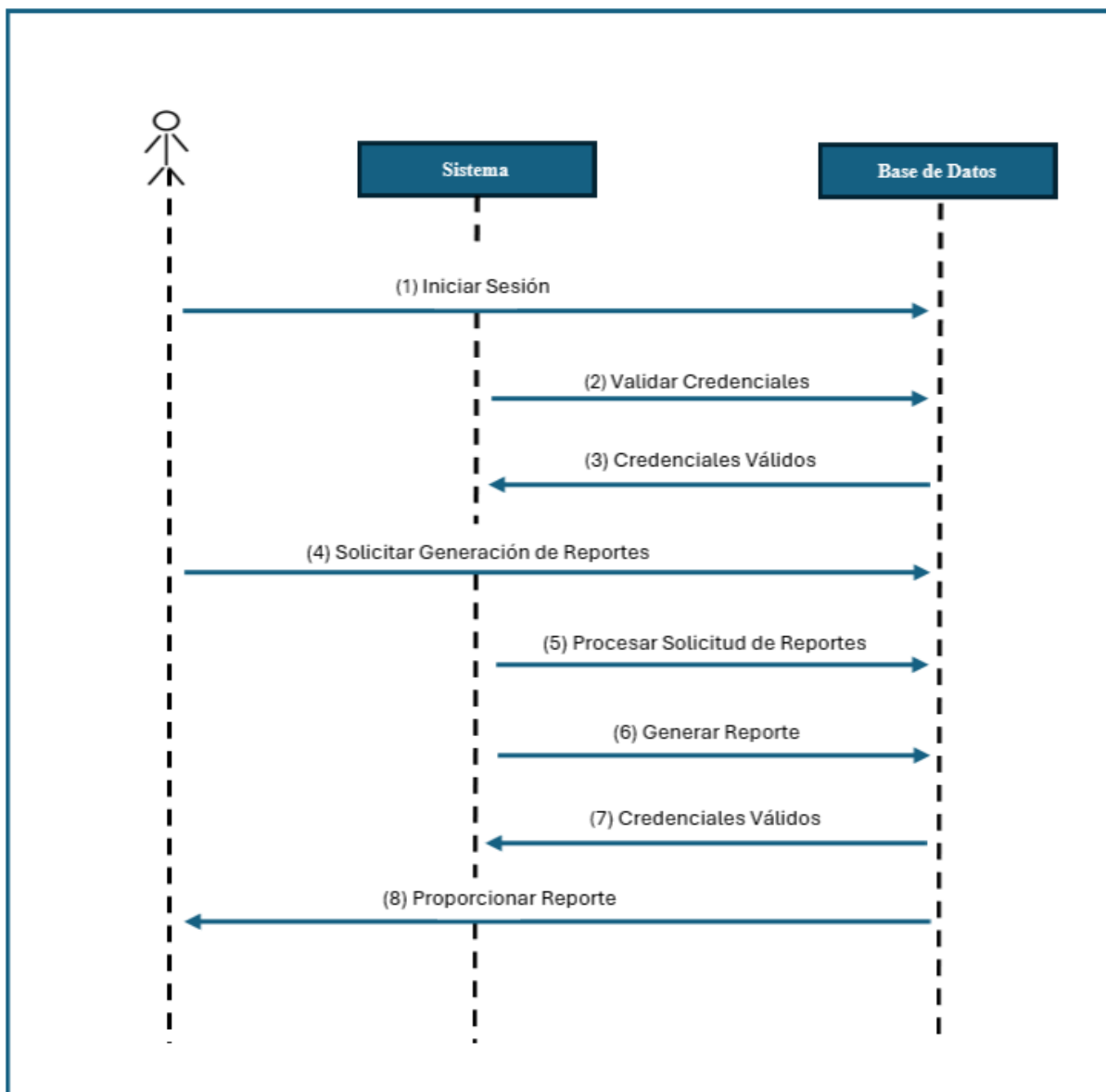
Descripción: los administradores podrán generar reportes sobre las citas programadas, modificadas y canceladas, así como reportes de facturación vinculados a las sedes. El diagrama de secuencia representa el proceso de solicitud de reportes y la interacción con la base de datos para recuperar los datos necesarios.

Figura 17. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Generación de Reportes de Citas



Elaboración propia.

Figura 18. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Generación de Reportes de Citas

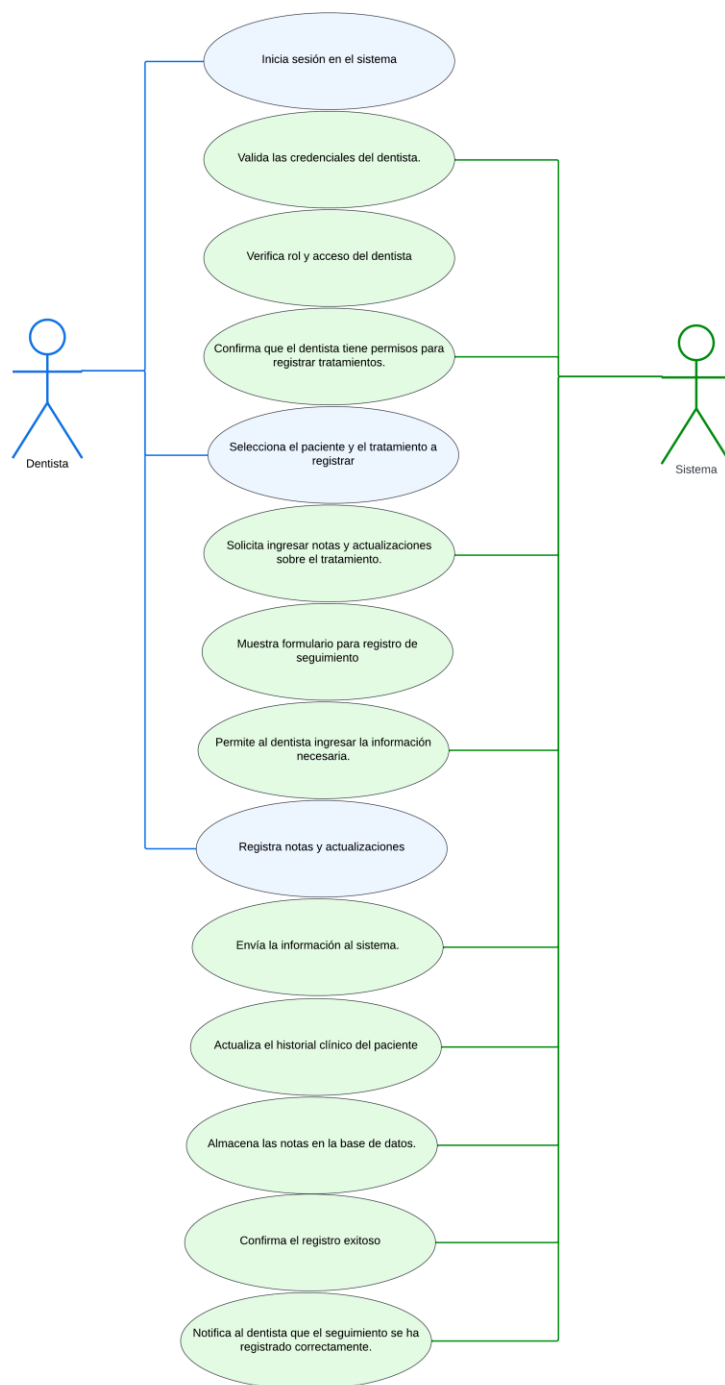


Elaboración propia.

3.9.9 Caso de uso 9: Registro de seguimiento de tratamientos

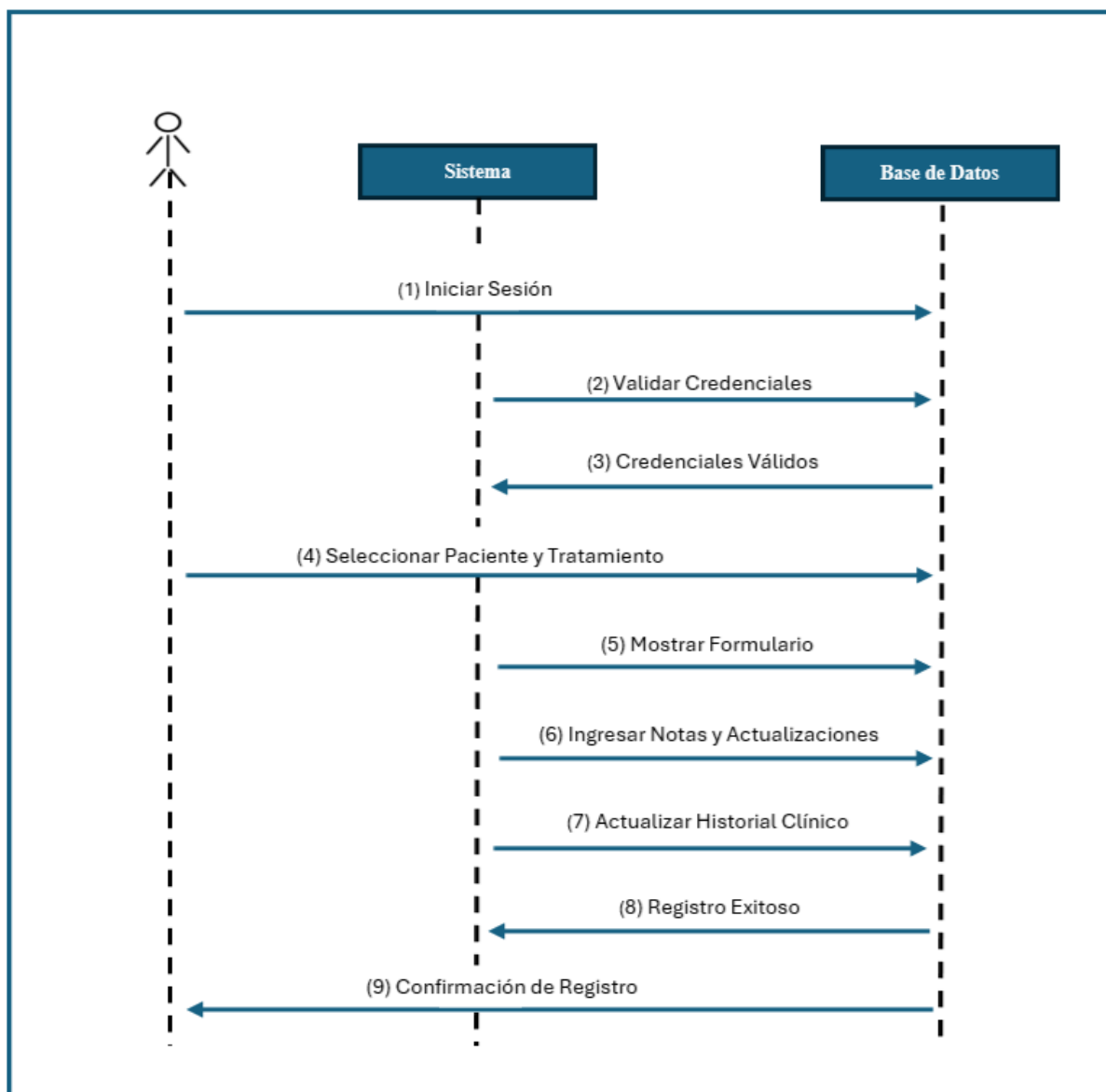
Descripción: este caso de uso permite a los dentistas registrar notas y actualizaciones sobre los tratamientos realizados a los pacientes, facilitando el seguimiento de su historial clínico. El diagrama de secuencia muestra cómo los dentistas registran notas en el sistema y cómo estas son guardadas en el historial de cada paciente.

Figura 19. Caso de Uso 9: Registro de Seguimiento de Tratamientos



Elaboración propia.

Figura 20. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Registro de Seguimiento de Tratamientos



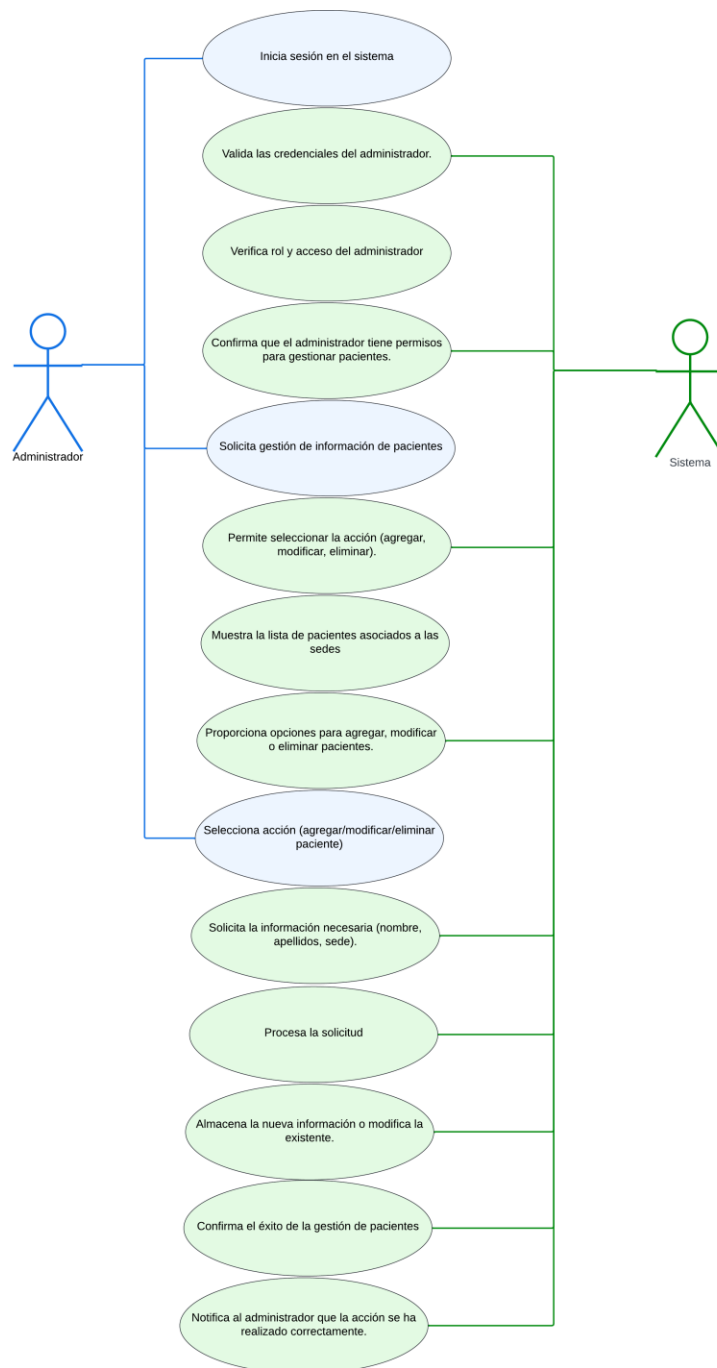
Elaboración propia.

