



DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE DATOS E INFORMÁTICA

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DE PLAYA ANCHA

SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACENAMIENTO DE DATOS PERIODONTALES, “GUMPPY”

Proyecto de Título para optar al Título de Ingeniero Informático
con mención en Gestión de la Información

BYRON CORTÉS QUIROZ

Profesor Guía: Ricardo Contreras Toloza

San Felipe, Chile
2024

DEDICATORIA

Dedicado a cada una de las personas que hicieron el proyecto posible.

A mi mamá, que luchó cada día por mi bienestar, y que me proveyó de todo lo necesario para poder centrarme en el desarrollo.

Mi hermana, que estuvo acompañándome en todos los momentos difíciles.

A mis amigos, por estar a mi lado en todo momento y proporcionar ideas y críticas constructivas constantes.

Al profesor Ricardo Contreras, por su disposición y comprensión.

A todos los profesores que contribuyeron con su conocimiento y motivación a mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue posible gracias a la colaboración de una gran cantidad de personas entre las que me gustaría destacar:

Mis amigos odontólogos, Fabiana, Sebastián y Claudia, de los cuales surgió la idea de desarrollar este proyecto y que proporcionaron sus conocimientos activamente para lograr un producto de mayor calidad.

Mi amiga Anacarina, diseñadora gráfica que ayudó enormemente a mejorar las interfaces visuales y experiencias de usuario.

Profesor Ricardo Contreras, que me proporcionó muchos consejos e ideas de cómo afrontar este desafío.

Profesora Tatiana Ilabaca, que me ayudó a asentar correctamente los objetivos y dar un enfoque más serio, otorgando al proyecto un potencial más amplio.

Finalmente agradecer a mi mamá y mi hermana enormemente, por cuidar de mí en el momento más complejo de mi vida.

Mención especial a aquellas personas que influyeron enormemente en mí a lo largo de los años, ya sea con humor, conocimiento y experiencia, entre quienes destaco a Alejandro Fernández Miret, Alejandro Aroca y Roberto Vitar.

TABLA DE CONTENIDOS

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Tabla de contenidos.....	iii
Índice de ilustraciones	viii
Índice de tablas	xi
Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	xiv

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES

1.1 Descripción del problema:.....	1
1.2 ¿Qué es la periodontitis?	3
1.3 Epidemiología de la enfermedad periodontal.....	4
1.4 Conceptos Fundamentales de Periodoncia y Odontología	4
1.4.1 Boca	4
1.4.2 Diente	5
1.4.3 Arcadas dentarias.....	6
1.4.4 Ubicación en cavidad oral	6
1.4.5 Nomenclatura FDI	7
1.4.6 Estructuras involucradas	8
1.4.6.1 Encía:.....	8
1.4.6.2 Hueso alveolar	8
1.4.6.3 Ligamento periodontal	9
1.4.7 Variables dentales involucradas en el periodontograma.	10
1.4.7.1 Margen gingival	10
1.4.7.2 Profundidad al sondaje	10

1.4.7.3 Nivel de inserción clínica (NIC).....	10
1.4.7.4 Movilidad.....	11
1.4.7.5 Sangrado al sondaje.....	11
1.4.7.6 Biofilm	12
1.4.7.7 Defecto de furca	12
1.4.7.8 Implante dental	12
1.4.7.9 Supuración.....	13
1.4.7.10 Caries radicular.....	13
1.4.7.11 Restauración mal ajustada	14
1.4.8 Instrumental dental.....	14
1.4.8.1 Sonda North Carolina	14
1.4.8.2 Sonda Nabers	15
1.4.8.3 Banzeja de examen	15
1.5 El periodontograma.....	16
1.6 Estado del arte	18
1.6.1 Perio-tools.com	18
1.6.2 periodontograma SEPA.....	19
1.6.3 MN Odontólogos	21
1.6.4 Periodontograma SAP.....	22
1.6.5 Nubimed	24
1.6.6 Análisis del estado del arte.....	25
1.7 Propuesta de solución.....	26
1.7.1 Elaboración de periodontogramas	26
1.7.2 Análisis de los datos históricos del paciente	26
1.7.3 Gumpy.....	27
1.8 Objetivos del proyecto.....	27
1.8.1 Objetivos generales del proyecto.....	27
1.8.2 Objetivos específicos del proyecto.....	27
1.9 Alcance.....	28

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN

2.1 Stakeholders	29
2.2 Requerimientos del sistema	29
2.2.1 Requerimientos funcionales	30
2.2.2 Requerimientos de datos	31
2.2.3 Requerimientos no funcionales	49
2.2.3.1 Usabilidad	49
2.2.3.2 Presentación	49
2.2.3.3 Seguridad	50
2.2.3.4 Operaciones	50
2.2.3.5 Culturales	50
2.2.3.6 Legales	51

CAPÍTULO 3: DISEÑO DEL SISTEMA

3.1 Mapa de navegación	52
3.2 Casos de uso	53
3.2.1 Inicio de sesión	53
3.2.2 Gestión de pacientes	54
3.2.3 Creación de periodontograma	55
3.3 Modelo entidad relación extendido	56
3.4 Mockups	57
3.4.1 Landing page	57
3.4.2 Formulario de registro de usuario	58
3.4.3 Formulario de Inicio de sesión	59
3.4.4 Visualización de pacientes	60
3.4.5 Visualización perfil paciente	61
3.4.6 Visualización crear periodontograma	62
3.4.7 Visualización dashboard	63
3.5 Arquitectura del software (Cliente - servidor)	64

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA DE DESARROLLO

4.1 Metodología Waterfall (Cascada).....	65
4.2 Prototyping	66
4.3 Incremental	67
4.4 Metodologías ágiles	68
4.5 Metodología seleccionada: Metodología incremental	68

CAPÍTULO 5: TECNOLOGÍAS A UTILIZAR

5.1 Frontend	70
5.1.1 React (18.2.0).....	70
5.1.2 Axios (1.4.0)	70
5.1.3 Tailwind CSS (3.3.2).....	70
5.1.4 Dependencias	71
5.2 Backend	71
5.2.1 Nodejs (20.12.1).....	71
5.2.2 Dependencias	71
5.3 Base de datos	72
5.3.1 MongoDB	72

CAPÍTULO 6: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

6.1 Factibilidad técnica.....	73
6.2 Factibilidad económica	73
6.2.1 Inversión inicial y gastos	74
6.2.2 Modelo de monetización	75
6.3 Factibilidad legal	75
6.4 Factibilidad operacional	76
6.5 Conclusión de la factibilidad.....	76

CAPÍTULO 7: DESARROLLO DE PROPUESTA

7.1 Primer incremento: Creación de sistema de credenciales, registro e inicio de sesión.....	77
---	----

7.1.1 Inicio del proyecto	77
7.1.2 Creación del backend.....	77
7.1.3 Creación del frontend	79
7.1.4 Creación del sistema de inicio de sesión	80
7.2 Segundo incremento: Creación de plataforma para crear periodontogramas.	82
7.3 Tercer incremento: Creación de repositorios, pacientes y periodontogramas asociado a cada uno.	83
7.4 Cuarto incremento: Creación del dashboard que permite analizar los datos históricos del paciente.	89
7.4.1 Gráficas globales.....	89
7.4.2 Gráficas por pieza dental	90
7.4.3 Historial de dientes perdidos	92
7.5 Quinto incremento: Creación de perfil de analista para búsqueda de tendencias (aplazado para próxima versión del software).	92
 CAPÍTULO 8: ANÁLISIS Y RESULTADOS	
8.1 Análisis a nuevas funcionalidades	93
8.2 Encuesta a profesionales	94
8.3 Resultados	98
 CAPÍTULO 9: CONCLUSIÓN	
Referencias	101

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Partes de un diente	5
Ilustración 2 Superficies dentales.....	6
Ilustración 3 Nomenclatura FDI	8
Ilustración 4 Estructuras que rodean el diente	9
Ilustración 5 Margen gingival en relación al LAC	10
Ilustración 6 Profundidad al sondaje	10
Ilustración 7 Nivel de inserción clínica NIC	11
Ilustración 8 Movilidad dentaria	11
Ilustración 9 Sangrado al sondaje	11
Ilustración 10 Biofilm	12
Ilustración 11 Furca visible	12
Ilustración 12 Implante dental.....	13
Ilustración 13 Presencia de supuración.....	13
Ilustración 14 Caries radicular	14
Ilustración 15 Restauración mal ajustada.....	14
Ilustración 16 Sonda North Carolina.....	15
Ilustración 17 Sonda Nabers	15
Ilustración 18 Bandeja de examen	16
Ilustración 19 Sitio dental	16
Ilustración 20 Inserción de sonda periodontal	17
Ilustración 21 Logo de perio-tools	18
Ilustración 22 Interfaz de perio-tools	18
Ilustración 23 Logo SEPA.....	19
Ilustración 24 Interfaz de periodontograma SEPA.....	20

Ilustración 25 Logo MN.....	21
Ilustración 26 Interfaz de MN Odontólogos	21
Ilustración 27 Logo Sociedad Argentina de periodontología	22
Ilustración 28 Interfaz de periodontograma SAP	22
Ilustración 29 Logo Nubimed.....	24
Ilustración 30 Interfaz Nubimed.....	24
Ilustración 31 Mapa de navegación.jpg	52
Ilustración 32 Caso de uso Inicio de sesión	53
Ilustración 33 Caso de uso Gestión del paciente	54
Ilustración 34 Caso de uso Creación de periodontograma	55
Ilustración 35 Modelo entidad relación	56
Ilustración 36 Mockup Landing page.....	57
Ilustración 37 Mockup Registro de usuario	58
Ilustración 38 Mockup Inicio de sesión.....	59
Ilustración 39 Mockup Visualización de pacientes	60
Ilustración 40 Mockup Visualización de perfil de pacientes	61
Ilustración 41 Mockup crear periodontograma	62
Ilustración 42 Mockup Dashboard	63
Ilustración 43 Patrón de arquitectura Cliente-servidor	64
Ilustración 44 Fases de la Metodología Cascada.....	65
Ilustración 45 Fases del Prototyping	66
Ilustración 46 Fases del modelo incremental	67
Ilustración 47 Carta Gantt.....	69
Ilustración 48 Tabla de utilidades	75
Ilustración 49 Distribución de carpetas backend	77
Ilustración 50 Distribución de carpetas frontend	79
Ilustración 51 Interfaz de registro	81
Ilustración 52 Interfaz Inicio de sesión	81

Ilustración 53 Interfaz Periodontograma.....	82
Ilustración 54 Interfaz gráfico dental.....	82
Ilustración 55 Interfaz métricas globales	83
Ilustración 56 Modelo paciente.....	85
Ilustración 57 Controlador paciente.....	85
Ilustración 58 Esquema paciente	86
Ilustración 59 Rutas paciente	86
Ilustración 60 Formulario Paciente	87
Ilustración 61 Ficha Paciente	88
Ilustración 62 Ejemplo dashboard	90
Ilustración 63 Selector dental	91
Ilustración 64 Gráfico de movilidad dental.....	91
Ilustración 65 Historial de dientes perdidos.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ventajas y desventajas de Perio-tools.com	19
Tabla 2: Ventajas y desventajas de periodontograma SEPA.....	20
Tabla 3: Ventajas y desventajas de MN Odontólogos	22
Tabla 4: Ventajas y desventajas de periodontograma SAP	23
Tabla 5: Ventajas y desventajas de nubimed	24
Tabla 6: Requerimientos funcionales.....	31
Tabla 7: Requerimientos de datos RF-01	31
Tabla 8: Requerimientos de datos RF-02	32
Tabla 8: Requerimientos de datos RF-03	38
Tabla 9: Requerimientos de datos RF-04	48
Tabla 10: Requerimientos no funcionales de usabilidad	49
Tabla 11: Requerimientos no funcionales de presentación	49
Tabla 12: Requerimientos no funcionales de seguridad.....	50
Tabla 13: Requerimientos no funcionales de operaciones	50
Tabla 14: Requerimientos no funcionales culturales	50
Tabla 15: Requerimientos no funcionales legales	51
Tabla 16: Ventajas y desventajas del modelo Waterfall	66
Tabla 17: Ventajas y desventajas del Prototyping	67
Tabla 18: Ventajas y desventajas del Modelo incremental.....	68

RESUMEN

El presente proyecto tiene como eje central el desarrollo de Gumppy, una innovadora aplicación web diseñada para transformar la gestión de datos de los pacientes en el ámbito de la periodoncia. Esta herramienta tecnológica tiene como propósito principal optimizar el tiempo de atención clínica de los periodoncistas, proporcionándoles un sistema avanzado que centraliza y organiza la información de manera eficaz.

Gumppy se distingue por su capacidad para ofrecer un acceso ágil y directo a los datos más relevantes de cada paciente, además de incorporar herramientas avanzadas como gráficas interactivas que facilitan el análisis detallado de la información. Estas funcionalidades no sólo simplifican la toma de decisiones diagnósticas y terapéuticas, sino que también aseguran resultados de alta precisión, reduciendo significativamente el tiempo necesario para ello sin comprometer la calidad del trabajo profesional.

El objetivo fundamental de esta aplicación es potenciar la productividad de los especialistas y brindarles un soporte integral que les permita dedicar su atención a lo más importante: el bienestar de sus pacientes.

En este documento, se describen de manera exhaustiva los conceptos clave para comprender el contexto del proyecto. A continuación, se presentan los análisis realizados, el diseño propuesto, la metodología empleada, la evaluación de factibilidad, los pasos de implementación y los resultados obtenidos.

ABSTRACT

This project presents the development of Gumppy, an innovative web application aimed at transforming patient data management in the field of periodontics. The primary goal of this technological tool is to optimize clinical workflows by providing periodontists with an efficient system for centralizing and organizing patient information.

Gumppy is distinguished by its ability to deliver quick and intuitive access to each patient's most relevant clinical data, while also integrating advanced features such as interactive graphs and analytical tools. These functionalities streamline both diagnostic and therapeutic decision-making processes, enhancing precision and significantly reducing consultation time-without compromising the quality of care.

The main objective of this application is to increase specialists' productivity and offer comprehensive support, allowing them to focus on what truly matters: the well-being of their patients.

This document offers an in-depth overview of the project's context, including the conceptual framework, analysis, proposed design, applied methodology, feasibility assessment, implementation process, and the results achieved.

INTRODUCCIÓN

El ser humano vive en una constante lucha por mejorar su bienestar y calidad de vida, tanto personal como colectiva. Esto se puede evidenciar con la creación de herramientas tan importantes como la rueda, la imprenta o la electrónica, que significaron en sus respectivas épocas, una revolución, que cambiaría por completo las pautas de comportamiento individual y colectivo de la población.

Sin embargo, a pesar de todos los avances tecnológicos con los que contamos a la fecha, aún existe un sinnúmero de amenazas que afectan directamente la plenitud de la vida en la tierra. Entre estos peligros podemos destacar las enfermedades. Enemigos silenciosos cuya gravedad puede incrementarse por factores ajenos a ellas mismas, algunas difíciles de controlar como el lugar geográfico o las condiciones climáticas; o algunas situaciones evitables, como listas de espera, negligencia médica, desconocimiento, falta de recursos, etc.

La búsqueda en la erradicación de enfermedades se puede enfocar desde distintos frentes, ya sea la investigación, educación, desarrollo de medicamentos, o en el caso que abordaremos en este trabajo, la automatización de procesos y análisis de datos.

Específicamente el desarrollo se centrará en un fenómeno muy presente en la población chilena, las enfermedades periodontales, las que por sus características, son sumamente difíciles de detectar, principalmente porque no causan dolor en sus fases iniciales. Además de poseer una tasa de prevalencia muy alta.

La forma en la que actualmente se registran y almacenan los datos asociados a los periodontogramas es sumamente anticuada e ineficiente. Y el aplicar una tecnología que permita agilizar, e incluso, mejorar la atención, puede ayudar enormemente a la población afectada por esta patología.

Es por ello que el presente proyecto buscará disminuir al mínimo la pérdida de tiempo de los especialistas en tareas que no otorguen valor a la atención de pacientes directamente. Facilitando la búsqueda de la información y brindando una plataforma que permita realizar investigaciones a especialistas en un futuro.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES

1.1 Descripción del problema:

Adecuarse a los nuevos tiempos y optimizar las tareas rutinarias es sumamente importante en la era moderna.

Específicamente el área de la medicina es un campo bastante complejo para la inclusión de tecnologías, debido a variados factores tales como:

- La vida de los pacientes se encuentra en juego. Por lo que las regulaciones deben ser estrictamente rigurosas para garantizar su correcto funcionamiento.
- El desarrollo de estas herramientas tiende a ser bastante costoso.
- Los profesionales de la salud requieren capacitación, involucrando un proceso de aprendizaje que puede resultar complejo, lo que crea una nueva capa de disonancia entre los mecanismos convencionales y los modernos.
- La comunicación entre el área médica y la tecnológica tiende a ser complicada, dificultando la toma de decisiones, haciendo que el proceso de desarrollo sea lento, e incluso fútil.

Sin embargo, existen tareas asociadas a la medicina que no representan un riesgo inminente, ni son extremadamente complicadas, y aun así, siguen realizándose de manera tradicional. Como son tareas administrativas y de manejo de información.

Es por ello que las nuevas generaciones de trabajadores del área de la salud, específicamente estudiantes de odontología pertenecientes a la Pontificia Universidad Católica, alzaron la voz en la búsqueda de agilizar y mejorar la forma en que realizan sus atenciones médicas, para lo cual plantearon una serie de inquietudes respecto a la situación actual de las tecnologías que utilizan.

Los odontólogos realizan una gran cantidad de tareas dependiendo de su especialidad, que se diferencian enormemente entre ellas (como son: periodoncia, endodoncia, rehabilitación oral, imagenología, odontopediatría, ortodoncia, entre otros). Y no cuentan con una plataforma adecuada para el almacenamiento de toda la información que manejan, ya sea del paciente, diagnóstico, pronóstico y tratamientos.

Específicamente una de las áreas más caóticas corresponde a la periodoncia. La cual requiere de una gran precisión a la hora de analizar los datos históricos de cada paciente para un correcto diagnóstico y posterior tratamiento.

El problema surge en este punto, actualmente la forma en que se almacenan los datos de los periodontogramas es sumamente ineficiente e incluso peligroso. Debido a que existen 2 formas de tabular estos datos:

- A través de un documento impreso que debe ser llenado a mano por el profesional.
- Mediante plataformas que permiten tabular los datos digitalmente y guardar los resultados en formato PDF.

Las plataformas digitales actuales presentan carencias, lo que vuelve ineficiente su utilización, tales como bugs en caso de pérdida de conexión, campos faltantes en el formulario, interfaz confusa, imposibilidad de exportar los datos de forma digital (permitiendo únicamente almacenarlos como PDF, lo que dificulta la utilización de algoritmos para hacer análisis sobre estos datos), entre otros.

El no contar con un repositorio oficial para guardar estos documentos provoca que cada profesional tenga que buscar una forma para organizar correctamente los archivos (tanto los periodontogramas, notas, exámenes complementarios, radiografías, etc), volviendo una tarea engorrosa la búsqueda de un documento en particular.

Por último, la revisión de los antecedentes se hace de forma manual, comparando los campos uno a uno. Lo que puede inducir a errores humanos o de interpretación.

En resumen, el problema es que en tareas repetitivas como: Registrar datos, buscar documentos, y analizar datos históricos. Se pierde una gran cantidad de tiempo de la atención, que podría utilizarse en actividades que entregasen un mayor valor al paciente.

Adicionalmente se están almacenando una gran cantidad de datos, a los cuales no se les otorga ningún tipo de uso (se guardan en papel o PDF), y que su análisis sería de gran utilidad para mejorar tanto las atenciones, como para buscar patrones que permitan determinar fenómenos aún desconocidos.

Para comprender la magnitud e importancia de este problema es necesario repasar algunos conceptos asociados al área de periodoncia.

También será necesario comprender el proceso y la terminología utilizada por los periodoncistas, los cuales serán repasados en los incisos posteriores.

1.2 ¿Qué es la periodontitis?

La periodontitis es una enfermedad inflamatoria de larga evolución en la cavidad oral, que se encuentra mediada por el huésped y su contexto sistémico (Tonetti, Greenweel and Kornman, 2018).

Se asocia a microorganismos y se caracteriza por la pérdida de inserción periodontal (CAL), pérdida ósea alveolar, evaluada mediante estudios clínicos e imagenológicos como las radiografías retroalveolares periapicales, presencia de sacos periodontales, supuración y sangrado gingival.

El término periodontitis se compone de dos palabras, es decir, “periodon”, que significa estructura que rodea los dientes e “itis”, que significa inflamación (Mehrotra and Singh, 2023).

Según la Academia Americana de Periodoncia (AAP), la enfermedad periodontal se define como “Inflamación de los tejidos de soporte de los dientes. Generalmente es un cambio progresivamente destructivo que conduce a la pérdida de hueso y ligamento periodontal. Una extensión de la inflamación desde la encía hacia el hueso y ligamento adyacentes” (AAP, sf).

La enfermedad periodontal tiene un origen multifactorial, siendo el principal elemento la presencia de biofilm que se ubica en la superficie de los dientes. Sin embargo, la respuesta que presenta el huésped depende de la genética, factores ambientales y salud sistémica del paciente.

Los subproductos de las bacterias que componen el biofilm bacteriano, estimulan una respuesta inflamatoria crónica, dónde el sistema inmune reacciona al tejido de soporte presentes en el mismo organismo, destruyendolo.

Producto de esto las encías se separan del diente y se producen los sacos periodontales (AAP, sf). A medida que la enfermedad evoluciona, los sacos se profundizan y se destruye más hueso que soporta a los dientes, de este modo, si la enfermedad progresa lo suficiente, se pueden perder piezas dentales.

1.3 Epidemiología de la enfermedad periodontal

La periodontitis es una de las enfermedades crónicas e inflamatorias más comunes que afecta aproximadamente a la mitad de los adultos en Reino Unido y Estados Unidos, y al 60% de los mayores de 65 años (White, et al, 2012).

La enfermedad periodontal es considerada un problema de salud pública, puesto que causa pérdida de dientes, discapacidad, disfunción masticatoria y estado nutricional deficiente. Del mismo modo, la manifestación de la periodontitis, halitosis, sangrado, recesiones gingivales, y especialmente la pérdida de dientes, pueden tener un impacto psicológico y social en el individuo, tanto en su autopercepción, como en la relación con los pares.

En la actualidad la periodontitis se ha hecho más prevalente, y es un problema de salud pública, puesto que es una carga para la economía, y es un reductor de la calidad de vida. Además está asociada a un peor estado sistémico de aquellos pacientes que presentan enfermedades sistémicas tales como: diabetes, aterosclerosis, enfermedades cardiovasculares, artritis reumatoide, inclusive tiene efectos adversos durante el embarazo.

