



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

**REINGENIERÍA APLICADA AL SISTEMA ACTUAL DE CONTROL DE PACIENTES,  
ESTUDIANTES, EQUIPO Y PERSONAL (DOCENTE, ADMINISTRATIVO Y DE  
SOPORTE) EN LAS CLÍNICAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**Kevin Roberto Cardona Oliva**

**Kevin Orlando Godínez Muralles**

Asesorado por el Ing. Everest Darwin Medinilla Rodríguez

Guatemala, junio de 2016



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REINGENIERÍA APLICADA AL SISTEMA ACTUAL DE CONTROL DE PACIENTES,  
ESTUDIANTES, EQUIPO Y PERSONAL (DOCENTE, ADMINISTRATIVO Y DE  
SOPORTE) EN LAS CLÍNICAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**KEVIN ROBERTO CARDONA OLIVA**

**KEVIN ORLANDO GODÍNEZ MURALLES**

ASESORADO POR EL ING. EVEREST DARWIN MEDINILLA RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELES EL TÍTULO DE

**INGENIEROS EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

GUATEMALA, JUNIO DE 2016



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Perez Türk
EXAMINADORA	Inga. Susan Verónica Gudiel Herrera
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López




## 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:

**REINGENIERÍA APLICADA AL SISTEMA ACTUAL DE CONTROL DE PACIENTES,  
ESTUDIANTES, EQUIPO Y PERSONAL (DOCENTE, ADMINISTRATIVO Y DE SOPORTE) EN  
LAS CLÍNICAS DE 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 de septiembre de 2015.



**Kevin Oriando Godínez Muralles**



**Kevin Roberto Cardona Oliva**







**ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Guatemala, 3 de mayo del 2016


Ingeniera  
Christa Classon de Pinto  
Directora de la Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería

Por este medio me permito informar que he revisado el informe final de Ejercicio Profesional Supervisado de los estudiantes Kevin Roberto Cardona Oliva y Kevin Orlando Godínez Muralles los cuales se identifican con los carné 201020561, 201020535 respectivamente. Quienes realizan el proyecto de EPS que lleva por nombre "REINGENIERÍA APLICADA AL SISTEMA ACTUAL DE CONTROL DE PACIENTES, ESTUDIANTES, EQUIPO Y PERSONAL (DOCENTE, ADMINISTRATIVO Y DE SOPORTE) EN LAS CLÍNICAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA" y está enfocado a apoyar a la Facultad de Odontología con la digitalización de diversos procesos en las distintas clínicas que dicha facultad tiene a su cargo. Estas clínicas se encuentran ubicadas en la Ciudad Universitaria Z.12, edificio M-1.

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

Atentamente.

*"Id Y Enseñad a todos"*

  
Ingeniero Everest Darwin Medinilla Rodríguez  
No. Colegiado 4332  
Escuela de Ciencias y Sistemas  
Facultad de Ingeniería

Everest Darwin Medinilla Rodríguez  
Ingeniero en Ciencias y Sistemas  
Colegiado 4,332





Guatemala, 03 de mayo de 2016.  
REF.EPS.DOC.297.05.2016.

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

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, **Kevin Orlando Godínez Muralles, carné No. 201020535** y **Kevin Roberto Cardona Oliva carné No. 201020561** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **REINGENIERÍA APLICADA AL SISTEMA ACTUAL DE CONTROL DE PACIENTES, ESTUDIANTES, EQUIPO Y PERSONAL (DOCENTE, ADMINISTRATIVO Y DE SOPORTE) EN LAS CLÍNICAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.**

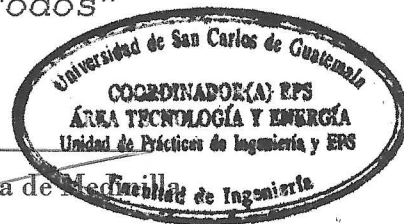
*En tal virtud, LO DOY POR APROBADO, solicitándole darle el trámite respectivo.*

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Floriza Felipa Ávila Pesquera de ~~Medina~~  
Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



FFAPdM/RA





Guatemala, 03 de mayo de 2016.

REF.EPS.D.190.05.2016.

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 **REINGENIERÍA APLICADA AL SISTEMA ACTUAL DE CONTROL DE PACIENTES, ESTUDIANTES, EQUIPO Y PERSONAL (DOCENTE, ADMINISTRATIVO Y DE SOPORTE) EN LAS CLÍNICAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, que fue desarrollado por los estudiantes universitarios **Kevin Orlando Godínez Muralles, carné No. 201020535** y **Kevin Roberto Cardona Oliva carné No. 201020561**, quienes fueron debidamente asesorados por el Ing. Everest Darwin Medinilla Rodríguez y supervisado 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 del Asesor 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,

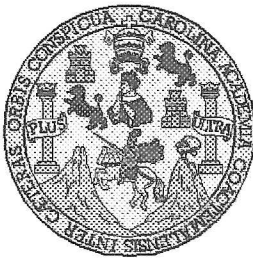
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classón de Pinto  
Directora Unidad de EPS



CCsP/ra





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

Guatemala, 11 de Mayo de 2016

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

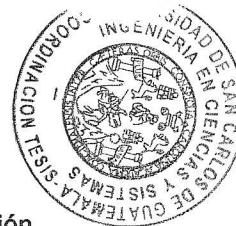
Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación-EPS de los estudiantes **KEVIN ORLANDO GODÍNEZ MURALLES** carné 201020535 y **KEVIN ROBERTO CARDONA OLIVA** carné 201020561 titulado: **"REINGENIERÍA APLICADA AL SISTEMA ACTUAL DE CONTROL DE PACIENTES, ESTUDIANTES, EQUIPO Y PERSONAL (DOCENTE, ADMINISTRATIVO Y DE SOPORTE) EN LAS CLÍNICAS DE 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  
  
I  
N  
G  
E  
N  
I  
E  
R  
Í  
A  
  
E  
N  
  
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 INGENIERÍA EN  
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 **“REINGENIERÍA APLICADA AL SISTEMA ACTUAL DE CONTROL DE PACIENTES, ESTUDIANTES, EQUIPO Y PERSONAL (DOCENTE, ADMINISTRATIVO Y DE SOPORTE) EN LAS CLÍNICAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA”**, realizado por los estudiantes KEVIN ROBERTO CARDONA OLIVA y KEVIN ORLANDO GODÍNEZ MURALLES, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.*

**“ID Y ENSEÑADA TODOS”**

*Ing. Marlon Antonio Pérez Türk*  
**Director**

*Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas*



*Guatemala, 31 de mayo de 2016*



Universidad de San Carlos  
de Guatemala

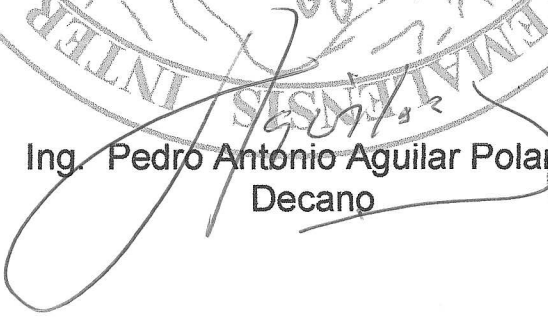


Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref.DTG.D.268.2016

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: **REINGENIERÍA APLICADA AL SISTEMA ACTUAL DE CONTROL DE PACIENTES, ESTUDIANTES, EQUIPO Y PERSONAL (DOCENTE, ADMINISTRATIVO Y DE SOPORTE) EN LAS CLÍNICAS DE LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por los estudiantes universitarios: **Kevin Roberto Cardona Oliva y Kevin Oriando Godínez Muralles**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, junio de 2016

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por estar presente en cada momento de mi carrera.
- Hugo Cardona** Por apoyarme incondicionalmente en cada paso dado, y por darme la fortaleza y sabiduría necesaria en las situaciones difíciles. No sería lo que hoy soy si no fuera por su esfuerzo, honradez, responsabilidad y dedicación.
- Amparo Oliva** Por inculcarme el amor y servicio hacia los demás, por creer en mí en todo momento y por su amor incondicional.
- Jorge Cardona** Por enseñarme el valor de la disciplina y constancia, por no solo ser mi hermano sino también mi mejor amigo y apoyarme en todas las decisiones que tomé.
- Hugo Estuardo Cardona** Por inculcarme el valor de trabajar en comunidad y recordarme siempre, a través de su trabajo y ejemplo, que somos parte de una sociedad y debemos trabajar en conjunto por mejorarla.