3.9.10 Caso de uso 10: Gestión de pacientes

Descripción: los administradores podrán gestionar la información de los pacientes en el sistema, asegurando que cada paciente esté asociado a la sede correspondiente. En el diagrama de

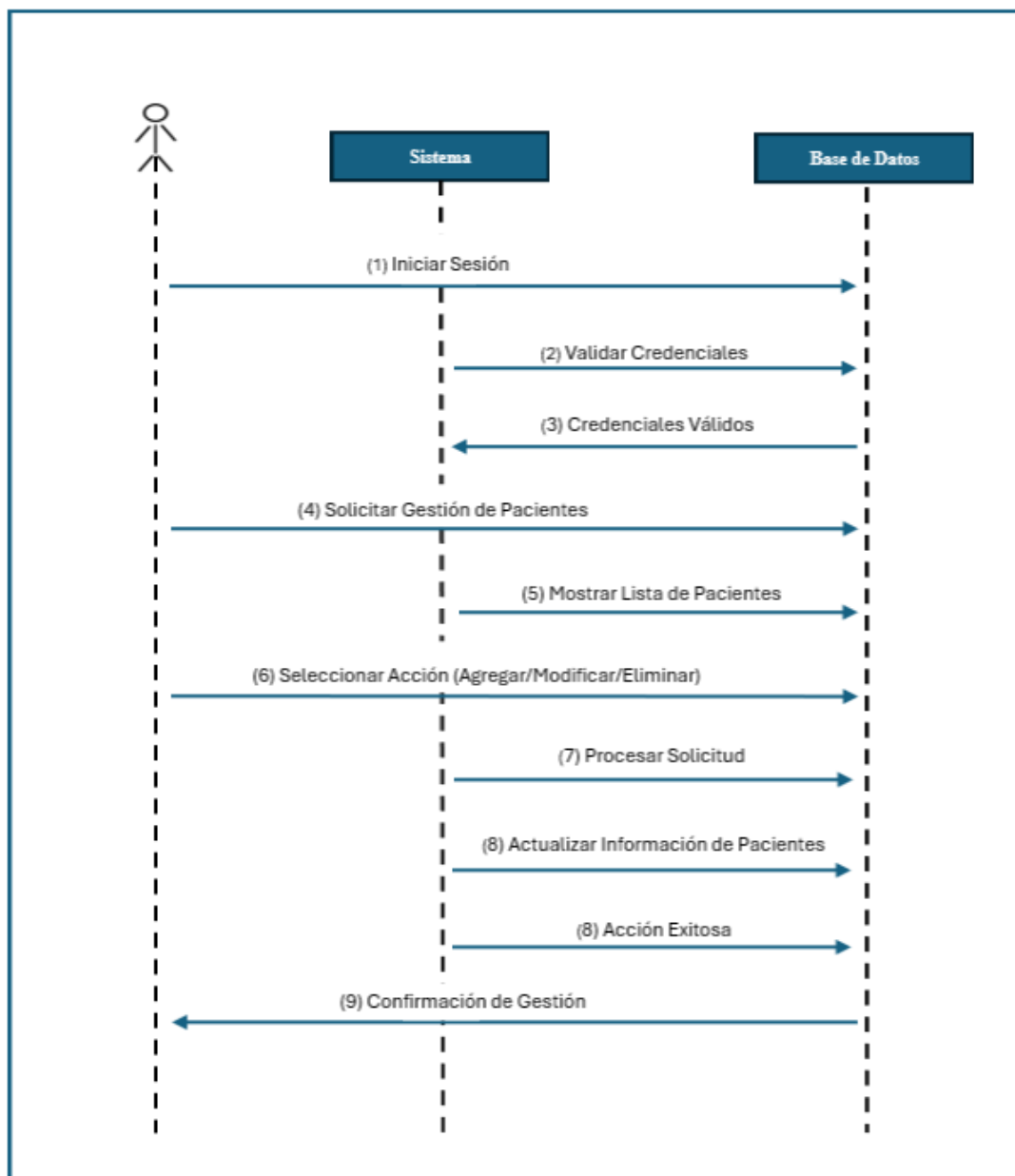
secuencia se presenta el flujo de actualización de datos del paciente y la validación para mantener integridad en los registros.

Figura 21. Caso de Uso 10: Gestión de Pacientes



Elaboración propia.

Figura 22. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Gestión de Pacientes

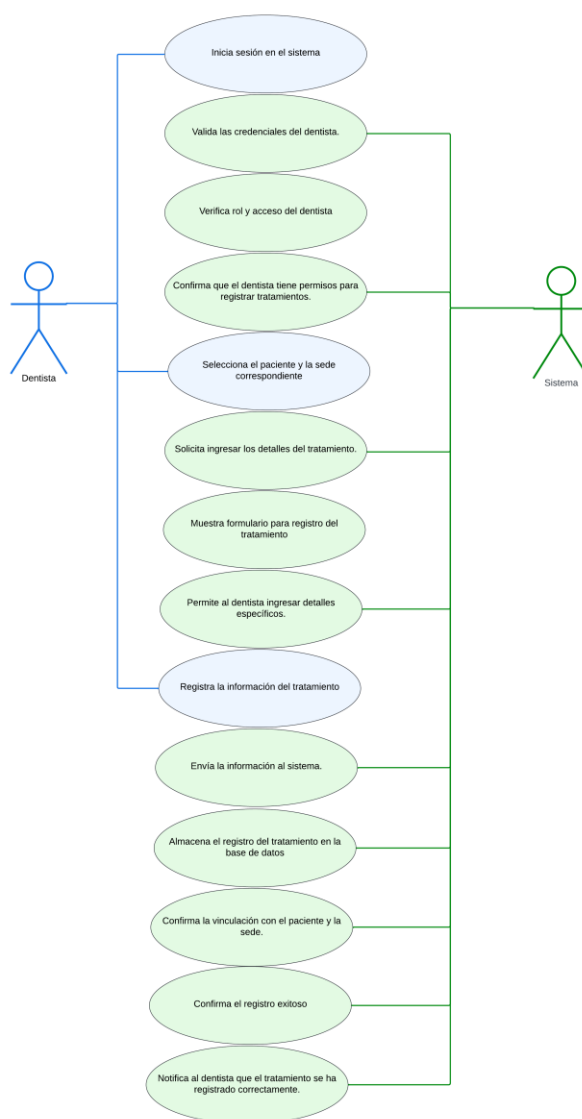


Elaboración propia.

3.9.11 Caso de uso 11: Registro de tratamiento

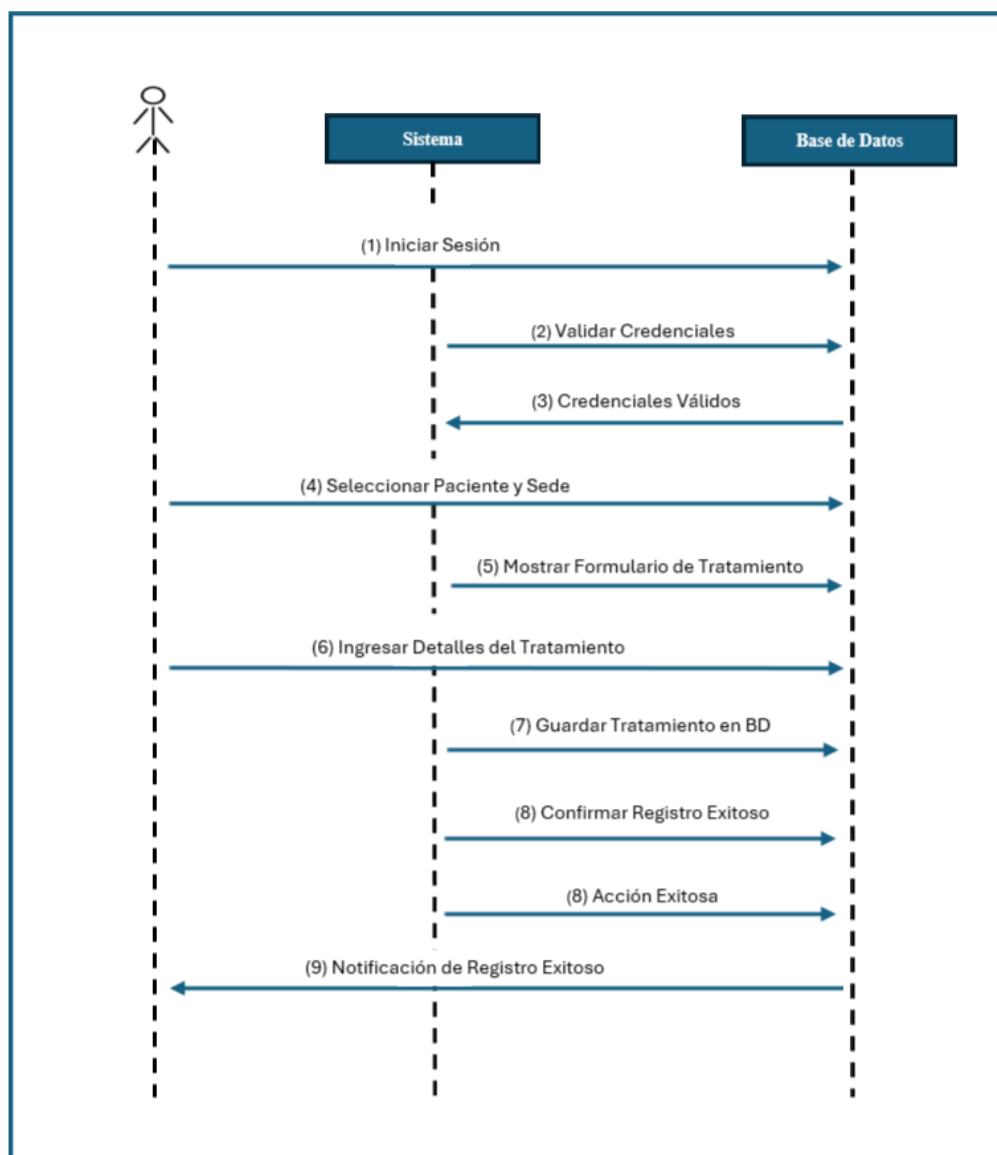
Descripción: este caso de uso permite a los dentistas registrar detalles sobre los tratamientos realizados a los pacientes, vinculándolos a la sede donde se llevaron a cabo. El diagrama de secuencia detalla el proceso de registro de tratamiento y la relación de estos datos con la sede seleccionada.

Figura 23. Caso de Uso 11: Registro de Tratamiento



Elaboración propia.

Figura 24. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Registro de Tratamiento

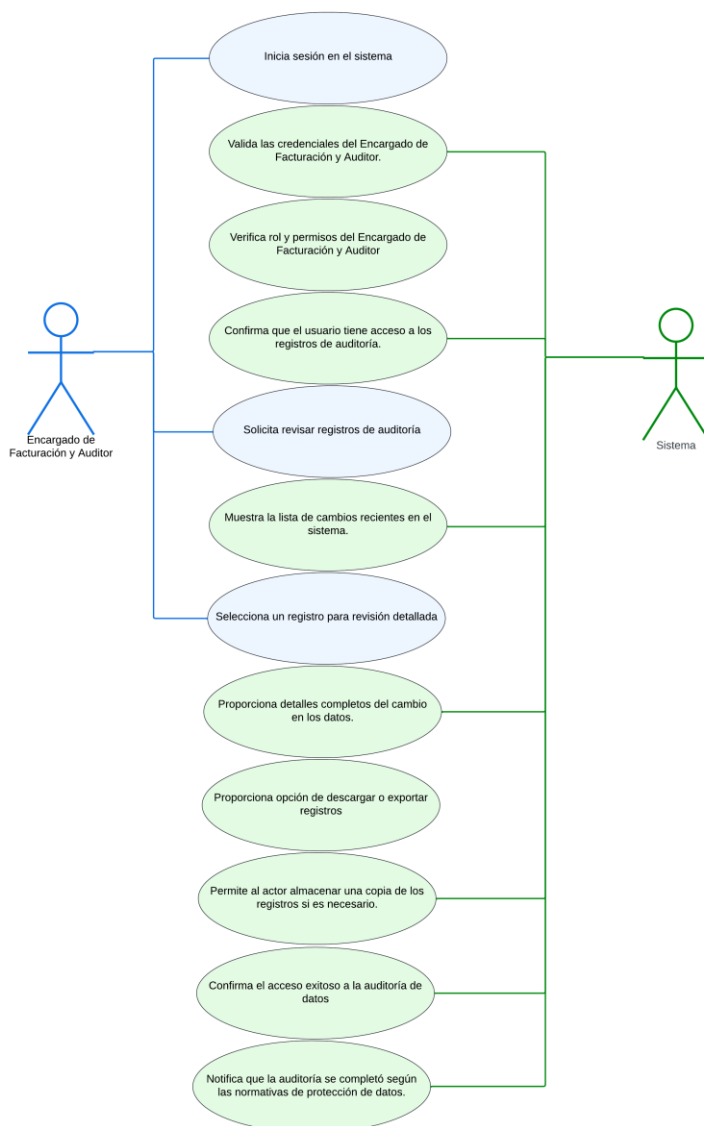


Elaboración propia.

