



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**MÓDULO DE CONTROL DE PACIENTES Y PAGO DE TRATAMIENTOS DENTALES DEL
SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA, EN LA FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Luis Ricardo Barrios Chinchilla
Kevyn José Xavier Lux Almazán
Asesorados por la Inga. Gladys Sucely Aceituno

Guatemala, enero de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
EXAMINADORA	Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera
EXAMINADORA	Inga. Susan Verónica Gudiel Herrera
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presentamos a su consideración nuestro trabajo de graduación titulado:

MÓDULO DE CONTROL DE PACIENTES Y PAGO DE TRATAMIENTOS DENTALES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA, EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que nos fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Ciencias y Sistemas, con fecha marzo de 2014.



Luis Ricardo Barrios Chinchilla



Kevyn José Xavier Lux Almazán

Guatemala 11 de noviembre de 2014

Ingeniero
Silvio José Rodríguez Serrano
Director de la Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Rodríguez:

Por este medio le informo que he revisado y aprobado para su publicación el informe final del Ejercicio Profesional Supervisado presentado por los estudiantes **LUIS RICARDO BARRIOS CHINCHILLA** con carné **200915219** y **KEVYN JOSÉ XAVIER LUX ALMAZÁN** con carné **200915488**, ambos de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, por lo que doy por terminado el informe titulado: **“MÓDULO DE CONTROL DE PACIENTES Y PAGO DE TRATAMIENTOS DENTALES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA, EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**.

Agradeciendo la atención a la presente y quedando a sus órdenes para cualquier información adicional.

Atentamente,



Gladys Sucely Aceituno
INGENIERA EN CIENCIAS Y SISTEMAS
COLEGIADA No. 10,283

Ing. Gladys Sucely Aceituno
Asesor del Proyecto



Guatemala, 14 de noviembre de 2014.
Ref.EPS.DOC.1134.11.14.

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano .

Por este medio atentamente le informo que como Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) de los estudiantes universitarios de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, **Luis Ricardo Barrios Chinchilla** carné No. 200915219 y **Kevyn José Xavier Lux Almazán** carné No. 200915488 procedí a revisar el informe final, cuyo título es **MÓDULO DE CONTROL DE PACIENTES Y PAGO DE TRATAMIENTOS DENTALES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA, EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Floriza Felipa Avila Pasquera de Medinilla
Supervisora de EPS
Área de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

FFAPdM/RA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 14 de noviembre de 2014.
REF.EPS.D.673.11.14.

Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
Director Escuela de Ingeniería Ciencias y Sistemas
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Perez Turk.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **MÓDULO DE CONTROL DE PACIENTES Y PAGO DE TRATAMIENTOS DENTALES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA, EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por los estudiantes universitarios **Luis Ricardo Barrios Chinchilla carné No. 200915219** y **Kevyn José Xavier Lux Almazán carné No. 200915488** quienes fueron debidamente asesorados por la Inga. Gladys Sucely Aceituno y supervisados por la Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de Medinilla.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora y la Supervisora de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio J. Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 21 de Noviembre de 2014

Ingeniero
Marlon Antonio Pérez Türk
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación-EPS de los estudiantes **LUIS RICARDO BARRIOS CHINCHILLA** carné 2009-15219, y **KEYVN JOSÉ XAVIER LUX ALMAZÁN** carné 2009-15488 titulado: "MÓDULO DE CONTROL DE PACIENTES Y PAGO DE TRATAMIENTOS DENTALES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA, EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA", y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,


Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación



E
S
C
U
E
L
A

D
E

C
I
E
N
C
I
A
S

Y

S
I
S
T
E
M
A
S

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS
TEL: 24767644

*El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación **“MÓDULO DE CONTROL DE PACIENTES Y PAGO DE TRATAMIENTOS DENTALES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA, EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**, realizado por los estudiantes LUIS RICARDO BARRIOS CHINCHILLA y KEVYN JOSÉ XAVIER LUX ALMAZÁN, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



*Ing. ~~Martín~~ Antonio Pérez Türk
Director, Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas*

Guatemala, 26 de enero 2015

Universidad de San Carlos
De Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 026 .2015

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al Trabajo de Graduación titulado: **MÓDULO DE CONTROL DE PACIENTES Y PAGO DE TRATAMIENTOS DENTALES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA, EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA,** presentado por los estudiantes universitarios: **Luis Ricardo Barrios Chinchilla y Kevyn José Xavier Lux Almazán,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympto Paiz Reinos
Decano



Guatemala, 29 de enero de 2015

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida, la fuerza y la capacidad necesaria para poder alcanzar este logro tan importante para mí y para mi familia.
- Mi madre** Por ser mi fortaleza, por apoyarme en los momentos más importantes de mi vida, por creer en mí y por su amor incondicional. Sin ti, no sería la persona que he llegado a ser.
- Mi padre** Por apoyarme en las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, siempre tratando de buscar lo mejor para mí y para la familia. Gracias por tus consejos y tus muestras de cariño.
- Mis hermanas** Por siempre tener palabras de apoyo para mí, por tenerme paciencia y mucho cariño. Este logro es para todos nosotros. Todos hemos luchado para hacerlo realidad.

Luis Ricardo Barrios Chinchilla

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme las puertas y darme la oportunidad de superarme.
La Facultad de Ingeniería	Por el conocimiento brindado a lo largo de mi carrera, por ser parte de mi crecimiento personal y académico.
Mis amigos más cercanos	Kevyn Lux y Angel Leal, por acompañarme a lo largo de estos 5 años. Deseo siempre lo mejor para ustedes.
Mi compañero de proyecto	Kevyn Lux. Por todo el trabajo realizado, por buscar siempre la excelencia y la calidad.
La Facultad de Odontología	Por confiar en mis capacidades y darme la oportunidad de contribuir con el progreso y la mejora de la educación estomatológica de Guatemala.
Mis asesores de proyecto	Otto González y Gladys Aceituno. Por la confianza puesta sobre mi persona y por todo el apoyo brindado durante el desarrollo del proyecto.

Luis Ricardo Barrios Chinchilla

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por mi familia, mis amigos y mis logros.
Mis padres	Blanca Almazán y Rodolfo Lux, por haber hecho de mí la persona que soy.
Mis abuelas	Candelaria Aguilar y Petrona Delgado, por sus años de esfuerzo y ser mi inspiración para seguir adelante.
Mis hermanos	Bryan, Bianka, Allysson y Karen Lux Almazán, por ser parte fundamental de mi vida.
Mis tíos	Gustavo Mateo y Antonio Aguilar (q. e. p. d.).
Mis tías	Celestina Aguilar y Sara Matías.
Mis abuelos	Rosalío Aguilar (q.e.p.d.) y Leonidas Almazán.

Kevyn José Xavier Lux Almazán

AGRADECIMIENTOS A:

Mi casa de estudios	La Universidad de San Carlos de Guatemala.
Mi facultad	La Facultad de Ingeniería.
Mi compañero	Luis Ricardo Barrios Chinchilla.
Mis supervisoras de prácticas finales	Hevelin Medina, Odette González, Evelin Lavagnino y Eugenia Bojórquez.
Mis asesores de proyecto	Otto González, Gladys Aceituno y Henry Chessman.
La Facultad de Odontología	Por haber apoyado en la realización de este proyecto.

Kevyn José Xavier Lux Almazán

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Antecedentes de la empresa	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Misión	2
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Servicios que realiza.....	3
1.2. Descripción de las necesidades	3
1.3. Priorización de las necesidades	7
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1. Descripción del proyecto	9
2.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto	11
2.2.1. Análisis del proceso actual	11
2.2.2. Análisis FODA	17
2.3. Solución del proyecto	18
2.3.1. Metodología de desarrollo	18
2.3.2. Arquitectura	20
2.3.2.1. Capa de acceso a datos	21
2.3.2.2. Capa de lógica de negocio	22

	2.3.2.3.	Capa de presentación	24
	2.3.3.	Infraestructura	26
2.4.		Costos del proyecto.....	28
	2.4.1.	Recursos humanos	28
	2.4.2.	Recursos materiales.....	29
2.5.		Beneficios del proyecto	29
3.		SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRÁCTICA CLÍNICA.....	33
3.1.		Administrador	33
	3.1.1.	Gestión de roles	33
	3.1.2.	Gestión de usuarios	34
	3.1.3.	Administración de parámetros del sistema.....	35
	3.1.4.	Bitácora del sistema	36
3.2.		Estudiante	37
	3.2.1.	Consulta de pacientes.....	37
	3.2.2.	Administración de la ficha clínica	38
	3.2.3.	Consulta de requisitos de EPS.....	41
	3.2.4.	Consulta de nomenclatura.....	42
3.3.		Docente.....	42
	3.3.1.	Marcaje de ingreso/egreso	42
	3.3.2.	Consulta de revisiones	43
	3.3.3.	Validar revisiones	44
3.4.		Director de clínica.....	45
	3.4.1.	Administración de nomenclatura	45
	3.4.2.	Administración de tratamientos	45
	3.4.3.	Consulta de estudiantes.....	46
	3.4.4.	Administración de fichas clínicas.....	46
	3.4.5.	Administración de docentes	47

4.	FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE	49
4.1.	Proceso de capacitación.....	49
4.1.1.	Capacitación de usuarios finales	49
4.1.2.	Capacitación de usuarios técnicos	52
4.2.	Material elaborado	53
	CONCLUSIONES	55
	RECOMENDACIONES	57
	BIBLIOGRAFÍA	59
	ANEXOS	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Flujo de la práctica clínica	16
2.	Diagrama de arquitectura	26
3.	Diagrama de infraestructura	27
4.	Consulta de bitácora del sistema	37
5.	Odontograma digitalizado.....	40
6.	Diagrama de estados de la ficha clínica.....	41
7.	Página de marcaje de ingreso/egreso de docentes	43
8.	Proceso de validación de huella digital	44
9.	Impresión de ficha clínica	47
10.	Capacitación de usuarios administrativos	50
11.	Capacitación de docentes	51
12.	Capacitación de estudiantes	52

TABLAS

I.	Costos del proyecto.....	28
II.	Detalle de capacitación de usuarios administrativos	49
III.	Detalle de capacitación de docentes.....	50
IV.	Detalle de capacitación de estudiantes	51
V.	Detalle de capacitación de usuarios técnicos.....	53

GLOSARIO

API	Interfaz de Programación de Aplicaciones o Application Programming Interface por sus siglas en inglés. Es el conjunto de rutinas de software empaquetadas como una biblioteca con la finalidad de ser utilizadas por otro software.
Bootstrap	Conjunto de herramientas que contienen plantillas para la elaboración de páginas web realizando menor esfuerzo.
CGI	Interfaz de Entrada Común. Permite a un cliente web hacer peticiones a un programa servidor por medio de un conjunto de estándares de comunicación.
<i>Commit</i>	Final de una transacción de base de datos en la cual los cambios se hacen permanentes.
CSS	Cascading Style Sheets. Lenguaje estándar utilizado para dar formato a los elementos dentro de una página HTML.
EPS	Ejercicio profesional supervisado.

Framework	Conjunto de módulos y rutinas de software que sirven de base para la construcción de otros programas informáticos.
HTML	<i>Hipertext Markup Language</i> . Lenguaje estándar para creación de páginas web.
HTTP	Protocolo de Transferencia de Hipertexto o <i>Hypertext Transfer Protocol</i> por sus siglas en inglés. Es un protocolo de transferencia utilizado en las comunicaciones web.
Iteración	Es un período de tiempo en el cual se genera un entregable funcional de un proyecto de software.
Java	Lenguaje de programación multiplataforma orientado a objetos. Permite la creación de aplicaciones web, móviles y de escritorio.
Java Servlet	Clase Java que permite ampliar las capacidades de procesamiento delegando responsabilidad al servidor.
Javascript	Lenguaje de programación interpretado, utilizado generalmente del lado del cliente. Permite realizar páginas web dinámicas.