**Kevin Roberto Cardona Oliva**



## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por haberme dado la oportunidad y el honor de superarme en este magno y glorioso centro de estudios superiores.

**Facultad de Ingeniería**

Por haberme brindado la formación académica, política y cultural necesaria para formarme como profesional.

**Mis amigos de la  
Facultad**

Kevin Godínez, Otto Anaya, Daniel Godínez, Ariel García y Rafael Juárez, por haberme acompañado a lo largo de mi carrera. Deseo solo lo mejor para ustedes.

**Mis amigos más  
cercanos**

Eduardo Yocuté, Manuel Morales y Fredy Salvatierra, por ser una importante influencia en mi carrera.

**Mi compañero de  
proyecto**

Kevin Godínez, por todo el trabajo realizado con dedicación y excelencia, buscando siempre la calidad, y por la amistad y gratos momentos durante toda la carrera.

**Facultad de Odontología**

Por confiar en mi persona para contribuir con el progreso tecnológico de la institución y mejorar la educación superior de Guatemala.

**Mis asesores de  
proyecto**

Otto González, Everest Medinilla y Floriza Ávila.  
Por la confianza y apoyo otorgado durante el desarrollo del proyecto.

**Kevin Roberto Cardona Oliva**



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por ser una importante influencia y apoyo en mi vida y carrera.
<b>Mis padres</b>	Tomás Godínez y Amarilys Muralles, por todo su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida.
<b>Mis hermanos</b>	Allan y Andrea Godínez, por ser una parte importante en mi vida y apoyarme cada uno a su manera.
<b>Mis abuelos</b>	Vidal Muralles, Carmen Juárez, Francisco Godínez y Cristina López, por toda la sabiduría brindada a través de sus consejos y todo el aprecio que me han demostrado.
<b>Mis tíos</b>	En especial a Aura Godínez, por ser una importante influencia en mi vida y carrera.
<b>Mis primos</b>	En especial a David Godínez, José, Sayra y Gandy Cano, por ser una parte importante en mi vida.

**Kevin Orlando Godínez Muralles**



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por haberme dado la oportunidad de estudiar en tan gloriosa casa de estudios.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por haberme brindado una formación académica y cultural de alta calidad, para poder llegar a ser un profesional exitoso.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Alejandro Herrera, Ángel Cajas, Andrés Cardona, Daniel Godínez, David Florián, Jorge Rubio, José Avalos, Julio Osorio, Kevin Cardona, Katerin Amaya, Leonel Argueta, Luis Morales, Mario Sitavi, Marilyn Laínez, Jhony Pú y Haroldo Arias, por su amistad, consejos y apoyo a lo largo de la carrera.
<b>Mis amigos</b>	Brayan Mendoza, Marco León, Rubén Herrera, Julián Higueros, Miguel Luna, Waldemar Say, Franceso Ducci, entre otros. Por su amistad brindada en distintos puntos de mi vida.
<b>Mi compañero de proyecto</b>	Kevin Cardona, por su excelente trabajo, consejos y dedicación brindada a lo largo de este proyecto, y por su amistad a lo largo de la carrera.

**Facultad de Odontología**

Por depositar su confianza en mi persona para contribuir en el desarrollo tecnológico de la institución.

**Mis asesores de  
proyecto**

Otto González, Everest Medinilla y Floriza Ávila.  
Por todo el apoyo y consejos brindados durante todo el desarrollo del proyecto.

**Kevin Orlando Godínez Muralles**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	III
GLOSARIO .....	V
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS .....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Antecedentes de la institución .....	1
1.1.1. Reseña histórica .....	1
1.1.2. Misión .....	1
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Servicios que proporciona.....	3
1.2. Descripción de las necesidades.....	3
1.3. Priorización de las necesidades.....	5
2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL.....	7
2.1. Descripción del proyecto.....	7
2.1.1. Banco de Pacientes .....	7
2.1.2. Área de diagnóstico .....	9
2.1.3. Prótesis Parcial Fija .....	10
2.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto .....	11
2.2.1. Análisis del proceso actual.....	11
2.2.1.1. Banco de Pacientes .....	12
2.2.1.2. Diagnóstico .....	16
2.2.1.3. Prótesis Parcial Fija.....	20
2.2.2. Análisis FODA.....	23

2.3.	Solución del proyecto .....	25
2.3.1.	Metodología de desarrollo .....	25
2.3.2.	Arquitectura .....	27
2.3.2.1.	Capa de acceso a datos .....	27
2.3.2.2.	Capa de lógica de negocio .....	28
2.3.2.3.	Capa de presentación.....	29
2.3.3.	Infraestructura .....	32
2.4.	Costos del proyecto.....	33
2.4.1.	Recursos humanos.....	34
2.4.2.	Recursos materiales .....	35
2.5.	Beneficios del proyecto .....	35
3.	FASE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE .....	37
3.1.	Proceso de capacitación .....	37
3.1.1.	Capacitación de usuarios finales .....	37
3.1.2.	Capacitación de usuarios técnicos .....	39
3.2.	Material elaborado .....	40
3.2.1.	Material audiovisual.....	41
	CONCLUSIONES .....	43
	RECOMENDACIONES .....	45
	BIBLIOGRAFÍA .....	47

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Flujo del proceso de registro en el área de Banco de Pacientes ...	13
2.	Flujo del proceso de asignación en el área de Banco de Pacientes .....	15
3.	Flujo de la práctica clínica .....	17
4.	Flujo del proceso del área de Prótesis Parcial Fija .....	21
5.	Diagrama de arquitectura .....	31
6.	Diagrama de infraestructura .....	32

### TABLAS

I.	Costos del proyecto .....	33
II.	Detalle de capacitación de administrativos.....	38
III.	Detalle de capacitación de estudiantes .....	38
IV.	Detalle de capacitación de docentes .....	39
V.	Detalle de inducción a nuevos practicantes.....	40





## GLOSARIO

<b>API</b>	Interfaz de Programación de Aplicaciones o <i>Application Programming Interface</i> , 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.
<b>Bootstrap</b>	Conjunto de herramientas que contienen plantillas para la elaboración de páginas web, realizando menor esfuerzo.
<b>CGI</b>	Interfaz de Entrada Común. Permite a un cliente web hacer peticiones a un programa servidor por medio de un conjunto de estándares de comunicación.
<b>Commit</b>	Final de una transacción de base de datos en la cual los cambios se hacen permanentes.
<b>CSS</b>	<i>Cascading Style Sheets</i> . Lenguaje estándar utilizado para dar formato a los elementos dentro de una página HTML.
<b>EPS</b>	Ejercicio Profesional Supervisado.