3.9.12 Caso de uso 12: Auditoría de datos

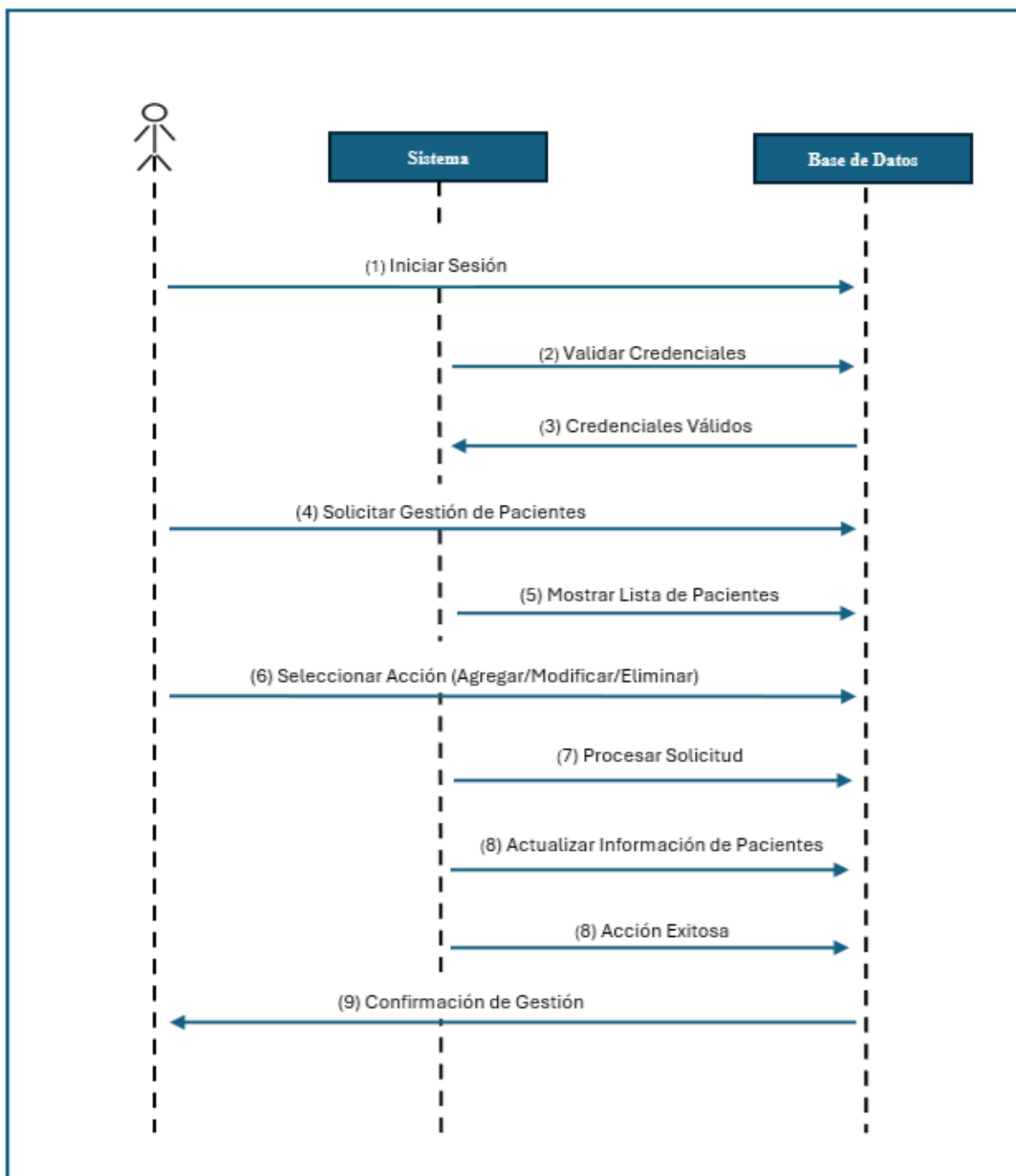
Descripción: este caso de uso permitirá al encargado de Facturación y auditor revisar los registros de auditoría para detectar cambios en los datos del sistema y garantizar que se cumplan las normativas de protección de datos. El diagrama de secuencia muestra el acceso a los registros de auditoría y el flujo de revisiones, permitiendo la exportación de datos según las verificaciones necesarias.

Figura 25. Caso de Uso 12: Auditoría de Datos



Elaboración propia.

Figura 26. Diagrama de Secuencia para el Proceso de Auditoría de Datos



Elaboración propia.

3.10 Arquitectura del Sistema

El sistema automatizado de gestión de citas odontológicas en la Clínica Drs. Rodríguez sigue una arquitectura de software basada en capas que organiza los componentes del sistema en diferentes niveles, lo que facilita su mantenimiento, escalabilidad y seguridad. Esta arquitectura está compuesta por tres capas principales: la capa de presentación (frontend), la capa de lógica de

negocio (backend) y la capa de acceso a datos (base de datos). Adicionalmente, el sistema interactúa con varios servicios externos para funciones específicas, como la notificación de citas.

3.10.1 Componentes del Sistema

El sistema está dividido en varias capas, cada una de las cuales desempeña una función específica dentro del proceso de gestión de citas odontológicas. A continuación, se describen los componentes de cada una de estas capas.

3.10.1.1 Capa de Presentación (Frontend). La capa de presentación es la interfaz visible para los usuarios del sistema (pacientes, dentistas y administradores), en la cual pueden interactuar con las diferentes funcionalidades del sistema a través de un navegador web.

Tecnología utilizada: el frontend está desarrollado utilizando React, una biblioteca de JavaScript diseñada para crear interfaces de usuario dinámicas y reactivas (Facebook, 2013). React permite una experiencia de usuario fluida, actualizando solo las partes de la interfaz que cambian sin recargar la página completa. Esta característica mejora la eficiencia del sistema, especialmente en aplicaciones que requieren interacciones en tiempo real. Funcionalidades principales: la capa de presentación incluye:

- **Formulario de registro y autenticación:** permite a los pacientes registrarse e iniciar sesión.
- **Calendario de citas:** permite a los pacientes ver la disponibilidad de los dentistas y programar, modificar o cancelar citas.
- **Panel de administración:** permite al personal de la clínica gestionar las citas y los perfiles de los pacientes.

- Usabilidad: el diseño de la interfaz está enfocado en la simplicidad y facilidad de uso, para asegurar que tanto los pacientes como el personal administrativo puedan interactuar con el sistema sin necesidad de formación técnica avanzada (Nielsen, 1994).

3.10.1.2 Capa de Lógica de Negocio (Backend). La capa de lógica de negocio es el corazón del sistema, en el cual se procesan las reglas y operaciones necesarias para el funcionamiento de las funcionalidades.

Tecnología utilizada: la lógica de negocio está implementada en Python, utilizando el framework Flask o Django, dependiendo de los requisitos del sistema. Python es ideal para este tipo de aplicaciones debido a su flexibilidad, simplicidad y amplia gama de bibliotecas disponibles (Lutz, 2013). Sus funcionalidades principales son:

- Gestión de citas: procesa las solicitudes de creación, modificación y cancelación de citas.
- Notificaciones: genera recordatorios automáticos de citas, que luego son enviados por el sistema de notificaciones.
- Validación de usuarios: maneja la autenticación y autorización de usuarios (pacientes, administradores, dentistas), asegurando que cada usuario solo tenga acceso a las funcionalidades correspondientes a su rol.
- Lógica de disponibilidad: determina la disponibilidad de los dentistas basándose en sus horarios y las citas ya reservadas.

3.10.1.3 Capa de Acceso a Datos (Base de Datos). La capa de acceso a datos gestiona la interacción con la base de datos, en la cual se almacenan todos los datos relacionados con los pacientes, dentistas y citas.

Tecnología utilizada: se utiliza SQL Server o MySQL como sistema de gestión de bases de datos relacionales. MySQL es una opción ampliamente utilizada debido a su flexibilidad y eficiencia en la gestión de grandes volúmenes de datos, especialmente en aplicaciones web (Silberschatz et al., 2019). Sus funcionalidades principales son:

- Almacenamiento de datos: el sistema almacena información de los pacientes (datos personales, historial médico, información de contacto), citas programadas y los perfiles de los dentistas.
- Consultas de datos: proporciona una interfaz para que la capa de lógica de negocio consulte, actualice y elimine registros de la base de datos.
- Seguridad de los datos: implementa medidas de seguridad para proteger la información sensible de los pacientes, cumpliendo con las normativas de protección de datos aplicables (e. g., cifrado de datos sensibles).

3.10.1.4 Servicios Externos. El sistema interactúa con servicios externos para proporcionar funcionalidades adicionales que no están implementadas directamente dentro del sistema.

Notificaciones automáticas: el sistema utiliza un servicio externo como Twilio o SendGrid para enviar notificaciones automáticas a los pacientes sobre sus próximas citas. Estas notificaciones se envían por correo electrónico o SMS, dependiendo de la preferencia del paciente. Este servicio se integra con el backend del sistema para asegurar que las notificaciones se envíen a tiempo, recordando a los pacientes sobre sus citas (Twilio, 2022).

Copia de seguridad y almacenamiento: para garantizar la seguridad y la recuperación de los datos, el sistema utiliza servicios de almacenamiento en la nube, como Amazon Web Services (AWS), para realizar copias de seguridad periódicas de la base de datos. Esto asegura la disponibilidad y protección de los datos ante fallos del sistema o desastres.

3.11 Base de Datos

La base de datos del sistema automatizado de gestión de citas odontológicas es el componente central donde se almacena y gestiona toda la información relacionada con los pacientes, citas, dentistas y el historial de tratamientos. El diseño de la base de datos sigue un modelo relacional, utilizando un sistema de gestión de bases de datos (SGBD) como MySQL o SQL Server, que asegura la integridad y la seguridad de los datos.

3.11.1 Diagrama de la Base de Datos (DB)

El diagrama de la base de datos (DB) proporciona una representación visual de la estructura de la base de datos utilizada en el sistema automatizado de gestión de citas odontológicas. Este diagrama muestra las tablas principales, sus campos y las relaciones entre ellas, lo que facilita la comprensión de cómo se organiza y se gestiona la información dentro del sistema.

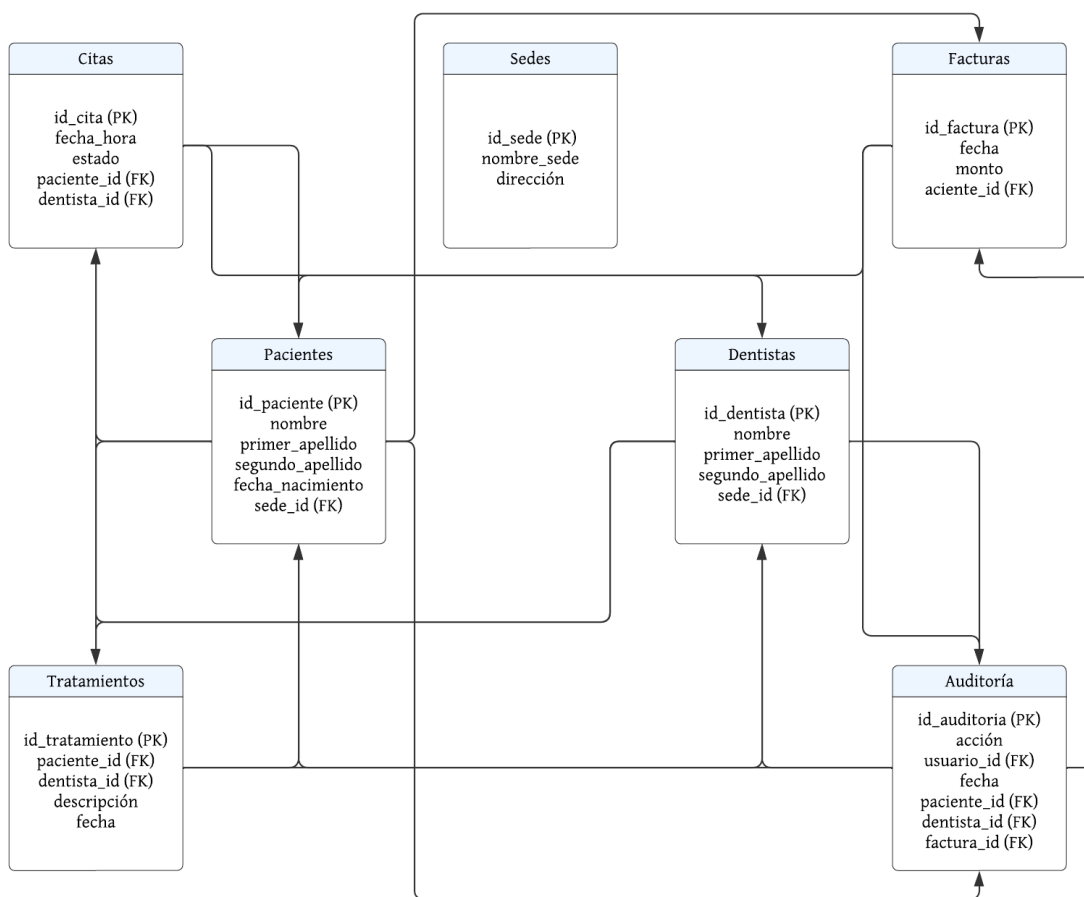
Descripción del Diagrama

El diagrama incluye las siguientes tablas:

- **Paciente:** contiene información sobre los pacientes, incluyendo sus datos personales y de contacto.
- **Cita:** registra las citas programadas, asociando a cada paciente con un dentista y la fecha y hora de la cita.