En Chile se considera que el 39% de las personas entre 35 y 44 años y el 69% de las personas entre 65 y 74 años presentan periodontitis con pérdidas de inserciones mayores a 6 mm al menos en uno de los dientes examinados (Gamonal, et al, 2010).

1.4 Conceptos Fundamentales de Periodoncia y Odontología

1.4.1 Boca

Comenzando por el concepto más amplio, la boca corresponde al principio del tracto digestivo, cuyas funciones principales incluyen la masticación, deglución, fonoarticulación, entre otros.

Está formada por una serie de estructuras de diverso origen embrionario, como son los dientes, lengua, paladar, glándulas salivales, etc.

1.4.2 Diente

Es un órgano ubicado en la boca, implantado en el hueso alveolar, rodeado por la encía. La dentición permanente consta de 32 dientes mientras que la primaria cuenta con 20 en total.

Según la anatomía dentaria se tiene la función que cumplen respectivamente, podemos destacar 4 grupos dentarios: incisivos, caninos, premolares y molares. Siendo los dos últimos multirradiculares.

Su función primordial es la masticación (cortar, desgarrar o moler los alimentos), también tiene una función fonética, cumplen un rol estético, entre otros.

Las principales partes del diente son la siguientes:

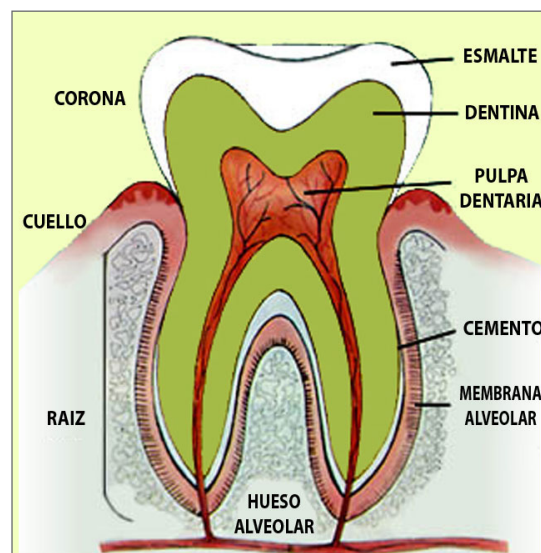


Ilustración 1 Partes de un diente

- **La corona:** Es la parte visible del diente por encima de la encía. Está cubierta por esmalte, que es la sustancia más dura del cuerpo humano, y está diseñada para resistir y distribuir las fuerzas de la masticación.
- **La raíz:** Es la parte del diente que se encuentra por debajo de la encía y está anclada en el hueso alveolar. Es la responsable de mantener el diente en su lugar y se compone principalmente de dentina cubierta por cemento. Además está rodeada por el ligamento periodontal, el cual a su vez, la sostiene al hueso.
- **El esmalte:** Es la capa exterior y más dura de la corona del diente. Está compuesto casi en su totalidad de minerales y es responsable de proteger la dentina y la pulpa dental.

- **Dentina:** Es un tejido de menor grado de mineralización, compuesto por proteínas que le otorgan elasticidad, evitando su fractura. Por otra parte en ella se encuentran los túbulos dentinarios, que participan en la transmisión de sensaciones al diente.
- **Pulpa dental:** Es el tejido conectivo que está compuesto por estructuras vasculares y nerviosas, su función es nutrición, sensorial y defensiva del diente.
- **El cemento:** Es un tejido calcificado que cubre la raíz del diente. Ayuda a anclar el diente al hueso alveolar mediante las fibras del ligamento periodontal.
- **El Límite Amelocementario (LAC):** Es la línea donde el esmalte de la corona y el cemento de la raíz se encuentran. Es una región crucial en términos de salud periodontal y puede ser un punto de referencia en procedimientos dentales.
- **Furca:** Es el área entre las raíces de los dientes que tienen más de una raíz. Este espacio es importante en el contexto de la salud periodontal y la estabilidad del diente.

1.4.3 Arcadas dentarias

Las arcadas dentarias son estructuras que sostienen los dientes, estas presentan forma de arco y se dividen en 2:

- Arcada maxilar: La cual corresponde a la arcada superior
- Arcada Mandibular: Es la arcada inferior, está fijada a la mandíbula.

1.4.4 Ubicación en cavidad oral

Los términos utilizados para identificar la ubicación de una estructura dental en la cavidad oral son los siguientes:

Nomenclaturas de las superficies dentales

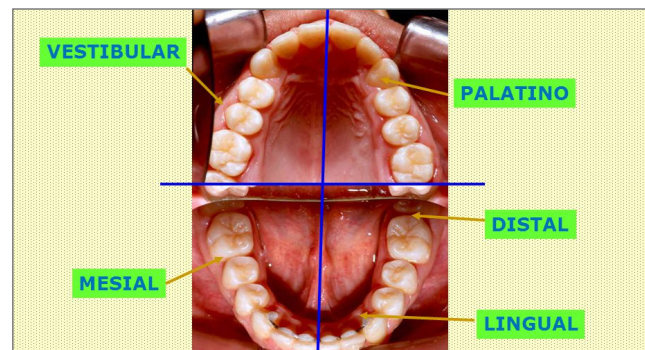


Ilustración 2 Superficies dentales

- **Vestibular:** Se refiere a la superficie dental orientada hacia el exterior, tanto de los dientes superiores como inferiores.
- **Palatino:** Hace referencia a la superficie dental orientada hacia el paladar, es decir la zona interna de los dientes superiores.
- **Lingual:** Se refiere a la superficie orientada en dirección a la lengua, es decir superficie interna inferior.
- **Distal:** La cara del diente que está más alejada de la línea media de la arcada dental.
- **Mesial:** La cara del diente que está más cerca de la línea media de la arcada dental.

1.4.5 Nomenclatura FDI

Desarrollada por la Federación dental internacional, es la forma más habitual de nombrar a los dientes, consiste en dividir ambas arcadas (superior e inferior), en cuatro cuadrantes.

Cada diente se designa con dos números:

El primer dígito indica el cuadrante:

- 1: Cuadrante superior derecho (maxilar)
- 2: Cuadrante superior izquierdo (maxilar)
- 3: Cuadrante inferior izquierdo (mandibular)
- 4: Cuadrante inferior derecho (mandibular)

El segundo dígito indica la posición del diente dentro del cuadrante:

- 1 a 8: Desde el incisivo central hasta el tercer molar (coloquialmente llamado muela del juicio).

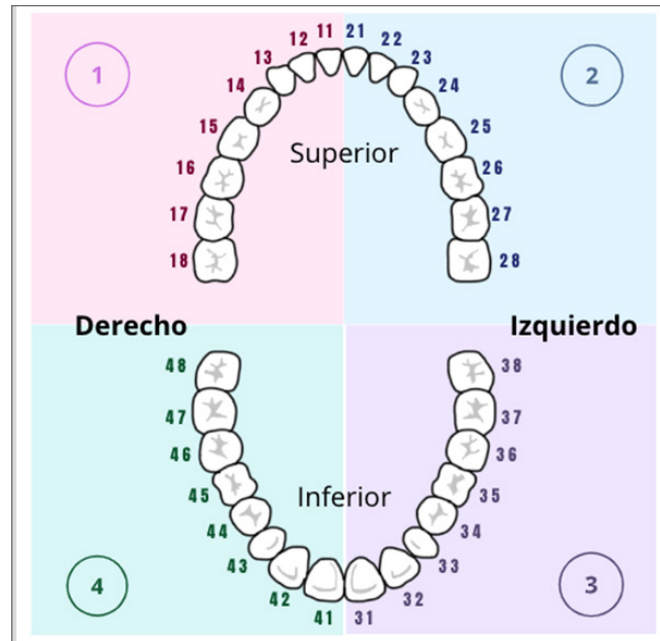


Ilustración 3 Nomenclatura FDI

“La representación en pantalla aparece de forma invertida, como un espejo. (DVD Dental. 2021).”

1.4.6 Estructuras involucradas

1.4.6.1 Encía:

La encía ejerce una importante función dentro de la boca, no solo protege la dentadura, sino que da soporte a cada una de las piezas dentales y sus partes. El tejido mucoso que compone las encías forma parte del periodonto. Tiene como función la protección de los tejidos duros.

Las encías son una parte esencial y como tal debemos garantizar su buen estado y funcionalidad. Resulta prioritario cuidar esta estructura con efectividad y para ello es necesario extremar la higiene bucal y prevenir las enfermedades gingivales. (Periodontium, 2020)

1.4.6.2 Hueso alveolar

El hueso alveolar es una estructura ósea que se encuentra en los tejidos maxilares. Este forma parte del sistema que da soporte a los dientes.

Básicamente, alberga las cavidades o agujeros en los que reposan las piezas den-

tales. Es decir, sostiene a las raíces de la dentición. También tiene poros o pequeños huecos por donde pasan el sistema sanguíneo y nervioso.

La pérdida de hueso alveolar puede ocurrir principalmente en 2 situaciones. Su destrucción está dada por enfermedades periodontales o por una pérdida dentaria. Puesto que, se necesita estimulación del tejido, como sería la presión masticatoria para que este sea conservado. (Dental Dávila, 2022).

1.4.6.3 Ligamento periodontal

El ligamento periodontal es una de las partes del sistema de soporte de los dientes. El ligamento cubre completamente la raíz del diente y la une al hueso alveolar de los maxilares cuando se encuentra en estado fisiológico.

El ligamento periodontal permite que las fuerzas que actúan sobre los dientes al masticar o al apretarlos se transmiten al hueso, éste las absorbe y de este modo se protege a los dientes frente a una carga que los puede llegar a fracturar. (Fabregues, S. (s. f.)).

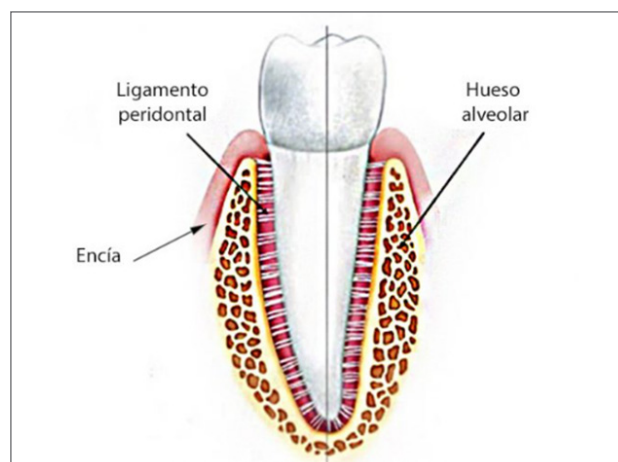


Ilustración 4 Estructuras que rodean el diente

1.4.7 Variables dentales involucradas en el periodontograma.

1.4.7.1 Margen gingival

Corresponde a la distancia en milímetros que existe entre la encía y el límite amelocementario. Su valor es positivo si se encuentra coronal al LAC, y negativo si se encuentra apical al LAC.



Ilustración 5 Margen gingival en relación al LAC

1.4.7.2 Profundidad al sondaje

Corresponde a la distancia que existe entre el margen gingival hasta la base del surco o saco periodontal. Su valor se obtiene al introducir una sonda entre la encía y el diente. Su valor está determinado en milímetros.



Ilustración 6 Profundidad al sondaje

1.4.7.3 Nivel de inserción clínica (NIC)

Corresponde a la diferencia entre la profundidad al sondaje y el margen gingival.

$$PS-MG=NIC$$

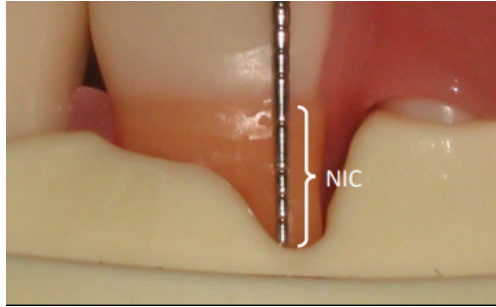


Ilustración 7 Nivel de inserción clínica NIC

1.4.7.4 Movilidad

La movilidad dentaria corresponde al grado de movimiento que posee la pieza dental al ser sometida a determinada fuerza. Esta se clasifica en 4 grados acorde a la cantidad de milímetros que se desplace de forma horizontal. Siendo grado 0 el considerado fisiológico, y el grado 3 el más severo.



Ilustración 8 Movilidad dentaria

1.4.7.5 Sangrado al sondaje

Indica la existencia o ausencia de sangrado a la hora de realizar el sondaje, su presencia corresponde a un signo temprano anterior a la inflamación.



Ilustración 9 Sangrado al sondaje

1.4.7.6 Biofilm

Se denomina biofilm, placa bacteriana o biopelícula a la comunidad diversa de microorganismos inmersas en una matriz de polímeros de origen bacteriano y salival, ubicada sobre la superficie de los dientes (DIPRECE, 2018)



Ilustración 10 Biofilm

1.4.7.7 Defecto de furca

La furca corresponde a la unión anatómica de piezas multiradiculares donde las raíces divergen.

Lo que se mide es el grado de exposición horizontal y vertical de la furca.



Ilustración 11 Furca visible

1.4.7.8 Implante dental

Corresponde a la utilización de un material aloplástico dentro del hueso maxilar cuyo objetivo es sustituir piezas dentales para una posterior rehabilitación oral.



Ilustración 12 Implante dental

1.4.7.9 Supuración

Corresponde a la presencia o ausencia dicotómica de exudado supurativo. Este puede estar presente de forma natural o se puede aplicar una presión digital al crénice en dirección coronal.



Ilustración 13 Presencia de supuración

1.4.7.10 Caries radicular

Es un tipo de caries que afecta fundamentalmente a la raíz de los dientes, y puede provocar que el diente quede hueco y al final se caiga.

Habitualmente estas caries aparecen en aquellas personas que tienen enfermedades periodontales, como podrían ser la periodontitis o la gingivitis.



Ilustración 14 Caries radicular

1.4.7.11 Restauración mal ajustada

Una restauración mal ajustada es un tratamiento dental (como una corona, un puente, una amalgama, una carilla o una obturación) que no se adapta correctamente a la estructura del diente o a la relación con los tejidos circundantes, como las encías.

Puede ser un factor predisponente o agravante de enfermedades periodontales debido a la acumulación de placa, irritación de los tejidos, sobrecarga oclusal, etc.



Ilustración 15 Restauración mal ajustada

1.4.8 Instrumental dental

1.4.8.1 Sonda North Carolina

Es una sonda periodontal que permite medir la profundidad de un surco o saco periodontal. Esta es introducida entre la encía y el diente. Se profundiza con una fuerza de 0,25 Newton aproximadamente.

Se encuentra graduada en milímetros, numerada desde el 1 al 15. Posee 3 marcas especiales (5,10,15) como ayuda visual.



Ilustración 16 Sonda North Carolina

1.4.8.2 Sonda Nabers

Instrumento utilizado para cuantificar y medir los defectos de furca horizontales. Se introduce en el defecto de furca (entre furca y encía), y se visualiza la magnitud de la profundidad. Tiene la particularidad de poseer una forma curva.

Está graduada en milímetros, y posee marcas a los 3, 6, 9 y 12 mm.



Ilustración 17 Sonda Nabers

1.4.8.3 Banzeja de examen

Está compuesta por la bandeja dental, espejo intraoral, sonda de caries curva, pinzas. Tiene como función permitir la exploración oral. Es un insumo básico para el diagnóstico y tratamiento dental.



Ilustración 18 Bandeja de examen

1.5 El periodontograma

El periodontograma es una ficha donde se registran los datos observados al realizar una exploración detallada de los tejidos periodontales y periimplantarios. La ficha permite realizar una representación gráfica de los tejidos de soporte. (Vargas, 2016)

La sonda periodontal se debe introducir entre el diente y la encía de forma perpendicular en dirección a la raíz del diente, debe profundizar hasta que el tejido haga resistencia, se observa la sonda periodontal y se determina profundidad al sondaje en milímetros. Esta medición se debe realizar en 6 espacios por pieza dentaria, tres en vestibular y tres en palatino o lingual según corresponda. Siendo estos tres espacios en la zona distal, media y mesial de cada cara dentaria.

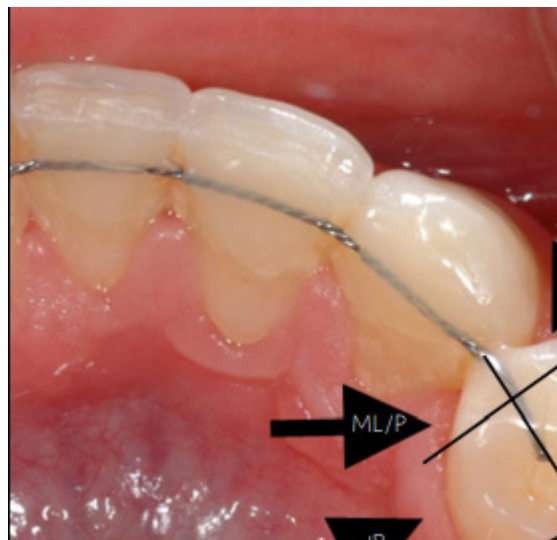


Ilustración 19 Sitio dental

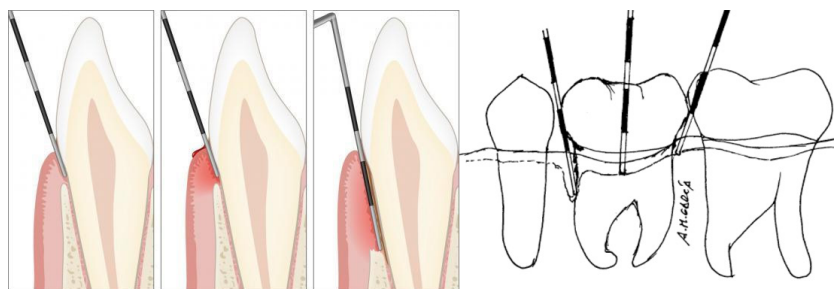


Ilustración 20 Inserción de sonda periodontal

La medición de la profundidad al sondaje (PS) se realiza primero en una arcada, en general se prefiere partir en el maxilar y por la pieza más distal del lado derecho, es frecuente iniciar por la cara vestibular y una vez realizado todo el maxilar proseguir con la cara palatina.

Para determinar el nivel de encía (NE) se debe considerar el límite amelocementario y dónde se encuentra este respecto a la encía, se utilizan las graduaciones de la sonda periodontal para cuantificar la ubicación de la encía en el diente. Esta medición al igual que PS se realiza en 6 sitios por diente, siguiendo la misma secuencia.

Es importante considerar que el sangrado al sondaje se hace simultáneamente al medir PS y NE, puesto que el procedimiento para medirlo es introducir la sonda en 6 sitios. El sangrado al sondaje es dicotómico, es decir, si presenta un mínimo de sangrado se registra (se considera el sangrado si ocurre dentro de los primeros 15 segundos posteriores al retiro de la sonda).

La movilidad es un parámetro que se registra numéricamente, pudiendo ser 0,1, 2 y 3 según el grado de movilidad. Se utilizan dos objetos de punta roma (se puede usar el mango del espejo y de la sonda periodontal) y se apoyan en palatino/lingual y vestibular de cada diente, generando una leve presión horizontal, posteriormente se registra dependiendo de la movilidad presentada. Si existe una movilidad grado 3, además del componente horizontal, se considera el movimiento vertical.

El defecto de furca se mide a través de la sonda Nabers, se ubica la punta de la sonda entre la encía y la proyección del espacio interradicular de cada diente, de modo que se establece la magnitud del defecto de furca dependiendo de cuánto se introduzca la sonda en el espacio interradicular.

El nivel de inserción clínica (NIC) es el parámetro que nos permite determinar la pérdida de tejido de soporte, puesto que es el valor cuantitativo obtenido de la diferencia entre la profundidad al sondaje y el nivel de encía. El NIC es uno de los elementos principales para obtener el diagnóstico periodontal.

1.6 Estado del arte

Analizando las tecnologías actuales asociadas al área periodontal que resuelven de forma parcial el problema podemos encontrar las siguientes:

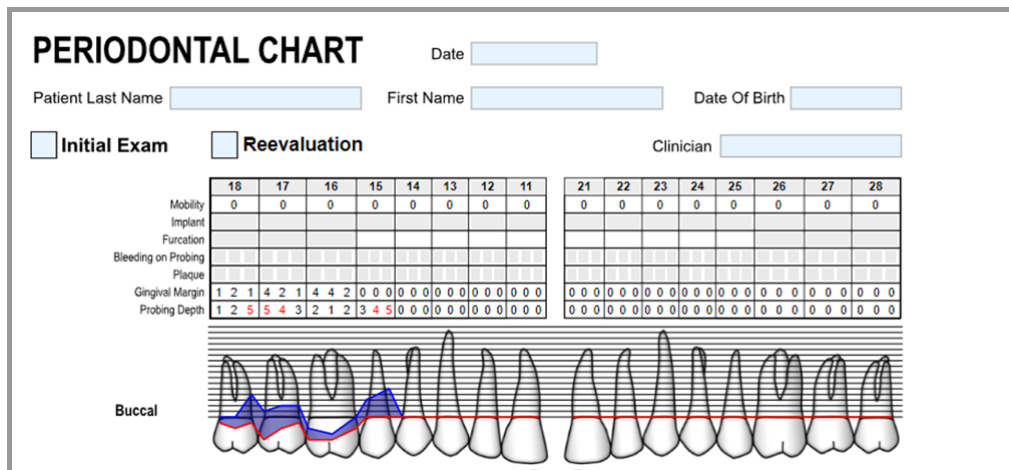
1.6.1 Perio-tools.com



Ilustración 21 Logo de perio-tools

Corresponde a una página web que brinda una serie de servicios y herramientas periodontales, desarrollada por el Doctor Christoph A. Ramseier, asociado a la Universidad de Berna, Suiza.

Provee la posibilidad de realizar diversos exámenes online de forma gratuita, como son periodontogramas, terapia periodontal de apoyo, evaluación de riesgo periodontal, evaluación del riesgo de enfermedad de los implantes, etc. Además de entregar documentación asociada a la salud periodontal.