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

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



## **RESUMEN**

El siguiente informe de graduación describe el proyecto realizado para las áreas clínicas de Banco de Pacientes, Diagnóstico y Prótesis Parcial Fija, de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El documento muestra al interesado el proceso de construcción del sistema, incluyendo los antecedentes que dieron razón al sistema, hasta el análisis, diseño y desarrollo del mismo. El informe está dividido en 3 capítulos Fase de Investigación, Fase Técnico Profesional y Fase de Enseñanza-Aprendizaje.

La Fase de Investigación explica el proceso realizado para la correcta comprensión del sistema actual, y de los procesos manejados en las áreas clínicas a digitalizar. También se detallan los antecedentes del problema que dan lugar a las necesidades de la institución.

La Fase Técnico Profesional describe el diseño y la solución planteada a las necesidades identificadas en la fase de investigación. De igual manera explica el impacto positivo que la implementación del proyecto dio a la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Por último, la Fase de Enseñanza-Aprendizaje detalla la forma en que será impartida la capacitación a los usuarios del sistema.



# OBJETIVOS

## General

Optimizar el manejo y control de procesos relacionados con el estudiantado, pacientes y personal, así como el equipo que estos utilizan en la Facultad de Odontología, mediante la automatización de los procesos realizados en las áreas de Banco de Pacientes, Diagnóstico y Prótesis Parcial Fija, para contribuir a la labor social que realizan.

## Específicos

1. Contribuir con la formación de los estudiantes de la Facultad de Odontología durante su práctica clínica, automatizando y digitalizando los procesos de seguimiento y control, que son llevados de forma manual.
2. Centralizar la información generada por las áreas clínicas, para apoyar a la toma de decisiones con base en datos actualizados y fiables.
3. Crear una plataforma web donde los usuarios puedan realizar sus labores de forma fácil, rápida y confiable desde cualquier lugar donde se encuentren.
4. Automatizar el proceso de generación de reportes que se presentan ante Junta Directiva de la Facultad de Odontología.





## INTRODUCCIÓN

Desde el 2013, las autoridades de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala dieron inicio la evaluación de los procesos y procedimientos que formarán parte de un proyecto integral de automatización y digitalización de las distintas áreas de dicha Facultad.

Trabajos previos de EPS establecieron un marco de trabajo definido para darle seguimiento a las nuevas funcionalidades que el sistema va requiriendo conforme las necesidades de la Facultad de Odontología.

Las áreas de Banco de Pacientes, Prótesis Parcial Fija y Diagnóstico fueron seleccionadas como objetivo principal del proyecto, por su función estratégica en el aprovisionamiento de información que será utilizada en los procesos clínicos subsiguientes.

Hasta la fecha, toda la recopilación de información en las áreas mencionadas se realiza en forma manual, generando un proceso acumulativo de documentos físicos. Por iniciativa del Dr. Guillermo Barreda Muralles, decano de la Facultad de Odontología, se aprobó la construcción e integración de nuevos módulos al sistema de gestión ya implementado, con la finalidad de mejorar la calidad del servicio odontológico, facilitando los procesos administrativos de las áreas involucradas.

El proyecto se enfocó en la digitalización de los procesos y documentos utilizados en cada una de las áreas objetivo, tomando como base el marco de trabajo establecido en los módulos ya desarrollados a la fecha.

El presente estudio se dará por finalizado con la implementación de los módulos desarrollados a lo largo del mismo, junto con una serie de capacitaciones hacia los usuarios finales para la correcta utilización del sistema.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Antecedentes de la institución**

A continuación se presentan los antecedentes que dieron lugar al este proyecto dentro de la Facultad de Odontología.

### **1.1.1. Reseña histórica**

“Fue creada el 1 de abril de 1940 mediante el Decreto Gubernativo 2336, siendo la institución de enseñanza superior responsable de la formación y preparación de profesionales para el ejercicio de la estomatología, con la finalidad de prestar servicios en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades que competen a esta ciencia de la salud, en beneficio de la población guatemalteca”<sup>1</sup>.

### **1.1.2. Misión**

“La Facultad de Odontología es una unidad académica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, responsable de proporcionar 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.

---

<sup>1</sup> *Reseña histórica condensada*: <https://www.usac.edu.gt/catalogo/odontologia.pdf>. Consulta: enero de 2016.

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”<sup>2</sup>.

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

---

<sup>2</sup> Misión: <https://www.usac.edu.gt/catalogo/odontologia.pdf>. Consulta: enero de 2016.

<sup>3</sup> Visión: <https://www.usac.edu.gt/catalogo/odontologia.pdf>. Consulta: enero de 2016.

#### **1.1.4. Servicios que proporciona**

Como un servicio de amplia proyección social que complementa la formación superior de su conglomerado estudiantil, esta Facultad ofrece una gama de servicios odontológicos a bajo costo, en beneficio de aquellos sectores económicos más vulnerables, tanto de población adulta como infantil.

#### **1.2. Descripción de las necesidades**

En las clínicas de la Facultad de Odontología se realiza una serie de procesos clínico-administrativos, cuyos datos no son registrados en algún sistema de gestión informática integrada. En vez de ello se anotan manualmente en hojas de papel o en el mejor de los casos, en hojas electrónicas de cálculo. Como consecuencia, existe una serie de problemas que afectan tanto el desempeño de la clínica, como la integridad y legitimidad de dichos procesos.

Por lo expuesto anteriormente, las autoridades de esta unidad académica han decidido implementar un sistema de gestión informática orientado a la mejora significativa de la eficiencia en los procesos de la clínica, así como a la centralización de la información generada, con la consiguiente mejora en el control de todas las actividades e involucrados. De esa manera, se asegurará la transparencia e integridad en los procesos. Además, los estudiantes y docentes podrán realizar sus tareas de una forma más rápida y confiable, lo que les permitirá enfocarse en las tareas de mayor prioridad.

Del sistema mencionado, actualmente ya se encuentran en proceso de desarrollo o implementación los módulos que afectan a las áreas siguientes:

- Dispensarios: realiza las tareas de distribución y control de los medicamentos y otros materiales de los cuales el estudiante hace uso cuando efectúa su práctica clínica.
- Caja: gestiona todo lo relacionado con pagos internos de las clínicas.
- Atención al estudiante: responsable de gestionar los contratos entre los estudiantes y pacientes, así como de llevar el control del préstamo de unidades dentales.
- Odontopediatría: se encarga de brindar y administrar todos los servicios dentales que están relacionados con niños.

Hace falta desarrollar las áreas de:

- Diagnóstico: realizan diversas fases en la cual se toma la historia clínica del paciente y finaliza con la elaboración de un plan de tratamientos.
- Exodoncia: se encarga de realizar las operaciones dentales, las cuales involucren la avulsión o extracción de un diente o porción del mismo.
- Endodoncia: realizan operaciones dentales que involucran a la pulpa dentaria y su dentina.
- Prótesis dentales: se dedica al diagnóstico e implantación de prótesis dentales realizadas para los pacientes adultos. Esta área se encuentra dividida en las disciplinas de: prótesis parcial fija, prótesis parcial removible y prótesis total.

- Banco de Pacientes: área que cumple con 2 funciones: la primera es el diagnóstico de pacientes; la segunda el control y asignación de pacientes para que sean atendidos por los estudiantes que cursan los últimos 2 años de la carrera de Odontología.
- Periodoncia: se efectúan aquellas operaciones dentales relacionadas con las enfermedades que afectan las encías al hueso que soporta el diente.
- Operatoria: se realizan todas aquellas operaciones dentales relacionadas con las afecciones o deformaciones que el diente pudiese poseer.
- Esterilización: encargada de esterilizar los instrumentos utilizados por los estudiantes.
- Mantenimiento: brinda soporte y mantenimiento el equipo propiedad de la Facultad, que es utilizado por los estudiantes.