JDBC	Java Database Connectivity. Proporciona una interfaz de programación para conectarse a diversidad de manejadores de base de datos.
JSON	Formato de intercambio de información entre sistemas informáticos.
JSP	Javascript Pages. Es una tecnología que permite realizar la creación de páginas web dinámicas utilizando HTML, XML y Java.
Módulo	Componente de un sistema de software que describe una funcionalidad específica.
Postgresql	Sistema gestor de base de datos relacional de código abierto.
<i>Rollback</i>	Final de una transacción de base de datos en los cuales se deshacen los cambios realizados.
Scrum	Metodología ágil para el desarrollo de sistemas de software.
Software	Conjunto de instrucciones que ejecutan una tarea específica en una computadora.
<i>Sprint</i>	Nombre que recibe una iteración dentro de la metodología de desarrollo ágil Scrum.

RESUMEN

El siguiente informe de graduación describe el proyecto de creación del módulo de control de pacientes y pago de tratamientos dentales de la Clínica Dental de Odontopediatría, en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El documento trata de mostrar al interesado el trabajo realizado para la construcción del sistema, incluyendo la concepción inicial, el análisis y el diseño de la solución. El informe se encuentra dividido en cuatro capítulos principales: Fase de Investigación, Fase Técnico Profesional, Sistema de Gestión de la Práctica Clínica y Fase de Enseñanza Aprendizaje.

En la Fase de Investigación se recolecta toda la información necesaria para el desarrollo del proyecto. Se describe el funcionamiento de los procesos clínicos de la unidad de Odontopediatría antes de la implementación del sistema.

La Fase Técnico Profesional describe el diseño y la solución planteada a las necesidades identificadas en la fase de Investigación. El capítulo del sistema de gestión de la práctica clínica describe los módulos desarrollados para satisfacer los requerimientos de la Clínica de Odontopediatría, en cuanto al control de pacientes y pago de tratamientos dentales se refiere.

Por último, la Fase de Enseñanza Aprendizaje detalla la forma en que será impartida la capacitación a los usuarios del sistema. Incluye la metodología y los documentos elaborados para guiar el uso y mantenimiento del software.

OBJETIVOS

General

Automatizar la digitalización de la documentación generada por la práctica clínica de un odontólogo practicante en el Departamento de Odontopediatría.

Específicos

1. Centralizar y organizar la información generada por los procesos odontológicos para contribuir en la toma de decisiones estratégicas.
2. Facilitar el acceso a la historia odontológica del paciente por medio de la digitalización de la ficha clínica.
3. Contribuir a la mejora en la planificación, control y ejecución de los tratamientos dentales efectuados por los practicantes.
4. Mejorar la planificación, control y monitoreo de las responsabilidades asignadas a los catedráticos que trabajan dentro de la Clínica de Odontopediatría.
5. Unificar y digitalizar la administración de nomenclaturas, tratamientos y aranceles utilizados en la clínica.
6. Automatizar el control de requisitos de EPS de un odontólogo-practicante.

INTRODUCCIÓN

A partir del 2013, las autoridades de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala iniciaron con la evaluación de los procesos y procedimientos, que formarán parte de un proyecto integral de automatización y digitalización de las distintas áreas de la Facultad.

El Departamento de Odontopediatría fue seleccionado como objetivo del proyecto piloto de sistematización de clínicas dentales. Esta unidad se encarga de cubrir las necesidades relacionadas con odontología infantil y al mismo tiempo normar y supervisar la práctica clínica de los estudiantes de 4to año. Se considera el departamento que tiene a su cargo el mayor número de pacientes.

Todos los procedimientos de la Clínica de Odontopediatría eran registrados en documentos físicos: contratos, fichas clínicas, hojas de doble control, hojas de asistencia, etc. Con la iniciativa del Dr. Guillermo Barreda Muralles, Decano de la Facultad de Odontología, se planteó la idea de la construcción de un sistema que permita mejorar la calidad del servicio odontológico y facilite la administración y supervisión de la práctica clínica.

El proyecto de EPS se centró en automatizar la digitalización de la documentación de la práctica clínica de un odontólogo practicante. Para cumplir con este objetivo fue necesario el desarrollo de los siguientes módulos:

- Módulo administrativo
- Módulo de estudiante
- Módulo de docente

- Módulo de director de clínica

El proyecto se trabajó de forma conjunta con sistemas que fueron desarrollados en paralelo. Se entregó un producto funcional que será completado posteriormente por otro equipo de trabajo.

El proyecto finaliza con la capacitación de los interesados. Los involucrados serán capaces de hacer uso de los módulos desarrollados y de administrar las herramientas necesarias para el despliegue de la funcionalidad.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes de la empresa

La Facultad de Odontología es la unidad académica encargada de especializar a los estudiantes en el conocimiento del área estomatológica. Proporciona una formación integral que incluye teoría actualizada y práctica supervisada.

1.1.1. Reseña histórica

“Los estudios de Odontología se iniciaron en Guatemala en forma organizada con la fundación del Instituto Dental como una dependencia de la Facultad de Medicina, Cirugía y Farmacia, el 1 de mayo de 1895, por Decreto Legislativo No. 297. La Universidad de San Carlos de Guatemala funcionaba en ese entonces bajo la dirección del Ministerio de Instrucción Pública. En 1926 al producirse la reorganización de la Universidad, con la separación de la Facultad de Medicina y Cirugía de la de Farmacia, fue establecida la Escuela de Odontología como una unidad de la Facultad de Ciencias Médicas. Posteriormente, el 1 de abril de 1940, se creó la Facultad de Odontología por Decreto Gubernativo No. 2336. Su Junta Directiva se instaló el 9 de abril y tuvo como sede el edificio que ocupaba anteriormente la Escuela Dental”.¹

¹ Universidad de San Carlos de Guatemala. Curriculum de la Facultad de Odontología, USAC. http://www.usac.edu.gt/fdeo/biblio/leyesynormas/curriculum_fdeo.pdf. Consulta: 28 de mayo de 2014.

1.1.2. Misión

“La Facultad de Odontología es una unidad académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, responsable de brindar una formación académica integral, de alta calidad y actualizada al recurso humano en el área del conocimiento estomatológico, con valores éticos, especialmente de responsabilidad y compromiso con el desarrollo sostenible nacional y regional, teniendo en cuenta la diversidad cultural, social y lingüística del país. Asimismo, se propone plantear propuestas de solución a la problemática nacional en materia de salud estomatológica y contribuir al desarrollo nacional a través del aporte de profesionales dedicados al servicio, la investigación y la aplicación de la innovación tecnológica, respaldados por una organización administrativa que da continuidad y fluidez a los procesos”.²

1.1.3. Visión

“La Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es la Unidad Académica en educación superior de mayor trayectoria como formadora de profesionales certificados y acreditados en el campo de la Estomatología. Es una facultad altamente competitiva, involucrada y comprometida de forma institucional con el contexto nacional en la solución de los problemas estomatológicos que afronta la sociedad guatemalteca. Cuenta con personal docente y administrativo calificado e identificado con los fines y principios de la Universidad de San Carlos de Guatemala, que atiende con amabilidad, respeto y profesionalismo a las personas que demandan nuestros servicios de salud. Además genera e impulsa políticas e iniciativas de ley, promoviendo y desarrollando proyectos de impacto social en materia de salud

² Universidad de San Carlos de Guatemala. Catálogo de estudios 2008 de la Facultad de Odontología. <http://www.usac.edu.gt/catalogo/odontologia.pdf>. Consulta: 28 de mayo de 2014.

bucal. Como institución se inserta en el contexto educativo nacional e internacional con programas de formación académica de pregrado y posgrado, fomentando el intercambio y actualización constantes con centros de formación e investigación a nivel nacional, regional e internacional”.³

1.1.4. Servicios que realiza

El objetivo primordial de la Facultad de Odontología es proporcionar las condiciones necesarias para que el estudiante obtenga los conocimientos y desarrolle habilidades intelectuales y psicomotoras, hábitos y actitudes esenciales para el ejercicio de una estomatología técnica, científica, ética y socialmente adecuada para Guatemala, que tome en consideración el ambiente total y que otorgue los servicios de salud estomatológicos más eficaces y eficientes, tanto de carácter individual como colectivo.

La Facultad de Odontología también cuenta con un servicio de clínica dental a disposición de la población guatemalteca. Este servicio es clasificado como de tipo social-académico-docente ya que los tratamientos son efectuados por estudiantes denominados odontólogos practicantes (OP) que cursan cuarto o quinto año de la carrera. Los estudiantes se encuentran bajo la supervisión de la Coordinación de Dirección de Clínicas y son dirigidos por docentes altamente calificados.

1.2. Descripción de las necesidades

La Facultad de Odontología ha contemplado desde hace varios años la automatización de los procesos clínicos dentro de la unidad de Odontopediatría

³ Universidad de San Carlos de Guatemala. Catálogo de estudios 2008 de la Facultad de Odontología. <http://www.usac.edu.gt/catalogo/odontologia.pdf>. Consulta: 28 de mayo de 2014.

a través de la implementación de un sistema informático. La mayoría de dichos procesos se registran de una forma obsoleta. Además se maneja una gran cantidad de datos de forma descentralizada, lo cual limita que se gestionen de una forma óptima. Dicho sistema no había podido ser desarrollado debido a falta de recursos, resistencia al cambio, falta de personal capacitado, entre otras dificultades.

Se identificaron las siguientes necesidades:

- Agilizar la creación de la ficha clínica: la creación de una ficha clínica autorizada para el control de un paciente requiere la intervención de varias personas. Estas personas llenan datos generales, como la fecha de creación y número de registro de paciente, por mencionar algunos, generando así una pérdida de tiempo para el estudiante.
- Simplificar la ficha clínica: para respaldar la información de la ficha clínica, se manejan documentos adicionales llamados “hojas de doble control”. La función de estas hojas es que los estudiantes cuenten con una constancia adicional de lo que ejecutan en su práctica clínica, además sirven como un borrador antes de escribir los datos en la ficha clínica. Todo este manejo de papeles hace que la ficha sea más voluminosa y compleja.
- Organizar los pagos: el hecho de no contar con un sistema automático, provoca que existan problemas con el control de pagos, por ejemplo: cálculo incorrecto del saldo de cada ficha, pagos dobles por cada tratamiento, entre otros.
- Autenticar firmas: es muy común que los estudiantes inescrupulosos intenten realizar fraude falsificando firmas. Para evitar estos fraudes en el registro de cada uno de los tratamientos y otras actividades, se requiere de un sistema de autenticación confiable.

- Seguridad e integridad de la ficha clínica: asegurar que no se pierdan, deterioren o alteren los registros asociados a este documento. Debido al manejo del papel, las fichas clínicas se van deteriorando con el tiempo.
- Generación de un reporte automatizado de tratamientos finalizados: para contabilizar los tratamientos realizados por un estudiante dentro de la Clínica. Este conteo es necesario para su paso al Ejercicio Profesional Supervisado. Actualmente se revisa cada una de las fichas clínicas archivadas, lo cual es algo bastante tedioso y toma mucho tiempo.
- Digitalizar las radiografías: la Facultad de Odontología cuenta con una unidad de radiología en donde se realiza la captura de radiografías dentales. estas radiografías son numerosas, aproximadamente doce, las cuales se adjuntan a la ficha clínica aumentando su volumen.
- Reportes varios: dentro de la Clínica de Odontopediatría, se maneja un conjunto de procesos, los cuales generan información, la cual al ser analizada en conjunto con un sistema de gestión, ayudaría a conocer más a fondo su comportamiento.
- Capturar fotografía del paciente: para algunos padecimientos odontológicos es importante que se realicen fotografías, por lo que se requiere que estas estén disponibles junto a la ficha clínica.
- Controlar los turnos de docentes: requerido para asegurar que los docentes estén organizados y así lograr que cada uno reciba una carga de trabajo equitativa.
- Manejo de información del personal administrativo: se carece de un sistema para almacenar la información básica de los trabajadores dentro de la Clínica de Odontopediatría.
- Centralizar la información de los pacientes: necesaria para un mejor control y generación de estadísticas sobre toda actividad realizada dentro de la Clínica.