PERIODONTAL CHART Date

Patient Last Name First Name Date Of Birth

☐ Initial Exam ☐ Reevaluation Clinician

	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
Mobility	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Implant																
Furcation																
Bleeding on Probing																
Plaque																
Gingival Margin	1	2	1	4	2	1	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0
Probing Depth	1	2	5	4	3	2	1	2	3	4	5	0	0	0	0	0

Buccal

Ilustración 22 Interfaz de perio-tools

Ventajas	Desventajas
● Permite acceder a una amplia variedad de exámenes online. ● Su uso es completamente gratuito. ● Disponible en gran cantidad de idiomas. ● Entrega información certificada relacionada a la periodontitis. ● Permite descargar el documento realizado en formato PDF. ● Posee muy buenas instrucciones para el uso de la aplicación.	● No permite almacenar los datos de forma digital. ● Existe pérdida de información en caso de perder la conexión a internet. ● En caso de caídas de conexión existe un bug que impide la descarga del documento, teniendo que recurrir al uso de screenshots. ● Existen campos relevantes que no se encuentran presentes en el formulario. ● Disposición poco óptima de cada uno de los campos. ● Al no poder guardar los datos de los pacientes, se debe repetir constantemente la información para realizar un examen nuevo.

Tabla 1: Ventajas y desventajas de Perio-tools.com

1.6.2 periodontograma SEPA



Ilustración 23 Logo SEPA

Corresponde a una herramienta desarrollada por Sociedad Española de Periodoncia y Osteointegración, a diferencia de la plataforma anterior, esta solo permite la elaboración de un periodontograma.

Sepa.

Periodontograma

Bexident
by ISDIN

Imprimir

Exportar

Importar

Instrucciones

DATOS DEL PACIENTE

Fecha

dd-mm-aaaa

Núm. Expediente

Apellidos

Nombre

Fecha de nacimiento

dd-mm-aaaa

Comentarios

SUPERIOR

	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1		2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	
Implante																		
Movilidad	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prondatis Individual																		
Furca																		
Sangrado																		
Supuración																		
Placa																		
Anchura encía	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Margen gingival	1 2 3	1 2 3	4 5 6	1 2 3	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0		0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
Profundidad de sondaje	2 3 1	2 3 6	1 2 1	3 4 5	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0		0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0

Vestibular

Ilustración 24 Interfaz de periodontograma SEPA

Ventajas	Desventajas
● Posee una interfaz mucho más limpia y clara. ● Añade nuevos campos importantes al formulario. ● Permite exportar los datos en formato json. ● Es de uso gratuito.	● Posee pérdida de datos al perder la conexión. ● El gráfico es poco claro, al no presentar una línea continua se vuelve de difícil lectura para el profesional. ● No permite guardar archivos en PDF, solo imprimir. ● A pesar de incluir más campos en el formulario estos siguen siendo insuficientes.

Tabla 2: Ventajas y desventajas de periodontograma SEPA

1.6.3 MN Odontólogos



Ilustración 25 Logo MN

Es una página desarrollada por la empresa MN, los cuales según misión, buscan democratizar el software de gestión. ofreciendo servicios para abogados, asesorías, ingenieros, médicos, etc.

En este caso presentan un servicio completo, volcado a satisfacer todas las necesidades de gestión que conlleva una consulta dental.

The screenshot displays the MN Odontólogos software interface. At the top, there's a header with patient information: "ROBERTO GLESIAS CRISOL", "Edad: 43 años", "Fecha: 22/06/2023", and "Saldo: 0.00 €". Below this, a central area shows a 3D dental model with teeth numbered 11 through 38. To the right of the model, there's a section for "Resumen Ficha" and "Alertas Odontológicas". Below the model, a table lists the treatment plan with columns for "Estado", "Fecha", "Descripción", "Tipo Tratamiento", "Piezas", "Cera", "Gráfico", "Usuario", "Consentimiento", "Auxiliar", and "Cita Agenda". The table contains several rows of data, including treatments like "Apreciación", "EMPLASTE PROVISIONAL", "Implante", "CORONA PORCELANA POR CAD-CAM", and "RESTOS RADICULARES". The bottom of the interface shows a footer with "MNprogram".

Estado	Fecha	Descripción	Tipo Tratamiento	Piezas	Cera	Gráfico	Usuario	Consentimiento	Auxiliar	Cita Agenda
☐	23/06/2023	Apreciación	General	14	Palatina		CARLOS VENDOÑO	No Necesario		
☐	09/06/2023	EMPLASTE PROVISIONAL	General	23	Mesial		DESPACHO	Firma Pendiente		
☒	08/06/2023	Implante	Implantología	26			DESPACHO	Finalizado		20/07/2023
☐	08/06/2023	CORONA PORCELANA POR CAD-CAM	Implantología	46			DESPACHO	Finalizado		
☐	08/06/2023	EMPLASTE PROVISIONAL	General	46			DESPACHO	Finalizado		
☐	08/06/2023	EMPLASTE PROVISIONAL	General	13	Mesial		DESPACHO	Finalizado		
☐	06/06/2023	RESTOS RADICULARES	General	17			DESPACHO	No Necesario		
☐	06/06/2023	AUSENCIA PIEZA		38			DESPACHO	No Necesario		
☐	06/06/2023	AUSENCIA PIEZA		18			DESPACHO	No Necesario		

Ilustración 26 Interfaz de MN Odontólogos

Ventajas	Desventajas
• Es un sistema completo que permite manejar horarios de atención, realización de exámenes, programación de tareas, entre otros. • Permite guardar los resultados de los exámenes en formato digital. • Brinda seguridad a los datos. • Posee constantes actualizaciones.	• Es un software de alto coste. • Es para uso a nivel de institución. Puesto que una adquisición individual es inviable, tanto a nivel monetario, como la enorme cantidad de funcionalidades que no se les dará uso.

Tabla 3: Ventajas y desventajas de MN Odontólogos

1.6.4 Periodontograma SAP



Ilustración 27 Logo Sociedad Argentina de periodontología

Corresponde a otra herramienta que permite la elaboración de un periodontograma, desarrollada por la Sociedad Argentina de periodontología.

Lugar de Atención

Evaluator/a

Nombre Apellidos Fecha de Nacimiento

☐ 1ra Visita Fecha ☐ Evaluacion Fecha ☐ Mantenimiento Fecha

Periodontograma
Desarrollo de la Sociedad Argentina de Periodontología
[Tutorial de uso](#)

	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
Ausente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Implante	☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Movilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pronóstico individual																
Lesion de furcacion																
Sangrado / Supuración																
Biofilm																
Encía queratinizada (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nivel de insercion	1 1 3	1 0 3	3 1 3	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
Profundidad de sondaje	1 1 2	2 1 1	3 2 2	0 2 2	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
Posicion del margen gingival	0 0 -1	1 1 -2	0 1 -1	0 2 2	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0

VESTIBULAR

Ilustración 28 Interfaz de periodontograma SAP

Ventajas	Desventajas
● Es de uso gratuito.	● Interfaz incómoda y de engorroso llenado (los cuadros son demasiado pequeños y los valores por defecto no se borran al clicar, teniendo que borrarlos manualmente uno a uno). ● Se utiliza como input el NIC, en lugar del margen gingival, lo cual obliga al dentista a buscar los valores del NIC de forma clínica. Alargando mucho el tiempo de atención. ● La línea del gráfico es discontinua, dificultando su lectura. ● Los colores utilizados no son apropiados, ya que no se diferencian entre sí. ● No permite descargar los archivos de ninguna forma, solo imprimir.

Tabla 4: Ventajas y desventajas de periodontograma SAP

1.6.5 Nubimed



Ilustración 29 Logo Nubimed

Corresponde a un software que facilita la realización de estudios periodontales, además de proveer la gestión de la agenda de cada paciente.

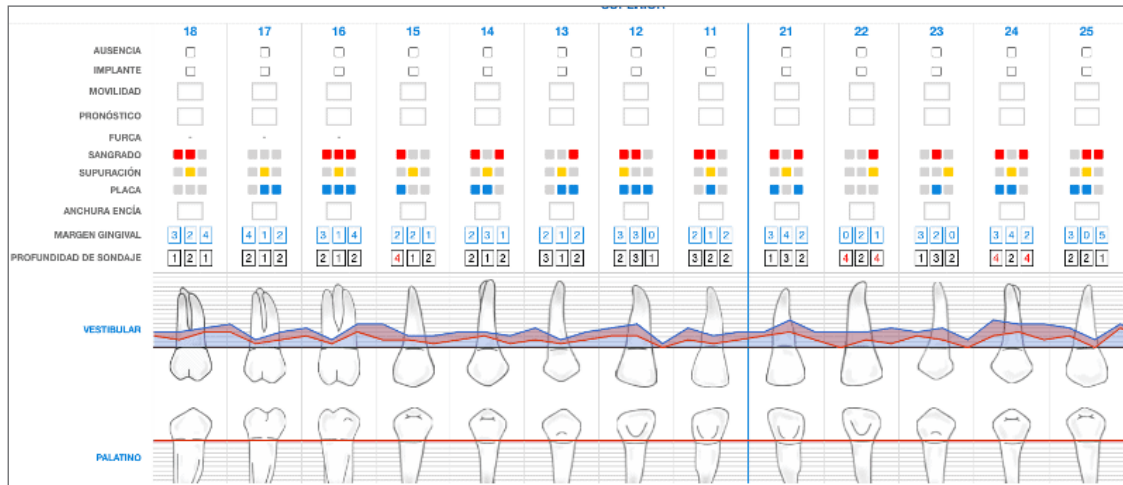


Ilustración 30 Interfaz Nubimed

Ventajas	Desventajas
● Presenta una amplia variedad de funcionalidades, como guardar los exámenes digitalmente, gestión de horarios, agendas, odontogramas, etc. ● Posee la interfaz más clara de todas las herramientas revisadas. ● Muestra una gráfica continua y distintiva. ● Posee soporte. ● Gestiona otros ámbitos como la contabilidad y facturación.	● Es un software de pago mediante suscripción, cuyo valor escala con cada nuevo paciente ingresado. ● No muestra el valor del NIC diente por diente, lo hace únicamente como promedio general. ● No realiza ningún tipo de análisis sobre los datos obtenidos mediante los periodogramas. Solo análisis financieros.

Tabla 5: Ventajas y desventajas de nubimed

1.6.6 Análisis del estado del arte

Al analizar el estado del arte podemos identificar las fortalezas y debilidades que tienen los productos presentes en el mercado:

En relación a los productos existentes, las ventajas que tienen son:

- Existen aplicaciones de uso gratuito.
- Algunas de ellas están disponibles en más de un idioma.
- Poseen interfaces cuidadas y que resultan familiares para los profesionales.
- Aquellas que son de pago otorgan un servicio muy amplio (sistemas de facturación, gestión de horas médicas, otros exámenes, etc.).
- Son productos que ya se encuentran en el mercado, por lo que ya cuentan con usuarios frecuentes.
- Unas cuantas de ellas (como PerioTools o Nuvimed) están desarrolladas por equipos multidisciplinarios que dan soporte constante, brindando nuevas funcionalidades de forma constante.
- Hay aplicaciones que están disponibles en varios idiomas.

Las desventajas identificadas son las siguientes:

- Existen parámetros muy importantes que son omitidos por completo, analizando cada una de las páginas ninguna incorpora un campo relacionado a caries, restauraciones, supuración, NIC, etc.
- Muchas de las páginas generan un gráfico periodontal discontinuo, lo que dificulta su lectura, además los colores utilizados no generan el contraste suficiente.
- Las páginas no guardan la información de forma digital, solo descargas de PDF. Una excepción es Perio Tools, que permite la descarga en formato .json; no obstante, el formato de este archivo puede ser modificado por la empresa encargada, generando problemas de incompatibilidad al intentar analizar los exámenes mediante un algoritmo, lo que limita su uso a una simple forma de almacenamiento de datos.
- Existen variables dentales que se calculan a partir del valor que adquieran otras, sin embargo ninguna de las aplicaciones realizan estas operaciones automáticamente, dejando la tarea al especialista. Al ser cálculos simples pero repetitivos, se suelen generar una considerable cantidad de errores (valores máximos y mínimos, porcentajes, y cálculo de NIC principalmente).

1.7 Propuesta de solución

Analizando las fortalezas y debilidades de los proyectos anteriormente mencionados, es que se puede idear una solución eficiente al problema planteado anteriormente, recogiendo lo mejor de cada una de las herramientas existentes y agregando nuevas funcionalidades.

Es por ello que la forma de buscar la solución a este problema será mediante la elaboración de una **aplicación web**, cuya finalidad será permitir a los profesionales de la salud realizar una serie de tareas, que en conjunto, buscarán minimizar los tiempos desperdiciados empleados en tareas repetitivas tales como.

1.7.1 Elaboración de periodontogramas

En primer lugar, el sistema contará con la funcionalidad de permitir elaborar periodontogramas (al igual que las plataformas mencionadas). Con el principal objetivo de satisfacer las necesidades planteadas por los odontólogos anteriormente.

Entre las cuales podemos destacar:

- Una interfaz clara, que permita visualizar los datos rápidamente, haciendo uso de variedad de colores, tanto en la tabla como en los gráficos.
- Que incluya todas las variables que emplean en el examen, además de otras que otorgan una visión general del estado del paciente en ese momento.
- Que los campos a llenar sigan un orden lógico.
- Que los exámenes de cada paciente se puedan almacenar de forma digital.
- Que las métricas asociadas al examen se calculen automáticamente (NIC, porcentaje de sangrado, cantidad de dientes afectados, etc.).

1.7.2 Análisis de los datos históricos del paciente

Este punto corresponde a un valor agregado que se desea implementar en la aplicación, haciendo uso de algoritmos (ya sean exactos, o haciendo uso de inteligencias artificiales), la aplicación podrá hacer cálculos sobre los datos de cada paciente respectivo, con el objetivo de mostrar rápidamente a través de un dashboard la evolución del paciente, resaltando aquellas zonas dentales de mayor cuidado, y entregando sugerencias de diagnósticos.

1.7.3 Gumpy

Así es como nace la plataforma “Gumpy” (Juego de palabras, encia feliz en inglés), una herramienta desarrollada para facilitar el trabajo de periodoncistas, impulsado por la idea propuesta por estudiantes de odontología pertenecientes a la Universidad Católica, cuyo objetivo es minimizar los tiempos en tareas repetitivas, y maximizar el valor que se entrega a cada paciente.

Gracias a las facilidades que le otorgará a cada profesional, este podrá acceder rápidamente a la información que necesite en cada momento, pudiendo además, hacer uso de las funcionalidades de análisis de datos, lo que permitirá tener un segundo punto de vista, reafirmando su postura sobre el diagnóstico, o generando nuevas consideraciones.

1.8 Objetivos del proyecto

1.8.1 Objetivos generales del proyecto

Desarrollar una aplicación web, de gestión de datos relativos a pacientes, que permita a los periodoncistas hacer uso efectivo de su tiempo de atención, facilitando el acceso a la información y entregando herramientas para analizarla detenidamente en un menor tiempo.

1.8.2 Objetivos específicos del proyecto

- Adecuar la herramienta para crear periodontogramas según las necesidades planteadas por los profesionales.
- Crear un repositorio en el cual guardar los datos de los pacientes.
- Permitir a cada odontólogo acceder a los datos de cada paciente que se le haya asignado, así como adjuntar nueva información.
- Uso de gráficos interactivos, cuyo comportamiento varía en función de los parámetros que ingrese el usuario.
- Despliegue de un dashboard, en el cual se visualice la evolución de un paciente a través del tiempo.
- Uso de algoritmos estadísticos para el análisis de los datos.

1.9 Alcance

- En primer lugar, la página solo estará disponible en el idioma español durante su desarrollo, se deberá probar la eficacia de la herramienta para proceder a expandir el abanico de lenguas.
- El desarrollo será únicamente de una webApp, no contará con aplicación móvil o similares, debido principalmente al contexto en el que se utiliza.
- El proceso de consulta de consentimiento del paciente para el uso y almacenamiento de sus datos se realiza en una instancia previa. Por lo que aquellas validaciones son efectuadas por la organización en cuestión, no por el software.
- Las mejoras realizadas al sistema de elaboración de periodontograma se harán en base a las necesidades planteadas por los profesionales en relación a sus conocimientos y experiencias, así como la utilización de estándares aplicados en Chile (que no se ve reflejado en las otras herramientas al ser todas de origen extranjero).
- Se desea añadir un modelo de inteligencia artificial utilizando redes neuronales con el fin de identificar grupos o tendencias, esta funcionalidad se desarrollará en caso de que los plazos definidos para realizar cada tarea se logren cumplir sin inconvenientes. En caso contrario, puede quedar pendiente para el desarrollo posterior por otro estudiante que desee retomar el proyecto.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN

2.1 Stakeholders

El término stakeholder se refiere a todas las partes interesadas o involucradas en una empresa, proyecto o iniciativa, que pueden verse afectadas directa o indirectamente por sus acciones y resultados. Los stakeholders son personas, grupos u organizaciones que tienen un interés legítimo en el desempeño y éxito de la empresa, y suelen tener el poder de influir en sus decisiones y resultados (Aula CM. (s. f.)).

En este caso particular, los stakeholders involucrados son los siguientes:

- **Odontólogo:** Es un profesional de la salud especializado en el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades y condiciones del sistema estomatognático, que incluye dientes, encías, maxilares y otras estructuras relacionadas con la boca. Será el encargado de manipular directamente el software.
- **Servicio de salud:** Es una organización y el método por el cual se provee la asistencia sanitaria. (En caso de que el odontólogo pertenezca a una, también puede atender de forma particular).
- **Paciente:** Es el individuo que busca atención o recibe cuidados de salud debido a enfermedades, lesiones, para mejorar su bienestar, para prevenir enfermedades o para obtener diagnósticos sobre su estado de salud.

2.2 Requerimientos del sistema

“Un requerimiento es simplemente una declaración abstracta de alto nivel de un servicio que debe proporcionar el sistema o una restricción de éste”. (Sommerville, 2005: 108).

2.2.1 Requerimientos funcionales

Código	Requerimiento
RF-01	El sistema deberá permitir crear una cuenta para poder ingresar a la plataforma.
RF-02	El sistema deberá permitir que los usuarios (odontólogos únicamente), ingresen a la plataforma mediante su correo y contraseña
RF-03	El sistema deberá permitir a cada usuario ingresar los datos de los pacientes que se le asignen, así como modificar o eliminar. Los datos en cuestión son: ● Nombre y apellido del paciente ● Correo electrónico ● Rut ● Fecha de nacimiento ● Nacionalidad ● Género ● Domicilio ● Teléfono ● Hábitos de higiene ● Consumo de sustancias ● Enfermedades preexistentes
RF-04	El sistema deberá permitir crear periodontogramas y anexarlos al perfil del paciente.
RF-05	El sistema deberá permitir visualizar los periodontogramas creados previamente

RF-06	El sistema deberá contar con una sección dentro del perfil de cada paciente que permite analizar automáticamente los datos históricos asociados a él.
RF-07	El sistema deberá permitir eliminar cualquier dato relativo al paciente (con el objetivo de mantener el consentimiento de uso de datos personales).
RF-08	El sistema deberá permitir a cada odontólogo visualizar el perfil de cada paciente, brindando filtros para agilizar la búsqueda, ya sea por: • fecha • nombre

Tabla 6: Requerimientos funcionales

2.2.2 Requerimientos de datos

RF-01	El sistema deberá permitir crear una cuenta para poder ingresar a la plataforma.	
N°	Dato	Restricciones/Observaciones
1	username	• Corresponde al nombre del usuario (odontólogo) • Longitud variable • No nulo
2	email	• Corresponde al correo del Odontólogo • Formato email (ejemplo@dominio.extension) • Longitud variable • No nulo
3	password	• Corresponde a la contraseña • Longitud variable mayor a 6 caracteres • No nulo

Tabla 7: Requerimientos de datos RF-01

RF-02	El sistema deberá permitir que los usuarios (odontólogos únicamente), ingresen a la plataforma mediante su correo y contraseña	
N°	Dato	Restricciones/Observaciones
1	email	• Corresponde al correo del Odontólogo • Formato email (ejemplo@dominio.extension) • Longitud variable • No nulo
2	password	• Corresponde a la contraseña • 6 dígitos mínimo • Alfanumérico • No nulo

Tabla 8: Requerimientos de datos RF-02

RF-03	El sistema deberá permitir a cada usuario ingresar los datos de los pacientes que se le asignen, así como modificar o eliminar. Los datos en cuestión son: • Nombre y apellido del paciente • Correo electrónico • Rut • Fecha de nacimiento • Nacionalidad • Género • Domicilio • Teléfono • Hábitos de higiene • Consumo de sustancias • Enfermedades preexistentes
-------	---

N°	Dato	Restricciones/Observaciones
1	nomPac	• Corresponde al nombre del paciente • Longitud variable • No nulo
2	apellidoPac	• Corresponde al apellido del paciente • Longitud variable • No nulo
3	rutPac	• Corresponde al rut del paciente • 10 dígitos máximo (incluye guión) • No nulo
4	nacionalidadPac	• Corresponde a la nacionalidad del paciente • Longitud variable • No nulo
5	fecNacPac	• Corresponde a la fecha de nacimiento del • paciente. • Formato: dd/mm/aa • No Nulo.
6	sexo	• Corresponde al sexo del paciente • valores : masculino, femenino, otros. • No Nulo
7	comunaPac	• Corresponde a la comuna del paciente • Longitud variable • No nulo

8	regionPac	• Corresponde a la región del paciente • Longitud variable • No nulo
9	emailPac	• Corresponde al correo del paciente • Formato email (ejemplo@dominio.extension) • Longitud variable • No nulo
10	telPac	• Corresponde al número de teléfono del paciente • valor entero • No nulo
11	nCepillados	• Corresponde a la cantidad de veces que se cepilla los dientes el paciente • valores (0,1,2,3, más de 3) veces al día • Valor por defecto 0
12	limpiezaInter-dental	• Corresponde a la existencia o no del hábito de limpieza interdental • Booleano • Valor por defecto falso
13	colutorio	• Corresponde a la existencia o no del hábito de uso de colutorio • Booleano • Valor por defecto falso

14	tipoCepillo	• Corresponde al tipo de cepillo que usa el paciente • Valores: suave, medio, duro • Valor por defecto suave
15	tabaco	• Indica cuánto es el consumo de tabaco del paciente • Valores: no consume, exfumador, (1-10,10-19, más de 20) cigarros al día. • Valor por defecto: no consume
16	drogas	• Indica qué drogas consume el paciente • Valores: no consume, marihuana, cocaína, otros. • Valor por defecto: no consume
17	alcohol	• Indica si el paciente consume o no alcohol • Booleano • Valor por defecto falso
18	medicamen- tos	• Listado con medicamentos que consume el paciente • Longitud variable • Valor por defecto: ""
19	alergia	• Listado con alergias que presenta el paciente • Longitud variable • Valor por defecto: ""
20	embarazo	• Indica si la paciente está o no embarazada • Booleano • Valor por defecto falso