Ya que la fase piloto del proyecto ha mostrado ser de gran utilidad, se ha procedido a continuar con el desarrollo del proyecto priorizando aquellas áreas de mayor relevancia para la Facultad, así como las que no tengan una dependencia directa con los módulos que actualmente se encuentran en desarrollo.

### **1.3. Priorización de las necesidades**

Sobre las áreas mencionadas en el apartado anterior se procedió a realizar una investigación y priorización para el desarrollo de aquellos módulos que presentaron la más alta viabilidad e importancia dentro de la institución, dejando para una fase posterior aquellos que no se logren abarcar en el presente

proyecto. Cabe destacar que dicha investigación se llevó a cabo en conjunto con el personal de la Facultad de Odontología, quedando en común acuerdo el desarrollo de los módulos para las áreas que se presentan a continuación.

- Banco de Pacientes: única vía de ingreso al sistema para todos los pacientes que no cuenten con un estudiante que los atienda. Una vez ingresados se toma un prediagnóstico y una serie de datos socioeconómicos para que los estudiantes puedan evaluar los perfiles de los pacientes y posteriormente sean atendidos.
- Diagnóstico: área donde se lleva un proceso que consta de cinco etapas en las cuales se recopila la información necesaria sobre el paciente, para luego elaborar y ejecutar un plan de tratamientos acorde a las necesidades del mismo. Cabe destacar que en algunos casos es necesario realizar uno o más tratamientos para diagnosticar al paciente; dichos tratamientos no forman parte del plan de tratamientos, pero también son registrados, ya que forman parte de los requisitos a cumplir por los estudiantes.
- Prótesis Parcial Fija: es una de las tres disciplinas del área prótesis y fue priorizada debido a que para ingresar cualquier tratamiento que corresponda a esta disciplina en el plan de tratamientos, se debe realizar un procedimiento llamado plan preprotésico.



## **2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en el diseño de un sistema orientado a la integración de las actividades realizadas por los estudiantes, pacientes y personal (docente, administrativo y soporte) en las áreas clínicas de la Facultad de Odontología: Banco de Pacientes, Diagnóstico y Prótesis Parcial Fija; así como la implementación de los módulos al sistema, eligiendo los módulos prioritarios para iniciar con la fase de desarrollo del sistema en su totalidad, ya que actualmente la mayoría de procesos de registro, control y mantenimiento se realizan haciendo uso de documentos físicos con un formato diseñado por la persona encargada de cada área. Los módulos desarrollados se describen a continuación:

#### **2.1.1. Banco de Pacientes**

Se habilitó una interfaz para la generación de citas de forma gráfica, la cual almacena la información mínima para identificar al paciente, con el fin de agilizar el proceso. La interfaz también cuenta con la funcionalidad de mostrar las citas ya agendadas en el periodo mostrado. Al ser registrados exitosamente los datos, el sistema permite generar un recordatorio en el cual estarán los datos de la cita, así como los de la ubicación donde debe acudir para ser atendido.

En el listado de las citas que se desplegarán se contará con distintas opciones, siendo ellas:

- Ingreso de diagnóstico: formulario diseñado para facilitar el ingreso de diagnósticos desde un dispositivo móvil.
- Ingreso de datos personales: este formulario se dividirá en 2 etapas; en la primera se encontrarán todos los datos personales del paciente. En la segunda, se incluyen todos los datos relacionados con la situación económica del mismo.
- Recordatorio: genera un recordatorio.
- Marcar ausente: opción que registra cuando un paciente no se presente a su cita. En caso de que acuda tarde, se dejará una opción para poder habilitarlo de nuevo.

Una vez concluida la etapa de registro, los pacientes diagnosticados pasarán a formar parte de una bolsa de tratamientos, la cual tiene por objetivo agilizar la atención de los mismos.

Para la asignación de pacientes se implementará un sistema donde los estudiantes seleccionarán el o los tratamientos por los cuales desean filtrar los pacientes. El sistema mostrará como resultado aquellos que cumplan con los tratamientos seleccionados. Una vez mostrados, se habilitará una opción para que puedan leer los datos registrados por la trabajadora social y que estos decidan si desean proceder con el paciente seleccionado o buscar otro.

Un estudiante podrá apartar a un paciente a través del sistema, proporcionándole un periodo de 8 días hábiles para contactarlo y evaluarlo. Cabe destacar que durante ese periodo el paciente será retirado temporalmente de la bolsa de tratamientos.

Si el estudiante, durante este periodo confirma la asignación del paciente, se procederá a la elaboración de un contrato con el mismo. Sin embargo, si este lo rechaza o no confirma la aceptación durante los 8 días perentorios, este regresará a la bolsa de tratamientos.

El módulo cuenta con un apartado de divulgación con el cual se pretende ayudar a promocionar el banco de pacientes, mediante la utilización de correo electrónico y otras redes sociales.

Por último, también se cuenta con una serie de reportes que muestran datos estadísticos actualizados, los cuales eran generados de forma manual.

### **2.1.2. Área de diagnóstico**

Se reimplementó la ficha clínica realizada en la fase piloto del proyecto, que fue orientada al área de Odontopediatría (niños), y se realizaron los cambios necesarios para llevar el control de adultos.

El módulo cuenta con 3 vistas: de estudiante, de docente y administrativa. Para la vista de estudiante se implementó una interfaz para el ingreso de los datos correspondientes a las fases:

#### Fases reimplementadas

- Fase I: Historia clínica y odontológica del paciente
- Fase II: Evaluación clínica y odontológica del paciente
- Fase III: Evaluación roentgenológica
- Fase IV: Examen de ingreso
- Fase V: Plan de tratamiento

## Fases nuevas

- Fase IV.1: Tratamientos previos
- Fase IV.2: Planeamiento preprotésico

El módulo posee una vista de docente que permite un mejor control, seguimiento y validación de la información ingresada por los estudiantes en las fases descritas.

La vista administrativa permite manejar los reportes y estadísticas correspondientes a las operaciones realizadas por estudiantes y docentes.

### **2.1.3. Prótesis Parcial Fija**

Área que lleva un control sobre procedimientos clínicos y de laboratorio que competen a esta disciplina, realizados por los estudiantes. A diferencia del resto de áreas de prótesis, para que un estudiante pueda registrar en su plan de tratamientos alguno relacionado con esta disciplina, se debe realizar un procedimiento previo llamado planeamiento preprotésico.

El planeamiento preprotésico fue tomado como un tratamiento previo, dejando en este módulo todo el control y seguimiento de dicho proceso y validando en la ficha de diagnóstico cuando este sea asignado y posteriormente finalizado.

Para el resto del módulo se desarrollaron 3 vistas, la primera orientada al estudiante donde este puede ver y registrar los procedimientos que ha realizado; la segunda corresponde a la vista de docente, en la cual se pueden validar los procedimientos que un estudiante registra.

Por último, se encuentra la vista de administrador o coordinador de área donde se puede dar de alta y baja a docentes, validar procedimientos registrados y generar reportes operativos acordados con las autoridades de dicha disciplina.

## **2.2. Investigación preliminar para la solución del proyecto**

La investigación comprende el estudio y análisis del modo de ejecutar los procesos y procedimientos antes de realizar la implementación del software. La realización de esto permite determinar las necesidades que dan origen al sistema.