- Estandarizar la nomenclatura de la ficha clínica: para facilitar su lectura y evaluación por parte de los docentes.
- Control de tareas administrativas: se requiere organizar las actividades relacionadas con la ficha clínica. cada trabajador dentro de la clínica tendrá acceso a tareas explícitamente asignadas.
- Imparcialidad para asignar las revisiones de la ficha clínica: muchos estudiantes suelen escoger a los docentes que evalúan su trabajo, lo que provoca que haya desorden y más carga de trabajo para algunos supervisores.
- Asignación automática de material para los tratamientos: para la entrega del material en los dispensarios no existe una supervisión y clara organización, lo que da cabida a gastos múltiples de material, generando pérdidas para la institución.
- Infraestructura para la implementación de un sistema de gestión: la Facultad de Odontología está iniciándose en la evolución hacia la sistematización de sus procesos, por lo que carece de recursos tecnológicos.
- Verificación y organización en el departamento de esterilización.
- Estandarización de los formatos para llevar los registros de la ficha clínica.
- Control de las citas de los pacientes: es importante mantener organizadas las fechas y horarios en los cuales se efectúan los tratamientos y las evaluaciones.
- Organización en cuanto al uso de unidades dentales: las unidades dentales son un recurso crítico al momento de realizar los tratamientos. Organizar la reservad de unidades asegura la optimización del tiempo productivo de los estudiantes.

1.3. Priorización de las necesidades

Se organizaron las necesidades dentro de la Clínica de Odontopediatría y se determinó las que poseen mayor relevancia. Con la información anterior se determinó el alcance del proyecto a desarrollar en los próximos seis meses.

Tomando en cuenta cada una de las necesidades enumeradas en el inciso anterior, se hace imprescindible el manejo de una ficha clínica en formato digital dentro de un sistema de gestión (como sistema piloto dentro del Departamento de Odontopediatría), el cual provea una solución a la mayoría de fallas y necesidades identificadas.

Dicho sistema debe ser efectivo, eficiente y robusto, ya que estará fuertemente ligado a los objetivos que persigue la Facultad de Odontología. Además, debe ser bastante intuitivo y familiar, para que los docentes y demás usuarios no tengan dificultad en utilizarlo.

El criterio preponderante para dar prioridad a las necesidades es la medida en que afecta a los registros de la ficha clínica, por lo que básicamente se englobarían las tareas de creación, modificación y análisis de información de la ficha clínica. Para realizar esta priorización, fue muy importante contar con la opinión por parte de personas expertas en materia estomatológica, en este caso el director del departamento.

Existen muchas necesidades en cuanto a las actividades que envuelve la ficha clínica, pero se da una mayor prioridad a aquellas que quedan registradas dentro de la misma. Básicamente se persigue la creación de un sistema con las características que proporciona una ficha clínica normal.

Por último, quedan con menor prioridad todas aquellas tareas que no queden plasmadas en la ficha clínica, como por ejemplo la esterilización de los materiales, entre otros, quedando delegadas para futuros proyectos.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Descripción del proyecto

Para mejorar el control de los procesos clínicos dentro del Departamento de Odontopediatría, fue necesario el desarrollo de un sistema de gestión que automatizara la digitalización de la información generada por la práctica clínica. Dicho sistema permite tener un control integral de la información generada por los procedimientos que forman parte del servicio odontológico pediátrico brindado por la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El proyecto fue diseñado y construido en forma modular e incremental. Es capaz de aceptar la integración de subsistemas y el desarrollo de nuevos módulos que amplíen la funcionalidad inicial del sistema.

El alcance del proyecto comprende el desarrollo de la funcionalidad relacionada con la digitalización de la ficha clínica (fases 1, 2, 3, 4, 5 y ejecución) y la integración del pago de tratamientos dentales. Es importante mencionar que la construcción del software implica la elaboración de módulos de gestión que incluyen la funcionalidad del administrador del sistema y director de clínicas. El sistema contribuye a mejorar las siguientes problemáticas generales:

- Necesidad de documentos físicos para documentar la historia médica del paciente (ficha clínica).

- Utilizar documentos extras que respalden la información de la ficha clínica (hojas de doble control).
- Falsificación de firmas en revisiones y validaciones.
- Sobrecarga de trabajo para algunos docentes-revisores debido a la preferencia del estudiantado.
- Información descentralizada de tratamientos, aranceles, estudiantes, docentes y más.
- Dificultad para consolidar los requisitos de EPS completados por un odontólogo-practicante.
- Dificultad en el control de planes y ejecución de tratamientos.
- Lentitud en el proceso de generación de número de registro de paciente y entrega de la ficha clínica.
- Falta de estandarización de nomenclatura, nombres y precios de tratamientos dentales.

El desarrollo de la digitalización de la ficha clínica y el módulo de pago de tratamientos dentales fue distribuido, planificado, elaborado e integrado por módulos de trabajo. Cada módulo finalizado fue sometido a pruebas unitarias y de aceptación para luego ser integrado al resto de la funcionalidad.

El sistema de gestión fue desarrollado sobre un ambiente web utilizando tecnología de punta. Fue desplegado sobre una infraestructura provista por la Facultad de Odontología y se implementaron interfaces de comunicación con sistemas afines que proveen información y complementan la funcionalidad del producto.

2.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto

La investigación preliminar comprende el estudio del funcionamiento de los procesos y procedimientos antes de la implementación del software. Esto permite determinar las necesidades que dan origen al sistema. Esta fase determina el enfoque del diseño y solución del proyecto.

2.2.1. Análisis del proceso actual

Para completar esta fase fue necesario programar reuniones con los interesados y realizar visitas al centro de operaciones del Departamento de Odontopediatría de la Facultad de Odontología.

El objetivo principal es conocer el funcionamiento actual del sistema y la forma en que interactúan todos sus componentes. En este momento no se piensa en una solución a la problemática, únicamente se analiza y comprende cada flujo. Es importante no solo obtener los flujos principales, sino estudiar las posibles variaciones y opciones alternas.

Después de suficientes visitas y reuniones con los interesados, se determinó la existencia de los siguientes subsistemas:

- **Contratos:** contempla la inscripción inicial de un paciente, la asociación a un estudiante practicante y la generación de un contrato.
- **Práctica clínica:** incluye todo el proceso clínico que realiza el odontólogo practicante al paciente, iniciando con la generación del número de registro y terminando con la finalización de la ficha clínica. Se incluye el control de los requisitos de EPS completados.

- Control de almacén y dispensarios: incluye todos los procesos involucrados en la entrega de material odontológico a los estudiantes para la ejecución de tratamientos.
- Módulo de caja: registra los pagos realizados por los pacientes de la Clínica Dental de Odontopediatría.

Al completar la investigación preliminar y la recopilación de necesidades iniciales, el subsistema de contratos fue el único capaz de proveer una solución automatizada y digital dentro del Departamento de Odontopediatría.

La documentación generada por la ejecución de la práctica clínica es completamente manual. No existe ningún proceso digital o automatizado. La información es registrada en hojas de papel, existen procedimientos redundantes y los resultados están descentralizados.

Este proyecto se centró en la concepción, análisis, diseño, construcción y despliegue de una solución que permite automatizar la digitalización de la documentación generada por la ejecución de la práctica clínica.

Práctica clínica

La práctica clínica es un servicio efectuado por odontólogos practicantes (OP) que cursan cuarto o quinto año de la carrera. Los estudiantes se encuentran bajo la supervisión de la Coordinación de Dirección de Clínicas y son dirigidos por docentes altamente calificados.

Luego de que un paciente es inscrito y realiza el pago de su contrato, se solicita en Secretaría la generación del número de registro y la emisión de una ficha clínica para el control de su historia médica odontológica. Se llamará

práctica clínica a todo el proceso comprendido luego de la generación de la ficha, hasta su finalización.

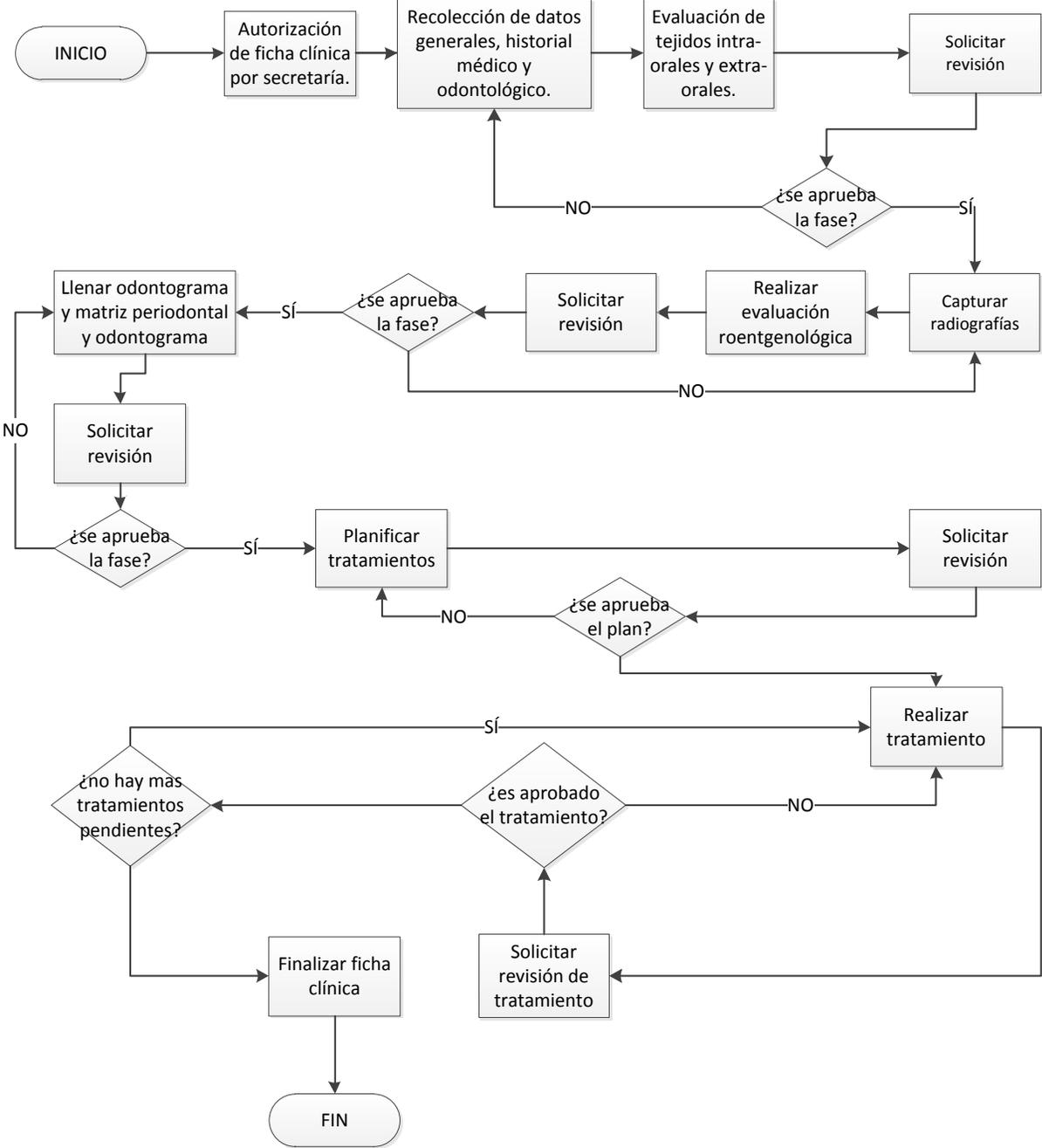
El flujo básico de la práctica clínica se describe de la siguiente forma:

- Secretaría genera un número de registro del paciente y emite una ficha clínica para el control del proceso odontológico. Esta acción toma dos días hábiles para ser completada.
- El estudiante inicia con la recolección de los datos generales del paciente, incluyendo su historial médico y de tratamientos odontológicos.
- En este paso el estudiante realiza una evaluación visual y palpación de los tejidos extra e intra-orales del paciente. Anota toda la información en una sección de la ficha clínica.
- El estudiante solicita a un docente supervisor que le apruebe el contenido de los dos pasos anteriores. El docente firma la ficha clínica para hacer constar de que le dio el visto bueno.
- En esta fase se capturan las radiografías dentales de los pacientes. Se realiza la evaluación roentgenológica con base en la inspección visual de los resultados. El estudiante tiene que llenar una hoja de doble control de la evaluación realizada.
- El estudiante solicita nuevamente la aprobación de un docente supervisor. Firma la ficha clínica y la hoja de doble control.
- Con la información recolectada hasta el momento, deja plasmado en un odontograma impreso el resultado de la evaluación de las estructuras dentarias. Se emite un diagnóstico. Vuelve a ser necesario el uso de hojas de doble control.
- Se solicita a un supervisor la aprobación del odontograma. El docente debe firmar la ficha clínica y las hojas de doble control utilizadas.