- **Dentista:** almacena información sobre los dentistas que trabajan en la clínica, incluyendo su especialidad y disponibilidad.
- **Historial de tratamientos:** registra las notas y detalles de los tratamientos realizados a los pacientes durante sus citas.
- **Sedes:** contiene información sobre las distintas sedes de la clínica.
- **Factura:** almacena los detalles de las facturas generadas para los pacientes.
- **Tratamiento:** registra los diferentes tipos de tratamientos disponibles en la clínica.
- **Auditoría (Bitácora):** guarda un registro de las acciones realizadas dentro del sistema para fines de auditoría.

Figura 27. Diagrama de la Base de Datos (DB)



Elaboración propia.

3.11.2 Llaves Primarias

Cada tabla en la base de datos tiene una llave primaria (*primary key*) que identifica de manera única cada registro en la tabla. A continuación, se describen las principales llaves primarias actualizadas:

- **Tabla Paciente:** la llave primaria es ID_Paciente, que es un identificador único generado automáticamente por el sistema para cada paciente.
- **Tabla Cita:** la llave primaria es ID_Cita, que identifica de manera única cada cita programada.
- **Tabla Dentista:** la llave primaria es ID_Dentista, que asigna un identificador único a cada dentista en la base de datos.
- **Tabla Historial de Tratamientos:** la llave primaria es ID_Historial, que identifica de manera única cada entrada en el historial de tratamientos.
- **Tabla Sedes:** la llave primaria es ID_Sede, que identifica de manera única cada sede de la clínica.
- **Tabla Factura:** la llave primaria es ID_Factura, que identifica de manera única cada factura emitida.
- **Tabla Tratamiento:** la llave primaria es ID_Tratamiento, que asigna un identificador único a cada tipo de tratamiento realizado.
- **Tabla Auditoría (Bitácora):** la llave primaria es ID_Bitacora, que identifica de manera única cada entrada en la bitácora de auditoría.

3.11.3 Tablas

Se describen a continuación, las principales tablas de la base de datos, que almacenan la información necesaria para el funcionamiento del sistema automatizado de gestión de citas odontológicas.

Tabla Paciente: esta tabla contiene toda la información relacionada con los pacientes de la clínica.

Campos:

ID_Paciente (PK)

Nombre_Paciente

Apellido1_Paciente

Apellido2_Paciente

Correo_Paciente

Telefono_Paciente

Direccion_Paciente

Fecha_Registro

Tabla Cita: esta tabla almacena todas las citas programadas, modificadas o canceladas por los pacientes.

Campos:

ID_Cita (PK)

ID_Paciente (FK)

ID_Dentista (FK)

Fecha_Cita

Hora_Cita

Estado_Cita (Programada, Modificada, Cancelada)

Tabla Dentista: esta tabla contiene la información de los dentistas que trabajan en la clínica.

Campos:

ID_Dentista (PK)

Nombre_Dentista

Apellido1_Dentista

Apellido2_Dentista

Correo_Dentista

Telefono_Dentista

Especialidad_Dentista

Disponibilidad_Dentista

Tabla Historial de Tratamientos: esta tabla registra las notas y actualizaciones relacionadas con los tratamientos realizados a los pacientes durante sus citas.

Campos:

ID_Historial (PK)

ID_Cita (FK)

Notas_Tratamiento

Fecha_Tratamiento

Costo_Tratamiento

Tabla Sedes: esta tabla almacena la información sobre las diferentes sedes de la clínica.

Campos:

ID_Sede (PK)

Nombre_Sede

Direccion_Sede

Telefono_Sede

Tabla Factura: esta tabla registra las facturas generadas para los pacientes después de sus citas.

Campos:

ID_Factura (PK)

ID_Paciente (FK)

ID_Cita (FK)

Monto_Total

Fecha_Factura

Estado_Factura (Pagada, Pendiente, Cancelada)

Tabla Tratamiento: esta tabla registra los tipos de tratamientos que se realizan en la clínica.

Campos:

ID_Tratamiento (PK)

Nombre_Tratamiento

Descripcion_Tratamiento

Costo_Tratamiento

Tabla Auditoría (Bitácora): esta tabla registra las acciones realizadas dentro del sistema para fines de auditoría.

Campos:

ID_Bitacora (PK)

ID_Usuario (FK)

Accion_Realizada

Fecha_Accion

Tabla Usuarios: si el sistema incluye un módulo de seguridad para los usuarios, se creará una tabla para almacenar sus contraseñas encriptadas.

Campos:

ID_Usuario (PK)

Nombre_Usuario

Correo_Usuario

Contraseña_Hash (Contraseña encriptada)

Fecha_Registro

3.11.4 Diccionario de Datos

El diccionario de datos describe cada campo en las tablas de la base de datos, especificando su tipo de dato y la funcionalidad que desempeña dentro del sistema. A continuación, se muestra el diccionario de datos para las tablas más relevantes del sistema de gestión de citas odontológicas.

Tabla 3**Diccionario de Datos del Sistema Automatizado de Gestión de Citas Odontológicas**

Tabla	Campo	Tipo de Dato	Descripción
	ID_Paciente	INT	Identificador único para cada paciente.
	Nombre_Paciente	VARCHAR(100)	Nombre completo del paciente.
	Apellido1_Paciente	VARCHAR(100)	Primer apellido del paciente.

Tabla	Campo	Tipo de Dato	Descripción
Paciente	Apellido2_Paciente	VARCHAR(100)	Segundo apellido del paciente.
	Fecha_Nacimiento	DATE	Fecha de nacimiento del paciente.
	Sexo_Paciente	VARCHAR(15)	Definición del sexo del paciente
	Correo_Paciente	VARCHAR(100)	Dirección de correo electrónico del paciente.
	Telefono_Paciente	VARCHAR(15)	Número de teléfono del paciente.
	Direccion_Paciente	VARCHAR(255)	Dirección física del paciente.
	Enfermedades_Paciente	VARCHAR(255)	Enfermedades que tiene el paciente.
	Medicinas_Paciente	VARCHAR(255)	Medicinas que necesita el paciente.
	Nombre_Contacto_paciente	VARCHAR(255)	Nombre del contacto del paciente en caso de emergencia.
	Telefono_Contacto_Paciente	VARCHAR(255)	Teléfono del contacto del paciente.

Tabla	Campo	Tipo de Dato	Descripción
Cita	ID_Cita	INT	Identificador único para cada cita.
	ID_Paciente	INT	Llave foránea que conecta la cita con el paciente correspondiente.
	ID_Dentista	INT	Llave foránea que conecta la cita con el dentista asignado.
	Fecha_Cita	DATE	Fecha de la cita programada.
	Hora_Cita	TIME	Hora de la cita programada.
	Estado_Cita	ENUM	Estado actual de la cita (Programada, Modificada, Cancelada).
	ID_Dentista	INT	Identificador único para cada dentista.
	Nombre_Dentista	VARCHAR(100)	Nombre completo del dentista.

Tabla	Campo	Tipo de Dato	Descripción
Dentista	Apellido1_Dentista	VARCHAR(100)	Primer apellido del dentista.
	Apellido2_Dentista	VARCHAR(100)	Segundo apellido del dentista.
	Correo_Dentista	VARCHAR(100)	Dirección de correo electrónico del dentista.
	Telefono_Dentista	VARCHAR(15)	Número de teléfono del dentista.
	Especialidad_Dentista	VARCHAR(100)	Especialidad del dentista (ortodoncia, endodoncia, etc.).
	Disponibilidad_Dentista	VARCHAR(100)	Horarios en los que el dentista está disponible para programar citas.
Historial de tratamientos	ID_Historial	INT	Identificador único para cada entrada en el historial de tratamientos.
	ID_Cita	INT	Llave foránea que conecta el historial con la cita correspondiente.

Tabla	Campo	Tipo de Dato	Descripción
	Notas_Tratamiento	VARCHAR(255)	Notas sobre el tratamiento realizado durante la cita.
	Fecha_Tratamiento	DATE	Fecha en la que se realizó el tratamiento.
	Costo_Tratamiento	DECIMAL(10,2)	Costo del tratamiento realizado.
Sedes	ID_Sede	INT	Identificador único para cada sede.
	Nombre_Sede	VARCHAR(100)	Nombre de la sede.
	Direccion_Sede	VARCHAR(255)	Dirección física de la sede.
	Telefono_Sede	VARCHAR(15)	Número de teléfono de la sede.
	ID_Factura	INT	Identificador único para cada factura.
	ID_Paciente	INT	Llave foránea que conecta la factura con el paciente correspondiente.

Tabla	Campo	Tipo de Dato	Descripción
Factura	ID_Cita	INT	Llave foránea que conecta la factura con la cita correspondiente.
	Monto_Total	DECIMAL(10,2)	Monto total de la factura.
	Fecha_Factura	DATE	Fecha en la que se emitió la factura.
	Estado_Factura	ENUM	Estado de la factura (pagada, pendiente, cancelada).
Tratamiento	ID_Tratamiento	INT	Identificador único para cada tratamiento.
	Nombre_Tratamiento	VARCHAR(100)	Nombre del tratamiento realizado.
	Descripcion_Tratamiento	VARCHAR(255)	Descripción del tratamiento realizado.
	Costo_Tratamiento	DECIMAL(10,2)	Costo del tratamiento.
	ID_Bitacora	INT	Identificador único para cada entrada de auditoría en la bitácora.

Tabla	Campo	Tipo de Dato	Descripción
Auditoría (Bitácora)	ID_Usuario	INT	Llave foránea que identifica al usuario que realizó la acción.
	Accion_Realizada	VARCHAR(255)	Descripción de la acción realizada (modificación, eliminación, etc.).
	Fecha_Accion	DATETIME	Fecha y hora en la que se realizó la acción.

3.12 Módulos del Sistema

El sistema automatizado de gestión de citas odontológicas en la Clínica Drs. Rodríguez está diseñado con varios módulos que facilitan su desarrollo, mantenimiento y funcionalidad. Cada módulo aborda aspectos específicos de la gestión clínica, asegurando un enfoque integral en la atención al paciente y la administración del sistema.

3.12.1 Módulo de Gestión de Citas

Este módulo es el núcleo del sistema, permitiendo a los pacientes programar, modificar y cancelar citas, así como gestionar la disponibilidad de los dentistas. Sus funcionalidades principales son:

- **Programación de citas:** los pacientes pueden seleccionar una fecha y hora disponible según la agenda del dentista, considerando la disponibilidad actualizada en tiempo real.

- **Modificación y cancelación de citas:** permite a los pacientes cambiar o cancelar citas programadas, asegurando una gestión eficaz y evitando conflictos de horarios.
- **Visualización de citas:** tanto los pacientes como los dentistas pueden consultar las citas programadas, con acceso a detalles relevantes sobre cada cita.
- **Gestión de riesgos:** implementación de una matriz de riesgos que permite identificar y mitigar posibles problemas relacionados con la programación de citas.

3.12.2 Módulo de Seguridad

Este módulo garantiza que el acceso al sistema y la protección de los datos de los pacientes se manejen de manera segura, resguardando la confidencialidad de la información personal y médica. Además, asegura que los datos sensibles, como el correo electrónico, la dirección y las credenciales, sean almacenados y gestionados de acuerdo con las mejores prácticas de seguridad. Sus funcionalidades principales son:

- **Autenticación y autorización:** los usuarios deben iniciar sesión utilizando un nombre de usuario y una contraseña. Las contraseñas se almacenan de manera segura utilizando un método de cifrado fácil de integrar, como bcryp, que convierte la contraseña en un formato ilegible antes de almacenarla en la base de datos. Además, cada tipo de usuario (paciente, dentista, administrador) tiene diferentes niveles de acceso, lo que asegura que cada usuario vea solo lo que necesita.
- **Protección de datos:** El sistema asegura el cifrado de datos sensibles, como el correo electrónico y la dirección, utilizando un algoritmo de cifrado estándar y sencillo. Esto garantiza que la información personal esté protegida y cumpla con las normativas de privacidad, sin necesidad de implementar sistemas complicados. Además, el sistema incluye una función básica para detectar intentos de acceso no autorizados.

- **Recuperación de contraseña:** los usuarios pueden recuperar sus contraseñas de manera fácil y segura a través de un correo electrónico. Se envía un enlace de restablecimiento que incluye un código único, asegurando que solo el propietario de la cuenta pueda cambiar la contraseña. Este enlace tiene una expiración para prevenir su uso posterior.
- **Gestión de datos sensibles:** los datos personales como correo electrónico, dirección y teléfono se almacenan de forma segura, utilizando un cifrado simple y accesible para garantizar su protección. Los datos solo son accesibles para los usuarios autorizados y están organizados en las tablas correspondientes dentro de la base de datos.

3.12.3 Módulo de Reportes

Este módulo facilita la generación de reportes tanto para el personal administrativo como para los dentistas, proporcionando una visión clara sobre la actividad de las citas y los pacientes. Sus funcionalidades principales son:

- **Generación de reportes de citas:** los administradores pueden generar reportes sobre las citas realizadas, canceladas o modificadas, así como reportes de historial.
- **Reportes de disponibilidad:** los dentistas pueden consultar reportes sobre su disponibilidad y citas programadas, incluyendo estadísticas de asistencia.
- **Reportes de pacientes:** permite generar reportes detallados sobre los pacientes atendidos y el historial de citas, con campos adicionales para primer y segundo apellido, mejorando la identificación de los pacientes.