### **2.2.1. Análisis del proceso actual**

Para completar esta fase fue necesario realizar reuniones con los interesados y visitas en los centros de operaciones de todas las áreas clínicas, dando prioridad a las de Banco de Pacientes, Diagnóstico y Prótesis Parcial Fija (se realizó un análisis de las demás áreas con el fin de identificar las dependencias que pudiesen existir en los procesos de cada área).

También se realizaron reuniones con los desarrolladores de los módulos del actual sistema de gestión de la Facultad de Odontología, con el fin de comprender de mejor manera el sistema. Luego de suficientes reuniones se determinó la existencia de los siguientes módulos ya desarrollados e implementados:

- **Contratos:** contempla la inscripción inicial de un paciente, la asociación a un estudiante practicante y 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,

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.

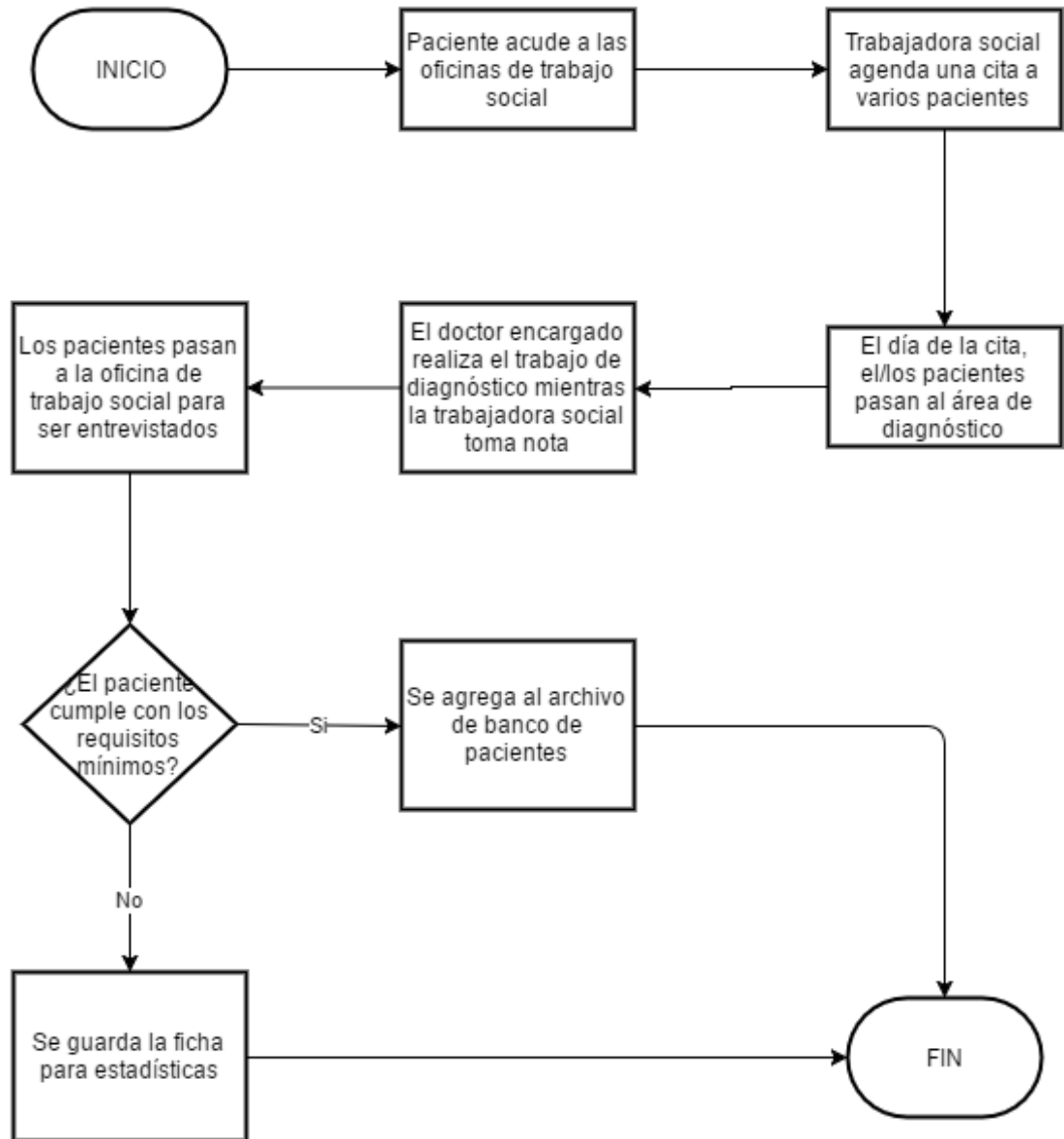
Al contemplar la investigación preliminar y la recopilación de necesidades iniciales, se evidenció que el proceso de la práctica clínica que fue orientada al Área de Odontopediatría debía de ser reimplementada al Área de Diagnóstico, área central que lleva registro de los tratamientos realizados por los estudiantes en cada una de las áreas clínicas dentro de la Facultad de Odontología.

De igual manera la investigación evidenció que el área de Banco de Pacientes era una de las entradas de datos primarias dentro de la Facultad, y por solicitudes a través de consenso con las autoridades de la Facultad de Odontología se procedió a trabajar con el Área de Prótesis Parcial Fija.

#### **2.2.1.1. Banco de Pacientes**

El flujo básico de Banco de Pacientes se describe de la siguiente forma:

Figura 1. Flujo del proceso de registro en el área de Banco de Pacientes



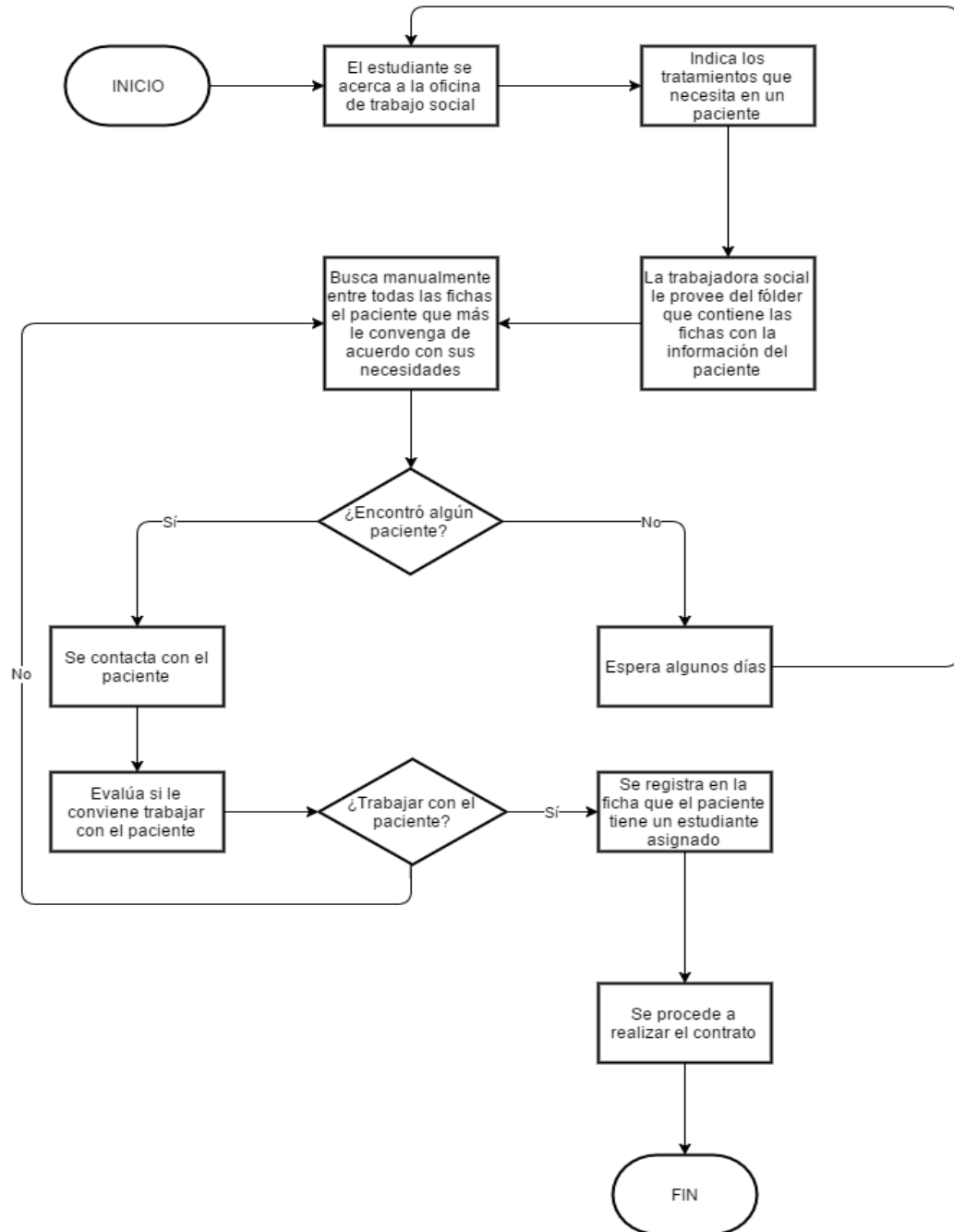
Fuente: elaboración propia, empleando el programa Draw.io.