- Hasta este punto, el practicante compila toda la información recolectada hasta el momento y elabora un plan de tratamiento. Es importante que es manual, por lo que debe investigar por su cuenta el nombre de los tratamientos posibles y su valor actual. Genera un plan de tratamiento y un presupuesto. Vuelve a ser necesario el uso de hojas de doble control.
- El estudiante debe solicitar la revisión del plan del tratamiento y el presupuesto a un docente supervisor. El profesor firma la ficha clínica y las hojas de doble control. Cada cambio al plan debe ser aprobado por un docente.
- Ejecución de tratamientos. En este punto, el estudiante lleva a cabo el plan de tratamiento definido en el paso anterior. Es importante mencionar que el plan de tratamiento puede ir cambiando en el tiempo, pero cada cambio necesita la aprobación de un docente supervisor. Idealmente el paciente debería pagar el valor del tratamiento antes de recibirlo, pero no funciona de esa manera actualmente, lo que provoca que existan muchos tratamientos ejecutados y no cancelados.
- Cada tratamiento debe ser aprobado por un supervisor. El profesor debe firmar la ficha clínica y las hojas de doble control necesarias.
- Al terminar la ejecución del plan de tratamiento, el estudiante solicita que se dé por finalizada la ficha clínica. El director de clínica debe revisar toda la información recolectada (es una gran cantidad de hojas, incluyendo radiografías, hojas de doble control, contrato y la ficha clínica), estudiarla y marcarla como aprobada. Una ficha aprobada se convierte en un paciente integral en el conteo de requisitos de EPS para el estudiante, lo que significa que los tratamientos ejecutados en esa ficha son tomados en cuenta para el conteo final de requisitos.
- El estudiante puede ingresar un nuevo paciente. Únicamente puede tener dos niños al mismo tiempo.

- Al terminar los requisitos de pacientes integrales, exámenes de ingreso y tratamientos ejecutados, el estudiante se dirige con el director de clínica para validar la finalización de la práctica clínica. El director debe revisar cada ficha del estudiante, hojas de doble control, radiografías, etc.
- Si el estudiante completa los requisitos de EPS, el director emite una constancia de finalización de la práctica clínica.

Figura 1. Flujo de la práctica clínica



Fuente: elaboración propia.

2.2.2. Análisis FODA

El análisis FODA permitió estudiar la viabilidad del proyecto y las condiciones a tomar en cuenta antes, durante y al final del desarrollo del proyecto.

Fortalezas

- Apoyo de las autoridades principales de la Facultad de Odontología y la Dirección de Clínicas.
- Procesos claramente definidos y bien documentados para el control de la práctica clínica.
- Disposición para la adquisición de la infraestructura necesaria para la implementación y puesta en marcha del proyecto.
- Se cuenta con personal altamente capacitado para la concepción, construcción y despliegue del proyecto.

Debilidades

- Falta de personal capacitado para dar soporte y mantenimiento al sistema.
- El proyecto depende de otros sistemas para ser puesto en producción con la funcionalidad completa.
- El proyecto debe iniciarse desde cero. No existe un ambiente de desarrollo, pruebas y capacitación.

Oportunidades

- El rector de la Universidad de San Carlos de Guatemala pertenece al gremio de odontólogos de Guatemala.
- La Facultad de Ingeniería envía estudiantes de manera regular para completar e iniciar proyectos de EPS en las distintas unidades académicas.

Amenazas

- Cierre de la Universidad de San Carlos de Guatemala. No permitiría realizar la recopilación de requisitos y la implementación del sistema.
- Resistencia al uso del sistema. Por mucho tiempo los procesos y procedimientos se han trabajado de forma manual. La resistencia es un riesgo que debe controlarse con el apoyo de las autoridades de la Dirección de Clínicas.
- Atraso en la instalación de la infraestructura de red dentro de la Clínica de Odontopediatría.

2.3. Solución del proyecto

A continuación se describe el proceso de la elaboración del sistema de gestión de la ficha clínica.

2.3.1. Metodología de desarrollo

A causa de la dimensión de este proyecto y el número de desarrolladores, se decide optar una metodología ágil: Scrum. El desarrollo se compone de las siguientes etapas:

- Definición de la pila de producto
- Planificación del *sprint*
- Scrum diario
- Terminación y revisión del *sprint*
- Actualización de la pila de producto
- Próximo *sprint*

Definición de la pila de producto

Se realiza al inicio del proyecto. Consiste en la definición inicial de un listado de requerimientos realizado por el dueño del producto. En este momento esta lista define el trabajo a realizar y delimita el producto a entregar.

Planificación del sprint

Consiste en definir las funcionalidades a desarrollar en la siguiente iteración. El equipo de trabajo y el dueño del producto seleccionan los requerimientos que trabajarán y que se comprometen a entregar al final de la iteración.

Scrum diario

Es una actividad diaria realizada entre el equipo de trabajo. Esto permite ponerse a al tanto de los avances logrados por cada miembro. También es un momento importante para aclarar dudas o problemas técnicos. Promueve el apoyo técnico y motivacional.

Terminación y revisión del sprint

Al finalizar cada *sprint* se valida con el usuario la funcionalidad completada. Es importante aclarar que un *sprint* tiene una duración definida y nunca puede alargarse. Cada característica realizada es validada por el asesor de la institución.

Actualización de la pila

Al finalizar cada *sprint*, se actualiza las funcionalidades finalizadas en la pila del producto.

Próximo sprint

Para el *sprint* próximo se refinaba la pila del producto y definir nuevamente las funcionalidades que deberán completarse. Existió una retroalimentación constructiva del trabajo realizado en el primer *sprint*.

Delegación de tareas

Cada desarrollador se enfocó en las áreas de la arquitectura en las cuales tenía más experiencia, lo cual promovía una forma de trabajo más eficiente.

2.3.2. Arquitectura

Para disponerse a realizar la solución, se analizó cual era la forma óptima de organizar el desarrollo del sistema, la cual fue la implementación de una arquitectura de multicapa. Para implementarla se hizo uso de tecnologías de código abierto.

Dicha metodología permite una organización, la cual delimita de forma precisa las funcionalidades dentro del sistema. Se manejaron las entidades de negocio, las cuales no son más que un conjunto de características que representan una entidad en los procesos de determinado sistema.

2.3.2.1. Capa de acceso a datos

Tiene como objetivo principal realizar las operaciones básicas de acceso a la base de datos: creación, lectura, búsqueda, eliminación y actualización. Se hizo uso de procedimientos almacenados para aumentar la seguridad. Los elementos utilizados para su construcción fueron: JDBC y Postgresql. Algunos elementos relevantes dentro de esta capa son:

Funciones

Encapsulan las consultas y están escritas en lenguaje SQL. Están alojadas en el manejador de base de datos, por lo que se considera el nivel más bajo dentro de la aplicación. Las funciones tienen como entradas los parámetros necesarios para lograr completar el propósito de la misma. Suelen ser genéricas, lo cual significa que pueden ser utilizadas con diferentes propósitos para la capa inmediatamente superior.

Conexiones

Permiten establecer comunicación entre el servidor de aplicaciones y el manejador de base de datos. Para esta arquitectura, las conexiones se limitan a ser referenciadas ya que no pueden ser creadas ni destruidas dentro de esta capa.

Resultado

Es un conjunto de atributos por los cuales se indica si la ejecución de la función fue exitosa o no. Se incluye información adicional si es necesaria, como por ejemplo descripciones de excepciones o llaves primarias generadas posteriormente a una inserción.

Lista de entidades

Opcionalmente se utiliza una lista enlazada, conformada por entidades de negocio, que resultan de la ejecución de una consulta. Esta lista es entregada a la capa superior.

Entidades

Utilizadas para empaquetar información y enviarla a la capa de lógica de negocio. También pueden ser desempaquetadas para ser usadas por esta capa.

2.3.2.2. Capa de lógica de negocio

Maneja las operaciones necesarias para completar una operación dentro del sistema. Puede hacer uso de una o más funciones de la capa de acceso a datos. Administra todas las condiciones y reglas que implica cada proceso. Se puede comunicar con las capas de acceso a datos y las capas de usuario. Los elementos que la componen son:

Entidades

Encierran información que viaja de forma bidireccional a las capas de acceso a datos y de presentación. En esta capa, las entidades no pueden ser creadas o destruidas, simplemente son referenciadas.

Conexiones

Aunque sean administradas por el manejador de base de datos, las conexiones dentro de esta capa juegan un papel muy importante. Aquí son creadas y referenciadas a distintas instancias de la capa de acceso a datos según sea necesario. Debido a que pueden existir flujos complejos, puede haber errores en una de estas instancias, lo que ocasionaría inconsistencia en la base de datos. Para evitar esto, se manejan las instrucciones que desechan o comprometen transacciones, usando las órdenes *commit* y *rollback*.

Métodos

Realizan todas las validaciones necesarias para completar una función dentro del sistema. Reciben una entidad de negocio, la cual debe ser procesada para determinar su validez dentro del sistema.

Lista de resultados

Son referenciadas por esta capa y enviadas a la capa de presentación. Contienen entidades de negocio resultado de una operación, generalmente una consulta.

Resultado

Contienen una descripción sobre el resultado de la operación solicitada, por lo que esta descripción se genera en esta capa. No contienen mensajes de error técnicos, ya que esto podría representar un riesgo para el sistema.

2.3.2.3. Capa de presentación

Se encarga de procesar y empaquetar la información dentro de las entidades de negocio, las cuales recibe la capa de lógica de negocio, al interactuar de forma directa con el usuario. Por otro lado distribuye información y le da formato para su posterior presentación al usuario. Los elementos utilizados para esta capa fueron: Java Servlet y Javaserver Pages.

Java Servlet

Es una tecnología que expande las posibilidades para un servidor web. Proveen métodos basados en componentes para construir aplicaciones web, sin las desventajas de los programas tradicionales conocidos como CGI. A diferencia de otras tecnologías, no dependen de una plataforma en específico para ser ejecutados. Estos componentes tienen acceso a todas las funcionalidades que ofrece Java API, lo cual permite que sean bastante flexibles para cualquier tarea que se desee realizar. Además también pueden acceder a bibliotecas específicas para HTTP, creando soluciones robustas basadas en el lenguaje de programación Java. En la arquitectura implementada en este proyecto, se utilizaron para recepción de parámetros y respuestas hacia el cliente. Cada *servlet* encierra un conjunto de funcionalidades específico, relacionado directamente con una entidad de

negocio. La utilización de estos promueve una arquitectura de sistemas orientada a servicios.

Javaserer Pages

Páginas dinámicas basadas en HTML. Permiten generar contenido acorde a lo que el usuario quiere visualizar. Es aquí que llega toda la información, la cual tiene un significado para el usuario, por lo que es el elemento más alto dentro de la arquitectura. Sin embargo, las páginas de este tipo proporcionan una funcionalidad muy básica para representar la información en un navegador web.