3.12.4 Módulo de Mantenimiento

Este módulo permite la administración del sistema, gestionando las actualizaciones y el mantenimiento de los datos de pacientes y dentistas. Sus funcionalidades principales son:

- **Gestión de usuarios:** los administradores pueden gestionar los perfiles de pacientes y dentistas, incluyendo la actualización de datos de contacto y la gestión de nuevas tablas como sedes, factura y tratamiento.
- **Mantenimiento del sistema:** el sistema requiere de tareas periódicas de mantenimiento, como el respaldo de la base de datos y la limpieza de registros antiguos, incluyendo una auditoría (bitácora) para seguimiento de cambios.
- **Actualización de disponibilidad:** permite a los dentistas y administradores actualizar la disponibilidad de los dentistas para que los pacientes puedan programar citas.

3.12.5 Módulo de Facturación

Este módulo gestiona la facturación de los servicios prestados a los pacientes, asegurando un seguimiento adecuado de los pagos y deudas. Sus funcionalidades principales son:

- **Generación de facturas:** crear facturas automáticamente tras la prestación del servicio con desgloses claros de costos.
- **Historial de pagos:** permitir a los pacientes y administradores consultar el historial de pagos y facturas emitidas.
- **Notificaciones de pagos pendientes:** enviar recordatorios automáticos a los pacientes sobre facturas pendientes.

3.12.6 Módulo de Tratamientos

Este módulo facilita el seguimiento y registro de los tratamientos realizados a cada paciente, asegurando un historial médico completo. Sus funcionalidades principales son:

- **Registro de tratamientos:** documentar los tratamientos realizados a los pacientes, incluyendo fechas, detalles y recomendaciones futuras.
- **Planificación de tratamientos:** permitir a los dentistas planificar tratamientos futuros y recordatorios para seguimientos.
- **Consulta de historial médico:** acceso al historial médico de los pacientes para brindar un servicio más personalizado.

3.12.7 Módulo de Auditoría (Bitácora)

Este módulo registra todas las acciones realizadas en el sistema, asegurando la transparencia y la trazabilidad de los cambios. Sus funcionalidades principales son:

- **Registro de cambios:** documentar todas las modificaciones realizadas en los datos de pacientes, citas y configuraciones del sistema.
- **Acceso a reportes de auditoría:** generar reportes sobre las acciones de los usuarios, lo que puede ayudar a detectar anomalías o irregularidades.
- **Seguridad y cumplimiento:** asegurar que las actividades del sistema cumplan con las normativas de protección de datos.

3.12.8 Módulo de Comunicación

Este módulo mejora la comunicación entre pacientes, dentistas y personal administrativo. Sus funcionalidades principales son:

- **Mensajería interna:** facilitar la comunicación entre los diferentes tipos de usuarios a través de un sistema de mensajería seguro.
- **Recordatorios de citas:** enviar recordatorios automáticos a los pacientes sobre citas programadas.
- **Encuestas de satisfacción:** permitir a los pacientes completar encuestas sobre la calidad del servicio recibido.

3.13 Diseño de Pantallas del Sistema

El diseño de las pantallas para el sistema automatizado de gestión de citas odontológicas es fundamental para asegurar que tanto los pacientes como el personal administrativo y los dentistas puedan interactuar de manera sencilla y eficiente. Las pantallas deben ser intuitivas, accesibles y reflejar claramente las funcionalidades del sistema. A continuación, se detallan las pantallas clave necesarias para el correcto funcionamiento del sistema.

3.13.1 Pantalla de Registro

Descripción: permite a los pacientes registrarse proporcionando su información personal, como nombre, apellidos, correo electrónico, número de teléfono y creando una contraseña. Sus funcionalidades son:

- Formulario de registro con validación de datos obligatorios.
- Enlace para iniciar sesión si ya está registrado.
- Verificación por correo electrónico para confirmar el registro.
- Opción de elegir un lenguaje para el registro.

Figura 28. Pantalla de Registro

Clínica Drs. Rodríguez Inicio Servicios Registro Iniciar Sesión

Registro de Paciente

Por favor, complete el siguiente formulario para registrarse.

Nombre:

Primer Apellido:

Segundo Apellido:

Correo Electrónico:

Número de Teléfono:

Contraseña:

¿Ya tienes una cuenta? [Inicia sesión aquí.](#)

© 2024 Clínica Drs. Rodríguez. Todos los derechos reservados.

Elaboración propia.

3.12.2 Pantalla de Inicio de Sesión (Log In)

Descripción: pantalla donde los pacientes, administradores y dentistas pueden iniciar sesión utilizando sus credenciales (nombre de usuario y contraseña). Sus funcionalidades son:

- Campos de entrada para nombre de usuario y contraseña.
- Opción de recuperación de contraseña mediante un correo electrónico seguro.
- Botón para redirigir al registro en caso de no tener una cuenta.
- Opción de recordar la sesión para accesos futuros.

Figura 29. Pantalla de Inicio de Sesión (Log In)



Clínica Drs. Rodríguez

Inicio Servicios Registro Iniciar Sesión

Inicio de Sesión

Por favor, ingresa tus credenciales para acceder a tu cuenta.

Nombre de Usuario:

Contraseña:

Recordar sesión

Iniciar Sesión

[¿Olvidaste tu contraseña?](#)

[¿No tienes una cuenta? Regístrate aquí.](#)

© 2024 Clínica Drs. Rodríguez. Todos los derechos reservados.

Elaboración propia.

3.12.3 Pantalla de Gestión de Citas

Descripción: permite al personal administrativo y a los dentistas gestionar la programación, modificación y cancelación de citas. Sus funcionalidades son:

- Visualización de todas las citas programadas, canceladas o modificadas.
- Opciones para modificar o cancelar citas directamente desde la interfaz.
- Actualización automática de la disponibilidad de los dentistas y validación en tiempo real para evitar conflictos.
- Notificación automática a los pacientes sobre cambios realizados en sus citas.

Figura 30. Pantalla de Gestión de Citas

Clínica Drs. Rodríguez

Inicio Servicios Registro Iniciar Sesión Gestionar Citas

Gestión de Citas

Aquí puedes gestionar todas las citas programadas, modificadas o canceladas.

Citas Programadas

Fecha	Hora	Paciente	Estado	Acciones
2024-10-28	10:00 AM	Juan Pérez	Programada	Modificar Cancelar
2024-10-29	2:00 PM	Ana Gómez	Programada	Modificar Cancelar
2024-10-30	1:30 PM	Carlos López	Programada	Modificar Cancelar
2024-11-01	11:00 AM	Lucía Fernández	Programada	Modificar Cancelar
2024-11-02	3:00 PM	María Rodríguez	Programada	Modificar Cancelar
2024-11-03	9:00 AM	Diego Ramírez	Programada	Modificar Cancelar
2024-11-04	4:00 PM	Valeria Torres	Programada	Modificar Cancelar
2024-11-05	12:30 PM	Javier Castillo	Programada	Modificar Cancelar
2024-11-06	2:30 PM	Fernando Silva	Programada	Modificar Cancelar
2024-11-07	10:30 AM	Patricia Morales	Programada	Modificar Cancelar

© 2024 Clínica Drs. Rodríguez. Todos los derechos reservados.

Elaboración propia.

3.12.4 Pantalla de Administración/Reportes

Descripción: pantalla dedicada a los administradores, en la cual pueden generar reportes detallados de citas, pacientes y la disponibilidad de los dentistas. Sus funcionalidades son:

- Generación de reportes con filtros avanzados (por fecha, dentista, paciente, tipo de tratamiento).
- Exportación de reportes en formatos PDF y Excel para su análisis.
- Visualización en tiempo real de la ocupación de los dentistas y el estado de las citas.

Figura 31. Pantalla de Administración/Reportes

Clinica Drs. Rodríguez Inicio Servicios Registro Iniciar Sesión Gestionar Citas Administración/Reportes

Generación de Reportes

Genera reportes detallados sobre citas, pacientes y disponibilidad de dentistas.

Fecha de Inicio:

Fecha de Fin:

Selecciona Dentista:

Selecciona Paciente:

Tipo de Tratamiento:

[Generar Reporte](#)

Ocupación de Dentistas

Dentista	Ocupación (%)
Dr. Juan Pérez	80%
Dra. Ana Gómez	80%

Estado de Citas

Fecha	Hora	Paciente	Estado
2024-10-28	10:00 AM	Juan Pérez	Programada
2024-10-29	2:00 PM	Ana Gómez	Cancelada

[Exportar a PDF](#) [Exportar a Excel](#)

© 2024 Clínica Drs. Rodríguez. Todos los derechos reservados.

Elaboración propia.

3.12.5 Pantalla Inicial

Descripción: pantalla de bienvenida al sistema que proporciona un resumen rápido de las funcionalidades principales y ofrece enlaces a las demás áreas del sistema. Sus funcionalidades son:

- Acceso a los formularios de inicio de sesión y registro.
- Información general sobre la clínica y sus servicios.
- Enlaces de contacto rápido para asistencia.

Figura 32. Pantalla Inicial



Elaboración propia.

3.12.6 Pantalla de Programación de Citas

Descripción: permite a los pacientes seleccionar un dentista, fecha y hora para programar una cita de manera eficiente. Sus funcionalidades son:

- Calendario interactivo para seleccionar fechas disponibles según la agenda del dentista.
- Visualización de la lista de dentistas disponibles, incluyendo la opción de filtrar por especialidad.
- Confirmación automática de la cita, con notificaciones por correo y SMS para el paciente.

Figura 33. Pantalla de Programación de Citas

Elaboración propia.

3.12.7 Pantalla de Cita Programada

Descripción: permite a los pacientes revisar los detalles de una cita ya programada. Sus funcionalidades son:

- Visualización clara de la fecha, hora y dentista asignado.
- Botón para modificar o cancelar la cita con un solo clic.
- Detalles adicionales como recordatorios sobre preparación para el tratamiento y notificaciones sobre cambios en la cita.

Figura 34. Pantalla de Cita Programada



Elaboración propia.

3.12.8 Pantalla de Contacto

Descripción: permite a los pacientes ponerse en contacto con la clínica para consultas adicionales o soporte. Sus funcionalidades son:

- Formulario de contacto con campos como nombre, correo electrónico y mensaje.
- Visualización de la información de contacto de la clínica (teléfono, dirección, correo electrónico).
- Acceso a un chat o sistema de tiquetes de soporte.

Figura 35. Pantalla de Contacto



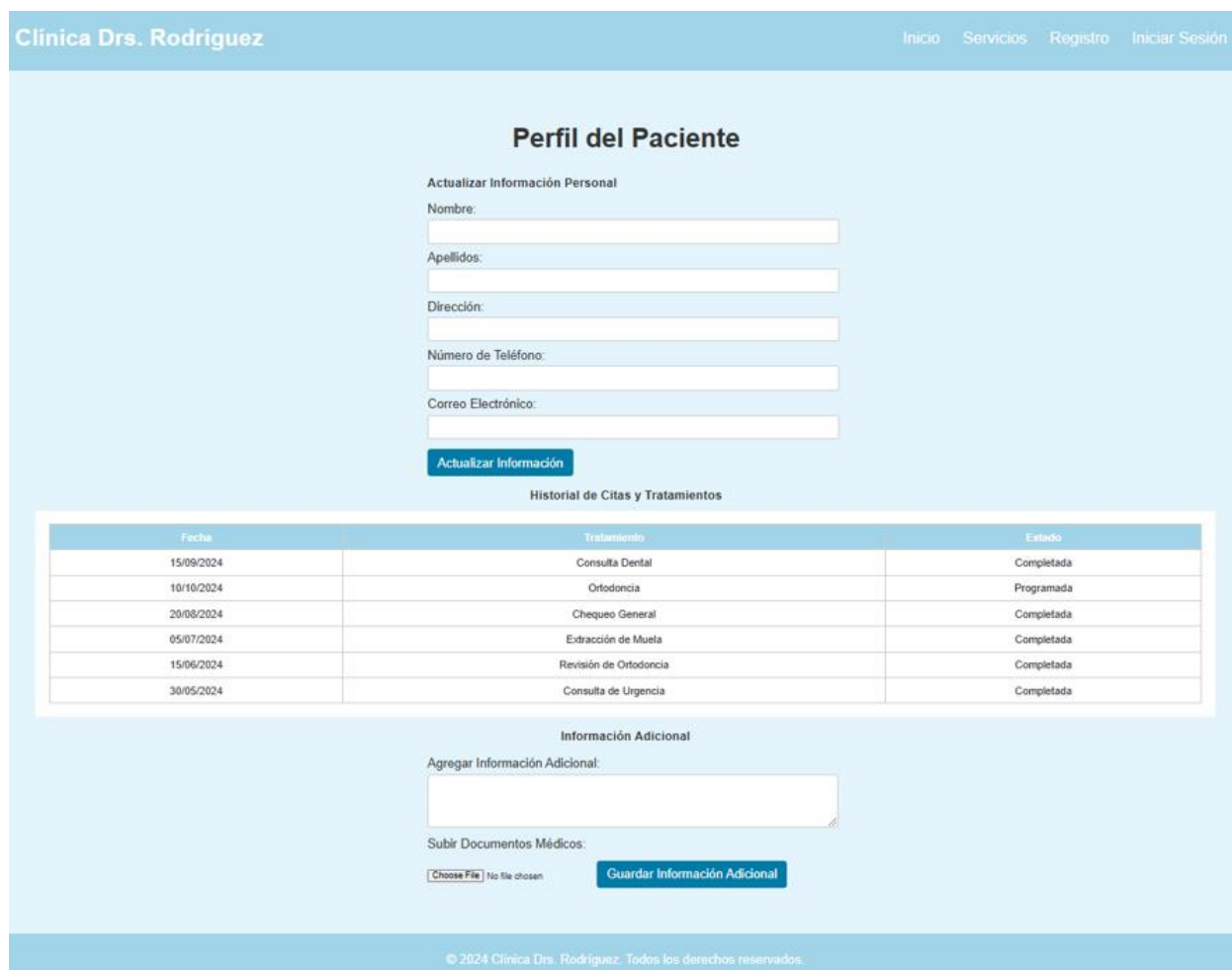
Elaboración propia.