- Un paciente se acerca a la oficina de Trabajo Social; en el momento de ser atendido, la trabajadora social genera una cita, en la cual procederán a ser evaluados.

- Al acudir a la cita los pacientes son agrupados para pasar al área de diagnóstico, en donde un docente del área procederá a revisar a cada paciente, mientras que la trabajadora social toma nota del diagnóstico del docente.
- Para finalizar, todos los pacientes se dirigen a la oficina de Trabajo Social donde se les entrevista para obtener sus datos; de igual forma reciben una explicación sobre todo el proceso para que su caso sea atendido.



Figura 2. Flujo del proceso de asignación en el área de Banco de Pacientes



Fuente: elaboración propia, empleando el programa Draw.io.

- Un estudiante llega a la oficina de Trabajo Social, donde son atendidos en el orden en que lleguen; este solicita la información de un paciente acorde a los requerimientos pendientes que el estudiante desea trabajar.
- La trabajadora social le entrega el archivo donde se encuentran las fichas de cada paciente que haya pasado para ser diagnosticado; el estudiante debe de realizar la búsqueda revisando hoja por hoja.
- De no encontrar a un paciente que cumpla con el/los tratamiento(s) que el estudiante requiera, devuelve el archivo para que sea guardado.
- De ser que el estudiante encuentre a un paciente que cumpla con sus requisitos, procede a tomar nota de la información en la ficha, y a contactarse con el mismo.
- Si el estudiante decide trabajar con dicho paciente, la ficha es retirada del archivo para pasar a otro archivo en el cual se guardan las fichas de los otros pacientes asignados al estudiante asignado, y de igual forma se procede a la realización del contrato.

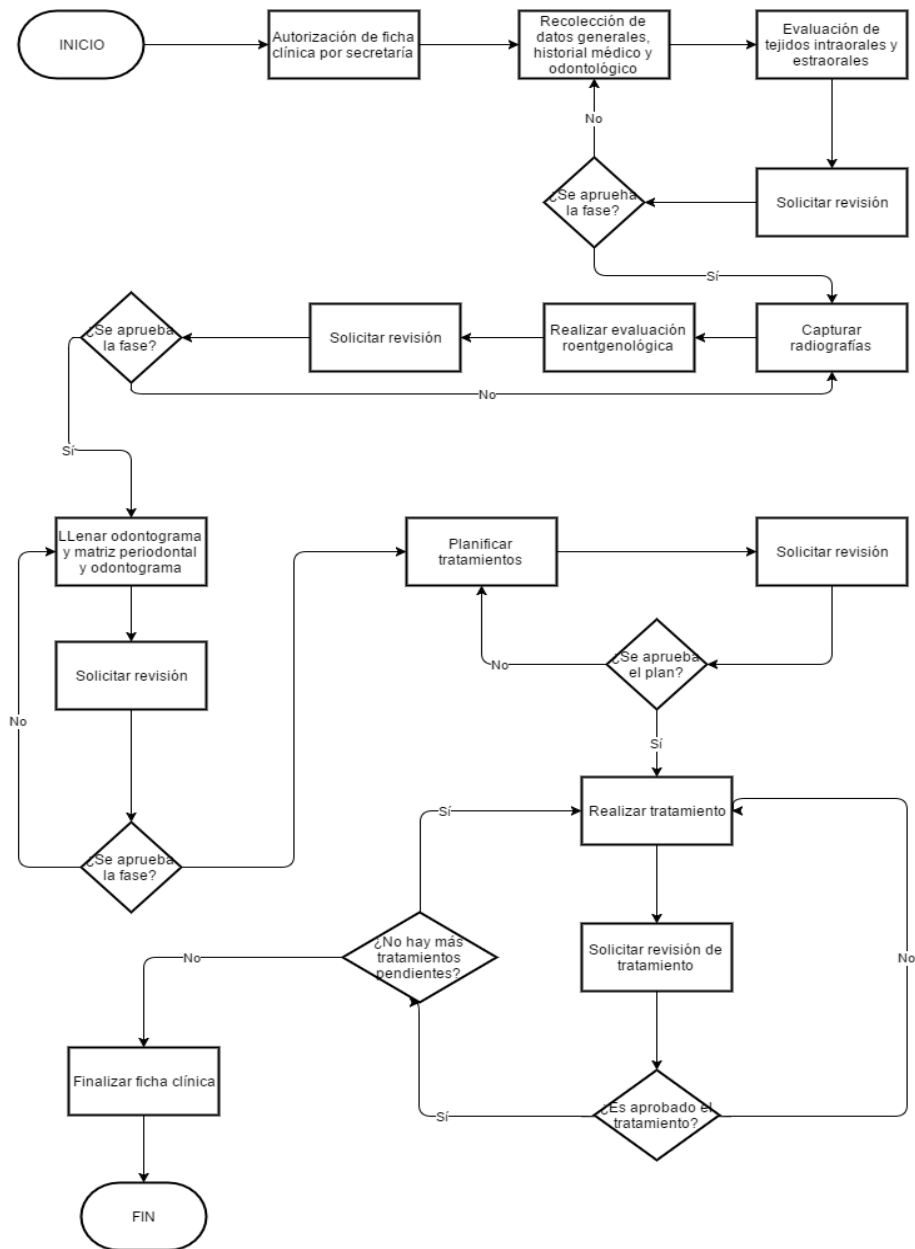
### **2.2.1.2. Diagnóstico**

El Área de Diagnóstico es el ente encargado de las primeras fases de la práctica clínica.

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:

Figura 3. Flujo de la práctica clínica



Fuente: elaboración propia, empleando el programa Draw.io.

- 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 tratamiento odontológicos.
- En este paso el estudiante realiza una evaluación visual y palpación de los tejidos extra e intraorales 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 de 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.