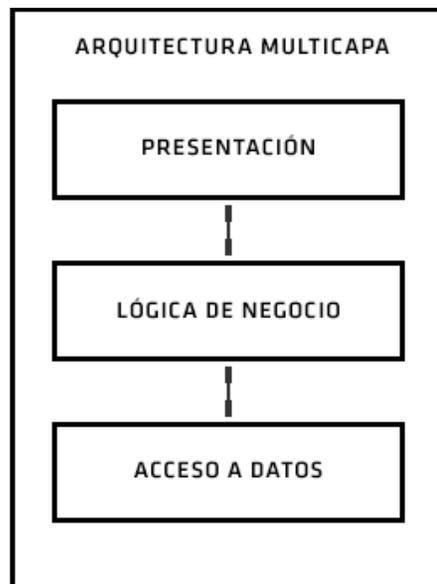
Debido a que el sistema deber ser accesible desde dispositivos móviles se añadieron los componentes del *framework* Bootstrap, escrito en HTML5, JavaScript y CSS, el cual ofrece una experiencia de uso innovadora. El sistema está desarrollado con una interfaz de usuario compatible con navegadores web. A través de esto, se busca una mayor compatibilidad en distintas plataformas. Es decir que no importa desde qué dispositivo o equipo se acceda al sistema, este siempre se verá de una forma cómoda, que no interfiera en la ejecución de las tareas rutinarias.

Uno de los impactos benéficos más importantes dentro del sistema basado en esta arquitectura, es el hecho de que al no mezclarse funcionalidades de cada capa, el mantenimiento es mucho más sencillo. Además, las tecnologías utilizadas por la capa de presentación permiten que el sistema se comunique con otras entidades (incluso otros sistemas). Por otro lado, se pueden hacer cambios de tecnologías usadas en cada capa, ya que son independientes entre ellas.

Resultado

Al finalizar todas las operaciones en cada capa, se envía al cliente una estructura de información en formato JSON. Este estándar permite la realización de llamadas asíncronas entre el cliente y el servidor.

Figura 2. **Diagrama de arquitectura**

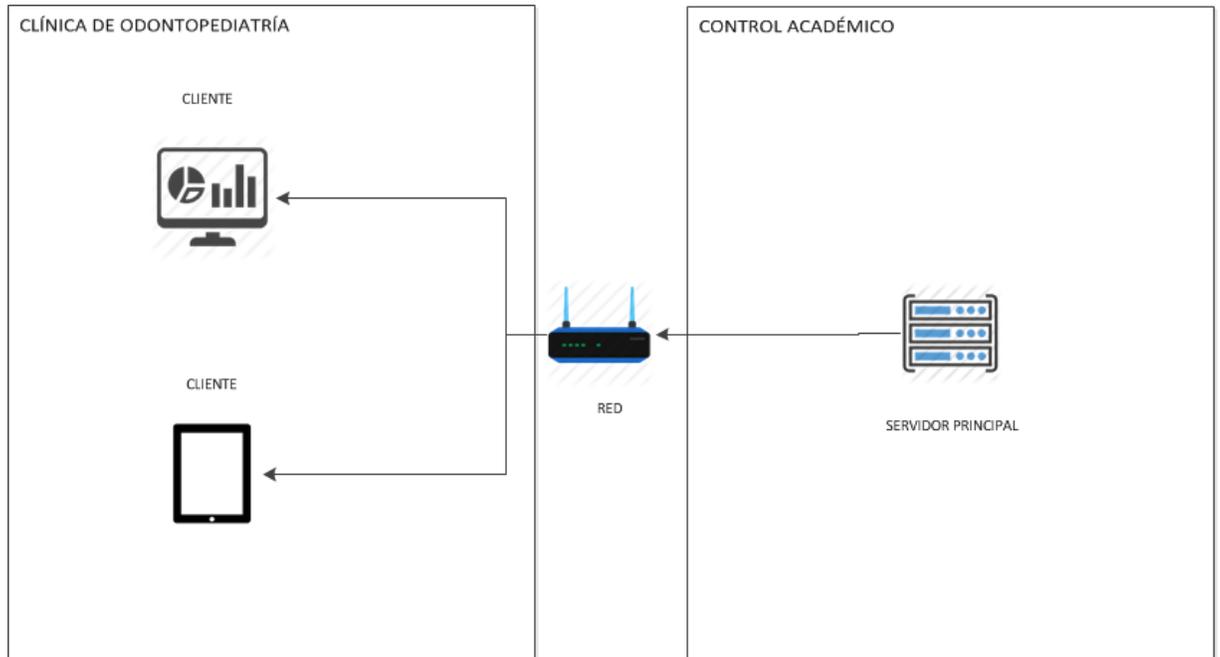


Fuente: elaboración propia.

2.3.3. Infraestructura

Para la implementación del sistema, es necesario que se disponga de un conjunto de dispositivos instalados de forma estratégica. Dicha infraestructura tiene como objetivo principal proveer una conexión rápida y fiable entre los dispositivos de usuario final y el servidor.

Figura 3. Diagrama de infraestructura



Fuente: elaboración propia.

- Servidor principal: alojará el servidor de aplicaciones y los datos. Necesita los recursos para manejar una cantidad de concurrencia de hasta decenas de peticiones al mismo tiempo.
- Infraestructura de red: indispensable para la comunicación entre el cliente y el servidor principal. Debido a que los clientes se encontrarán distribuidos a lo largo del edificio, se requieren puntos de acceso inalámbrico. Esta parte no fue tomada en el proyecto directamente, debido a que requiere una inversión de tiempo considerable, sin embargo, se prevé su implementación

2.4. Costos del proyecto

La siguiente tabla muestra el detalle del costo de elaboración del sistema. El proyecto inició con la recolección de requerimientos, seguido del análisis, diseño, construcción e implementación del software. Tiempo de duración: seis meses.

Tabla I. Costos del proyecto

Recurso	Cantidad	Costo Unitario	Subtotal
Gerente de proyecto (6 meses)	1	Q10 000,00/mes	Q60 000,00
Analista de sistemas (5 meses)	1	Q8 000,00/mes	Q40 000,00
Desarrollador (5 meses)	2	Q6 000,00/mes	Q60 000,00
Documentador (1 mes)	1	Q5 000,00/mes	Q5 000,00
Servidor	1	Q7 863,00	Q7 863,00
Lectores de huella	4	Q2 750,00	Q11 000,00
Servidor de versiones (6 meses)	1	Q56,00/mes	Q336,00
Energía eléctrica (6 meses)	--	Q50,00/mes	Q300,00
		Total	Q184 499,00

Fuente: elaboración propia.

2.4.1. Recursos humanos

- Gerente de proyecto: tiempo aproximado de 6 meses, trabajando 4 horas diarias de lunes a viernes. Es la persona encargada del planeamiento, ejecución y despliegue del sistema. Trata directamente con los interesados y participa del diseño de la solución.
- Analista: tiempo aproximado de 5 meses, trabajando 4 horas diarias de lunes a viernes. Se encarga de convertir las necesidades en requerimientos. Diseña la arquitectura y cada una de las funcionalidades del sistema. Supervisa la integración de los módulos.

- Desarrolladores: 20 semanas de desarrollo trabajando 4 horas diarias de lunes a viernes. Se requiere de dos personas. Son los encargados de codificar los procesos diseñados por el analista. Tienen a su cargo las pruebas y la integración de los módulos.
- Documentador: 1 mes trabajando 4 horas diarias de lunes a viernes. Realiza la documentación técnica y de usuario. Describe de forma exhaustiva la funcionalidad del sistema.

2.4.2. Recursos materiales

- Servidor principal: computador utilizado para hospedar los datos y servicios necesarios para la ejecución del proyecto.
- Cuatro lectores de huella Digital Persona: utilizados en la captura y verificación de muestras y patrones dactilares.
- Servidor de versiones: Amazon Web Services y Subversion. Fueron utilizados para llevar el registro de los cambios en el software y la documentación del proyecto.
- Energía eléctrica: consumo total de energía en el desarrollo y despliegue del sistema.

2.5. Beneficios del proyecto

Generales

- No más documentos en papel. La Clínica de Odontopediatría se coloca al nivel de universidades de Chile, México y España.
- Seguridad de la información generada por la práctica clínica.
- Información centralizada. Procesos maduros generan datos confiables.
- Los pacientes tendrán acceso a un mejor servicio.

Dirección de clínicas

- El director de clínica puede consultar la información de estudiantes y docentes desde un mismo lugar y de forma centralizada.
- Toda la información de los pacientes, incluyendo el detalle de la ficha clínica, está disponible en cualquier momento, a cualquier hora y en un mismo lugar.
- El total de requisitos de EPS completado por un odontólogo practicante es calculado automáticamente por el sistema.
- Eliminación de casos de fraude en revisiones y validaciones. Procesos transparentes.
- Estandarización de tratamientos, nomenclaturas, precios, etc.
- Tener centralizada la información de la práctica clínica facilita la implementación de un sistema de reportes. La información generada puede ser utilizada para realizar estudios y contribuir en la toma de decisiones estratégicas.

Docentes

- Se elimina cualquier proceso que permita la falsificación de firmas. Se actualizaron los procedimientos utilizando tecnología de punta.
- Distribución de la carga de revisiones. Gracias a la implementación de un complejo algoritmo de balanceo, cada solicitud de revisión es procesada para asignar el mismo trabajo a todos los docentes disponibles.
- No existen hojas de doble control. Cada solicitud de revisión se valida una única vez.

Estudiantes

- Se eliminan los expedientes físicos. Toda la información de los pacientes y la práctica clínica se encuentra centralizada en un mismo lugar.
- El expediente de los pacientes es accesible en cualquier momento dentro de la Clínica de Odontopediatría.
- Generación automática del número de registro del paciente y su ficha clínica al completar el pago del contrato.
- Se elimina la necesidad de hojas de doble control.
- Se reduce la cantidad de firmas y revisiones por ficha clínica.
- Conteo automático de requisitos de EPS completados hasta el momento de la consulta.
- Los tratamientos y sus precios están centralizados y estandarizados en el sistema. Ya no habrá necesidad de ingresarlos manualmente.

3. SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRÁCTICA CLÍNICA

El sistema se compone de 4 módulos principales. Cada módulo agrupa un listado de funcionalidades que describen las opciones disponibles para cada uno de los cuatro roles principales en la práctica clínica:

- Administrador del sistema
- Estudiante
- Docente
- Director de clínica

3.1. Administrador

El módulo administrativo incluye toda la funcionalidad necesaria para gestionar el comportamiento del sistema. El usuario administrador es capaz de manipular los parámetros de configuración, crear roles, usuarios, consultar la bitácora, etc.

3.1.1. Gestión de roles

Tiene como propósito agrupar funcionalidades y permisos que luego serán asociados a un usuario. Un rol puede ser asignado a múltiples usuarios, pero cada usuario posee un único rol. La gestión de roles contiene la siguiente funcionalidad:

- Creación: crea un nuevo rol en el sistema. Al momento de la creación no tiene ninguna funcionalidad asociada. El nombre debe ser único.

- Consulta: muestra la información de los roles creados desde el sistema.
- Eliminación: elimina de forma permanente un rol del sistema.
- Modificación: esta función cambia la información de un rol. Únicamente puede modificarse el nombre y la descripción.
- Asignación de funciones: permite definir las funcionalidades sobre las cuales tendrá acceso el usuario asociado al rol.

3.1.2. Gestión de usuarios

Los usuarios representan a las personas que utilizarán el sistema en funciones administrativas-internas. Los usuarios se asocian a un rol, el cual determina qué es lo que puede y no puede hacer dentro del sistema. La gestión de usuarios abarca la siguiente funcionalidad:

- Creación: crea un nuevo usuario en el sistema. Cada usuario tiene las siguientes características:
 - Nombre de usuario: es el nombre que identifica el acceso al sistema. No debe confundirse con el nombre propio. Debe ser único. Se compone únicamente de letras y debe tener una longitud de entre 4 y 15 caracteres.
 - Nombres y apellidos: estos son los nombres y apellidos propios de la persona que va a utilizar el sistema.
 - E-mail: dirección de correo electrónico del usuario.
 - Descripción: en este campo pueden ser colocadas las anotaciones que se consideren necesarias.
 - Contraseña: utilizada para autenticarse dentro del sistema. La contraseña por defecto es el nombre de usuario.
 - Foto de perfil: imagen para asociar a un usuario del sistema con la persona quien lo utiliza.