21	lactancia	● Indica si la paciente está o no en etapa de lactancia ● Booleano ● Valor por defecto falso
22	cardiovascular	● Indica que enfermedad cardiovascular presenta el paciente ● Valores: Hipertensión, Cardiopatía Isquémica, otros. ● Valor por defecto: ""
23	pulmonar	● Indica que enfermedad pulmonar presenta el paciente ● Valores: EPOC, asma, otro. ● Valor por defecto: ""
24	nervioso	● Indica que enfermedad nerviosa presenta el paciente ● Valores: epilepsia, otro ● Valor por defecto: ""
25	hematológico	● Indica que enfermedad hematológica presenta el paciente ● Valores: Discrasias Sanguíneas, otro ● Valor por defecto: ""
26	gastrointestinal	● Indica que enfermedad gastrointestinal presenta el paciente ● Valores: Úlcera Péptica, Gastritis Crónica, Cirugía Bariátrica. ● Valor por defecto: ""

27	genitourinario	● Indica que enfermedad genitourinaria presenta el paciente ● Valores: Insuficiencia Renal Crónica, otro ● Valor por defecto: ""
28	endocrino	● Indica que enfermedad endocrina presenta el paciente ● Valores: Hipertiroidismo, Hipotiroidismo, Diabetes I, Diabetes II, otro ● Valor por defecto: ""
29	musculoEs- queletal	● Indica que enfermedad musculoEsqueletal presenta el paciente ● Valores: Artritis Reumatoide, Artrosis, otro ● Valor por defecto: ""
30	sistemaIn- mune	● Indica que enfermedad del sistema inmune presenta el paciente ● Valores: Inmunodeficiencia, Alergias, S. Sjögren, Lupus, otro ● Valor por defecto: ""
31	dermatoló- gico	● Indica que enfermedad dermatológica presenta el paciente ● Valores: Dermatitis de contacto, otro ● Valor por defecto: ""
32	Otros	● Espacio para indicar patologías no señaladas anteriormente ● Longitud variable ● Valor por defecto: ""

33	observaciones	• Espacio para indicar observaciones sobre el paciente • Longitud variable • Valor por defecto: ""
----	---------------	--

Tabla 8: Requerimientos de datos RF-03

RF-04	El sistema deberá permitir crear periodontogramas y anexarlos al perfil del paciente.	
N°	Dato	Restricciones/Observaciones
1	dientes1i, dientes1d, dientes2i, dientes2d	• Corresponde a una lista de listas, que contiene un valor numérico según la nomenclatura FDI y un booleano que indica el estado del diente (falso si el diente está presente y verdadero si está ausente). • La nomenclatura indica la posición de cada arreglo de dientes en la boca ○ 1i: (18-11) ○ 1d: (21-28) ○ 2i: (48-41) ○ 2d: (31-38) • Valor por defecto: [valor, false]

2	movilidad1, movilidad2, movilidad3, movilidad4	● Corresponde a una lista numérica que indica el grado de movilidad de cada pieza dental, cada lista representa un sector dental. ○ movilidad1: (18-11) ○ movilidad2: (21-28) ○ movilidad3: (48-41) ○ movilidad4: (31-38) ● Valor por defecto: 0
3	implante1, implante2, implante3, implante4	● Corresponde a una lista que indica si el diente es natural o un implante, cada lista representa un sector dental. ○ implante1: (18-11) ○ implante2: (21-28) ○ implante3: (48-41) ○ implante4: (31-38) ● Valor por defecto: false

4	furca1i, furca1d, furca2i, furca2d, furca3i, furca3d, furca4i, furca4d	● Corresponde a una lista cuyo valor indica el grado de furca presente en el diente. ● Valores: entre 0 y 3 ● Cada lista representa el estado de un diente en particular dependiendo su ubicación en la cavidad oral: ○ furca1i: (18-11) Vestibular ○ furca1d,(21-28) Vestibular ○ furca2i:(18-11) Palatino ○ furca2d:(21-28) Palatino ○ furca3i: (48-41) Lingual ○ furca3d:(31-38) Lingual ○ furca4i: (48-41) Vestibular ○ furca4d:(31-38) Vestibular ● Valor por defecto: 0
---	---	--

5	san1i, san1d, san2i, san2d, san3i, san3d, san4i, san4d	● Corresponde a una lista de listas, cuyo valor indica si hay o no sangrado en determinado sector del diente. ● Booleano ● Cada lista representa el estado de cada sector dental de un diente en particular dependiendo su ubicación en la cavidad oral: ○ san1i: (18-11) Vestibular ○ san1d,(21-28) Vestibular ○ san2i:(18-11) Palatino ○ san2d:(21-28) Palatino ○ san3i: (48-41) Lingual ○ san3d:(31-38) Lingual ○ san4i: (48-41) Vestibular ○ san4d:(31-38) Vestibular ● Valor por defecto: [false,false,false]
---	---	---

6	placa1i, placa1d, placa2i, placa2d, placa3i, placa3d, placa4i, placa4d	● Corresponde a una lista de listas, cuyo valor indica si hay o no placa en determinado sector del diente. ● Booleano ● Cada lista representa el estado de cada sector dental de un diente en particular dependiendo su ubicación en la cavidad oral: ○ placa1i: (18-11) Vestibular ○ placa1d: (21-28) Vestibular ○ placa2i: (18-11) Palatino ○ placa2d: (21-28) Palatino ○ placa3i: (48-41) Lingual ○ placa3d: (31-38) Lingual ○ placa4i: (48-41) Vestibular ○ placa4d: (31-38) Vestibular ● Valor por defecto: [false,false,false]
---	---	---

7	car1i, car1d, car2i, car2d, car3i, car3d, car4i, car4d	● Corresponde a una lista de listas, cuyo valor indica si hay o no caries en determinado sector del diente. ● Booleano ● Cada lista representa el estado de cada sector dental de un diente en particular dependiendo su ubicación en la cavidad oral: ○ car1i: (18-11) Vestibular ○ car1d: (21-28) Vestibular ○ car2i: (18-11) Palatino ○ car2d: (21-28) Palatino ○ car3i: (48-41) Lingual ○ car3d: (31-38) Lingual ○ car4i: (48-41) Vestibular ○ car4d: (31-38) Vestibular ● Valor por defecto: [false,false,false]
---	---	--

8	res1i, res1d, res2i, res2d, res3i, res3d, res4i, res4d	● Corresponde a una lista de listas, cuyo valor indica si hay o no restauraciones en mal estado en determinado sector del diente. ● Booleano ● Cada lista representa el estado de cada sector dental de un diente en particular dependiendo su ubicación en la cavidad oral: ○ res1i: (18-11) Vestibular ○ res1d: (21-28) Vestibular ○ res2i: (18-11) Palatino ○ res2d: (21-28) Palatino ○ res3i: (48-41) Lingual ○ res3d: (31-38) Lingual ○ res4i: (48-41) Vestibular ○ res4d: (31-38) Vestibular ● Valor por defecto: [false,false,false]
---	---	--

9	sup1i, sup1d, sup2i, sup2d, sup3i, sup3d, sup4i, sup4d	● Corresponde a una lista de listas, cuyo valor indica si hay o no supuración en determinado sector del diente. ● Booleano ● Cada lista representa el estado de cada sector dental de un diente en particular dependiendo su ubicación en la cavidad oral: ○ sup1i: (18-11) Vestibular ○ sup1d: (21-28) Vestibular ○ sup2i: (18-11) Palatino ○ sup2d: (21-28) Palatino ○ sup3i: (48-41) Lingual ○ sup3d: (31-38) Lingual ○ sup4i: (48-41) Vestibular ○ sup4d: (31-38) Vestibular ● Valor por defecto: [false,false,false]
---	---	--

10	mar1i, mar1d, mar2i, mar2d, mar3i, mar3d, mar4i, mar4d	● Corresponde a una lista de listas, su valor indica en milímetros la distancia que presenta el margen gingival. ● Valor entero ● Cada lista representa el estado de cada sector dental de un diente en particular dependiendo su ubicación en la cavidad oral: ○ mar1i: (18-11) Vestibular ○ mar1d: (21-28) Vestibular ○ mar2i: (18-11) Palatino ○ mar2d: (21-28) Palatino ○ mar3i: (48-41) Lingual ○ mar3d: (31-38) Lingual ○ mar4i: (48-41) Vestibular ○ mar4d: (31-38) Vestibular ● Valor por defecto: [0,0,0]
----	---	---

11	prof1i, prof1d, prof2i, prof2d, prof3i, prof3d, prof4i, prof4d	● Corresponde a una lista de listas, su valor indica en milímetros la distancia que ingresa la sonda entre la encía y el diente. ● Valor entero positivo ● Cada lista representa el estado de cada sector dental de un diente en particular dependiendo su ubicación en la cavidad oral: ○ prof1i: (18-11) Vestibular ○ prof1d: (21-28) Vestibular ○ prof2i: (18-11) Palatino ○ prof2d: (21-28) Palatino ○ prof3i: (48-41) Lingual ○ prof3d: (31-38) Lingual ○ prof4i: (48-41) Vestibular ○ prof4d: (31-38) Vestibular ● Valor por defecto: [0,0,0]
----	---	--

12	diff1i, diff1d, diff2i, diff2d, diff3i, diff3d, diff4i, diff4d	● Corresponde a una lista de listas, su valor indica en milímetros la distancia entre el margen gingival y la profundidad al sondaje. Si el resultado es negativo se registra con el valor 0. ● Valor entero positivo ● Cada lista representa el estado de cada sector dental de un diente en particular dependiendo su ubicación en la cavidad oral: ○ diff1i: (18-11) Vestibular ○ diff1d: (21-28) Vestibular ○ diff2i: (18-11) Palatino ○ diff2d: (21-28) Palatino ○ diff3i: (48-41) Lingual ○ diff3d: (31-38) Lingual ○ diff4i: (48-41) Vestibular ○ diff4d: (31-38) Vestibular ● Valor por defecto: [0,0,0]
----	---	---

Tabla 9: Requerimientos de datos RF-04

2.2.3 Requerimientos no funcionales

Son aquellos requerimientos cuya función es describir especificaciones que van más allá del funcionamiento del sistema. Centrados principalmente en áreas como el rendimiento, usabilidad, confiabilidad, seguridad, entre otros.

2.2.3.1 Usabilidad

Código	Requerimiento
RNF-01	El sistema deberá presentar una interfaz familiar a los odontólogos, para que la adaptación sea lo más eficiente posible.
RNF-02	El sistema deberá proveer tutoriales sobre su funcionamiento.
RNF-03	El sistema deberá proveer una navegación ágil, por lo que se debe poder llegar a cualquier sección en la menor cantidad de clicks posibles

Tabla 10: Requerimientos no funcionales de usabilidad

2.2.3.2 Presentación

Código	Requerimiento
RNF-04	La interfaz deberá proveer una serie de recursos interactivos (gráficas periodontales), cuyo comportamiento debe variar en tiempo real sin necesidad de recargar la página.
RNF-05	La interfaz deberá manejar una paleta de colores conformada principalmente por rosa coral pálido y blanco. Mientras que los gráficos deben diferenciarse, por lo que los colores empleados deben ser más saturados.

Tabla 11: Requerimientos no funcionales de presentación

2.2.3.3 Seguridad

Código	Requerimiento
RNF-06	El sistema deberá hacer uso de un sistema de sesiones para acceder a la información de los pacientes.
RNF-07	Cada usuario solo debe poder acceder a la información de sus pacientes asignados.
RNF-08	El sistema deberá resguardar los datos de los pacientes

Tabla 12: Requerimientos no funcionales de seguridad

2.2.3.4 Operaciones

Código	Requerimiento
RNF-09	El sistema debe ser una aplicación web.
RNF-10	El sistema deberá ser compatible con la mayoría de navegadores web (edge, firefox y chrome).
RNF-11	El sistema deberá funcionar en cualquier computadora que tenga acceso a la red donde esté alojado el software (ya sea internet o un servidor privado).

Tabla 13: Requerimientos no funcionales de operaciones

2.2.3.5 Culturales

Código	Requerimiento
RNF-12	El sistema debe estar, en primera instancia, en lenguaje español.
RNF-13	El sistema debe utilizar lenguaje técnico empleado por los especialistas.
RNF-14	El sistema debe manejar el formato de fecha y hora dd/mm/aaaa, hh:mm respectivamente.

Tabla 14: Requerimientos no funcionales culturales

2.2.3.6 Legales

Código	Requerimiento
RNF-15	El sistema debe cumplir con la normativa Chilena de protección de datos y tratamiento de ellos. Según la ley 19.628.

Tabla 15: Requerimientos no funcionales legales

CAPÍTULO 3: DISEÑO DEL SISTEMA

En el siguiente apartado se detalla cada una de las partes que conforman el sistema, dando una nueva forma a los requerimientos previamente analizados llevándolos a un plano técnico, lo que facilitará el paso de estos a código, estableciendo con mayor claridad cada uno de los factores y sus relaciones. Además de proveer el comportamiento que tendrá el software al interactuar con el usuario.

3.1 Mapa de navegación

Para poder cumplir con el requerimiento de navegación ágil (acceder a cualquier sección en pocos clics) se propone la siguiente estructura de navegación, en el cual están detalladas las vistas principales del sistema.

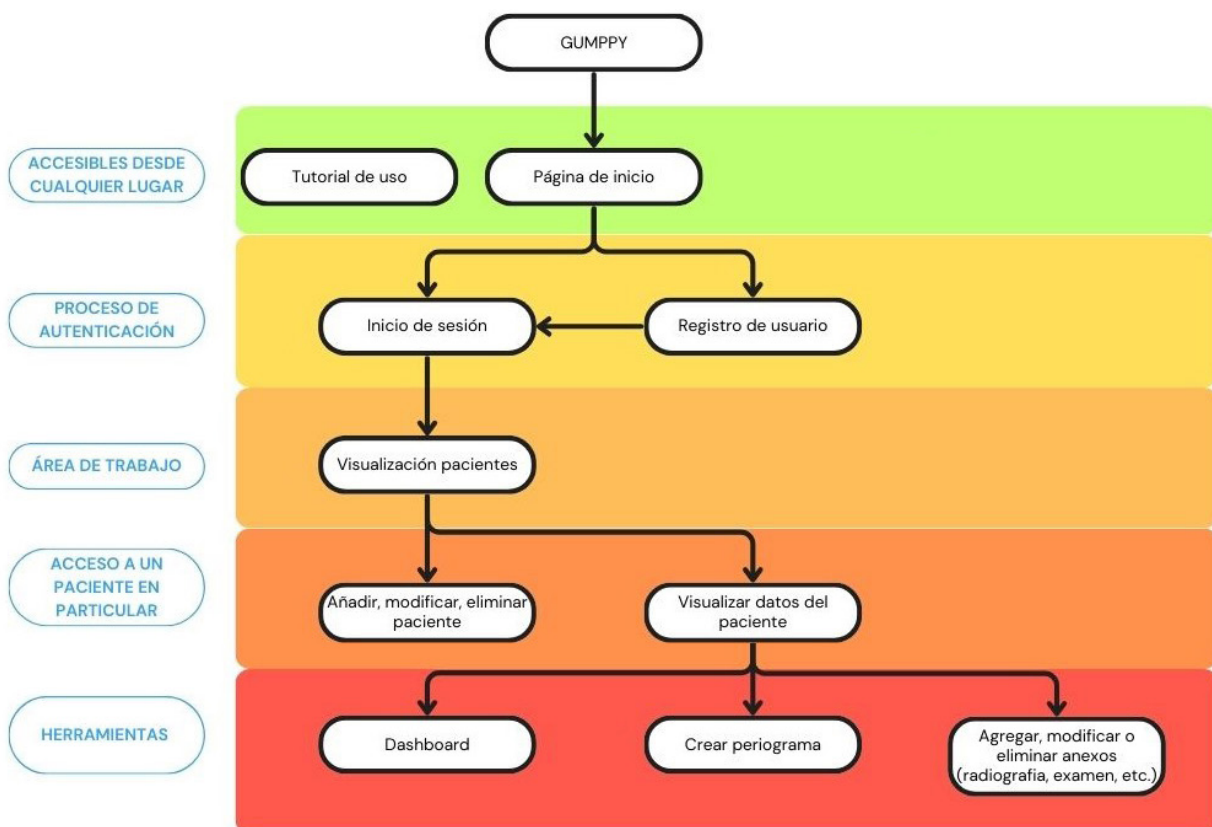


Ilustración 31 Mapa de navegación.jpg

3.2 Casos de uso

Al contar con un único tipo de actor que interactuara directamente con el sistema (Dentista), los casos de uso se organizaron por requerimiento.

3.2.1 Inicio de sesión

Se detalla a continuación el caso de uso que permite al actor iniciar sesión en el sistema.

- Actor: Dentista
- Requisitos previos: Ninguno
- Requerimientos involucrados: RF-01, RF-02

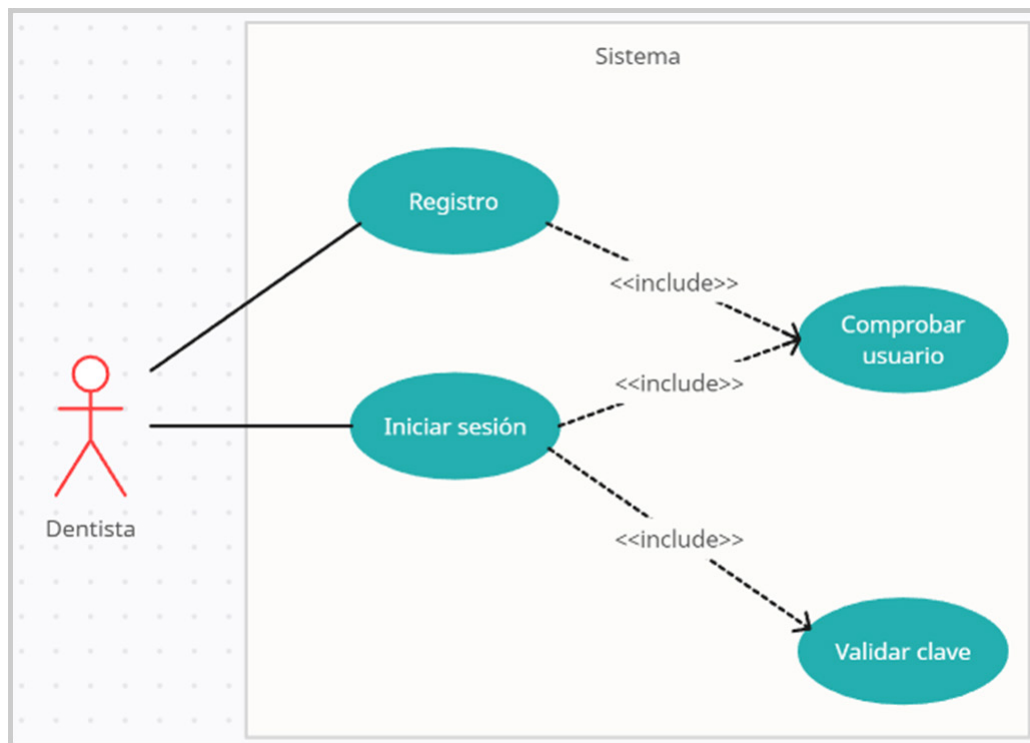


Ilustración 32 Caso de uso Inicio de sesión

3.2.2 Gestión de pacientes

A continuación se visualiza el caso de uso que permite al dentista gestionar lo relacionado a los pacientes, así como el anexo de documentación asociada.