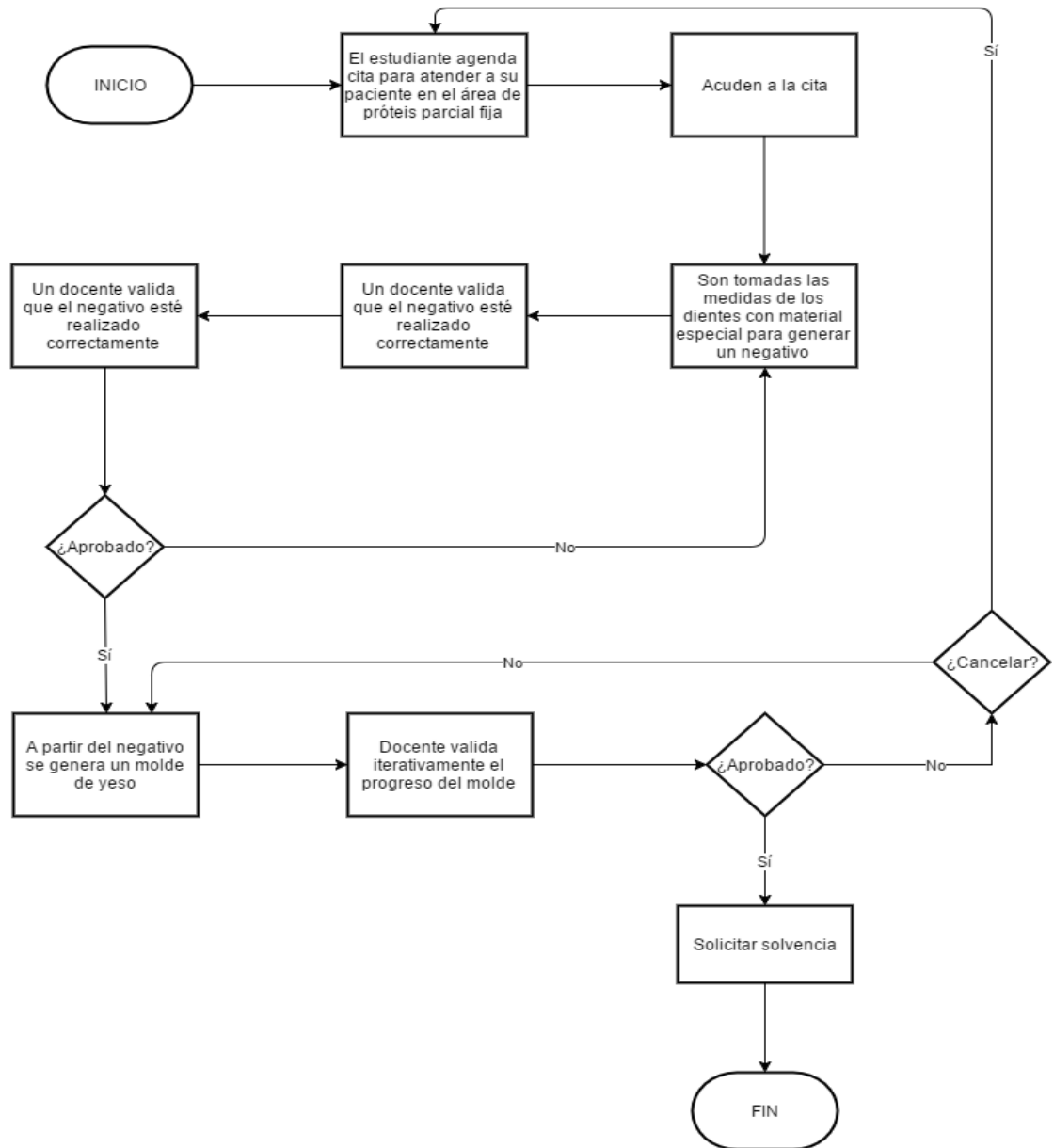
- Se solicita a un supervisor la aprobación del odontograma. El docente debe firmar la ficha clínica y las hojas de doble control utilizadas.
- Hasta este punto, el practicante compila toda la información recolectada y elabora un plan de tratamiento. Es importante recalcar que dicho proceso lo realizan manualmente, por lo que el estudiante debe investigar por su cuenta el nombre de los tratamientos posibles y su valor actual. Genera un plan de tratamiento y un 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 tratamiento: 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 (radiografías, hojas de doble control, contrato, y la ficha clínica), estudiarla y marcarla como aprobada. Una ficha probada se convierte en un paciente integral en el conteo de requisitos de EPS para el estudiante, lo que significa que los tratamientos ejecutados en esta ficha son tomados en cuenta para el conteo final de requisitos.

- El estudiante puede ingresar un nuevo paciente.
- 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, entre otros.
- Si el estudiante completa los requisitos de EPS, el director emite una constancia de finalización de la práctica clínica.

### **2.2.1.3. Prótesis Parcial Fija**

El flujo básico de prótesis parcial fija se describe de la siguiente forma:

Figura 4. Flujo del proceso del área de Prótesis Parcial Fija



Fuente: elaboración propia, empleando el programa Draw.io.

- Un estudiante junto con el paciente con quien ha firmado contrato, son asignados a una fecha y hora de atención en el área.

- El paciente y estudiante acuden a la cita. Se toman las medidas para los dientes utilizando un material especial para generar un negativo.
- El negativo realizado es validado por un docente encargado.
- A partir de este se genera un positivo, el cual es un molde de yeso que se envía a un laboratorio para crear las prótesis.
- Cada molde es hecho y tallado por los estudiantes y es validado iterativamente por un docente, el cual va realizando las debidas correcciones hasta que el molde esté listo.
- Una vez terminado el molde, es en la mayoría de casos enviado a un laboratorio para que las prótesis sea realizada. Los estudiantes también pueden optar por hacerlas ellos mismos.
- Este control es llevado a través del registro de las actividades en una ficha en donde los docentes firman de visto bueno en cada etapa del proceso.
- Los docentes pueden indicar al estudiante si cierto procedimiento lo realizaron sumamente mal, y es necesario realizar todo de nuevo.

Para llevar el control de los avances en los estudiantes en el proceso descrito anteriormente se llevan a cabo una serie de controles mediante firmas a un formulario, el cual depende de cada área, al finalizar la descripción del proceso se presentará una serie de formularios, los cuales fueron obtenidos de las distintas áreas de prótesis.



### **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

- Existencia de una tesis con un detalle de los problemas que se pretenden resolver con el sistema.
- Existencia de un proyecto piloto implementado previamente en el área de odontopediatría.
- Disponibilidad de recursos para la compra de la tecnología necesaria para implementar el proyecto.
- Alta disposición del Decano de la Facultad de Odontología en apoyo a que el proyecto se lleve a cabo.
- Compromiso de las personas involucradas a facilitar información necesaria para el correcto desarrollo del proyecto.
- Los procesos que actualmente se llevan son parecidos en la mayoría de áreas.
- Se denominan las tecnologías a utilizar, lo cual reducirá la curva de aprendizaje al comenzar con la implementación del proyecto.

## Debilidades

- Únicamente hay una persona encargada del recurso informático en la Facultad de Odontología.
- El proyecto abarcará muchas áreas distintas a lo que conlleva que existan muchos interesados con quienes trabajar.
- La aceptación a la tecnología de los usuarios finales de mayor edad.
- No existe estándar de documentación.
- No se cuenta con un servidor de desarrollo

## 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.
- La Facultad de Odontología ya cuenta con una infraestructura para la implementación del proyecto.
- Se cuenta con el apoyo de las autoridades de la Facultad de Odontología

- El apoyo de las personas que realizaron la fase anterior a la que este proyecto dará seguimiento.