3.12.9 Pantalla de Perfil del Paciente

Descripción: pantalla donde los pacientes pueden actualizar su información personal y revisar su historial médico y de citas. Sus funcionalidades son:

- Edición de datos del paciente (nombre, apellidos, dirección, número de teléfono, correo electrónico).
- Visualización de historial de citas anteriores y tratamientos recibidos.
- Opción de agregar información adicional o subir documentos médicos relevantes.

Figura 36. Pantalla de Perfil del Paciente



Clínica Drs. Rodríguez

Inicio Servicios Registro Iniciar Sesión

Perfil del Paciente

Actualizar Información Personal

Nombre:

Apellidos:

Dirección:

Número de Teléfono:

Correo Electrónico:

[Actualizar Información](#)

Historial de Citas y Tratamientos

Fecha	Tratamiento	Estado
15/09/2024	Consulta Dental	Completada
10/10/2024	Ortodoncia	Programada
20/08/2024	Chequeo General	Completada
05/07/2024	Extracción de Muela	Completada
15/06/2024	Revisión de Ortodoncia	Completada
30/05/2024	Consulta de Urgencia	Completada

Información Adicional

Agregar Información Adicional:

Subir Documentos Médicos:

No file chosen [Guardar Información Adicional](#)

© 2024 Clínica Drs. Rodríguez. Todos los derechos reservados.


Elaboración propia.

3.12.10 Pantalla de Facturación

Descripción: pantalla destinada a mostrar el historial de facturas generadas y el estado de los pagos pendientes de los pacientes. Sus funcionalidades son:

- Visualización del historial de facturación con detalles de cada tratamiento y costo.
- Opción de descargar facturas en formato PDF.
- Notificaciones de pagos pendientes con opciones para realizar pagos en línea.

Figura 37. Pantalla de Facturación



Facturación Inicio Perfil Citas Facturación

Resumen Financiero
 Total Facturas Pagadas: 45,000 CRC
 Total Facturas Pendientes: 15,000 CRC
 Total Acumulado: 60,000 CRC

Historial de Facturación

Buscar factura... **Buscar**

Fecha	Tratamiento	Costo	Estado	Acciones
2024-10-01	Consulta General	30,000 CRC	Pagado	Descargar PDF Realizar Pago
2024-09-15	Limpiado Dental	15,000 CRC	Pendiente	Descargar PDF Realizar Pago

Notificaciones de Pagos Pendientes
 Tienes 1 pago pendiente. Por favor, realiza el pago a la brevedad.

© 2024 Clínica Drs. Rodríguez. Todos los derechos reservados.

Elaboración propia.

3.12.11 Pantalla de Auditoría (Bitácora)

Descripción: pantalla destinada a los administradores para revisar los cambios y eventos realizados en el sistema, como modificaciones de citas, registro de pacientes o actualizaciones en la base de datos. Sus funcionalidades son:

- Registro detallado de todas las acciones realizadas en el sistema, ordenadas cronológicamente.
- Filtros para buscar por tipo de acción, usuario o fecha.
- Exportación de reportes de auditoría para su revisión o análisis.

Figura 38. Pantalla de Auditoría (Bitácora)

Auditoría (Bitácora)
Inicio Citas Pacientes Auditoría

Filtros de Búsqueda

Tipo de Acción:

Usuario:

Fecha:

Registro de Auditoría

Fecha y Hora	Usuario	Tipo de Acción	Descripción
2024-10-25 10:00	admin	Modificación	Se actualizó el tratamiento del paciente Juan Pérez.
2024-10-24 14:30	admin	Registro	Se registró un nuevo paciente: Ana Gómez.
2024-10-23 09:15	admin	Eliminación	Se eliminó la cita del paciente Pedro López.
2024-10-22 16:45	admin	Registro	Se registró un nuevo tratamiento para Laura Méndez.
2024-10-21 12:00	admin	Modificación	Se modificó la información de contacto de Carlos Ruiz.
2024-10-20 11:30	admin	Eliminación	Se eliminó el registro de la cita del paciente María López.
2024-10-19 15:00	admin	Modificación	Se actualizó la fecha de la cita de Roberto Martínez.
2024-10-18 09:50	admin	Registro	Se registró un nuevo paciente: Sofía Castro.

© 2024 Clínica Drs. Rodríguez. Todos los derechos reservados.

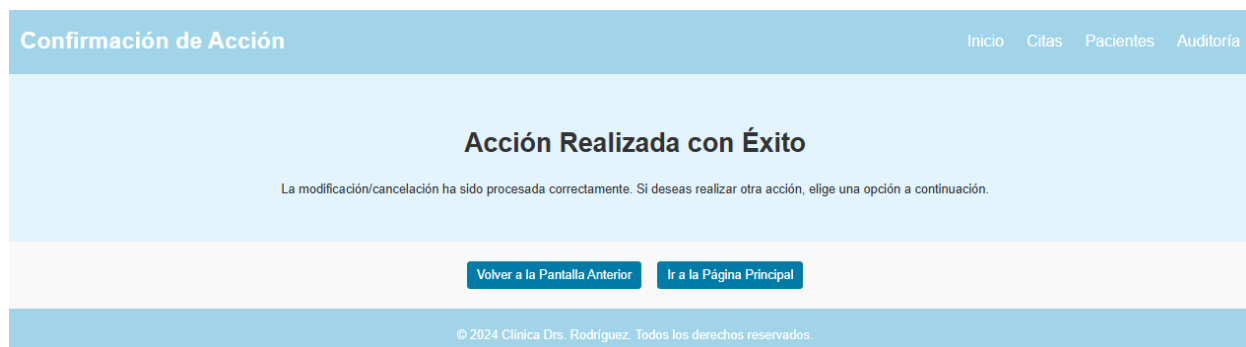
Elaboración propia.

3.12.12 Pantalla de Retorno

Descripción: pantalla que confirma la modificación, cancelación o cualquier otra acción realizada por los usuarios dentro del sistema. Sus funcionalidades son:

- Mensaje de confirmación o éxito después de la acción realizada (modificación de cita, cancelación, actualización de perfil, etc.).
- Botones para volver a la pantalla anterior o redirigir a la página principal.

Figura 39. Pantalla de Retorno



Elaboración propia.

3.12.13 Pantalla de Configuración del Sistema (Administradores)

Descripción: pantalla exclusiva para los administradores donde pueden configurar los parámetros del sistema. Funcionalidades:

- Gestión de horarios de atención, especialidades y disponibilidad de los dentistas.
- Configuración de parámetros generales del sistema, como la duración estándar de las citas o recordatorios automáticos.
- Actualización de tarifas y procedimientos médicos.

Figura 40. Pantalla de Configuración del Sistema (Administradores)

Configuración del Sistema Inicio Perfil Cerrar Sesión

Opciones de Configuración

Gestión de Horarios de Atención:
Ej. Lunes - Viernes 9am - 5pm

Especialidades Disponibles:
Ej. Odontología, Ortodoncia

Disponibilidad de Dentistas:
Ej. Dentista 1: Lunes 9am - 12pm

Duración Estándar de las Citas:
Duración en minutos

Recordatorios Automáticos:
Sí

Actualización de Tarifas y Procedimientos:
Ingrese las nuevas tarifas y procedimientos

Guardar Cambios Restablecer

© 2024 Clínica Drs. Rodríguez

Elaboración propia.

3.12.14 Pantalla de Configuración de Usuarios (Administradores)

Descripción: esta pantalla estará diseñada específicamente para que los administradores puedan gestionar los usuarios del sistema. Incluirá las siguientes funcionalidades:

- Visualización de la lista de usuarios: mostrar todos los usuarios registrados en el sistema.
- Gestión del estado de los usuarios: permitir habilitar o deshabilitar usuarios.
- Edición de datos de usuarios: actualizar información como correo electrónico, teléfono y otros datos personales.
- Eliminación de usuarios: opción para borrar un usuario del sistema.

Figura 41. Pantalla de Configuración del Sistema (Administradores)

Configuración de Usuarios					
ID Usuario	Nombre Completo	Correo Electrónico	Teléfono	Estado	Acciones
1	Juan Pérez	juan.perez@example.com	123456789	Activo	Cambiar Estado Eliminar
2	Ana López	ana.lopez@example.com	987654321	Inactivo	Cambiar Estado Eliminar
3	Carlos García	carlos.garcia@example.com	555123456	Activo	Cambiar Estado Eliminar
4	María Sánchez	maria.sanchez@example.com	666987654	Inactivo	Cambiar Estado Eliminar
5	Pedro Martínez	pedro.martinez@example.com	777123456	Activo	Cambiar Estado Eliminar
6	Laura Fernández	laura.fernandez@example.com	555654321	Inactivo	Cambiar Estado Eliminar
7	José Martínez	jose.martinez@example.com	321654987	Activo	Cambiar Estado Eliminar
8	Isabel Romero	isabel.romero@example.com	654123987	Inactivo	Cambiar Estado Eliminar
9	Ricardo Gómez	ricardo.gomez@example.com	444556666	Activo	Cambiar Estado Eliminar
10	Lucía Martínez	lucia.martinez@example.com	888222333	Inactivo	Cambiar Estado Eliminar

[Volver a la Pantalla Anterior](#)
[Ir a la Página Principal](#)

Elaboración propia.

3.13 Estudio de Factibilidad

El estudio de factibilidad es fundamental para evaluar la viabilidad técnica, operativa y económica de implementar un sistema automatizado de gestión de citas odontológicas en la Clínica Drs. Rodríguez. A continuación, se detallan los aspectos clave de cada área de factibilidad.

3.13.1 Factibilidad Tecnológica

La factibilidad tecnológica analiza si la infraestructura y los recursos tecnológicos existentes en la clínica son adecuados para implementar el sistema y si las tecnologías propuestas son las más adecuadas para satisfacer las necesidades del proyecto.

3.13.1.1 Plataforma Tecnológica. La plataforma tecnológica que se propone para el desarrollo del sistema incluye una combinación de Python para el backend, React para el frontend y MySQL o SQL Server como sistema de gestión de bases de datos. Estas tecnologías se han seleccionado debido a su flexibilidad, escalabilidad y facilidad de integración.

Python es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en el desarrollo de aplicaciones web y sistemas automatizados. Su versatilidad y el gran número de bibliotecas disponibles lo convierten en una opción ideal para gestionar la lógica de negocio (Lutz, 2013).

React, por su parte, es una biblioteca de JavaScript que permite crear interfaces de usuario dinámicas y rápidas, mejorando la experiencia del paciente al interactuar con el sistema (Facebook, 2013).

MySQL o SQL Server se utilizarán como base de datos para almacenar información crítica como citas, información de pacientes y disponibilidad de dentistas, asegurando la integridad y seguridad de los datos (Silberschatz et al., 2019).

3.13.1.2 Operatividad Continua. El sistema automatizado debe garantizar una operatividad continua, con un mínimo de interrupciones para que los pacientes puedan programar citas y el personal administrativo pueda gestionar la clínica de manera eficiente.

- **Disponibilidad del sistema:** se espera que el sistema esté disponible un 99.5% del tiempo, con tiempos de inactividad programados mínimos para realizar tareas de mantenimiento o actualizaciones de seguridad. Para ello, se implementarán medidas de recuperación ante fallos, como copias de seguridad regulares y redundancia en la infraestructura de servidores.

- **Seguridad de la información:** el sistema garantizará que toda la información de los pacientes esté protegida mediante encriptación y controles de acceso basados en roles, cumpliendo con las normativas vigentes sobre protección de datos.

Los requisitos técnicos para el correcto funcionamiento del sistema incluyen:

- **Servidor web:** se recomienda el uso de servidores de alta disponibilidad como Amazon Web Services (AWS) o Microsoft Azure para alojar la aplicación web, lo que garantiza escalabilidad y seguridad.
- **Hardware:** los dispositivos de los administradores y dentistas deben contar con navegadores modernos (Chrome, Firefox, Edge) y una conexión a Internet estable. No se requieren especificaciones técnicas avanzadas, dado que la aplicación se ejecutará en la nube.
- **Software:** los usuarios necesitarán un navegador web compatible para interactuar con el sistema. Además, se realizarán actualizaciones periódicas de seguridad y mejoras de funcionalidad.

3.13.1.3 Factibilidad Operativa. La factibilidad operativa se enfoca en determinar si la Clínica Drs. Rodríguez podrá operar el sistema de manera eficiente y si este sistema cumple con los objetivos de mejorar la experiencia del paciente y optimizar la gestión interna.

- **Capacitación del personal:** el sistema se diseñará para ser intuitivo y fácil de usar, lo que minimiza el tiempo de capacitación del personal. Se planea realizar capacitaciones específicas para el personal administrativo y los dentistas, con sesiones de formación inicial y acceso a manuales en línea. Esto permitirá a los empleados utilizar las funcionalidades del sistema de manera eficiente desde el primer día.

- **Mejora en la eficiencia:** con la automatización del proceso de gestión de citas, se espera reducir el tiempo que el personal administrativo dedica a la programación manual de citas y a la coordinación entre pacientes y dentistas. Esto mejorará la productividad y permitirá a la clínica atender a más pacientes en menos tiempo.
- **Experiencia del paciente:** los pacientes tendrán la capacidad de programar y modificar citas de manera autónoma a través del sistema, lo que mejorará su satisfacción general al reducir los tiempos de espera y facilitar el acceso a los servicios odontológicos.