- Actor: Dentista
- Requisitos previos: Iniciar sesión
- Requerimientos involucrados: RF-03, RF-04, RF-07, RF-08

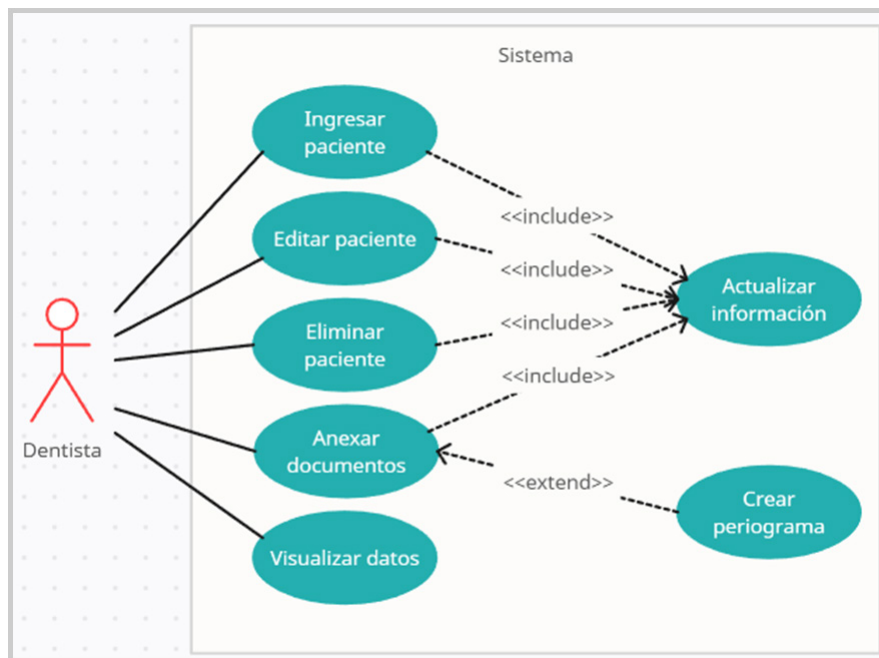


Ilustración 33 Caso de uso Gestión del paciente

3.2.3 Creación de periodontograma

A continuación se visualiza el caso de uso que permite al dentista crear un periodontograma

- Actor: Dentista
- Requisitos previos: Iniciar sesión, ingresar al menos un paciente
- Requerimientos involucrados: RF-05

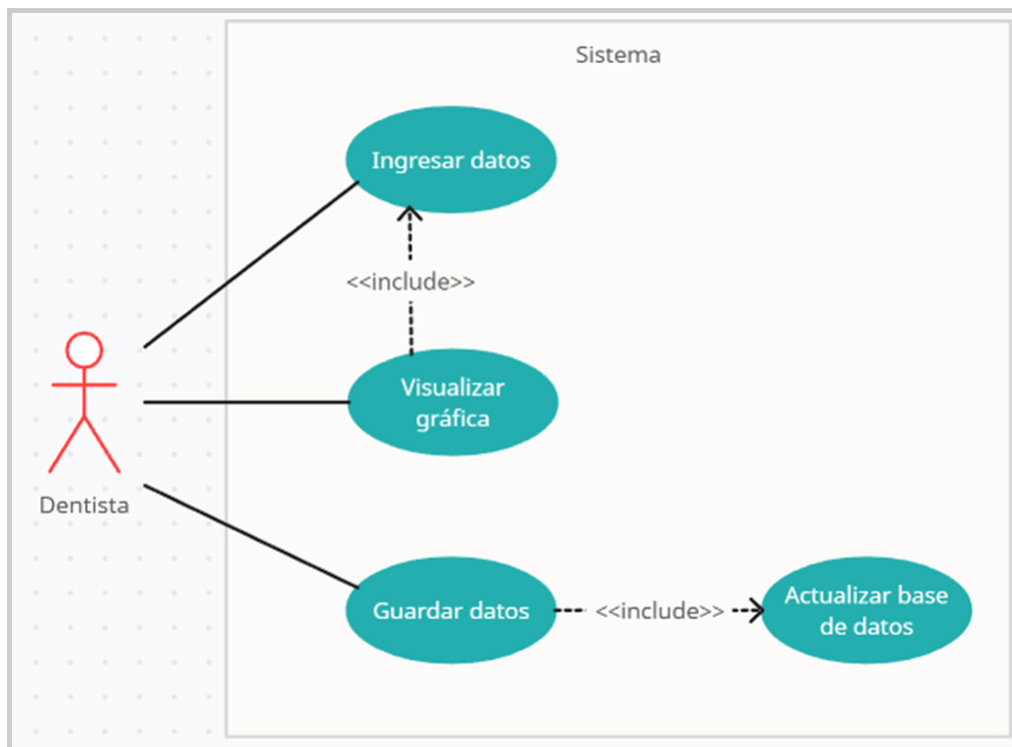


Ilustración 34 Caso de uso Creación de periodontograma

3.3 Modelo entidad relación extendido

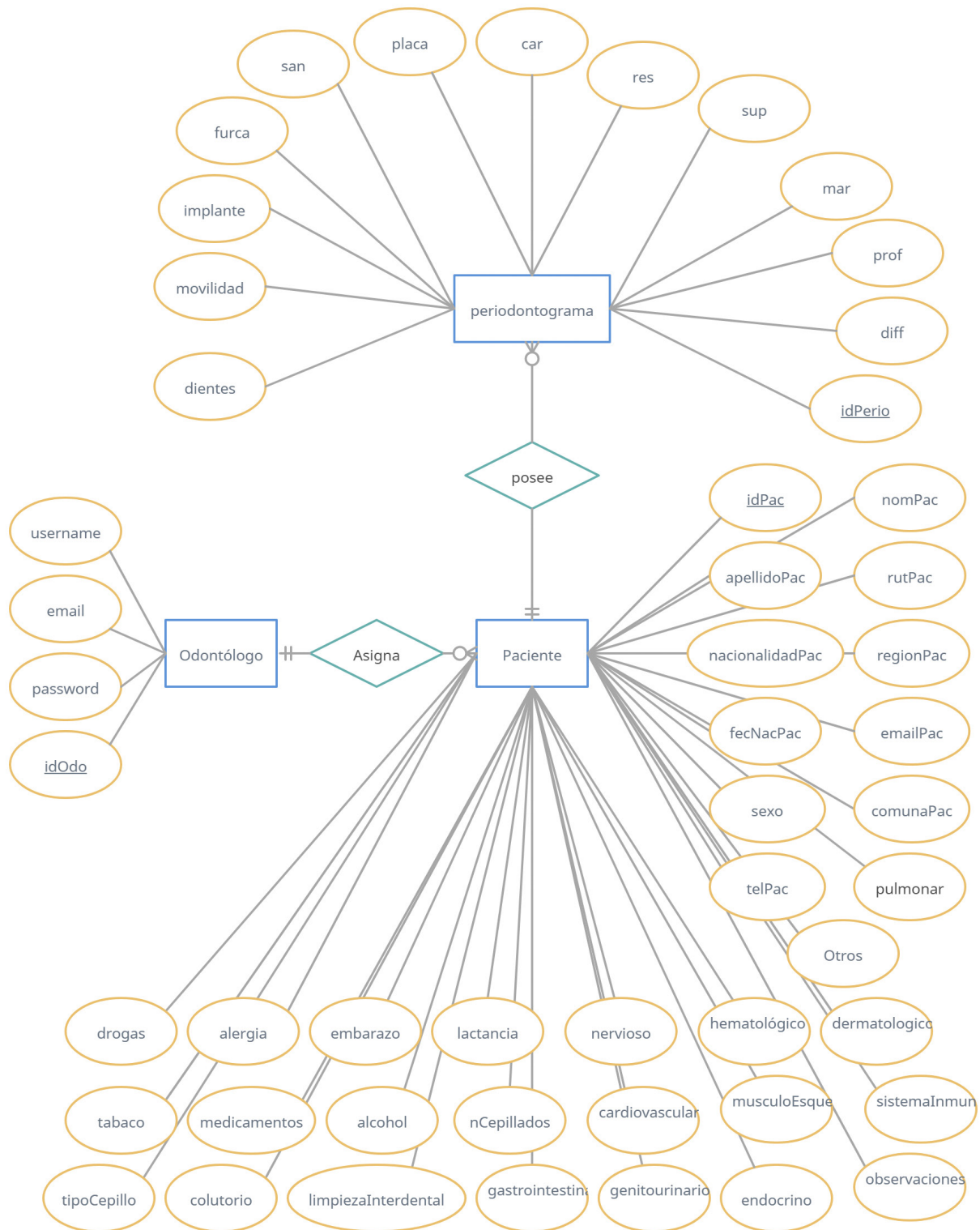


Ilustración 35 Modelo entidad relación

3.4 Mockups

3.4.1 Landing page



Ilustración 36 Mockup Landing page

3.4.2 Formulario de registro de usuario

The mockup shows a user registration form for 'GUMPPY'. The form is centered on a white background with a red border. It includes a header with the 'GUMPPY' logo and navigation links 'Acerca de' and 'Tutorial'. The main heading is 'Regístrate'. The form fields are: 'Nombre Completo', 'Rut', 'Email', and 'Contraseña', each with a corresponding input box. A red 'Registrarse' button is at the bottom. The footer contains the copyright notice 'Copyright [C] by www.gumppy.com'.

LOGO GUMPPY

Acerca de Tutorial

Regístrate

Nombre Completo

Rut

Email

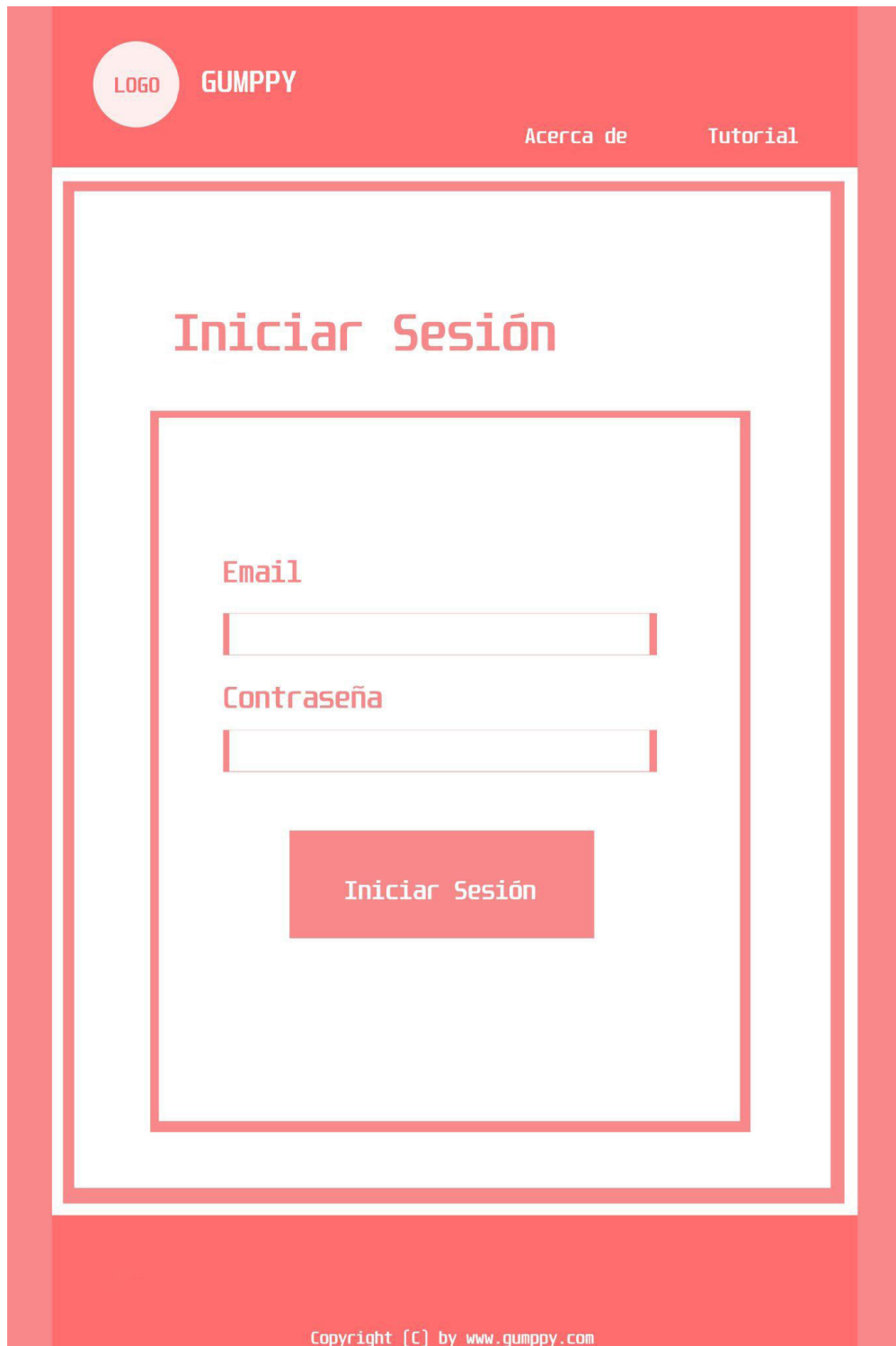
Contraseña

Registrarse

Copyright [C] by www.gumppy.com

Ilustración 37 Mockup Registro de usuario

3.4.3 Formulario de Inicio de sesión



The mockup shows a login interface for 'GUMPPY'. It features a red header with a circular logo placeholder and navigation links. The main content area is white with a red border, containing the title 'Iniciar Sesión', input fields for 'Email' and 'Contraseña', and a red 'Iniciar Sesión' button. The footer is red with a copyright notice.

LOGO GUMPPY

Acerca de Tutorial

Iniciar Sesión

Email

Contraseña

Iniciar Sesión

Copyright [C] by www.gumppy.com

Ilustración 38 Mockup Inicio de sesión

3.4.4 Visualización de pacientes

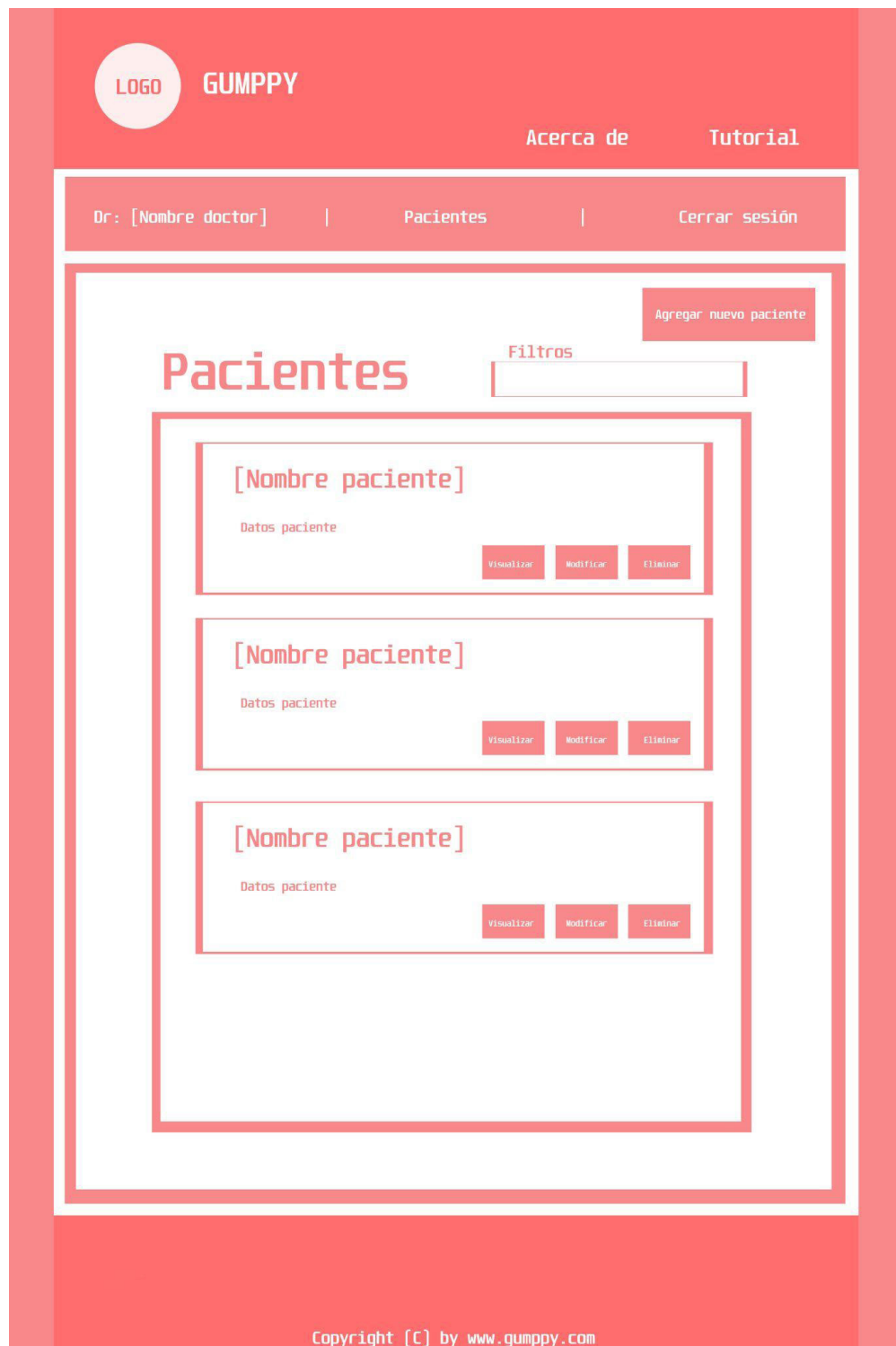


Ilustración 39 Mockup Visualización de pacientes

3.4.5 Visualización perfil paciente

The mockup shows a web interface for patient profile management. At the top, there is a header with a logo placeholder, the text 'GUMPPY', and navigation links 'Acerca de' and 'Tutorial'. Below this is a secondary header with 'Dr: [Nombre doctor]', 'Pacientes', and 'Cerrar sesión'. The main content area features a large title '[Nombre paciente]' and an 'Analizar datos' button. A section titled 'Datos paciente:' contains a list of fields: 'Nombre : [nombre paciente]', 'Rut : [Rut]', 'Edad : [edad]', 'Correo : [Correo]', and 'Telefono: [nº telefono]'. To the right of these fields are three buttons: 'Crear periograma', 'Anexar radiografia', and 'Modificar' (with 'Eliminar' below it). Below the data section is a list of exams, each with a 'Ordenar por:' dropdown, a 'Visualizar' button, and a 'tipo :' label. The footer contains the copyright notice 'Copyright [C] by www.gumppy.com'.

LOGO GUMPPY

Acerca de Tutorial

Dr: [Nombre doctor] | Pacientes | Cerrar sesión

[Nombre paciente] Analizar datos

Datos paciente:

Nombre : [nombre paciente]
Rut : [Rut]
Edad : [edad]
Correo : [Correo]
Telefono: [nº telefono]

Crear periograma
Anexar radiografia
Modificar Eliminar

Ordenar por :

[Nombre examen]
Fecha:
tipo : Visualizar

[Nombre examen]
Fecha:
tipo : Visualizar

[Nombre examen]
Fecha:
tipo : Visualizar

Copyright [C] by www.gumppy.com

Ilustración 40 Mockup Visualización de perfil de pacientes

3.4.6 Visualización crear periodontograma

LOGO

GUMPPY

Acerca de

Tutorial

Dr: [Nombre doctor] | Pacientes | Cerrar sesión

Periograma

Datos paciente:

Nombre : [nombre paciente]
Rut : [Rut]
Edad : [edad]
Correo : [Correo]
Telefono: [nº telefono]

	18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
Movilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Implante																
Defecto de furca																
Sangrado al sondaje																
Placa																
Margen Gingival	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Profundidad de Sondaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Vestibular

Palatino

Margen Gingival	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Profundidad de Sondaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Placa																
Sangrado al sondaje																
Defecto de furca																
Nota																

Prof. de sond. periodontal medio = 0 mm Nivel de inserción medio = 0 mm 0 Índice de Placa (%IP) 0% de SAS

Guardar datos

Copyright [C] by www.gumppy.com

Ilustración 41 Mockup crear periodontograma

3.4.7 Visualización dashboard

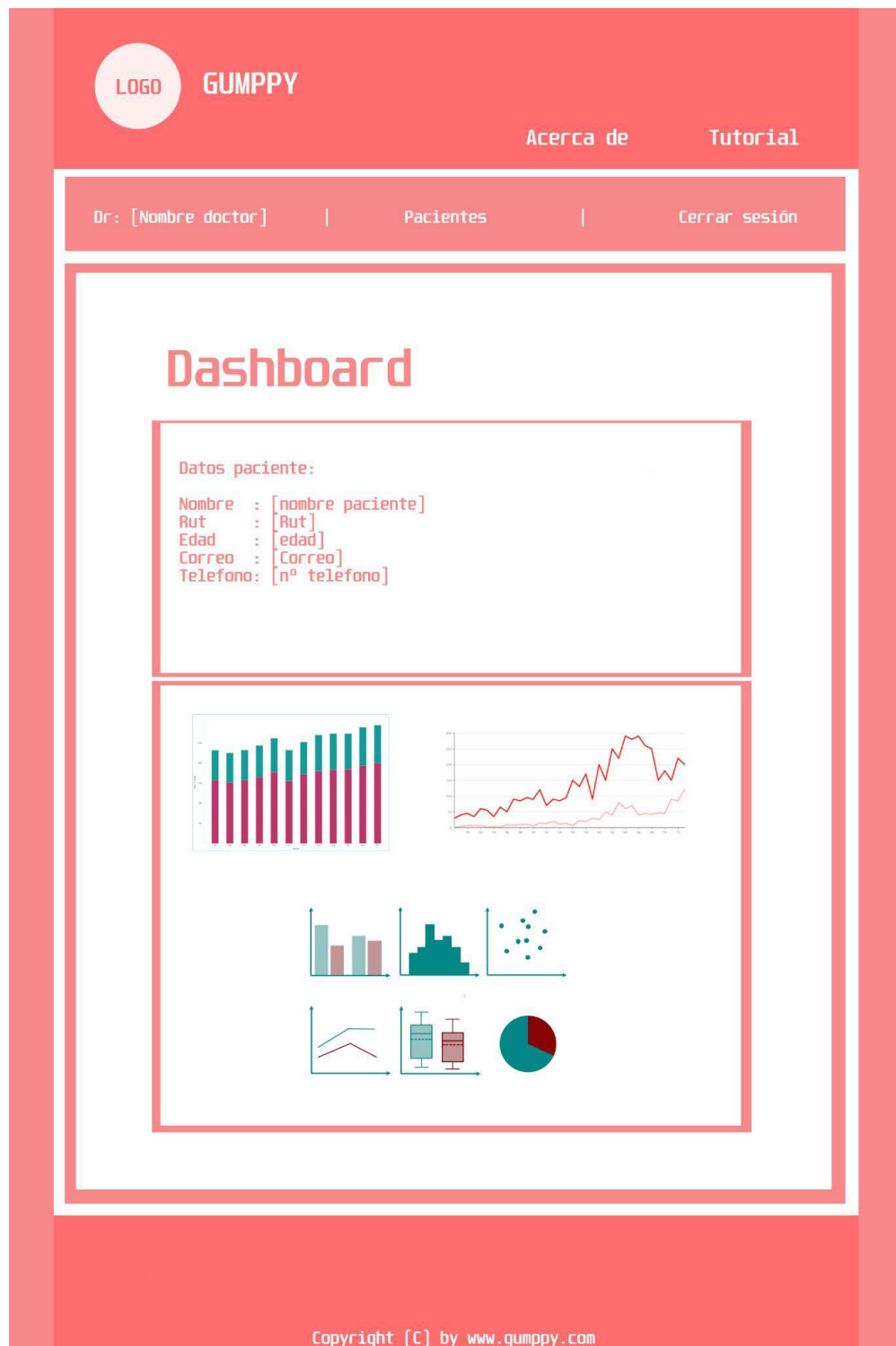


Ilustración 42 Mockup Dashboard

3.5 Arquitectura del software (Cliente - servidor)

El patrón seleccionado para construir la aplicación es cliente-servidor, debido a:

- Su simpleza, será más sencillo mantener la integridad de los datos de los pacientes, al centralizar los datos.
- Facilita el control de acceso a los datos, gracias al motivo anterior, la implementación de sesiones es menos engorrosa.
- Al ser un proyecto en desarrollo, y que será provisto en un futuro de nuevas funcionalidades, es esperable un aumento considerable de los usuarios interesados en utilizarlo, por lo que debe soportar el incremento de tráfico sin afectar el rendimiento del sistema.
- Permite ejecutar los algoritmos más complejos de análisis de datos en el lado del servidor, minimizando la necesidad de máquinas con alto poder de cómputo por parte de los clientes.