- Consulta: lista la información de los usuarios creados desde el sistema. Permite realizar una búsqueda avanzada.
- Captura de fotografía: permite capturar y asociar una foto al perfil de un usuario. Puede tomarse directamente desde una cámara web.
- Restablecimiento de contraseñas
- Bloqueo: impide a un usuario el ingreso al sistema.
- Captura de huellas: permite registrar las huellas digitales de un usuario. El registro se completa en dos fases:
 - Captura en el cliente: programa escrito en Java y ejecutado de lado del cliente. Accede al lector de huellas digitales y captura un patrón. Una vez completado el paso anterior, encripta la información de la huella y la almacena en la base de datos.
 - Verificación en el servidor: comprueba la legitimidad de una muestra de huella digital con un patrón existente.
- Ingreso al sistema: permite a un usuario válido el ingreso al sistema. Existen tres tipos de usuarios por defecto: administrativos, estudiantes y docentes. Debido a que las credenciales de estudiantes y docentes se encuentran almacenadas en el sistema de Control Académico, es necesario consumir un servicio web para realizar la validación del ingreso. En el caso de los usuarios de tipo administrativo, la información se encuentra almacenada en la base de datos del sistema utilizando un algoritmo de encriptación.

3.1.3. Administración de parámetros del sistema

Permite configurar el valor de los parámetros del sistema. Las opciones que incluye esta funcionalidad son:

- Consulta: permite visualizar la información de los parámetros del sistema y sus valores actuales.
- Modificación: permite modificar el valor de un parámetro del sistema. Algunos parámetros toman efecto hasta el siguiente inicio de sesión.

3.1.4. Bitácora del sistema

Muestra información de las actividades realizadas dentro del sistema. La página de consulta de bitácora contiene los siguientes elementos:

- Fecha de inicio: se debe seleccionar una fecha válida. Se mostrarán los eventos a partir de esa fecha.
- Fecha de fin: representa la fecha límite de consulta. Se mostrarán los eventos ejecutados entre la fecha de inicio y la fecha de fin.
- Campo de búsqueda: utilizada para filtrar las operaciones de usuario.
- Detalle: información adicional sobre cada evento.
- Paginación: permite indica el número de registros de bitácora que se desean ver en una vista completa de la página.

Figura 4. Consulta de bitácora del sistema

FOUSAC

Bitácora

Inicio / Listar Bitácora

Eventos de la bitácora

2014-10-01 2014-10-31 adminFinanciero Buscar

Mostrar 10 filas por página

	Usuario	Tipo de Operación	Fecha y hora	Función
+	adminFinanciero	Administrativo	2014-10-01 13:41:27	Crea un pedido
+	adminFinanciero	Administrativo	2014-10-01 13:41:51	Crea un pedido

Descripción:
Se realizó un cambio de etapa de pedido

Mostrando la página 1 de 1

← Anterior 1 Siguiente →

Fuente: elaboración propia, con base al sistema de gestión de la práctica clínica.

3.2. Estudiante

Los estudiantes son los usuarios que realizan la captura de la historia odontológica del paciente. El sistema automatiza la digitalización de práctica clínica, incluyendo la ficha clínica, el listado de pacientes, el conteo de requisitos de EPS, etc.

3.2.1. Consulta de pacientes

Muestra la información centralizada de los pacientes ingresados por el estudiante. Dando clic en el registro del paciente se puede acceder a las siguientes opciones:

- Ver ficha clínica: redirige a la opción de administración de la ficha clínica del paciente.
- Ver pagos: muestra el historial de pagos del paciente que han sido abonados a la ficha clínica.

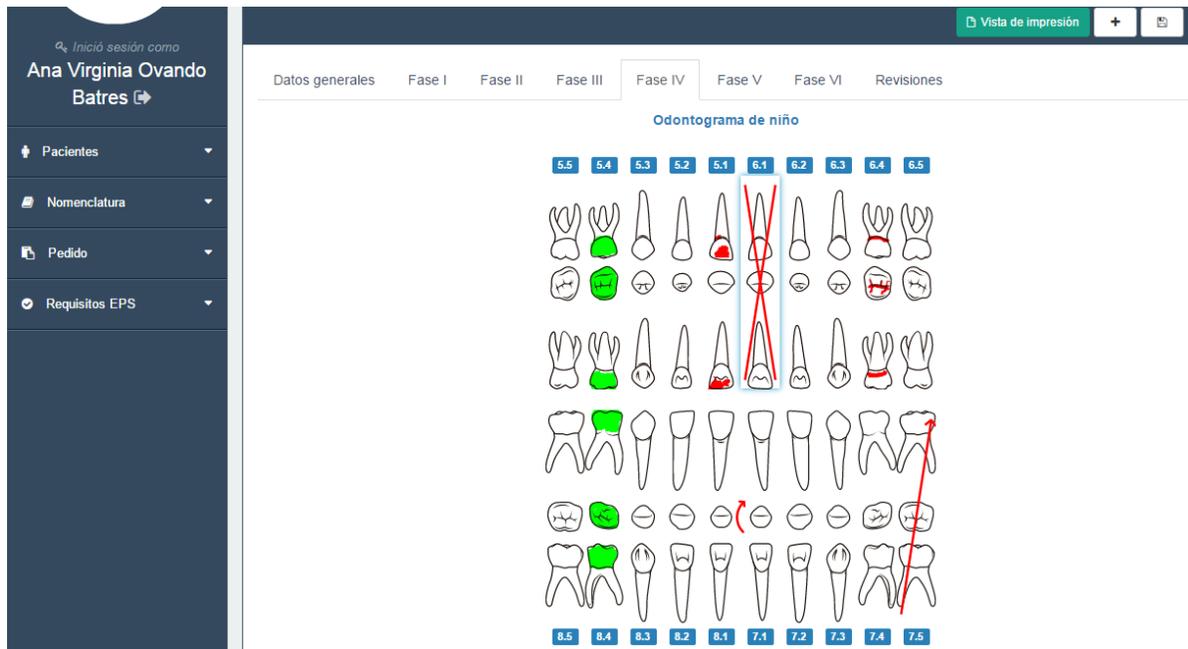
3.2.2. Administración de la ficha clínica

Incluye la digitalización de cada una de las fases que componen el tratamiento odontológico de un paciente integral. Cada paciente ingresado por el estudiante tiene asociada una única ficha clínica con las siguientes opciones:

- Consulta de datos generales: muestra la información general del niño, el encargado y los datos de paciente.
- Fase I: proporciona la interfaz necesaria para capturar la información de los datos generales del paciente, incluyendo su historial médico y de tratamientos odontológicos. El practicante puede guardar, editar y solicitar revisión de esta fase.
- Fase II: permite registrar la información recolectada por medio de la evaluación visual y palpación de los tejidos extra e intra-orales del paciente. El practicante puede editar y solicitar revisión de esta fase.
- Fase III: permite cargar radiografías dentales y poder visualizarlas en una galería de imágenes. El practicante puede editar la información y solicitar revisión de esta fase.
- Fase IV: odontograma digital para que el estudiante pueda representar gráficamente el resultado de la evaluación de las estructuras dentarias. Puede registrar el resultado del diagnóstico del paciente. El practicante puede editar, tanto el odontograma, como la información del diagnóstico. Puede solicitar revisión de esta fase.

- Fase V: creación de un plan de tratamientos y cálculo del presupuesto. Los tratamientos son seleccionados de un listado estandarizado y se consulta el arancel vigente de forma automatizada. El practicante no realiza modificaciones a los precios ni puede alterar el resultado final del presupuesto. Puede realizar cambios en el plan de tratamiento en cualquier momento y pedir revisión de la fase.
- Fase de ejecución: se diseñó la interfaz necesaria para que el estudiante pueda seleccionar los tratamientos autorizados en el plan de tratamientos de la Fase V y marcarlos como ejecutados.
- Revisiones: muestra un historial de revisiones en el cual el estudiante puede verificar el estado y la información de la validación. El siguiente diagrama de flujo muestra la funcionalidad básica de las revisiones dentro de la ficha clínica.
- Vista de impresión: permite visualizar toda la información de la ficha clínica en forma de hoja, lista para imprimir.

Figura 5. **Odontograma digitalizado**



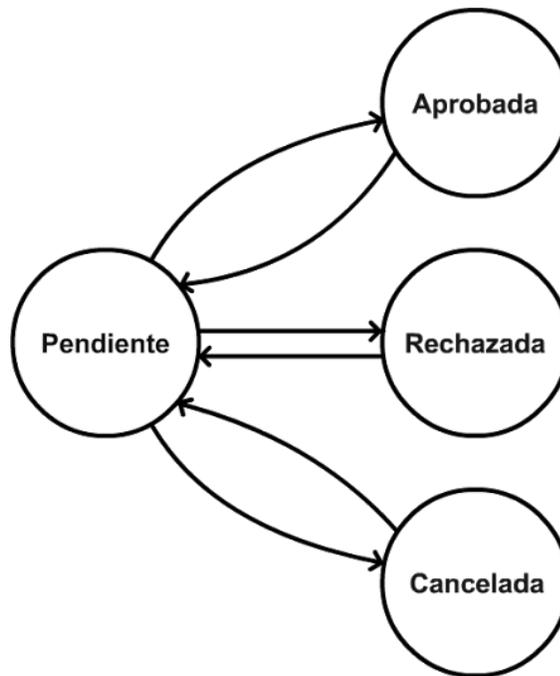
Fuente: elaboración propia, con base al sistema de gestión de la práctica clínica.

Estados de la ficha clínica

La ficha clínica puede permanecer en cualquiera de los siguientes estados:

- **Pendiente de revisión:** es el estado inicial de la ficha. El estudiante puede seguir modificando las fases que no hayan sido validadas.
- **Aprobada:** el director de clínicas da por válida la ejecución de la ficha clínica. Los tratamientos ejecutados se suman como requisitos de EPS.
- **Rechazada:** la ficha es descartada junto a los tratamientos finalizados.
- **Cancelada:** la ficha es bloqueada. Similar al estado anterior, pero con la diferencia de que los tratamientos ejecutados son tomados en cuenta como requisitos de EPS.

Figura 6. **Diagrama de estados de la ficha clínica**



Fuente: elaboración propia.

3.2.3. **Consulta de requisitos de EPS**

Por medio de esta funcionalidad, los odontólogos practicantes pueden consultar el estado de sus requisitos de EPS. El conteo se realiza de forma automática. Se proporcionan dos tipos de vistas:

- Requisitos de EPS completados: muestra un listado de todos los tratamientos ejecutados pertenecientes a fichas aprobadas o canceladas.
- Requisitos de EPS pendientes: muestra el listado de los tratamientos que ya fueron ejecutados pero que la ficha clínica no ha sido finalizada.

3.2.4. Consulta de nomenclatura

Permite consultar la información de las nomenclaturas registradas por el director de clínica. Se muestra una lista estandarizada que incluye la abreviatura, nombre, descripción y fecha de creación.

3.3. Docente

Un docente es el tipo de usuario que supervisa el trabajo realizado por un odontólogo practicante dentro de la Clínica de Odontopediatría. Cuando un estudiante considera que ha finalizado una fase de la ficha, solicita una revisión. Cuando ingresa una solicitud de revisión, se consultan los supervisores presentes y se le asigna al docente con menos validaciones finalizadas y pendientes.