3.13.1.4 Factibilidad Económica. La factibilidad económica analiza si la clínica puede asumir los costos iniciales y los gastos operativos asociados con la implementación y mantenimiento del sistema.

- **Costos de desarrollo:** los costos iniciales de desarrollo se estiman en \$3000 a \$5000 USD, considerando el tamaño reducido de la clínica y la opción de contratar desarrolladores a tiempo parcial. Este costo incluye la configuración del sistema, la integración con la base de datos y el diseño de las interfaces de usuario (Kirkpatrick, 2015).
- **Costos de infraestructura:** el uso de servicios en la nube como AWS o Microsoft Azure tendrá un costo mensual estimado entre \$100 a \$300 USD, dependiendo del uso de almacenamiento y tráfico del sistema (Amazon Web Services, 2023). Estos costos incluyen tanto el almacenamiento de datos como la disponibilidad continua del sistema.
- **Costos de mantenimiento:** se estima que los costos de mantenimiento, que incluyen actualizaciones periódicas, soporte técnico y copias de seguridad, estarán en el rango de \$200 a \$400 USD mensuales.

- **Retorno de inversión (ROI):** a largo plazo, la implementación del sistema automatizado reducirá los costos operativos al optimizar la gestión del tiempo del personal administrativo y aumentar la capacidad de atención de la clínica. Además, se espera una mejora en la experiencia del paciente, lo que podría atraer a más clientes y generar un aumento en los ingresos.

A continuación, se desglosan los costos estimados.

Tabla 4.

Estimación de Costos para el Desarrollo e Implementación del Sistema Automatizado de Gestión de Citas Odontológicas

Categoría	Descripción	Costo Estimado (USD)
Desarrollo del Sistema	Programador Backend y Frontend para el desarrollo completo del sistema. 800-1000 horas a \$25-\$40/hora.	\$20 000 - \$40 000
Infraestructura Tecnológica	Servidores en la nube (AWS o Azure) para almacenar y gestionar la base de datos y la aplicación web.	\$100 - \$300 mensuales
Licencias de Software	Licencias para bases de datos (SQL Server o MySQL).	\$500 - \$1500

Categoría	Descripción	Costo Estimado (USD)
Actualización de Hardware	Actualización de equipos y dispositivos de red en la clínica.	\$1000 - \$2000
Capacitación del Personal	Capacitación inicial para el uso del sistema por parte de los administradores y dentistas.	\$500 - \$1000
Mantenimiento Anual	Soporte técnico y actualizaciones periódicas para mantener el sistema operativo.	\$200 - \$500 mensuales
Costo Total del Proyecto	Incluyendo desarrollo, infraestructura y capacitación.	\$22 000 - \$45 000

Retorno de inversión (ROI)

La implementación del sistema automatizado reducirá a largo plazo los costos operativos al optimizar la gestión del tiempo del personal administrativo y aumentar la capacidad de atención de la clínica. Además, se espera una mejora en la experiencia del paciente, lo que podría atraer a más clientes y generar un aumento en los ingresos. Se proyecta que el sistema se amortice en un plazo de dos a tres años, dependiendo de la demanda y uso del sistema.

3.14 Matriz de Riesgo

La matriz de riesgos describe los principales riesgos identificados en el desarrollo del sistema automatizado de gestión de citas odontológicas para la Clínica Drs. Rodríguez. Cada riesgo ha sido evaluado en función de su probabilidad de ocurrencia y su impacto en el proyecto, seguido por las medidas propuestas para mitigar dichos riesgos.

Tabla 5

Matriz de Riesgos para el Sistema de Gestión de Citas Odontológicas

Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación
Fallo en la Base de Datos	Pérdida o corrupción de datos críticos debido a fallos en el servidor o errores humanos.	Alta	Alto	Crítico	Implementar respaldos automáticos diarios, sistemas de recuperación ante desastres y asegurar redundancia en la infraestructura.
Fuga de Información Sensible	Exposición de datos personales de pacientes	Alta	Alto	Crítico	Implementar cifrado de datos, autenticación

Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación
	debido a vulnerabilidades de seguridad.				fuerte, auditoría regular de seguridad y concientización del personal sobre ciberseguridad.
Errores en la Programación	<i>Bugs</i> o errores en el código que impidan el correcto funcionamiento del sistema.	Media	Medio	Moderado	Realizar pruebas unitarias y de integración exhaustivas, adoptar metodologías ágiles (Scrum/Kanban) para mejorar la gestión de código.
Caída del Sistema	Interrupción del sistema por	Media	Alto	Crítico	Desarrollar un plan de

Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación
	fallos técnicos o mantenimiento no programado.				continuidad de negocio, usar servidores en la nube con alta disponibilidad, y monitorear el rendimiento del sistema.
Retrasos en la Implementación	Retrasos en la entrega de funcionalidades clave del sistema, debido a cambios en los requisitos.	Alta	Medio	Alto	Planificación detallada y priorización de tareas utilizando metodologías ágiles, involucrar a los interesados desde el principio.
Capacitación Insuficiente	Falta de conocimiento del personal	Media	Medio	Moderado	Ofrecer capacitaciones regulares al

Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación
	para utilizar el sistema de manera efectiva.				personal, documentar detalladamente las funcionalidades del sistema y crear un manual de usuario.
Incompatibilidad de Sistemas	Problemas de compatibilidad con los sistemas existentes en la clínica.	Baja	Bajo	Bajo	Realizar pruebas de integración desde las primeras fases del proyecto y asegurar la compatibilidad entre los diferentes componentes.
Capacitación Insuficiente	Falta de conocimiento	Media	Medio	Moderado	Ofrecer capacitaciones

Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación
	del personal para utilizar el sistema de manera efectiva.				regulares al personal, documentar detalladamente las funcionalidades del sistema y crear un manual de usuario.
Falta de Actualización del Sistema	El sistema se vuelve obsoleto debido a la falta de mantenimiento y actualización.	Baja	Alto	Moderado	Establecer un plan de mantenimiento regular y asegurar que el sistema esté actualizado con las últimas tecnologías y parches de seguridad.

Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación
Sobrecarga del Servidor	Exceso de demanda en el servidor que provoca ralentización o caídas en el servicio.	Media	Alto	Alto	Escalabilidad del sistema mediante la optimización del código y el uso de servidores elásticos de la nube que puedan ajustarse a la demanda.
Fallo en las Notificaciones Automáticas	Los recordatorios automáticos de citas no se envían correctamente, causando confusión entre los pacientes.	Baja	Medio	Moderado	Implementar pruebas automáticas para las notificaciones, monitoreo constante de los sistemas de mensajería y tener un plan de

Riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Nivel de Riesgo	Medidas de Mitigación
					respaldo manual.

3.14.1 Explicación de los Parámetros

- **Probabilidad:** es la frecuencia con la que se espera que ocurra el riesgo (baja, media, alta).
- **Impacto:** la gravedad de las consecuencias si ocurre el riesgo (bajo, medio, alto).
- **Nivel de riesgo:** determinado por la combinación de la probabilidad y el impacto (bajo, moderado, alto, crítico).
- **Medidas de mitigación:** acciones propuestas para reducir la probabilidad o el impacto del riesgo.

CAPÍTULO IV

4.1 Revisión de los Objetivos

4.1.1 Revisión del Objetivo General

El objetivo general de este proyecto fue desarrollar un sistema automatizado para la gestión de citas odontológicas en la Clínica Drs. Rodríguez, una clínica privada dedicada a la atención odontológica integral. Este sistema busca optimizar la administración de citas, mejorar la experiencia de los pacientes y potenciar la eficiencia operativa de la clínica. La implementación incluye funciones avanzadas para la asignación dinámica de citas, gestión de disponibilidad de los odontólogos y envío de recordatorios automatizados, con el fin de reducir tiempos de espera, minimizar ausencias y facilitar la organización interna de la clínica. A continuación, se analiza el grado de cumplimiento del objetivo general mediante el análisis de los objetivos específicos alcanzados en el proyecto.

4.1.2 Análisis de los Objetivos Específicos

4.1.2.1 Desarrollar un sistema automatizado para la gestión de citas utilizando tecnologías modernas. Para cumplir con este objetivo se desarrolló un sistema de gestión de citas odontológicas utilizando tecnologías modernas como Python y SQL Server/MySQL, con una interfaz intuitiva y fácil de navegar. El sistema permite gestionar eficientemente la disponibilidad de los odontólogos y la asignación de citas en tiempo real, facilitando el proceso tanto para los administradores como para los pacientes. Se realizaron pruebas de rendimiento y carga para garantizar que el sistema responda rápidamente a múltiples solicitudes, asegurando una experiencia fluida para los usuarios y minimizando tiempos de espera.

4.1.2.2 Optimizar la gestión de citas en la Clínica Drs. Rodríguez. El sistema automatizado de gestión de citas incorpora funcionalidades para la actualización en tiempo real de la disponibilidad de los odontólogos, lo que permite a los administradores y pacientes visualizar y reservar citas de manera precisa y eficiente. Esto ha reducido considerablemente el tiempo necesario para gestionar citas y ha minimizado los errores que solían surgir en el manejo manual. Para garantizar una implementación continua y eficiente del sistema, se aplicaron metodologías ágiles, particularmente SCRUM, facilitando ajustes y mejoras en el proceso de desarrollo y optimizando el flujo de trabajo en la clínica.

4.1.2.3 Diseñar e implementar una interfaz atractiva y fácil de usar. La interfaz de usuario del sistema de gestión de citas se diseñó con un enfoque en la intuitividad y la coherencia con la identidad de la Clínica Drs. Rodríguez. Se llevaron a cabo pruebas de usabilidad con pacientes y personal de la clínica para asegurar que la navegación y la programación de citas fueran simples y agradables. La retroalimentación obtenida durante estas pruebas fue esencial para realizar ajustes

que mejoraran la experiencia del usuario, garantizando que la interfaz no solo sea visualmente atractiva, sino también funcional y accesible para todos los usuarios.

4.1.2.4 Establecer pruebas exhaustivas para la eficiencia operativa. Se llevaron a cabo diversas pruebas para evaluar la eficiencia operativa del sistema de gestión de citas. Estas pruebas incluyeron la accesibilidad al sistema, la búsqueda y programación de citas, la creación, edición y eliminación de registros de pacientes, así como evaluaciones de seguridad y rendimiento bajo condiciones de carga. Los resultados de estas pruebas se presentarán en la siguiente sección, proporcionando un análisis detallado de la eficacia operativa del sistema y su capacidad de respuesta ante diferentes escenarios de uso.

4.2 Evaluación de Eficiencia y Efectividad del Sistema

4.2.1 Prue

Se llevaron a cabo diversas pruebas específicas para verificar el correcto funcionamiento del sistema de gestión de citas de la Clínica Drs. Rodríguez. A continuación, se presenta una tabla con las pruebas realizadas y los resultados obtenidos:

Tabla 6

Resultados de las pruebas

Prueba	Descripción	Resultado
Prueba de acceso	Verificar que los usuarios puedan acceder al sistema	Exitoso
Prueba de búsqueda	Evaluar la funcionalidad de búsqueda de citas y pacientes	Exitoso

Prueba	Descripción	Resultado
Prueba de creación	Comprobar la capacidad de agregar nuevas citas y registros de pacientes	Exitoso
Prueba de edición	Verificar la posibilidad de editar detalles de citas y pacientes	Exitoso
Prueba de eliminación	Evaluar la funcionalidad de eliminar citas y registros de pacientes	Exitoso
Prueba de seguridad	Comprobar la efectividad de los mecanismos de seguridad del sistema	Exitoso
Prueba de rendimiento	Evaluar el rendimiento del sistema bajo carga durante el acceso simultáneo	Satisfactorio
Prueba de escalabilidad	Verificar la capacidad del sistema para manejar un crecimiento en la cantidad de citas y usuarios	Satisfactorio

4.2.2 Rendimiento

Se obtuvieron y analizaron diversos datos de rendimiento para la evaluación de la eficiencia y efectividad del sistema. Se tomaron promedios de los resultados proporcionados por el personal técnico y la Jefatura de la Clínica Drs. Rodríguez. A continuación, se evaluaron los siguientes puntos:

Tabla 7

Rendimiento

Datos	Descripción	Resultado
Tiempo de búsqueda y recuperación de citas	Medición del tiempo promedio que toma encontrar y recuperar una cita en el sistema	Menos de 2 segundos
Porcentaje de error durante el acceso y manipulación de citas	Porcentaje de errores encontrados durante el acceso y manipulación de citas	Menos del 0.5%
Nivel de satisfacción del usuario	Evaluación del nivel de satisfacción de los usuarios con la interfaz y funcionalidades del sistema	Puntuación de 4.7

Fuente: Elaboración propia. Nota: escala en la puntuación: 1: Muy insatisfecho, 2: Insatisfecho, 3: Neutral, 4: Satisfecho, 5: Muy satisfecho.

4.3 Desafíos y Soluciones

4.3.1 Problemas Encontrados

Se encontraron varios desafíos que se abordaron con diversas soluciones durante el desarrollo e implementación del sistema de gestión de citas para la Clínica Drs. Rodríguez. A continuación, se describen algunos de los problemas más significativos y cómo se resolvieron:

- **Integración de Métodos de Pago:** la integración con los métodos de pago, especialmente las opciones para pacientes, presentó complicaciones técnicas debido a las diferencias en los protocolos de seguridad y las API.
- **Solución:** se realizó una actualización de la biblioteca de integración y se configuraron correctamente las credenciales necesarias. Además, se implementaron pruebas exhaustivas para asegurar la funcionalidad del sistema de pagos.
- **Usabilidad y Diseño de la Interfaz:** los primeros prototipos de la interfaz de usuario recibieron críticas por ser poco intuitivos y complicados de navegar.
- **Solución:** se llevaron a cabo varias rondas de pruebas de usabilidad con pacientes y personal administrativo, realizando ajustes basados en su retroalimentación. Se simplificó el diseño, se mejoró la coherencia visual y se añadió una funcionalidad de búsqueda avanzada.