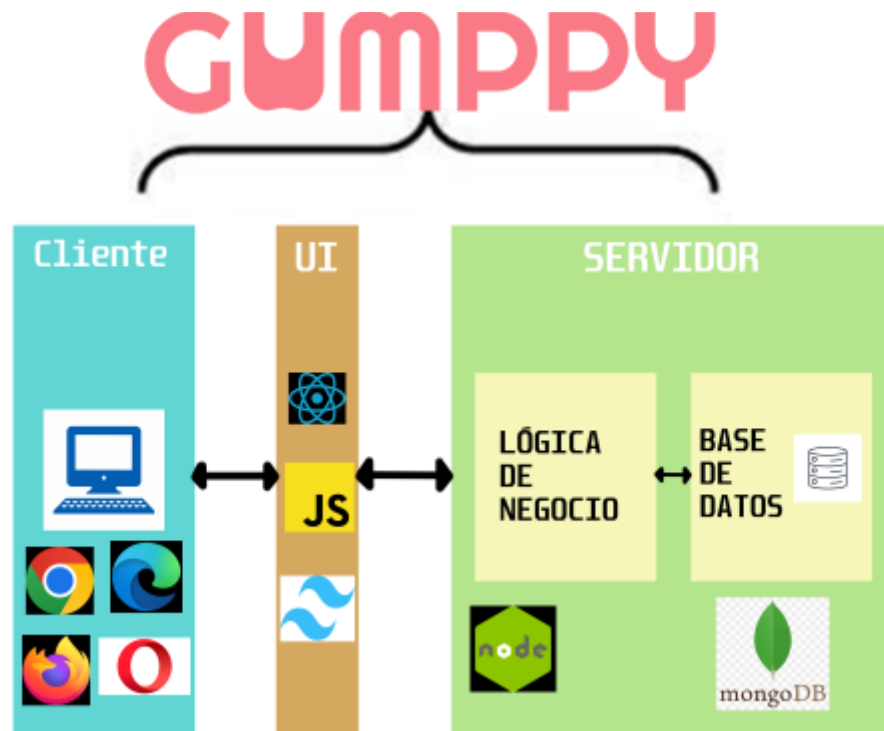


Ilustración 43 Patrón de arquitectura Cliente-servidor

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA DE DESARROLLO

Si bien es sumamente importante tener claridad el qué se va hacer, también es imprescindible saber cómo se va hacer, es por ello que las metodologías de desarrollo de software son cruciales a la hora de enfrentar la creación de un proyecto, ya que proveen los marcos de acción que permitirán el correcto uso del tiempo y de los recursos asociados.

A continuación se realizará un análisis sobre algunas de las metodologías más utilizadas, con el fin de seleccionar la que mejor se adapte al proyecto presentado previamente.

4.1 Metodología Waterfall (Cascada)

Denominado así por la posición de cada una de las fases en el desarrollo, que parecen “caer por la gravedad”, hacia las siguientes fases.

Es extremadamente riguroso, ya que cada etapa debe esperar a la finalización de la anterior para dar inicio. Lo que genera una gran cantidad de problemas en caso de disconformidad del cliente, y cualquier error puede suponer un retraso y un aumento en los costes de desarrollo.

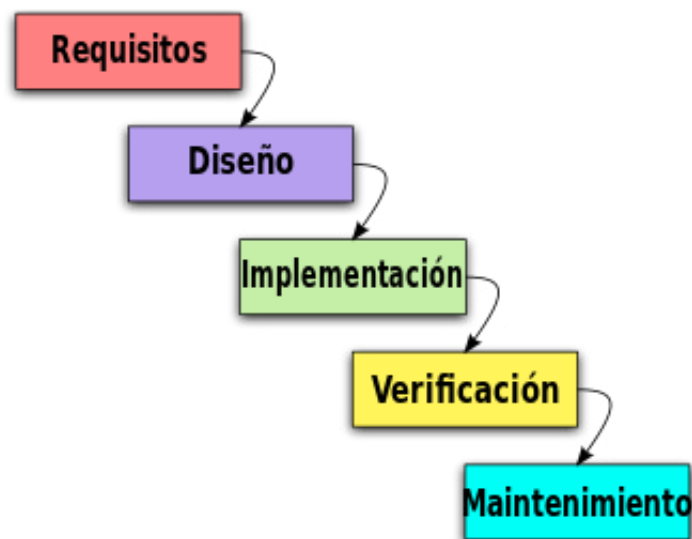


Ilustración 44 Fases de la Metodología Cascada

Ventajas	Desventajas
• Es muy fácil de entender gracias a su naturaleza lineal-secuencial • Requiere de una gran organización para llevarla a cabo, lo que garantiza el orden. • Los objetivos están claros desde el principio.	• Es demasiado rígido, por lo que no se adapta correctamente a los desafíos que presenta la realidad. • Los errores se vuelven difíciles de detectar hasta muy avanzado el desarrollo. • Falta de retroalimentación, lo que puede provocar la creación de un producto que no satisfaga las necesidades del cliente.

Tabla 16: Ventajas y desventajas del modelo Waterfall

4.2 Prototyping

Esta metodología se basa en la elaboración de prototipos (versión preliminar de un sistema de información con fines de demostración o evaluación).

Consiste en la elaboración de una implementación parcial de un sistema, el cual es entregado a los clientes para que experimenten y entreguen retroalimentación, permitiendo una actualización en los requerimientos, que servirán en el desarrollo del siguiente prototipo.



Ilustración 45 Fases del Prototyping

Ventajas	Desventajas
• Muy útil cuando los requerimientos cambian constantemente o su definición es confusa. • Agiliza el desarrollo. • Es útil cuando se desea utilizar nuevas tecnologías o arquitecturas.	• Se desconoce cuándo se tendrá un producto terminado al desconocer el número de iteraciones necesarias. • Da falsas expectativas al cliente sobre la velocidad del desarrollo.

Tabla 17: Ventajas y desventajas del Prototyping

4.3 Incremental

Este modelo permite construir el proyecto en etapas incrementales, donde cada una de ellas agrega nuevas funcionalidades.

Las etapas que lo componen son requerimientos, diseño, codificación, pruebas y entrega.

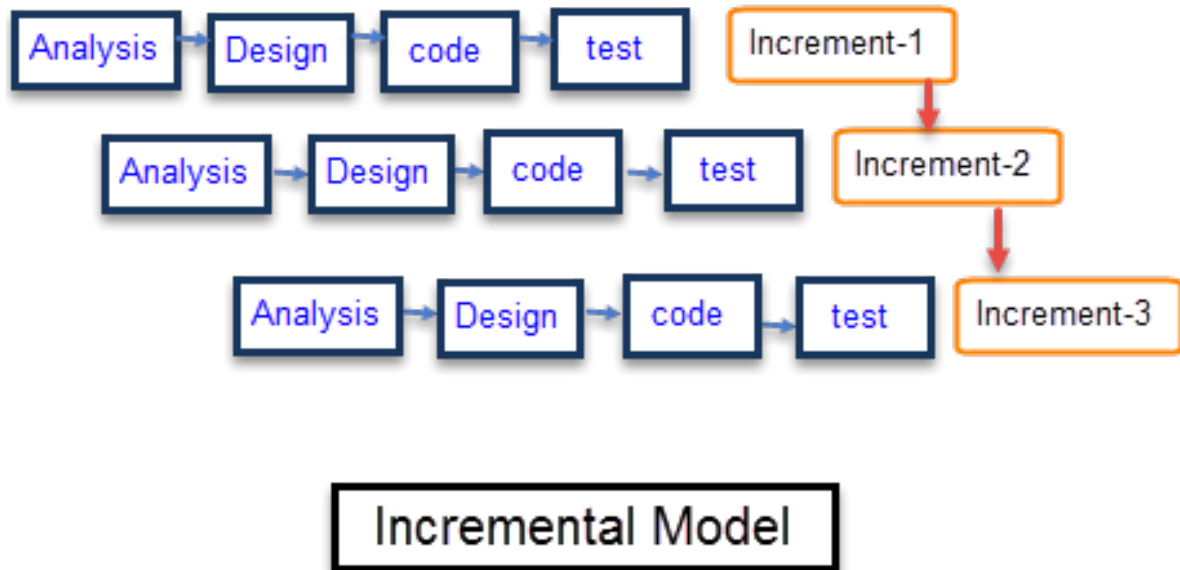


Ilustración 46 Fases del modelo incremental

Ventajas	Desventajas
● Permite ir mejorando la solución de forma progresiva tras la realización de múltiples iteraciones ● Se entrega un producto usable desde el primer incremento ● Los clientes pueden dar feedback y aclarar los requisitos que no estén claros ● Se disminuye el riesgo de fracaso del proyecto ● Las partes más críticas son ejecutadas primero, por lo que se pueden probar y modificar más.	● Requiere de una buena planeación tanto a nivel administrativo como técnico ● Requiere tener las metas bien establecidas.

Tabla 18: Ventajas y desventajas del Modelo incremental

4.4 Metodologías ágiles

Las metodologías ágiles como SCRUM, o XP (extreme programming), están centradas principalmente en mejorar la eficiencia del trabajo en equipo colaborativo, como el presente proyecto es individual, no se indagará en profundidad en este área.

4.5 Metodología seleccionada: Metodología incremental

Al hacer una revisión sobre las metodologías más utilizadas, aquella que mejor se adapta a las características de este proyecto es la incremental, debido principalmente a que los requerimientos están bien definidos desde un comienzo, lo que permite organizar correctamente cada una de las tareas que se debe realizar para lograr el objetivo. Además permitirá recibir feedback por parte de los estudiantes de odontología, facilitando la corrección de errores, o necesidad de cambios, principalmente en la interfaz.

Desglosando las actividades a realizar, podemos identificar 5 incrementos entre los cuales tenemos:

1. Creación de sistema de credenciales, registro e inicio de sesión.
2. Creación de plataforma para crear periodontogramas.
3. Creación de repositorios, pacientes y periodontogramas asociado a cada uno.
4. Creación del dashboard que permite analizar los datos históricos del paciente.
5. Creación de perfil de analista para búsqueda de tendencias.

La planificación a seguir será la siguiente:

Tarea	Semana	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fase de planificación																																					
Definición del proyecto																																					
Establecimiento de objetivos																																					
Toma de Requerimientos																																					
Selección de Herramientas																																					
Investigación y búsqueda de documentación																																					
Análisis de mercado y estado del arte																																					
Fase de desarrollo																																					
Desarrollo de Arquitectura de Software (Diagramas UML, Diagramas de Casos de Uso, etc)																																					
Desarrollo de mapa de navegación y mockups																																					
Primer incremento: Instalación y creación de credenciales																																					
Segundo incremento: Plataforma de periodontogramas																																					
Tercer incremento: Creación de repositorios de exámenes y pacientes																																					
Cuarto incremento: Creación de dashboard																																					
Fase de corrección de errores y mejoras UI																																					
Quinto incremento: Creación de perfil analista																																					
Fase de prueba																																					
Busqueda de errores																																					
Implementación e instalación																																					
Análisis de Resultados																																					
Fase de seguimiento																																					

Ilustración 47 Carta Gantt

CAPÍTULO 5: TECNOLOGÍAS A UTILIZAR

Para seleccionar las tecnologías adecuadas, es necesario entender las características que presenta el proyecto. Considerando aquello se tomaron las siguientes decisiones:

5.1 Frontend

5.1.1 React (18.2.0)

React es una biblioteca Javascript de código abierto diseñada para crear interfaces de usuario con el objetivo de facilitar el desarrollo de aplicaciones en una sola página. La decisión de utilizar esta tecnología es que permite reutilizar componentes (muy útil en la codificación del periodontograma), además de facilitar la creación de interfaces interactivas sin necesidad de recargar constantemente la página.

5.1.2 Axios (1.4.0)

Axios es una librería de JavaScript que se utiliza para hacer solicitudes HTTP desde el navegador o desde un servidor usando Nodejs. Está basada en la simplicidad y una de sus características principales es la facilidad de uso mientras ofrece funciones avanzadas para el manejo de solicitudes y respuestas en la API.

5.1.3 Tailwind CSS (3.3.2)

Tailwind CSS es un framework de CSS de código abierto para el diseño de páginas web. Sumamente útil al integrarlo en react, agilizando la creación de componentes.

5.1.4 Dependencias

- **dayjs (1.11.7):** Es una biblioteca de JavaScript para manejar y manipular fechas y horas.
- **js-cookie (3.0.5):** Es una biblioteca para manejar cookies en el navegador de manera sencilla. Permite crear, leer y borrar cookies con una API intuitiva y fácil de usar.
- **React Icons (4.9.0):** Es una biblioteca que permite utilizar iconos populares en aplicaciones React.
- **React-Router-DOM (6.11.2):** Es una biblioteca para gestionar el enrutamiento en aplicaciones web construidas con React.
- **Zod (3.21.4):** Es una biblioteca para validación y transformación de datos en JavaScript y TypeScript.

5.2 Backend

5.2.1 Nodejs (20.12.1)

Nodejs es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma, de código abierto, para la capa del servidor basado en el lenguaje de programación JavaScript,

5.2.2 Dependencias

- **bcryptjs (2.4.3):** Es una biblioteca para el cifrado de contraseñas en JavaScript. Utiliza el algoritmo bcrypt para realizar hashing seguro de contraseñas.
- **express (4.18.2):** Es un framework web minimalista y flexible para Nodejs. Proporciona una sólida serie de características para aplicaciones web y móviles, facilitando la creación de servidores web y API RESTful.
- **cookie-parser (1.4.6):** Es un middleware para Express que analiza cookies adjuntas a las solicitudes del cliente.
- **jsonwebtoken (9.0.0):** Es una biblioteca para generar y verificar JSON Web Tokens (JWT).

- **mongoose (7.2.2):** Es una biblioteca para modelar datos de MongoDB en aplicaciones Nodejs.
- **Morgan (1.10.0):** Se utiliza para generar logs de las solicitudes HTTP recibidas por el servidor, lo que es útil para el monitoreo y la depuración.

5.3 Base de datos

5.3.1 MongoDB

MongoDB es un sistema de base de datos NoSQL, orientado a documentos y de código abierto. La elección de MongoDB para este proyecto no solo se debe a sus características técnicas, como la facilidad para modelar datos de manera intuitiva y la velocidad en consultas complejas, sino también al interés personal de explorar y comprender el funcionamiento de esta tecnología.

CAPÍTULO 6: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

6.1 Factibilidad técnica

El desarrollo de cualquier aplicación requiere en primer lugar de una planificación para lograr un objetivo.

Teniendo esto claro se puede proceder con la búsqueda de las herramientas para construir la propuesta. La selección de las tecnologías a utilizar es clave, puesto que se debe encontrar un balance entre el precio (si es que lo tienen), la curva de aprendizaje, la disponibilidad, etc.

En este caso particular, todo el software seleccionado en el capítulo anterior es gratuito y ligero a nivel computacional, pudiendo correr en cualquier máquina moderna.

Además de ser intuitivos, teniendo una curva de aprendizaje aceptable en términos de tiempo/eficiencia.

Gracias a que la cobertura de internet en Chile es significativa, se puede asegurar un acceso a la plataforma prácticamente permanente. (Sin considerar los errores propios de la aplicación).

Al ser un software destinado a odontólogos es necesario contar con conocimiento en el área, el cual será aportado por estudiantes de último año de la carrera.

6.2 Factibilidad económica

La búsqueda de mejorar la calidad de vida es un objetivo que ha movilizado al ser humano desde sus inicios, por lo que un software novedoso en un área en constante crecimiento puede llegar a ser altamente demandado si cumple correctamente con su función.

“La relación entre odontólogos y habitantes en Chile es de 1 odontólogo por cada 650 habitantes, lo que supera las recomendaciones de la OMS” (colegio cirujano de dentistas A.G., 2022). Al haber tal población de médicos odontólogos puede que este software

resulte en un factor diferencial en la atención.

Además no existe otro software que cumpla las mismas funciones que Gumpy, por lo que puede presentarse al mercado sin una competencia directa.

6.2.1 Inversión inicial y gastos

Para comenzar con el desarrollo de la aplicación se deben considerar tanto los elementos de hardware como software, servicios básicos y mano de obra.

Considerando un único trabajador por 40 horas semanales.

- Sueldo mensual: \$900.000
- Computador: \$579.990
- Perifericos (mouse, teclado): \$50.000
- Luz: \$33.900
- Agua: \$44.000
- Gas: \$21.000
- Internet: \$32.190

Una vez acabado el desarrollo se tiene en consideración la mantención del software, considerando menos horas de trabajo el sueldo queda en \$450.000 mensuales y una reducción del 50% en servicios básicos, además del hosting por un valor de \$100.000 mensual.

En lugar de una remuneración económica, los estudiantes de odontología participantes recibirán licencias indefinidas de Gumpy como reconocimiento por su contribución al proyecto.

6.2.2 Modelo de monetización

Inicialmente el modelo propuesto para monetizar la aplicación es mediante la venta de suscripciones (SaaS), presentando dos tipos de usuario, uno gratuito con anuncios, y la versión de paga libre de anuncios y con acceso a más herramientas.

El precio de la suscripción sería de \$10.000 mensuales.

	Mes	Cantidad de usuarios	Ingresos		Total ingresos	Gastos			Total gastos	Total
			Anuncios	Suscripciones		Sueldo	Servicios básicos	Hosting		
2024	Abril	0	\$0	\$0	\$0	\$900.000	\$761.080	\$0	\$1.661.080	-\$1.661.080
	Mayo	0	\$0	\$0	\$0	\$900.000	\$131.090	\$0	\$1.031.090	-\$2.692.170
	Junio	0	\$0	\$0	\$0	\$900.000	\$131.090	\$0	\$1.031.090	-\$3.723.260
	Julio	0	\$0	\$0	\$0	\$900.000	\$131.090	\$0	\$1.031.090	-\$4.754.350
	Agosto	0	\$0	\$0	\$0	\$900.000	\$131.090	\$0	\$1.031.090	-\$5.785.440
	Septiembre	0	\$0	\$0	\$0	\$900.000	\$131.090	\$0	\$1.031.090	-\$6.816.530
	Octubre	0	\$0	\$0	\$0	\$900.000	\$131.090	\$0	\$1.031.090	-\$7.847.620
	Noviembre	0	\$0	\$0	\$0	\$900.000	\$131.090	\$0	\$1.031.090	-\$8.878.710
	Diciembre	0	\$0	\$0	\$0	\$450.000	\$65.545	\$100.000	\$615.545	-\$9.494.255
	Enero	30	\$120.000	\$300.000	\$420.000	\$450.000	\$65.545	\$100.000	\$615.545	-\$9.689.800
	Febrero	70	\$200.000	\$700.000	\$900.000	\$450.000	\$65.545	\$100.000	\$615.545	-\$9.405.345
	Marzo	120	\$320.000	\$1.200.000	\$1.520.000	\$450.000	\$65.545	\$100.000	\$615.545	-\$8.500.890
2025	Abril	200	\$550.000	\$2.000.000	\$2.550.000	\$450.000	\$65.545	\$100.000	\$615.545	-\$6.566.435
	Mayo	350	\$600.000	\$3.500.000	\$4.100.000	\$450.000	\$65.545	\$100.000	\$615.545	-\$3.081.980
	Junio	400	\$710.000	\$4.000.000	\$4.710.000	\$450.000	\$65.545	\$100.000	\$615.545	\$1.012.475

Ilustración 48 Tabla de utilidades

Analizando este modelo podemos notar que con 103 licencias se consiguen utilidades (sin contar los ingresos generados por usuarios gratuitos).

Con un crecimiento razonable de usuarios mensuales las predicciones apuntan a que Gummy comenzará a generar ganancias a partir del sexto mes desde su lanzamiento.

6.3 Factibilidad legal

Lo más importante en este apartado es cumplir con cada una de las normas legales dispuestas en el país, específicamente la ley 19.628, la cual regula el tratamiento de datos personales, tanto en las responsabilidades de almacenamiento como en el tratamiento de éstos.

Para lo cual la aplicación debe contar con protocolos de seguridad y restringir el acceso dependiendo del usuario para salvaguardar correctamente la integridad de la información.

6.4 Factibilidad operacional

Uno de los puntos importantes es la barrera de entrada para los nuevos usuarios, los cuales están acostumbrados a realizar las tareas de determinada manera. Y un nuevo producto puede causar rechazo debido a su complejidad.

Afortunadamente el diseño de Gumpy está basado en herramientas ya existentes, tomando inspiración y mejorando funcionalidades, por lo que los especialistas se encontrarán con una interfaz familiar y sencilla de aprender.

Además los requerimientos de software para su funcionamiento son mínimos, por lo que cualquier computador con acceso a internet será capaz de ingresar a la web.

6.5 Conclusión de la factibilidad

El balance final indica que el desarrollo de la aplicación es viable, puesto que económicamente resulta rentable en un plazo razonable, cumple con las leyes chilenas, y su desarrollo es posible desde el punto de vista del conocimiento necesario y del plazo estimado.

CAPÍTULO 7: DESARROLLO DE PROPUESTA

Teniendo en consideración el diseño de sistema planteado en el capítulo 3, a las tecnologías seleccionadas en el Capítulo 4, y a la metodología elegida en el capítulo 5, se desprenden los siguientes incrementos

7.1 Primer incremento: Creación de sistema de credenciales, registro e inicio de sesión.

7.1.1 Inicio del proyecto

En primer lugar se debe inicializar el proyecto, para lo cual es necesario haber previamente instalado nodejs (la versión utilizada es la 20.12.1).

Luego utilizando NPM se procede a generar el archivo del proyecto.

7.1.2 Creación del backend

Como el desarrollo se tratará de una aplicación web, el siguiente paso consiste en la creación del servidor, que permitirá la comunicación entre el frontend (usuario) y la base de datos, procesando las solicitudes y respondiendo con información en consecuencia.

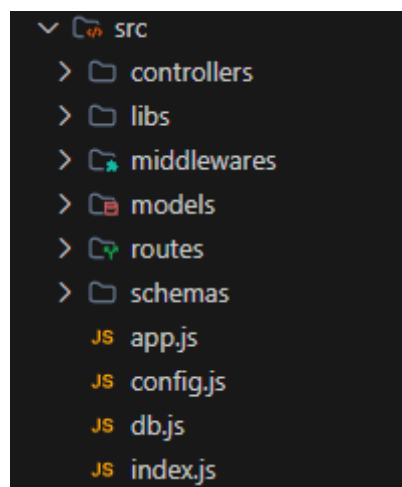


Ilustración 49 Distribución de carpetas backend

La distribución elegida para el backend consiste en dividir cada una de las funciones en su respectiva carpeta o archivo.

- `app.js`: Es el encargado de montar el servidor, utiliza una serie de módulos para su funcionamiento, entre los cuales destacan `express` para la creación de la aplicación web, `cors` para permitir que el frontend realice peticiones al backend, incluyendo las credenciales (cookies), y `cookie-parser` para el análisis de las cookies.
- `config.js`: Define principalmente las configuraciones del proyecto tales como: el puerto en el que se ejecutará, la dirección de la conexión a la BD, la referencia a la cadena secreta para verificar tokens y la url del frontend.
- `db.js`: Es el encargado de establecer la conexión con la base de datos usando la biblioteca `mongoose`.
- `index.js`: Es el punto de partida de la aplicación, el encargado de ejecutar el servidor `express`, conectar la base de datos y el frontend.
- `Controllers`: En esta carpeta se almacenan los archivos que implementan la lógica de cada endpoint, las principales funciones que ejecutan son crear, actualizar, leer o borrar datos.
- `Libs`: La utilización de esta carpeta suele usarse para incorporar librerías o módulos que no están disponibles en los paquetes estándar de Nodejs. En el caso particular de este proyecto, únicamente incluye un archivo que permite la creación de un token de acceso para la autenticación de usuarios.
- `Middlewares`: Corresponde a aquellas funciones que se ejecutan entre la recepción de una petición y el retorno de la respuesta. Aquí principalmente se encuentra el código encargado de verificar que el token de acceso sea válido.
- `Models`: Cada uno de los archivos representa una estructura en relación a la base de datos, a nivel de atributos y tipo de dato.
- `Routes`: Es la carpeta que define las rutas para la API, especificando tanto el método a usar (GET, POST, PUT, DELETE), como el controlador involucrado. Además define que middlewares se deben ejecutar previamente.
- `Schemas`: Haciendo uso de la librería `zod`, se definen los esquemas como las reglas de validación para los datos. Permitiendo que los datos enviados cumplan con los modelos establecidos previamente.