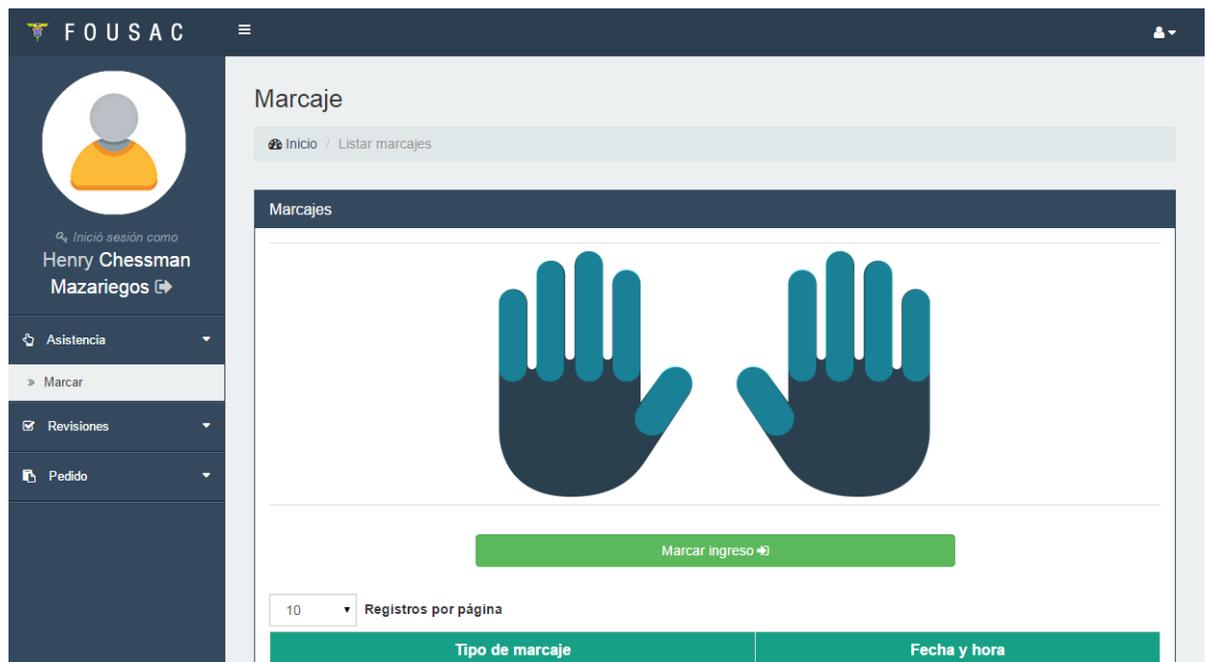
3.3.1. Marcaje de ingreso/egreso

Permite realizar marcajes para darse de alta y así ser asignado a las revisiones. Incluye un registro de los marcajes realizados en el día y un reporte histórico.

Para completar el marcaje de ingreso y egreso se necesita la validación de la huella del docente. Un docente puede marcar un egreso únicamente si tiene un ingreso registrado anteriormente y viceversa. Si un docente marca un egreso, todas las revisiones asignadas que se encuentran en estado “Pendiente de revisión” son canceladas.

Cabe mencionar que este módulo tiene un algoritmo complejo para asignar profesores a las revisiones, el cual busca repartir la carga entre los profesores, evitando así la imparcialidad al momento de escoger un revisor.

Figura 7. **Página de marcaje de ingreso/egreso de docentes**



Fuente: elaboración propia, con base al sistema de gestión de la práctica clínica.

3.3.2. Consulta de revisiones

Permite consultar la información general de las revisiones asignadas. Se proporcionan dos tipos de listados:

- Revisiones pendientes de revisión: lista las revisiones que no han sido validadas por el docente.

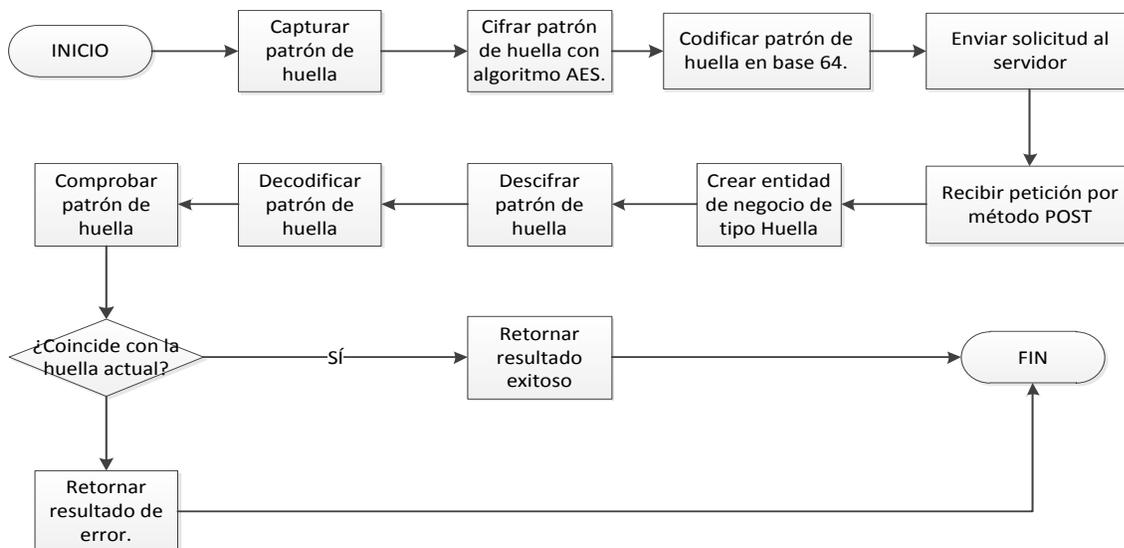
- Histórico de revisiones: muestra la información de todas las revisiones asignadas al docente desde su ingreso al sistema.

3.3.3. Validar revisiones

El sistema le proporciona una vista no modificable de cada una de las fases de la ficha clínica. Cuando un estudiante solicita revisión, el docente puede ver dicha información desde su sesión, decidir si la aprueba o la rechaza e incluir un comentario del resultado de la validación. Para hacer la validación permanente, el sistema le solicitará al docente la verificación de la huella digital.

La huella digital del docente debe capturarse previamente desde la administración de docentes del director de clínica. El docente puede registrar y validar cualquier dedo registrado en el sistema.

Figura 8. Proceso de validación de huella digital



Fuente: elaboración propia.

3.4. Director de clínica

El módulo de dirección de clínicas incluye la funcionalidad necesaria para configurar el valor de las nomenclaturas, tratamientos y aranceles. El director de clínica es el tipo de usuario encargado de supervisar el trabajo de los docentes y dar por finalizada la ejecución de las fichas clínicas.

3.4.1. Administración de nomenclatura

Permite estandarizar las nomenclaturas utilizadas en la práctica clínica. El director de clínica puede realizar las siguientes operaciones:

- Creación: permite agregar el nombre y abreviatura de una nomenclatura. Cada registro contiene la siguiente información:
 - Nombre: identifica un concepto, tratamiento u otro elemento presente en el trabajo en las clínicas.
 - Abreviatura: representación corta del nombre.
 - Descripción: se debe anotar aquí la información adicional asociada a la nomenclatura a crear.
- Consulta: muestra una tabla con la información de las nomenclaturas.
- Modificar: actualiza la información para una nomenclatura.
- Inactivar: deshabilita la nomenclatura para que esta no sea mostrada en la consulta de estudiantes.

3.4.2. Administración de tratamientos

Estandariza los tratamientos que pueden ejecutarse en la Clínica de Odontopediatría. Permite realizar la modificación del precio y consultar la información histórica de los aranceles. Las operaciones disponibles son:

- Consulta: muestra una tabla con la información de los tipos de tratamientos disponibles en la Clínica de Odontopediatría.
- Ver historial de precio: genera y despliega un reporte histórico de los cambios de precio que ha sufrido el tipo de tratamiento.
- Ver tratamientos: despliega el detalle de los tratamientos que heredan el precio del tipo de tratamiento listado en la primera consulta.
- Modificar precio: cambia el precio de un tipo de tratamiento. Se marca el nuevo precio como vigente y el anterior se añade al listado de históricos.

3.4.3. Consulta de estudiantes

Permite consultar la información de los odontólogos practicantes registrados en el sistema. El director de clínica puede acceder a las siguientes opciones:

- Consulta de estudiantes: búsqueda de usuarios por carnet. La información se obtiene por medio del consumo de un servicio web proporcionado por Control Académico.
- Ver requisitos de EPS: despliega la información de los requisitos de EPS completados por cada estudiante. Tiene la opción de imprimir el resumen.

3.4.4. Administración de fichas clínicas

Cada registro de la ficha clínica tiene las siguientes opciones:

- Aprobar: marca la ficha clínica como aprobada. Los tratamientos ejecutados son tomados en cuenta como requisitos de EPS válidos. Se suma un paciente integral finalizado.

- Rechazar: cambia el estado de la ficha clínica a rechazada. Los tratamientos ejecutados no cuentan como requisitos de EPS.
- Cancelar: marca la ficha clínica como cancelada. Los tratamientos ejecutados son tomados en cuenta como requisitos de EPS. Una ficha cancelada no aumenta la sumatoria de pacientes integrales.
- Restaurar: regresa el estado de la ficha clínica a pendiente de revisión.
- Consultar pagos: muestra el historial de pagos del paciente.
- Exportar ficha clínica: permite imprimir la información de la ficha.

Figura 9. Impresión de ficha clínica

Vista de impresión de la ficha clínica

Otros	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3	4.2	4.1	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	Mac
Color																	

Planificación

#	Pieza	Tratamiento indicado	Estado	Vo.Bo.	Fecha	Valor
1	1.1	Amalgama clase I complex	No aprobado			Q24.50
2	1.4	Amalgama clase III distal compuesta	Aprobado para ejecución			Q22.00
					Total	Q 46.50

Registro diario del tratamiento

Tratamiento efectuado	Valor	Vo.Bo.	Fecha

Fuente: elaboración propia, con base al sistema de gestión de la práctica clínica.

3.4.5. Administración de docentes

Despliega la información de los profesores registrados en el sistema. Cada registro de docente tiene las siguientes opciones:

- Búsqueda: consultar un docente por número de registro.
- Captura de huellas: permite realizar la captura de las huellas dactilares. El registro de huella es útil para validar las revisiones. Para garantizar la seguridad del proceso se utilizó el algoritmo de encriptación AES en el método de almacenamiento.

4. FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

4.1. Proceso de capacitación

La capacitación es la parte final del proyecto de software. Comprende todas las actividades necesarias para que los involucrados puedan utilizar, mantener y mejorar el producto. El traslado de conocimiento se dividió de la siguiente forma:

- Capacitación de usuarios finales
- Capacitación de usuarios técnicos

4.1.1. Capacitación de usuarios finales

Los usuarios finales son aquellos que están destinados a utilizar el sistema. La capacitación fue dividida de la siguiente forma:

- Administrativos: se proporcionó documentación técnica y de usuario. La capacitación fue presencial utilizando medios audiovisuales y estudio de casos. Se les presentó la funcionalidad completa del sistema, incluyendo los módulos de docente, estudiante y director de clínica.

Tabla II. **Detalle de capacitación de usuarios administrativos**

No.	Fecha	Duración en horas	Temas desarrollados
1	26-09-2014	3	<ul style="list-style-type: none">• Funcionalidad completa del sistema. Incluye los módulos de docente, estudiante y director de clínica.

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. **Capacitación de usuarios administrativos**



Fuente: Facultad de Odontología, USAC.

- Docentes: se capacitó a los directores de la Clínica de Odontopediatría en el funcionamiento del módulo de docente y estudiante. Se realizó una presentación audiovisual y la simulación de un flujo completo.

Tabla III. **Detalle de capacitación de docentes**

No.	Fecha	Duración en horas	Temas desarrollados
1	22-09-2014	2.5	<ul style="list-style-type: none">• Características del sistema de gestión de la práctica clínica.• Beneficios.• Uso del módulo de docentes.• Uso del módulo de estudiantes.

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Capacitación de docentes**



Fuente: Facultad de Odontología, USAC.

- **Estudiantes:** se utilizaron medios visuales en la capacitación de los estudiantes. Se les presentó el sistema desde una computadora y desde una tableta inteligente. Se realizó una demostración del flujo completo de registro de la ficha clínica.