4.3.2 Soluciones Implementada

Las soluciones implementadas no solo resolvieron los desafíos iniciales, también mejoraron significativamente la calidad y el rendimiento del sistema. Algunas de las principales soluciones se incluyen:

- **Adopción de Metodologías Ágiles:** la implementación de SCRUM permitió una mayor flexibilidad y adaptabilidad en el desarrollo del proyecto, asegurando una entrega continua de valor a los usuarios.
- **Optimización de la Base de Datos:** el uso de Microsoft SQL Server, junto con técnicas de indexación y consultas optimizadas, mejoró considerablemente el rendimiento del sistema.
- **Implementación de Pruebas Automatizadas:** se establecieron pruebas automatizadas para las funcionalidades principales del sistema, lo que permitió identificar y corregir errores de manera más rápida y eficiente.

4.4 Comparación con Objetivos Iniciales

4.4.1 Revisión de Metas

Se establecieron al inicio del proyecto varios objetivos específicos que guiaron el desarrollo del sistema de gestión de citas. A continuación, se revisa el grado de cumplimiento de cada uno de estos objetivos:

- **Crear un sistema de gestión de citas eficiente con tecnologías modernas:** El sistema se desarrolló utilizando tecnologías actuales, logrando una interfaz dinámica y responsiva que cumple con los estándares modernos de desarrollo.
- **Optimizar la gestión de citas en la clínica:** se implementaron funcionalidades para la gestión de citas y la actualización en tiempo real, lo que ha reducido significativamente los tiempos de procesamiento y minimizado de errores.

- **Diseñar e implementar una interfaz atractiva y fácil de usar:** la interfaz de usuario se mejoró tras varias rondas de pruebas de usabilidad. La retroalimentación positiva de los usuarios indica que la interfaz es intuitiva y atractiva.
- **Establecer pruebas exhaustivas para la eficiencia operativa:** se realizaron pruebas exhaustivas que confirmaron la eficiencia operativa del sistema, incluyendo pruebas de acceso, seguridad, rendimiento y escalabilidad.

4.4.2 Cumplimiento de Objetivos

El análisis de los resultados muestra que la mayoría de los objetivos específicos se cumplieron satisfactoriamente. Además, el objetivo general de mejorar la eficiencia operativa y la competitividad de la Clínica Drs. Rodríguez mediante el desarrollo del sistema también se logró, como se evidencia en los siguientes aspectos:

- **Incremento en la Satisfacción de los Pacientes:** desde la implementación del sistema de gestión de citas, la clínica ha visto un incremento notable en la satisfacción del paciente.
- **Mejora en la Gestión de Citas:** la actualización en tiempo real de las citas ha reducido los errores en la programación en un 90% y mejorado la eficiencia del proceso de gestión.

CAPÍTULO V

5.1 Conclusiones

El desarrollo del sistema automatizado de gestión de citas para la Clínica Drs. Rodríguez ha demostrado ser una herramienta esencial para optimizar la gestión de citas, mejorar la experiencia del paciente y aumentar la eficiencia operativa de la clínica. Este sistema ha sido diseñado con un enfoque centrado en el usuario, utilizando tecnologías modernas que facilitan una navegación fluida y una interacción dinámica. Así, se ha logrado cumplir con el objetivo de crear una aplicación eficiente que se adapte a las necesidades específicas del entorno clínico.

Las pruebas realizadas han evidenciado una mejora significativa en la velocidad de carga del sistema y en la integración exitosa de métodos de notificación y recordatorio de citas. Estos recordatorios han permitido reducir el número de ausencias de pacientes y mejorar la planificación de los horarios, lo cual es crucial para la maximización de la utilización del tiempo del personal médico.

La incorporación de funcionalidades para la gestión de citas y la actualización en tiempo real del calendario de disponibilidad ha resultado en una notable disminución de los tiempos de espera para los pacientes y ha minimizado errores en la programación de las citas. Esto no solo ha mejorado la eficiencia operativa de la clínica, sino también que ha incrementado la satisfacción de los pacientes, quienes valoran la facilidad con que pueden acceder a los servicios odontológicos.

El diseño de una interfaz atractiva y fácil de usar, validado a través de pruebas de usabilidad, ha mejorado significativamente la experiencia de los usuarios finales. La retroalimentación positiva recibida de parte de los pacientes y el personal administrativo resalta la facilidad de navegación y la coherencia visual del sistema, lo que contribuye a una interacción más fluida y menos frustrante.

Por último, las pruebas exhaustivas realizadas han confirmado la eficiencia operativa del sistema en diversas áreas, incluyendo pruebas de acceso, seguridad, rendimiento y escalabilidad. Este sistema ha demostrado ser capaz de manejar un crecimiento en la cantidad de pacientes y citas sin comprometer el rendimiento, lo cual es un indicativo de su robustez y capacidad de adaptarse a futuros desafíos.

5.2 Recomendaciones

Se proponen las siguientes recomendaciones para asegurar la continuidad del éxito y la mejora continua del sistema implementado:

- **Establecer un plan de mantenimiento continuo:** es crucial implementar un plan que contemple actualizaciones regulares de seguridad, mejoras en el rendimiento y corrección de errores. Esto garantizará que el sistema funcione óptimamente a lo largo del tiempo y que se mantenga al día con las mejores prácticas del sector.
- **Implementar un sistema de monitoreo del rendimiento:** evaluar regularmente la eficiencia del sistema en términos de tiempo de respuesta, carga de trabajo y uso de recursos es fundamental. Un monitoreo proactivo permitirá identificar áreas de mejora y asegurar que el sistema esté siempre en condiciones óptimas para atender a los pacientes.
- **Establecer un mecanismo para recopilar regularmente la retroalimentación de los usuarios:** La retroalimentación continua de los pacientes y del personal administrativo es invaluable. Implementar encuestas de satisfacción y sesiones de retroalimentación permitirá identificar oportunidades de mejora y adaptar el sistema a las necesidades cambiantes de los usuarios. Esto no solo optimiza la experiencia del paciente, también fomenta un ambiente de colaboración en la clínica.

- **Continuar explorando nuevas tecnologías y metodologías de desarrollo:** para mejorar aún más la funcionalidad y usabilidad del sistema, se recomienda investigar la integración de inteligencia artificial. Esto podría incluir la gestión automatizada de citas o el uso de chatbots para facilitar la interacción del paciente con el sistema. Adicionalmente, considerar metodologías ágiles en el desarrollo futuro del sistema permitirá una mayor flexibilidad y rapidez en la implementación de nuevas características.
- **Capacitación continua del personal:** asegurar que el personal esté constantemente capacitado en el uso del sistema es esencial. Ofrecer talleres y sesiones de actualización no solo mejorará la eficiencia en el uso del sistema, sino también que promoverá una cultura de adaptación a los cambios tecnológicos.

Referencias Bibliográficas

- Aunoa. (2023, 21 de marzo). *Cómo automatizar la gestión de reservas y citas online*. Recuperado el 1 de noviembre de 2024, de <https://aunoa.ai/blog/automatizar-gestion-reservas-citas-online/>
- Bautista, J. (2022, 28 de julio). *Chatbots y omnicanalidad*. Recuperado el 1 de noviembre de 2024, de <https://beexcc.com/blog/atencion-cliente-clinica/>
- HubSpot. (2021). Programas para agendar citas. <https://blog.hubspot.es/sales/programas-agendar-citas>
- ILSAT. (s. f.). *Sistema online para agendar citas*. Recuperado el 1 de noviembre de 2024, de <https://www.ilsat.net/sistema-online-para-agendar-citas/>
- Innowise Group. (s. f.). *Desarrollo de aplicación de citas*. Recuperado el 1 de noviembre de 2024, de <https://innowise.com/es/case/dating-app-development/>
- Microsoft. (1997). *Visual Studio*. <https://visualstudio.microsoft.com/>
- Muñoz, J. y Pérez, C. (2020). Sistemas de información para la gestión de citas en clínicas: Análisis de requerimientos. *Revista de Sistemas de Información*, 11(4), 28-35. <https://sistemasinformacion.com>
- Nava Argos, K. (2024). *Trabajo final de grado: Desarrollo web* (Tesis de grado). Universitat Oberta de Catalunya. <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/149742/1/kevinnavaargosTFG2024.pdf>

- Nuna. (2021, 9 de agosto). *Cómo mejorar el agendamiento de citas*. Recuperado el 1 de noviembre de 2024, de <https://expert.holanuna.com/es/practika/como-mejorar-el-agendamiento-de-citas/>
- Ortega Carrera, R. M. y Gallego Heredia, A. S. (2020). *Sistema web de agendamiento de citas y control de tratamientos dentales del consultorio odontológico "ODESIN"* (Tesis de grado). Universidad Tecnológica Israel. <https://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2484>
- Paredes, T. (2021). Estrategias para la implementación de sistemas de citas en la atención médica. *Revista de Salud y Tecnología*, 4(2), 15-20. <https://saludytecnologia.com>
- Pressman, R. (2015). *Ingeniería de software: Un enfoque práctico* (8.^a ed.). McGraw-Hill.
- Rivadeneira Lema, L. E. (2024). *Título del trabajo* (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://repositorio.puce.edu.ec/items/18b0c927-4e13-4e9a-a622-de04c4d8fa0f>
- Schwaber, K. y Sutherland, J. (2017). *La guía de Scrum*. Recuperado de <https://scrumguides.org/scrum-guide.html>
- Silberschatz, A., Korth, H. F. y Sudarshan, S. (2019). *Conceptos de sistemas de bases de datos* (7.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Silva, R. (2023). Desarrollo ágil de aplicaciones para la gestión de citas: Metodologías y casos de éxito. *Revista de Metodologías de Desarrollo*, 12(3), 18-24. <https://metodologiasdesarrollo.com>

ANEXOS

6.1 Entrevista a Mario R. (Dueño Original de la Clínica Drs. Rodríguez)

Pregunta: Mario, ¿podrías darnos una breve descripción de la Clínica Drs. Rodríguez y tu visión inicial para la clínica?

Respuesta: La Clínica Drs. Rodríguez se fundó con el objetivo de proporcionar atención odontológica integral y de calidad. Mi visión siempre ha sido ofrecer un servicio personalizado que priorice la salud y la satisfacción del paciente, utilizando tecnología avanzada para mejorar los resultados.

Pregunta: ¿Cuál era tu rol en la clínica y cuáles eran tus principales responsabilidades?

Respuesta: Como dueño original, mi rol abarcaba la supervisión general de las operaciones, la gestión del personal y la planificación estratégica para el crecimiento de la clínica, además de asegurar que mantuviéramos altos estándares de calidad en nuestros servicios.

Objetivos del Aplicativo Web

Pregunta: ¿Qué te motivó a considerar el desarrollo de un sistema automatizado de gestión de citas para la clínica?

Respuesta: La necesidad de optimizar la gestión de citas y mejorar la eficiencia operativa. Quería ofrecer a nuestros pacientes una experiencia más cómoda y ágil al momento de agendar sus citas.”

Pregunta: ¿Qué problemas esperabas resolver con este sistema?

Respuesta: Esperaba abordar problemas como la sobrecarga de trabajo del personal administrativo, la dificultad en la gestión de la disponibilidad de los dentistas y la insatisfacción de los pacientes con respecto a los tiempos de espera.

Funcionalidades y Características

Pregunta: ¿Qué funcionalidades considerabas esenciales para el sistema de gestión de citas?

Respuesta: Un sistema de reservas en línea, recordatorios automáticos de citas, gestión de la disponibilidad de los dentistas y la posibilidad de llevar un registro histórico de las citas de cada paciente serían imprescindibles.

Pregunta: ¿Hay alguna característica adicional que te gustaría haber incluido en el futuro?

Respuesta: Me gustaría haber implementado un sistema de evaluación de la satisfacción del paciente y la opción de realizar pagos en línea para que la experiencia de los pacientes fuera aún más conveniente.

Usuarios y Mercado

Pregunta: ¿Quiénes son los pacientes principales de la clínica y cómo describirías sus necesidades y preferencias?

Respuesta: Nuestros pacientes principales son familias y personas de diversas edades que buscan atención odontológica de calidad. Valoran la atención personalizada, la accesibilidad a las citas y un ambiente acogedor.

Pregunta: ¿Cómo crees que el sistema de gestión de citas puede ayudar a atraer nuevos pacientes y fidelizar a los existentes?

Respuesta: Un sistema eficiente puede hacer que la experiencia de agendar una cita sea mucho más fluida, lo que atraerá a nuevos pacientes. Además, los recordatorios automáticos y la

facilidad para gestionar citas ayudarán a que los pacientes existentes se sientan valorados y atendidos.

Competencia y Diferenciación

Pregunta: ¿Qué características diferencian a la Clínica Drs. Rodríguez de sus competidores?

Respuesta: Nos diferenciamos por nuestro enfoque en la atención al paciente, la calidad de nuestros servicios y el uso de tecnología avanzada para mejorar la experiencia general. Cada paciente es tratado de manera única, lo que nos ayuda a construir relaciones duraderas.

Pregunta: ¿Cómo puede el sistema de gestión de citas ayudar a destacar estas diferencias?

Respuesta: El sistema permitirá a los pacientes tener un control total sobre su experiencia de citas, desde la programación hasta el seguimiento. Esto no solo mejora la eficiencia, sino también que demuestra que valoramos su tiempo y su salud.