7.1.3 Creación del frontend

El siguiente paso consiste en crear los documentos respectivos al front end, cuya función es la de contener tanto la interfaz de usuario, como los archivos que comunican ésta con el resto de la aplicación. Las tecnologías utilizadas para la UI son React 18.2.0 y tailwind 3.3.2

Para ello la distribución de carpetas seleccionada es la siguiente:

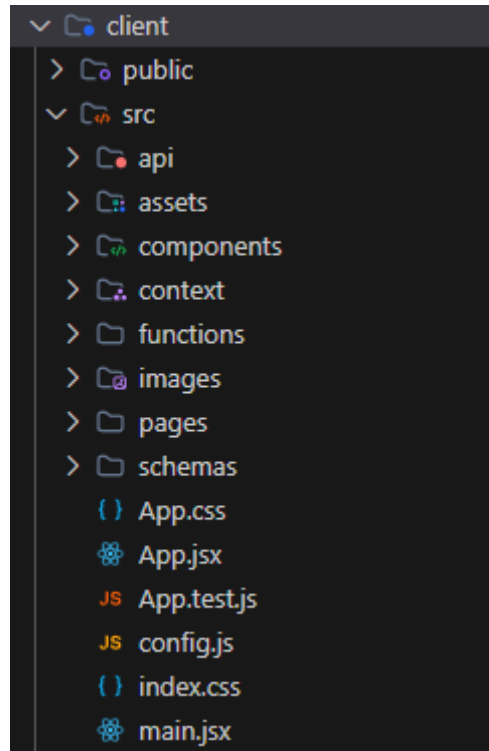


Ilustración 50 Distribución de carpetas frontend

- App.jsx: Corresponde al componente principal de la aplicación, permitiendo establecer la navegación entre distintas rutas, esencial para el funcionamiento en una sola página (SPA). Para ello incluye todas las rutas necesarias (tanto públicas como las que requieren autenticación).
- Config.js: Incluye la url para permitir la conexión con el backend
- Index.css: Incluye la importación de la librería tailwind para poder utilizar sus componentes.
- Main.jsx: Es el encargado de renderizar el componente App en el DOM.
- API: En esta carpeta se encuentran los archivos encargados de realizar solicitudes

HTTP al backend, permitiendo crear, editar, borrar o consultar, haciendo uso de axios para tal tarea.

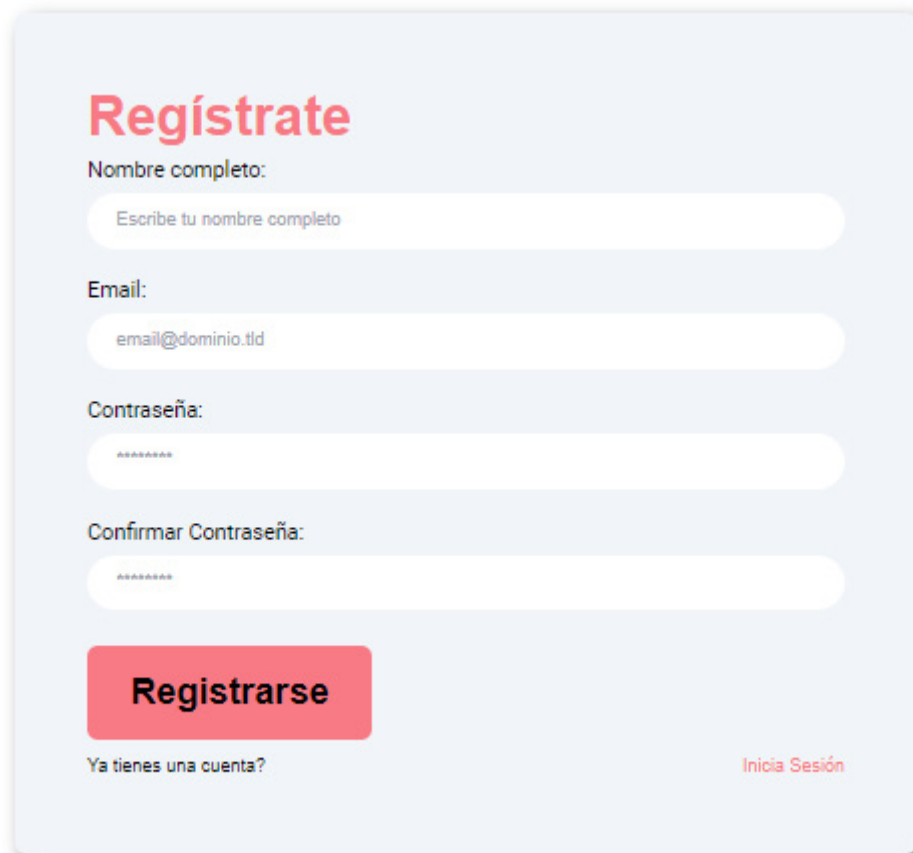
- **Components:** Incluye componentes React que se utilizan de forma constante, como son tarjetas, títulos, gráficos, etc.
- **Context:** Implementa los contextos de React, permitiendo a la aplicación acceder a los estados y funciones respectivas a cada entidad (pacientes, exámenes, usuario, etc.).
- **Functions:** Contiene funciones de uso recurrente como cálculos o búsquedas.
- **Images:** Incluye todas las imágenes utilizadas en el proyecto.
- **Pages:** Contiene las interfaces de usuario.
- **Schemas:** Realiza validaciones a través de zod, con el objetivo de que los datos enviados al backend cumplan con los modelos establecidos.

7.1.4 Creación del sistema de inicio de sesión

Una vez organizado el proyecto, se da inicio al desarrollo de las funcionalidades previamente establecidas, comenzando por el sistema de inicio de sesión, el cual funcionará haciendo uso de cookies, proveyendo a la aplicación de una barrera de seguridad.

Los datos considerados inicialmente para el usuario (médico) son los siguientes:

- Nombre completo
- Correo
- Contraseña



Regístrate

Nombre completo:

Email:

Contraseña:

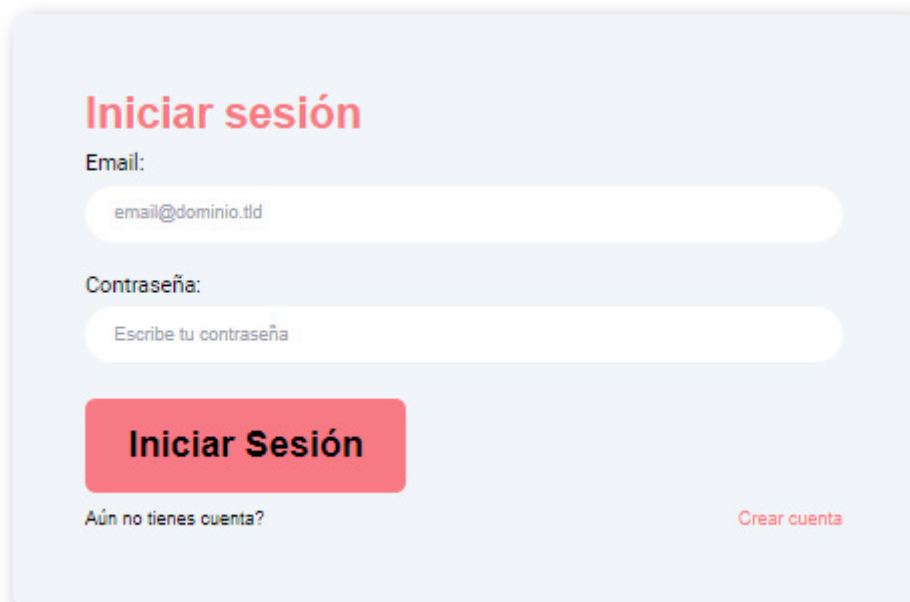
Confirmar Contraseña:

Registrarse

Ya tienes una cuenta? [Inicia Sesión](#)

Ilustración 51 Interfaz de registro

Una vez creada la cuenta se puede proceder a iniciar sesión en la aplicación.



Iniciar sesión

Email:

Contraseña:

Iniciar Sesión

Aún no tienes cuenta? [Crear cuenta](#)

Ilustración 52 Interfaz Inicio de sesión

7.2 Segundo incremento: Creación de plataforma para crear periodontogramas.

El siguiente paso es el desarrollo de la interfaz visual que permita al médico crear un periodontograma. Para ello, utilizando las clases de tailwind y utilizando como base los periodontogramas disponibles en la web se obtiene los siguiente:

	18	17	16	15	14	13	12	11		21	22	23	24	25	26	27	28
Movilidad	1	1	1	1	1	1	1	1		2	2	2	2	2	2	2	2
Implante																	
Furca	1	1	1												1	1	1
B.O.P.																	
Placa																	
C.R.																	
R.M.A																	
Sup.																	
M.G.	1 2 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1		2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2
P.S.	3 2 3	3 3 3	3 3 3	3 3 3	3 3 3	3 3 3	3 3 3	3 3 3		3 2 3	3 3 3	3 3 3	3 3 3	3 3 3	3 3 3	3 3 3	3 3 3
N.I.C.	2 0 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2	2 2 2		1 0 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1	1 1 1

Ilustración 53 Interfaz Periodontograma

El periodontograma cuenta con funcionalidades añadidas que no poseen el resto de productos analizados previamente. Entre los cuales destacan el considerar la caries radicular, restauración mal ajustada y supuración. Además de realizar el cálculo del NIC automáticamente.

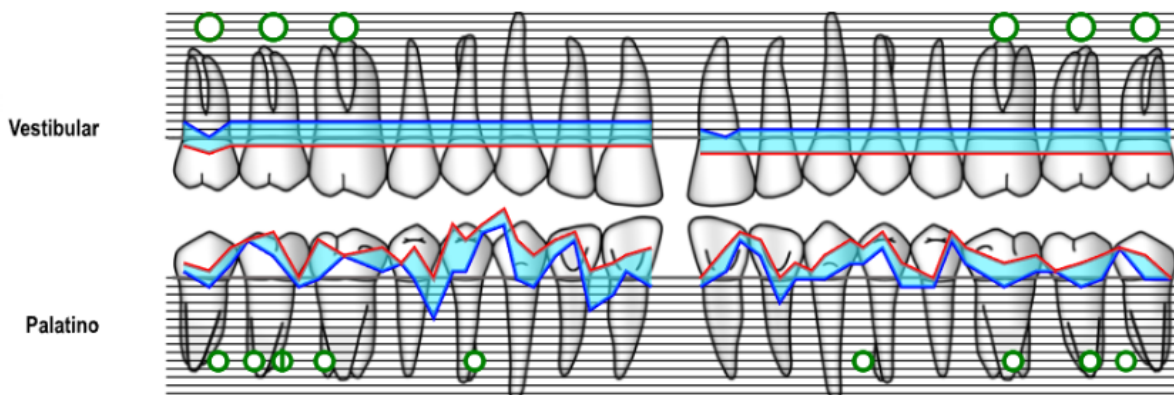


Ilustración 54 Interfaz gráfico dental

Utilizando los datos tabulados por el médico se genera el gráfico dental en tiempo real, usando los componentes canvas proporcionados por javascript, y al manejo de estados empleado por React. Creando un componente interactivo con bajo consumo de recursos.

También se añadió una sección que calcula de forma automática las métricas globales relevantes sobre el estado del paciente.

Mayor PS superior: 6mm
Mayor PS inferior: 0mm
Rango de NIC:(0-5) mm
Cantidad de dientes: 32 unidades
Cantidad de dientes con NIC ≥ 1 : 28 unidades
Porcentaje de dientes afectados: 87.50%
Porcentaje de sangrado: 10.42%

Ilustración 55 Interfaz métricas globales

7.3 Tercer incremento: Creación de repositorios, pacientes y periodontogramas asociado a cada uno.

El próximo paso consiste en la creación de los perfiles de los pacientes para que contengan toda la información asociada.

Los datos considerados para el paciente fueron estudiados de forma meticulosa en conjunto a los especialistas. A través de la investigación detallada en el Capítulo 1 se eligieron los siguientes campos:

Información:

- Nombre y apellidos
- Rut
- Nacionalidad
- Fecha de Nacimiento
- Género
- Comuna
- Región
- Email
- Teléfono

Higiene:

- Frecuencia de cepillado
- Limpieza interdental
- Uso de colutorio
- Tipo de cepillo

Hábitos:

- Consumo de tabaco
- Consumo de drogas
- Consumo de alcohol

Otros:

- Consumo de medicamentos
- Alergias
- Embarazo o lactancia

Patologías presentes:

- Cardiovasculares
- Pulmonares
- Nerviosas
- Hematológicas
- Gastrointestinales
- Genitourinarias
- Endocrinas
- Músculo-esqueléticas
- Inmunes
- Dermatológicos

- Otros
- Observaciones

Teniendo claro cada uno de los campos se puede proceder a la creación de los archivos para el funcionamiento del paciente, en este caso.

En el backend:

- El modelo: que incluye cada uno de los atributos, el tipo de dato, si es obligatorio, y su valor por defecto.

```
const pacienteSchema = new mongoose.Schema(
{
  //informacion
  nomPac: {
    type: String,
    required: true,
  },
  apellidoPac: {
    type: String,
    required: true,
  },
  rutPac: {
    type: String,
    required: true,
    unique: true,
  },
}
```

Ilustración 56 Modelo paciente

- El controlador: Donde están las funciones CRUD (crear, leer, actualizar y eliminar).

```
export const getPacientes = async (req, res) => {
  try {
    const pacientes = await Paciente.find({ user: req.user.id }).populate("user");
    res.json(pacientes);
  } catch (error) {
    return res.status(500).json({ message: error.message });
  }
};

export const createPaciente = async (req, res) => {
  try {
    const { nomPac, apellidoPac, rutPac, nacionalidadPac, sexo, fecNacPac, comunaPac, regionPac, emailPac, } = req.body;
    const newPaciente = new Paciente({
      user: req.user.id,
      nomPac,
      apellidoPac,
```

Ilustración 57 Controlador paciente

- El esquema: Que incluye las verificaciones de datos.

```
export const createPacienteSchema = z.object({  
  nCepillados: z.string().optional(),  
  limpiezaInterdental: z.boolean().optional(),  
  colutorio: z.boolean().optional(),  
  tipoCepillo: z.string().optional(),  
  tabaco: z.string().optional(),  
  drogas: z.string().optional(),  
  alcohol: z.boolean().optional(),  
  medicamentos: z.string().optional(),  
  alergia: z.string().optional(),  
  embarazo: z.boolean().optional(),  
});
```

Ilustración 58 Esquema paciente

- Las rutas: Donde se define como interactuar con los recursos.

```
const router = Router();  
  
router.get("/pacientes", auth, getPacientes);  
  
router.post("/pacientes", auth, validateSchema(createPacienteSchema), createPaciente);  
  
router.get("/pacientes/:id", auth, getPaciente);  
  
router.put("/pacientes/:id", auth, updatePaciente);  
  
router.delete("/pacientes/:id", auth, deletePaciente);  
  
export default router;
```

Ilustración 59 Rutas paciente

Por el lado del frontend se procede a crear las interfaces gráficas respectivas:

FORMULARIO PACIENTE

Información

Nombre*

Nombre

Fecha de Nacimiento*

dd-mm-aaaa

Género

--

Apellidos*

Apellidos

Comuna*

Comuna

Región*

Región

RUT*

Ej: 12.345.678-9

Email*

email@dominio.extension

Nacionalidad*

Ej: Chilena, Argentina

Telefono*

XXXXXXXX

Higiene

Hábitos

Otros

Frecuencia cepillado

0 veces al día

☐ Limpieza interdental

☐ Uso de colutorio

Tipo de Cepillo

Suave

Tabaco

No consume

Drogas

No consume

☐ Alcohol

Medicamentos

medicamentos

Alergias

alergia

☐ Embarazo

☐ Lactancia

Patologías

Cardiovascular

--

Gastrointestinal

--

Sistema Inmune

--

Pulmonar

--

Genitourinario

--

Dermatológico

--

Nervioso

--

Endocrino

--

Otros

otros

Hematológico

--

Musculo Esqueletal

--

Observaciones / Intervenciones Quirúrgicas / Alertas Médicas

observaciones

Guardar

Ilustración 60 Formulario Paciente

FICHA DE PACIENTE

Información

Nombre: Nombre paciente Apellido Apellido

RUT: 19456789-9

Nacionalidad: Chileno

Fecha de nacimiento: 31/12/2007

Género: Masculino

Dirección: San Felipe, Valparaíso

Correo electrónico: paciente@gmail.com

N° Teléfono: +569 432142343

VER EXÁMENES

VER DASHBOARD

CREAR PERIODONTOGRAMA

EDITAR PACIENTE

Higiene

Frecuencia de cepillado: 0 veces al día

Limpieza interdental: no

Uso de colutorio: no

Tipo de cepillo: Cepillo Suave

Hábitos

Tábaco: No consume

Drogas: No consume

Alcohol: no

Otros

Medicamentos:

Alergias:

Embarazo: no

Lactancia: no

Patologías

Cardiovascular: --

Pulmonar: --

Hematológico: --

Gastrointestinal: --

Genitourinario: --

Endocrino: --

Musculoesquelético: --

Sistema Inmune: --

Dermatológico: --

Otros:

Observaciones / Intervenciones Quirúrgicas / Alertas Médicas

No registra

Ilustración 61 Ficha Paciente

Con el perfil del paciente creado, basta con enlazarlo al usuario respectivo que lo creó. Mediante un campo que guardará el id interno del usuario (clave foránea).

La misma lógica con los periodontogramas creados en el incremento anterior.

7.4 Cuarto incremento: Creación del dashboard que permite analizar los datos históricos del paciente.

Uno de los objetivos principales de este proyecto consiste en aportar herramientas que agilicen la atención, y que disminuya la realización de acciones repetitivas. Por lo que el dashboard debe cumplir eficazmente estas tareas.

Para ello se realizaron diversas consultas, tanto a estudiantes como a docentes para establecer qué métricas otorgan mayor información relevante sobre el paciente. Descartando aquellas que entregan datos irrelevantes.

Para la realización de las gráficas se hará uso de la librería `recharts` 2.12.7.

Las gráficas construidas se dividen en 2 tipos, aquellas de carácter global, que muestran la evolución completa del estado del paciente a través del tiempo. Y por otra parte las particulares, que indican la evolución de cada pieza dental a través del tiempo.

7.4.1 Gráficas globales

Los gráficos considerados en este apartado son (en función del tiempo):

- Número de sitios con PS mayor a 4 mm.
- Número de sitios con PS mayor a 6 mm.
- Cambios porcentuales (Sangrado, placa, Caries, Restauración, Supuración).
- Promedio PS, MG, NIC.
- Cantidad de dientes e implantes.



Ilustración 62 Ejemplo dashboard

7.4.2 Gráficas por pieza dental

Los gráficos considerados en este apartado son (en función del tiempo):

- Movilidad del diente.
- Cambio de PS en un sitio.
- Disminución o ganancia de NIC.
- Movimiento de encía.

Para facilitar la navegación, se dispone de un selector dental, además del selector de gráfico.

Gráficos por pieza dental

Seleccione un diente

16 17 16 15 14 13 12 11

21 22 23 24 25 26 27 28

48 47 46 45 44 43 42 41

31 32 33 34 35 36 37 38

Ilustración 63 Selector dental

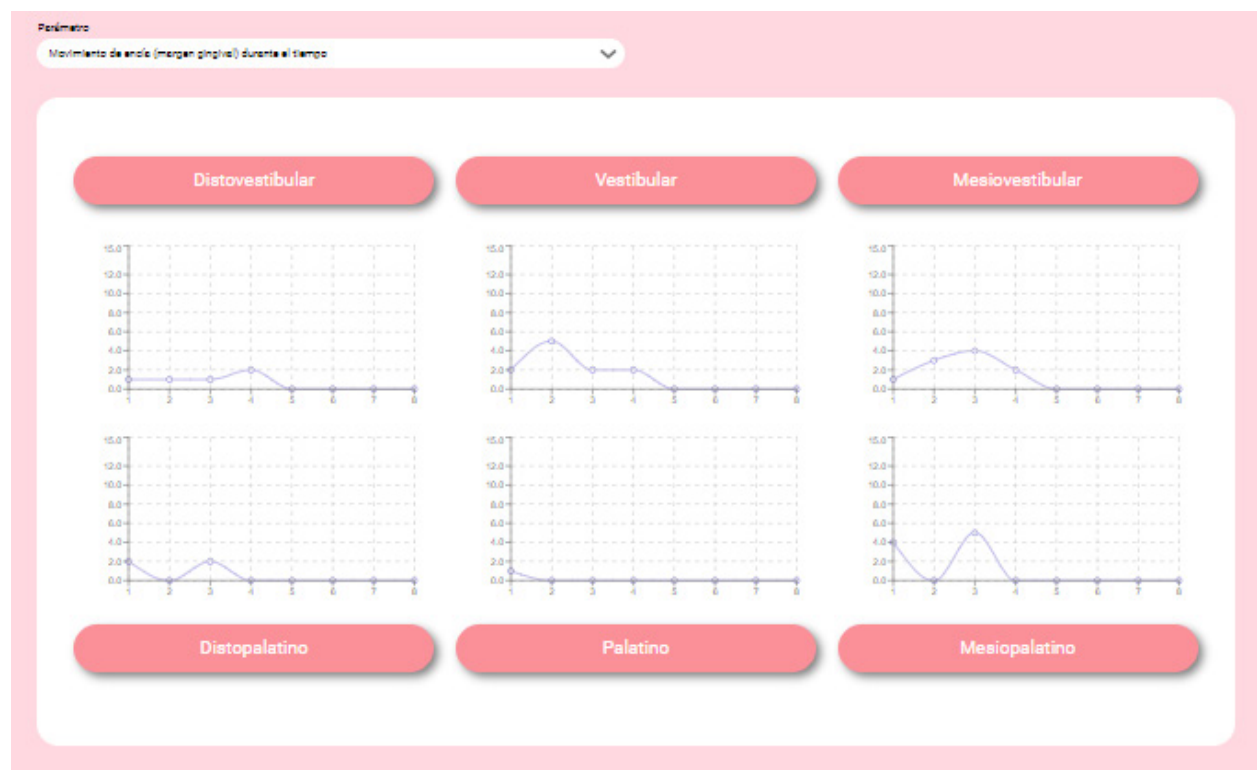
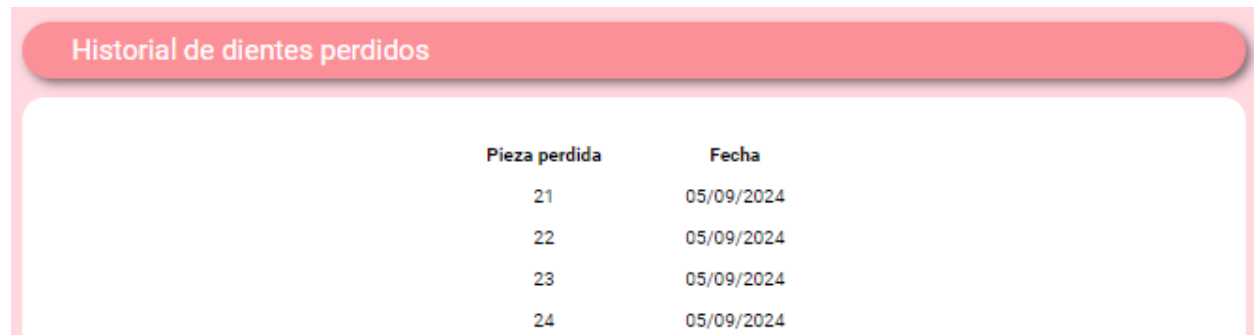


Ilustración 64 Gráfico de movilidad dental

7.4.3 Historial de dientes perdidos

Finalmente se añade una lista con cada una de las piezas dentales perdidas, junto con la fecha.