Tabla IV. **Detalle de capacitación de estudiantes**

No.	Fecha	Duración en horas	Temas desarrollados
1	29-09-2014	1	<ul style="list-style-type: none"> • Presentación general del sistema. • Uso del módulo de estudiante.

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Capacitación de estudiantes



Fuente: Facultad de Odontología, USAC.

4.1.2. Capacitación de usuarios técnicos

La Facultad de Ingeniería envió nuevos practicantes con la intención de continuar con los proyectos tecnológicos de la unidad. Sus proyectos deberán integrarse a la arquitectura utilizada en este sistema. Se les impartió una capacitación presencial distribuida en cuatro sesiones, sumando un total de once horas. En la siguiente tabla se detallan las fechas, duración y temas desarrollados en las reuniones.

Tabla V. **Detalle de capacitación de usuarios técnicos**

No.	Fecha	Duración en horas	Temas desarrollados
1	30-09-2014	5	<ul style="list-style-type: none"> • Configuración de sistema operativo. • Instalación y configuración de base de datos. • Instalación y configuración del servidor web. • Configuración del entorno de desarrollo (IDE).
2	02-10-2014	2	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de esquemas de base de datos. • Creación de scripts de tablas. • Creación de scripts varios. • Creación de funciones de base de datos.
3	03-10-2014	2	<ul style="list-style-type: none"> • Carga de plantillas en Eclipse • Construcción de Capa de Negocio (BE). • Construcción de Capa de Acceso a Datos (DAL). • Construcción de Capa de Lógica de negocio (BLL).
4	07-10-2014	2	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de Java servlets. • Uso de Javasever Pages. • Capa de presentación.

Fuente: elaboración propia.

4.2. Material elaborado

Se realizaron tres documentos para completar la fase de enseñanza aprendizaje:

- Manual de usuario: este manual contiene el detalle del uso de cada módulo desarrollado en el sistema. Está diseñado para que cada nuevo

usuario pueda comprender la totalidad del sistema e integrarse al módulo asignado sin ningún problema.

- Manual técnico: contiene las especificaciones técnicas del proyecto, incluyendo descripción de clases, diagrama de entidad relación, tablas, arquitectura, metodología utilizada, etc. este documento resulta especialmente útil para las personas encargadas de darle mantenimiento al sistema, los desarrolladores y los interesados en ampliar la funcionalidad del software.
- Manual de despliegue: contiene los pasos detallados para realizar el despliegue del sistema en un nuevo ambiente. Incluye la instalación y configuración de base de datos, restauración de respaldo, instalación de servidor web, configuración de directorios y despliegue de aplicación.

CONCLUSIONES

1. La implementación del sistema contribuye a la mejora en la calidad del servicio a los pacientes y la administración de la práctica clínica.
2. La digitalización de la ficha clínica facilita el acceso y la gestión de la historia odontológica del paciente.
3. El uso del sistema promueve una mejora en la planificación, control, pago y ejecución de los tratamientos dentales realizados por los practicantes y supervisados por los docentes.
4. El sistema provee información unificada, estandarizada, fiable y segura de los tratamientos, nomenclaturas, precios, etc.
5. Se centraliza la información generada por los procesos clínicos, facilitando el análisis de los datos y contribuyendo a la toma de decisiones estratégicas.
6. La definición de una arquitectura clara y un modelo de desarrollo sólido, facilita la construcción de un software en el que interactúan varias personas o equipos de trabajo.

RECOMENDACIONES

1. Promover la incorporación de estudiantes de EPS de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala para dar continuidad al desarrollo del sistema de gestión de la Clínica de Odontopediatría.
2. Expandir el sistema a las áreas que tienen relación directa o indirecta con la administración de la ficha clínica digitalizada.
3. Mantener la comunicación entre las facultades de Ingeniería y Odontología para lograr tener avances importantes que beneficien tanto a la institución educativa, como a la sociedad.
4. Dar mantenimiento constante al sistema para evitar posibles fallos y pérdidas de información, introduciendo estrategias de prevención y planes de contingencia.
5. Fortalecer al departamento técnico de la Facultad de Odontología para realizar las tareas de mantenimiento del sistema.
6. Creación de una infraestructura tecnológica robusta dentro de las instalaciones para promover la elaboración y facilitar el despliegue de proyectos de automatización.
7. Promover la capacitación constante del sistema por medio de la lectura de los manuales de usuario.

BIBLIOGRAFÍA

1. BRITO ACUÑA, Kareenny. *Selección de metodologías de desarrollo para aplicaciones web en la Facultad de Informática de la Universidad de Cienfuegos*. Cuba: edición electrónica gratuita, 2009. 148 p.
2. DEEMER, Pete; BENEFIELD, Gabrielle; LARMAN, Craig; VODEE, Bas. *The Scrum Primer* [en línea]. <<http://cs.union.edu/~striegnk/courses/csc497/scrumprimer.pdf>> [Consulta: 9 de julio de 2014].
3. SILBERSCHATZ, Abraham. *Fundamentos de bases de datos*. España: McGraw-Hill Inc, 2002. 787 p.
4. _____. *Curriculum de la Facultad de Odontología, USAC*. [en línea]. <http://www.usac.edu.gt/fdeo/biblio/leyesynormas/curriculum_fdeo.pdf> [Consulta: 28 de mayo de 2014].
5. _____. *Catálogo de estudios 2008 de la Facultad de Odontología* [en línea]. <<http://www.usac.edu.gt/catalogo/odontologia.pdf>> [Consulta: 28 de mayo de 2014].
6. _____. *Java Servlet Technology Overview* [en línea]. <<http://www.oracle.com/technetwork/java/overview-137084.html>> [Consulta: 9 de julio de 2014].

Anexo 2. Firma de los estudiantes que fueron parte de la presentación y capacitación del sistema.



PRESENTACIÓN DEL PROYECTO:

MÓDULO DE CONTROL DE PACIENTES Y PAGO DE TRATAMIENTOS DENTALES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA, EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Estudiantes		
Nombre	Carné	Firma
Julio Anibal Con Chigüichón	200819117	
Sebastián Ariel Moreno	201013454	
José Fuentes Huerfano	201112223	
Juan Pablo Pávilá	201112174	
Ediberson González	200619246	
Alejandra Barrios	201112231	
Bryan Marlos Morales	20112153	
Eduardo Galvez Say	201013608	
Marcos Lar Peña	200817475	
Sofía Elizabeth Pérez Rayo	200810280	
Luis Emilio Moreira Alvarado	200922284	
Romulo Emmanuel Choleto Upan	201213730	

Anexo 3. Firma de los trabajadores administrativos presentes en la presentación y capacitación del sistema.



PRESENTACIÓN DEL PROYECTO:

MÓDULO DE CONTROL DE PACIENTES Y PAGO DE TRATAMIENTOS DENTALES DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CLÍNICA DE ODONTOPEDIATRÍA, EN LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Administrativos		
Nombre	Registro	Firma
Ottoy Polanco González L.	18152	<i>[Handwritten Signature]</i>
Hermande Caj	940351	<i>[Handwritten Signature]</i>
Suly Susan Gediel García	950175	<i>[Handwritten Signature]</i>

Anexo 4. Firma de los estudiantes de ingeniería presentes en la primera capacitación técnica del sistema.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



Minuta de reunión - 01

Datos de la reunión

Fecha: Guatemala 30 de septiembre de 2014

Lugar: Facultad de Odontología USAC, Ciudad Universitaria Z.12, Guatemala, Guatemala

Objetivo:

- Instalar, configurar y desplegar el ambiente y las herramientas necesarias para trabajar con la arquitectura propuesta en el proyecto "Módulo de control de pacientes y pago de tratamientos dentales del Sistema de Gestión de la Clínica de Odontopediatría, en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala".

Participantes

Nombre	Rol	Carné	Firma
Ricardo Barrios	Capacitador	200915219	
Luis Angel Dionicio	Practicante	200915133	
Erick Fernando Sac	Practicante	200730410	
Cristian Oxlaj	Practicante	200818950	

Temas tratados

1. Configuración de ambiente previo a la instalación de las herramientas
2. Instalación y configuración de base de datos local para desarrollo
3. Instalación y configuración del servidor web para despliegue de la aplicación
4. Configuración del entorno de desarrollo (IDE)

Otros

- Los practicantes recibieron los instaladores necesarios para realizar todo el proceso mencionado en ésta minuta.

Anexo 5. Firma de los estudiantes de ingeniería presentes en la segunda capacitación técnica del sistema.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



Minuta de reunión - 02

Datos de la reunión

Fecha: Guatemala 02 de octubre de 2014

Lugar: Facultad de Odontología USAC, Ciudad Universitaria Z.12, Guatemala, Guatemala

Objetivo:

- Diseñar scripts, tablas y funciones de base de datos según la arquitectura propuesta en el proyecto "Módulo de control de pacientes y pago de tratamientos dentales del Sistema de Gestión de la Clínica de Odontopediatría, en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala".

Participantes

Nombre	Rol	Carné	Firma
RICARDO BARRIOS	Capacitador	200915219	
Cristian Oxlaj	Practicante	200818950	
Luis Angel Dionicio	Practicante	200915133	
Erick Eduardo See	Practicante	200730410	

Temas tratados

1. Creación de esquemas de base de datos
2. Creación de scripts de tablas
3. Creación de scripts varios
4. Creación de funciones de base de datos

Otros

- Se les transmitió el conocimiento de estandarización de la nomenclatura para la creación de objetos de base de datos.

Anexo 6. Firma de los estudiantes de ingeniería presentes en la tercera capacitación técnica del sistema.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



Minuta de reunión - 03

Datos de la reunión

Fecha: Guatemala 03 de octubre de 2014

Lugar: Facultad de Odontología USAC, Ciudad Universitaria Z.12, Guatemala, Guatemala

Objetivo:

- Capacitar a los practicantes sobre el uso de la arquitectura de capas, principalmente la de entidad, acceso a datos y lógica de negocio.
- Construir un ejemplo básico que demuestre el funcionamiento de la arquitectura de capas propuesta en el proyecto "Módulo de control de pacientes y pago de tratamientos dentales del Sistema de Gestión de la Clínica de Odontopediatría, en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala".

Participantes

Nombre	Rol	Carné	Firma
Ricardo Barrios	Capacitador	200915219	
Erick Fernando Sca	Practicante	200730410	
Cristian Oxlaj	Practicante	200818950	
Luis Angel Dionicio	Practicante	200915133	
Kenny Lux	Capacitador	200915488	

Temas tratados

1. Carga de *templates* en Eclipse. Los *templates* agilizan el desarrollo del programador.
2. Construcción de clase perteneciente a la capa de entidad de negocio
3. Construcción de clase perteneciente a la capa de acceso a datos
4. Construcción de clase perteneciente a la capa de lógica de negocio

Otros

- Se construyó un ejemplo sencillo para probar las capas de entidad, acceso a datos y lógica de negocio.

Anexo 7. Firma de los estudiantes de ingeniería presentes en la cuarta capacitación técnica del sistema.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



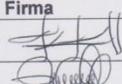
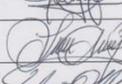
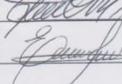
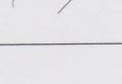
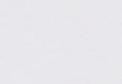
Minuta de reunión - 04

Datos de la reunión

Fecha: Guatemala 07 de octubre de 2014
Lugar: Facultad de Odontología USAC, Ciudad Universitaria Z.12, Guatemala, Guatemala
Objetivo:

- Lograr que los practicantes tengan claro el concepto de la capa de presentación.
- Explicar de forma clara y detallada las herramientas utilizadas en la capa de presentación.

Participantes

Nombre	Rol	Carné	Firma
KEYA LIX	CAPACITADOR	200315488	
Ricardo Barrios	CAPACITADOR	200915219	
Luis Angel Dionicio	Practicante	200915133	
Cristian Oxlaj	Practicante	200818950	
Erick Sac	Practicante	200730410	

Temas tratados

1. Uso de Java Servlets
2. Uso de Java Server Pages dentro de la arquitectura
3. Funcionamiento básico de la capa de presentación
4. Funcionamiento y objetivo de la interfaz de usuario