Pieza perdida	Fecha
21	05/09/2024
22	05/09/2024
23	05/09/2024
24	05/09/2024

Ilustración 65 Historial de dientes perdidos

7.5 Quinto incremento: Creación de perfil de analista para búsqueda de tendencias (aplazado para próxima versión del software).

La enorme cantidad de datos recopilados por GUMPPY pueden ser de gran ayuda para encontrar patrones o tendencias, correlaciones, anomalías, grupos característicos, o encontrar nichos de investigación completamente nuevos.

Por lo que trabajar estos datos puede resultar en una tarea altamente relevante, socialmente beneficiosa. Con un impacto directo a nivel médico, debido a que esta información no se ha analizado a este nivel previamente (al menos a nivel nacional).

Para lograr ello se propone la creación de un tipo de perfil “analista”, que pueda acceder a los datos de todos los pacientes. Los cuales están anonimizados para salvaguardar la integridad de los mismos.

Los datos aportados por cada paciente permitirán realizar búsquedas por sector geográfico, por edad, por género, enfermedades preexistentes, entre otros.

CAPÍTULO 8: ANÁLISIS Y RESULTADOS

Con el objetivo de conocer la efectividad del proyecto, en este apartado se desarrollará un breve resumen acerca de las nuevas funcionalidades proporcionadas por Gumpy, para poder contrastarlas con los métodos empleados actualmente.

Luego a través de una encuesta, se conocerán las opiniones de estudiantes de la carrera de odontología, quienes tuvieron la oportunidad de probar la aplicación.

8.1 Análisis a nuevas funcionalidades

Los puntos fuertes del proyecto se centran en mejorar la eficiencia del profesional, entregando mayor comodidad a la hora de registrar y extraer información. Para lo cual, la aplicación provee:

- Perfil detallado de cada paciente, que cuenta con sus datos personales y de contacto, hábitos y enfermedades preexistentes. Centralizando la información y evitando que el profesional reescriba en cada documento dicha información (se hace automáticamente). Además a este perfil se anexan cada uno de los periodontogramas de forma cronológica.
- Una plataforma para la creación de periodontogramas, que incluye autollenado de información personal del paciente, nuevos campos que entregan un estado más detallado del estado actual del paciente (Caries radicular, restauración mal ajustada y supuración), cálculo automático de valores (NIC, mayo PS superior e inferior, rango de NIC, cantidad de dientes, cantidad de dientes con NIC > 0, Porcentaje de dientes afectados, porcentaje de sangrado).
- Un dashboard que ilustra la evolución de un paciente a través del tiempo, tanto a nivel general como particular (diente a diente).

Analizando cada una de ellas, las más importantes a la hora de mejorar la eficiencia son:

- El cálculo automático de valores: que a pesar de no ser un ejercicio complejo para el dentista, resulta tardado y repetitivo (teniendo en cuenta que se deben hacer 32 veces). Por lo que automatizar este apartado ahorra bastante tiempo. Además,

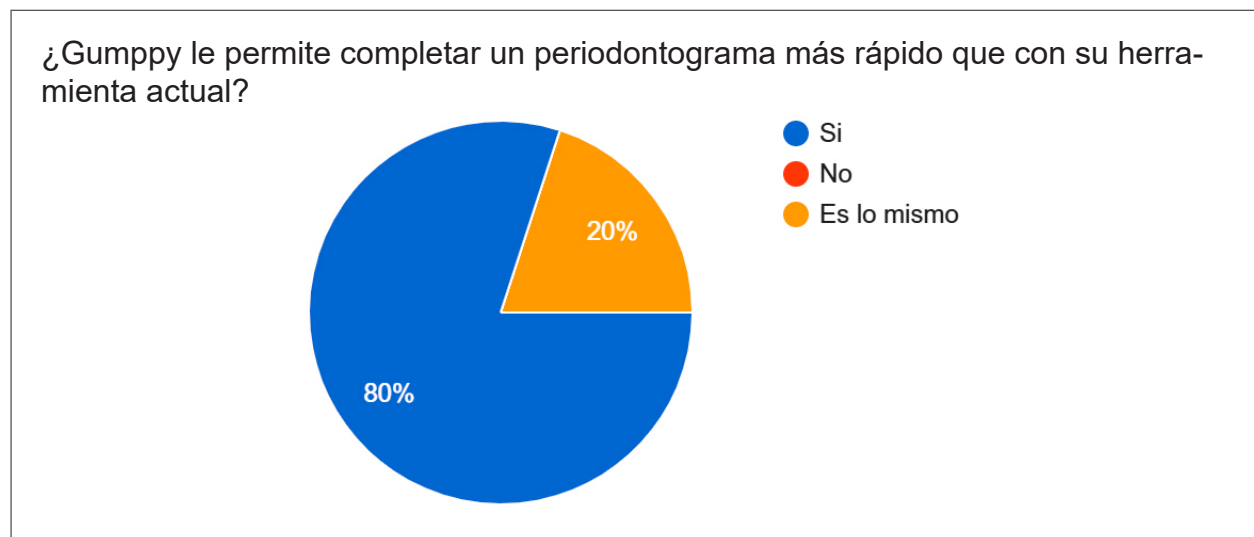
métricas como el rango de NIC son fácilmente susceptibles a errores en su cálculo manual. Por lo que, esta funcionalidad también disminuye el índice de error.

- El dashboard: Proporciona gran cantidad de información de forma visual, permitiendo al profesional dar con un diagnóstico en una menor cantidad de tiempo. La forma actual de obtener aquella información consiste en revisar cada periodontograma uno a uno. Siendo una tarea abstracta y poco intuitiva.

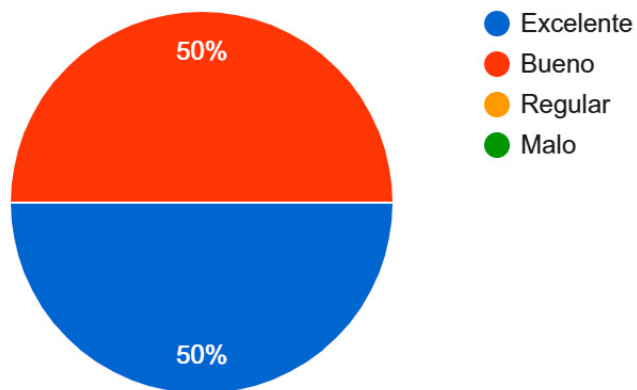
8.2 Encuesta a profesionales

Sin embargo este análisis es únicamente teórico y no refleja los verdaderos resultados de la aplicación.

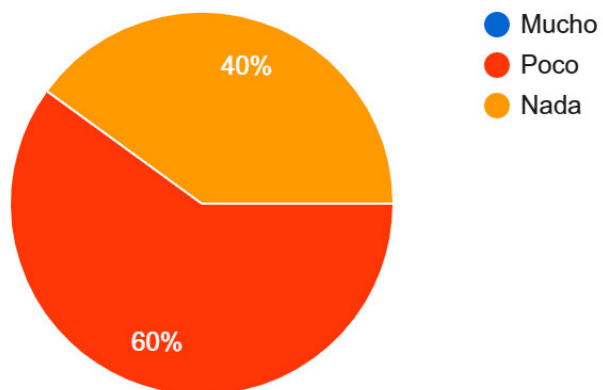
Para evaluar los beneficios prácticos de Gumppy, se consultó a profesionales en formación. En este caso, se realizó una encuesta a cinco estudiantes de quinto año de la carrera de Odontología de la Universidad Católica. Estos alumnos utilizaron la plataforma para simular el tratamiento de un paciente ficticio, y sus opiniones serán analizadas a continuación.



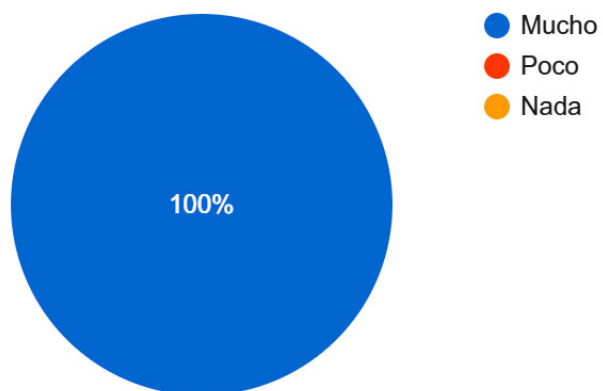
¿Cómo calificaría la claridad y diseño de la interfaz de usuario?



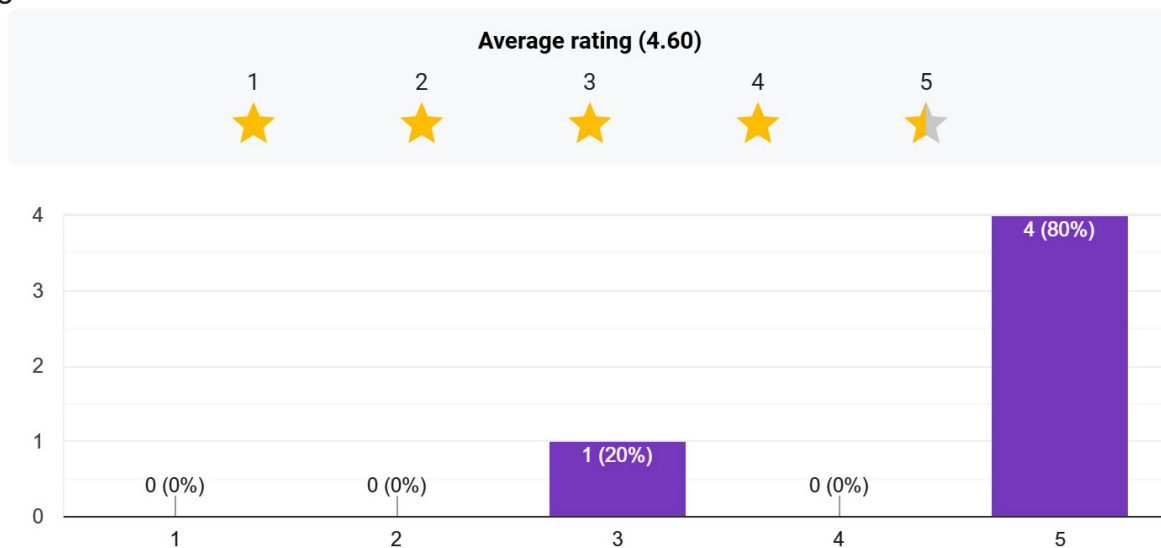
¿Cuánto tiempo le tomó adaptarse a usar este nuevo software?



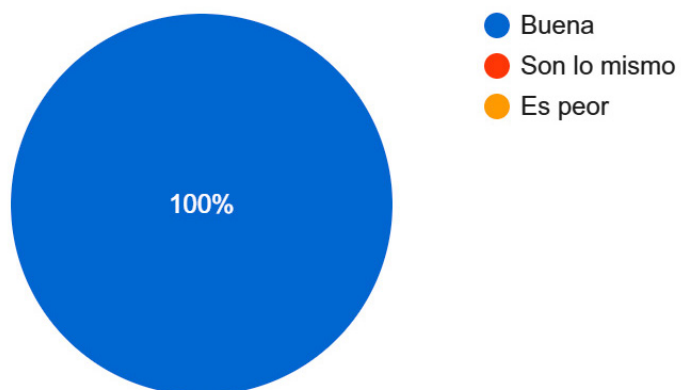
¿El software facilita la revisión de datos y diagnósticos?



¿Qué tan útil le resulta la funcionalidad de dashboard?



¿Cómo calificaría su experiencia global con el software, en comparación con el que usa ahora?



¿Recomendaría este software a otros colegas? ¿Por qué sí o por qué no?

Debido a que el programa facilita el registro clínico y de diversos factores de riesgo asociados a la enfermedad periodontal, además de la creación de gráficos relacionados a los datos de los pacientes, recomendaría el software a otros dentistas

Sí. El cálculo de NIC instantáneo reduce bastante el tiempo de creación de ficha clínica, además de tener sus otras funciones que ayudan a facilitar el panorama global del paciente

Sí, por la utilidad y facilidad de uso.

Si porque engloba muchas cosas que debemos estar agregando por separado

Sí, por ser una herramienta con seguimiento en el tiempo de la enfermedad periodontal

¿Qué aspectos de Gumpy considera que son una mejora significativa frente a su herramienta actual?

Ayuda a pesquisar la evolución del paciente, entregando las herramientas de forma rápida para una comprensión global y local del estado de salud del paciente tanto actual, como pasada

Resumen de paciente, factores de riesgo, cálculo porcentual de pérdida de NIC, NIC por sitio

Guardar pacientes y ver las estadísticas y cambios o mejoría en un período de tiempo

La obtención de Nic, y que permite guardar los datos del paciente

Registro de pacientes en la plataforma y la proporción de estadísticas con respecto al progreso de la enfermedad.

8.3 Resultados

Comparando las mejoras teóricas con el feedback proporcionado por los estudiantes de odontología, aunque la muestra fue limitada a cinco participantes debido a las restricciones del estudio, los resultados obtenidos son consistentes y confiables. Esto permite extrapolar las conclusiones, ya que los encuestados representan adecuadamente las características y necesidades del público objetivo.

De esto podemos extraer lo siguiente:

- La interfaz de usuario ha sido diseñada de manera intuitiva, lo que facilita un rápido aprendizaje y adaptación por parte de los usuarios, ya que presenta un diseño familiar y acorde con las herramientas tecnológicas que los estudiantes están acostumbrados a manejar.
- En general, el software ofrece una experiencia significativamente mejor en comparación con las herramientas que los participantes habían utilizado previamente. Esta mejora se traduce en una mayor eficiencia y comodidad durante su uso.
- Una de las ventajas más destacadas por los usuarios es el considerable ahorro de tiempo en la creación de periodontogramas, así como en el análisis de los datos recopilados. Esto no solo optimiza el flujo de trabajo, sino que también permite a los usuarios centrarse en aspectos más críticos del diagnóstico y tratamiento.
- Entre todas las funcionalidades, el dashboard interactivo y los cálculos automáticos de métricas fueron los elementos más valorados. Los usuarios destacaron cómo estas herramientas les brindan una visión clara y organizada de la evolución del paciente, simplificando el análisis y apoyando la toma de decisiones de manera más precisa y ágil.

CAPÍTULO 9: CONCLUSIÓN

El desarrollo de esta aplicación representó un desafío tanto interesante como enriquecedor, destacándose no solo por su complejidad técnica, sino también por la naturaleza multidisciplinaria que caracterizó su concepción.

Este proyecto logró integrar conocimientos provenientes de diferentes áreas, como la odontología y la informática, lo que permitió construir una herramienta innovadora y altamente funcional, adaptada a las necesidades específicas de los periodoncistas.

Una de las particularidades más destacadas del proceso fue la incorporación de tecnologías que no habían sido exploradas previamente en proyectos personales, como React, Nodejs y MongoDB. Las cuales fueron necesarias de aprender y manejar correctamente para lograr el proyecto con éxito.

La experiencia obtenida a lo largo del desarrollo de este proyecto resultó invaluable, tanto en el ámbito técnico como en el interpersonal.

Colaborar con profesionales de diferentes disciplinas puso de manifiesto la importancia de las habilidades blandas, especialmente en lo relacionado con la comunicación efectiva. Transmitir ideas técnicas de manera clara y comprender las necesidades específicas de otros especialistas fue, en muchas ocasiones, un desafío importante. Esta interacción multidisciplinaria expuso la complejidad de establecer un lenguaje común entre profesionales con perspectivas y conocimientos distintos.

Gracias al análisis realizado en el capítulo anterior podemos decir que los objetivos específicos planteados fueron cumplidos, ya que Gumppy es una aplicación que:

- Permite crear periodontogramas de forma eficiente y detallada, gracias a los comentarios de los odontólogos.
- Permite centralizar la información de los pacientes, manteniéndola de forma segura y ordenada.
- Facilita el acceso a los datos de los pacientes, permitiendo añadir o actualizar información en tiempo real.
- Posee contenido interactivo que agiliza enormemente la lectura de datos, gracias a las gráficas y dashboards.

Gumppy se presenta como una aplicación que aborda un problema real en la práctica clínica, marcando una diferencia significativa incluso en su versión actual, que aún es un prototipo.

Su diseño y funcionalidades demuestran ser capaces de proporcionar un servicio considerablemente superior al de otras aplicaciones web disponibles en el mercado. Esto no solo subraya su relevancia y utilidad inmediata, sino que también destaca su potencial como base para futuros desarrollos.

Dado que Gumppy ha sido desarrollado como una herramienta destinada a facilitar la labor de los odontólogos en el área de periodoncia, optimizando el tiempo de atención clínica, su expansión hacia nuevas áreas representa una evolución natural. Esto permite trazar con claridad los próximos pasos en el desarrollo de nuevas funcionalidades que respondan a las crecientes demandas del entorno profesional.

Como se mencionó con anterioridad, el análisis avanzado de datos es una de las áreas donde el proyecto destacará enormemente. Permitiendo a profesionales realizar diversos estudios sobre la población haciendo uso de una gran cantidad de datos recopilados que no han sido tomados en cuenta (al menos en territorio nacional), Para ello se deberá proceder a la creación de un nuevo tipo de perfil, denominado analista, que tendrá acceso a los datos anonimizados de todos los pacientes.

Otro de los aspectos a desarrollar a futuro es la inclusión de modelos de inteligencia artificial, tanto como complemento en la toma de decisiones (diagnósticos principalmente), como para análisis de imágenes (junto con el repositorio respectivo para almacenar radiografías).

También se contempla la incorporación de nuevas capas de seguridad a la plataforma, considerando que los datos relativos a los pacientes son altamente sensibles y deben ser protegidos con el máximo nivel de precaución y responsabilidad.

Finalmente se considera la realización de mantenimiento y soporte, solución de errores, mejoras en las interfaces y experiencia de usuario.

REFERENCIAS

1. **Aula CM.** (s. f.). *Stakeholder: Qué es, significado y definición*. Recuperado de <https://aulacm.com/que-es/stakeholder-significado-definicion/>
2. **Dental Dávila.** (2022, diciembre 29). *Hueso alveolar: ¿Cuál es su función y qué pasa cuando se desgasta?* Recuperado de <https://dentaldavila.es/hueso-alveolar-cual-es-su-funcion-y-que-pasa-cuando-se-desgasta/>
3. **DVD Dental.** (2021, julio 29). *Numeración de los dientes, ¿qué número corresponde a cada pieza dental?* El blog del Odontomecum. Recuperado de <https://odontomecum.com/numeracion-de-los-dientes-2/>
4. **Fabregues, S.** (s. f.). *¿Qué es el ligamento periodontal? ¿Cuál es su función?* Recuperado de <https://bqidentalcenters.es/periodoncia-encias/ligamento-periodontal/>
5. **Maida, E. G., & Pacienza, J.** (2015). *Metodologías de desarrollo de software* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Argentina]. Repositorio Institucional UCA. Recuperado de <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/522>
6. **Medina, K.** (2014). *Sistemas de registro odontológico*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
7. **Mehrotra, N., & Singh, S.** (2023). *Periodontitis*. En StatPearls Publishing.
8. **Montané, D.** (2020, mayo 20). *La placa dental o placa bacteriana*. Clínica Dental Dr. Montané.
9. **Page, R. C., & Schroeder, H. E.** (1976). *Pathogenesis of inflammatory periodontal disease: A summary of current work*. Laboratory Investigation, 34(3), 235-249.
10. **Periodontium.** (2020, diciembre 15). *¿De qué partes se compone la encía y cómo cuidarla?* Recuperado de <https://periodontium.es/partes-de-la-encia-y-como-cuidarla/>
11. **Periodontium.** (2021). *Placa bacteriana: Qué es y cómo combatirla*. Recuperado de <https://periodontium.es/placa-bacteriana-que-es-y-como-combatirla/>
12. **Sommerville, I.** (2005). *Ingeniería de software* (7.^a ed.). Editorial XYZ.

13. **MIT Technology Review.** (2023, octubre 19). *Tecnologías al servicio de la salud: El avance de la atención médica virtual en América y Europa.* <https://www.technologyreview.es/s/15840/tecnologia-al-servicio-de-la-salud-el-avance-de-la-atencion-medica-virtual-en-america-y>
14. **Tonetti, M. S., Greenwell, H., & Kornman, K. S.** (2018). *Staging and grading of periodontitis: Framework and proposal of a new classification and case definition.* Journal of Periodontology, 89 (Suppl 1), S159-S172.
15. **Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.** (s. f.). *Ley 19628 | Sobre protección de la vida privada.* Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Recuperado de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=141599>