#### 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 realizado de forma manual.
- Problemas políticos dentro de la Facultad de Odontología.
- Disponibilidad de tiempo de los doctores de cada área.
- Problemas administrativos para adquirir los recursos necesarios para la implementación del proyecto.

### **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 contiene las siguientes etapas:

- 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 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 cuál era la forma óptima de organizar el desarrollo del sistema; se organizó 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 inmediata superior.

- **Conexiones:** permite 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 mensaje de error técnico, 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 son recibidas por 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 *Java Server 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.

- *Java Server 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 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.

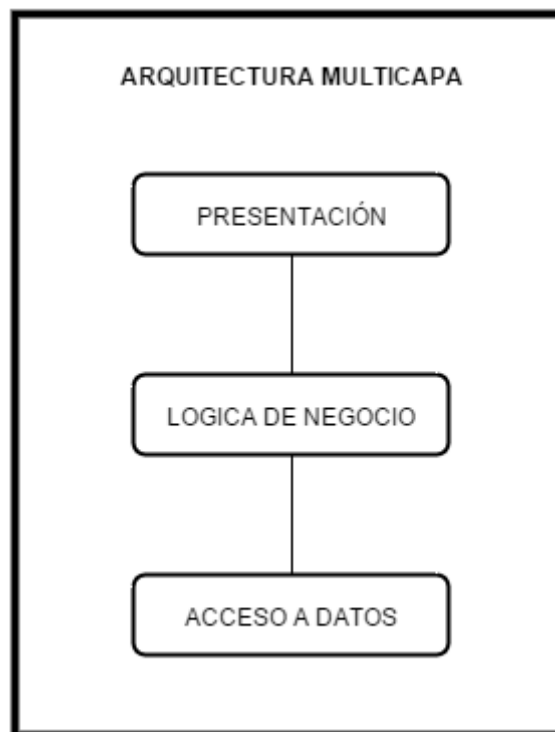
Debido a que el sistema debe ser accesible desde dispositivos móviles se añadieron los componentes del *framework Bootstrap*, escrito en HTML5, JavaScript y CSS, el cual ofrece una experiencia de uso innovadora. El sistema está desarrollado con una interfaz de usuario compatible con navegadores web.



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 cambio de tecnologías usadas en cada capa, ya que son independientes entre ellas.

Figura 5. **Diagrama de arquitectura**

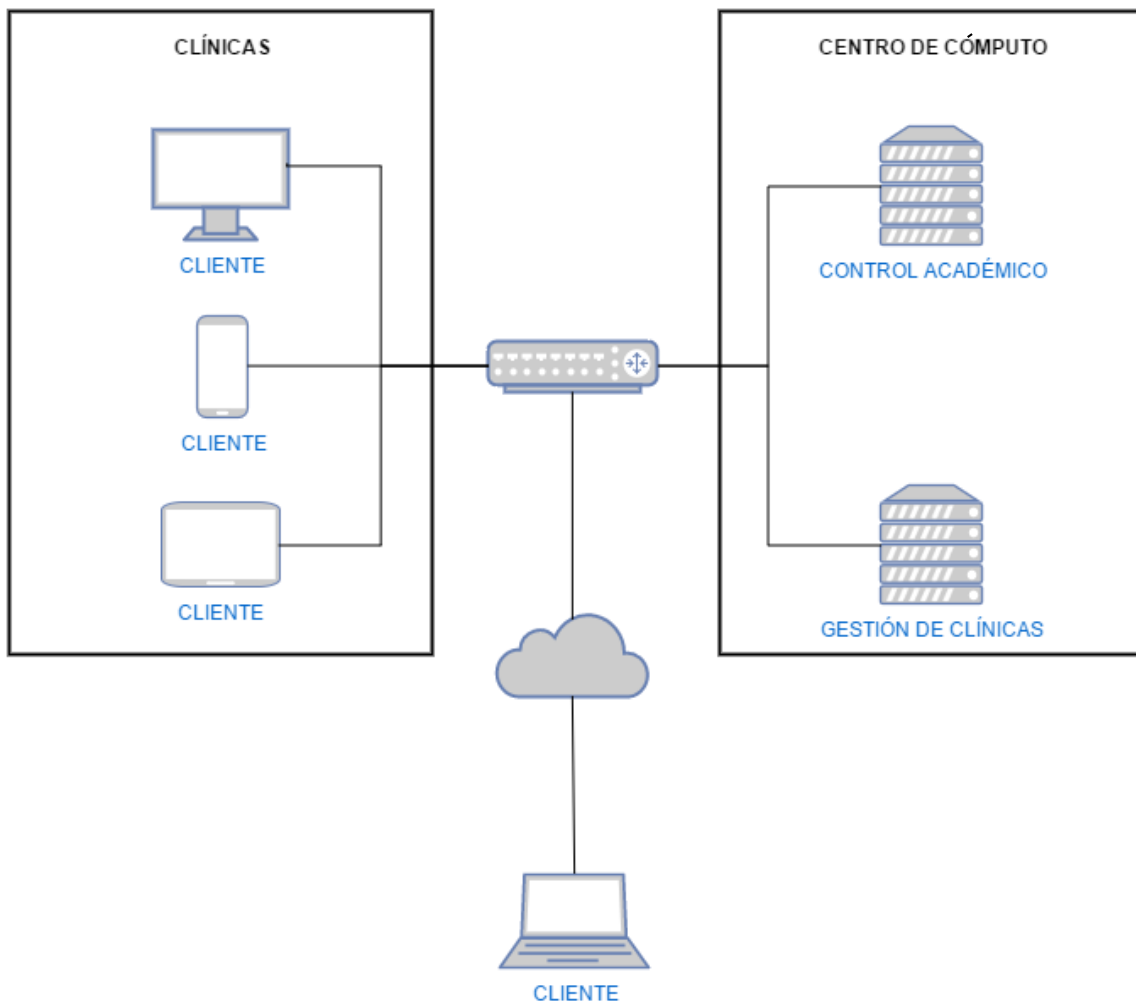


Fuente: elaboración propia, empleando el programa Draw.io.

### 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 6. Diagrama de infraestructura



Fuente: elaboración propia, empleando el programa Draw.io.

- Gestión de clínicas: alojará el servidor de aplicaciones y el servidor de base de datos.
- Control académico: actualmente aloja el sistema de control académico.
- 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 ya se encuentra implementado.

#### 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
Servidor de versiones (6 meses)	1	Q65,00/mes	Q336,00
Energía eléctrica (6 meses)	--	Q50,00/mes	Q300,00

Continuación de la tabla I.

Servidor de desarrollo (6 meses)	1	Q74.88/mes	Q449.28
		<b>Total</b>	<b>Q173 948,28</b>

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, quienes codifican 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.
- 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
- Seguridad de la información generada
- Información centralizada
- Procesos maduros generan datos confiables
- Los pacientes tendrán acceso a un mejor servicio

#### 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 encuentran centralizadas en un mismo lugar.
- El expediente de los pacientes es accesible en cualquier momento.
- 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. FASE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE**

#### **3.1. Proceso de capacitación**

La capacitación es la parte final del proyecto de software. Comprende las actividades necesarias para que las personas involucradas puedan utilizar de manera eficaz, mantener y mejorar el producto. El proceso de capacitación se realizó de la siguiente forma:

- Capacitación de usuarios finales
- Capacitación de usuarios técnicos
- Realización de manuales
- Realización de contenido audiovisual

##### **3.1.1. Capacitación de usuarios finales**

Los usuarios finales son a quienes va dirigido el proyecto, y serán quienes utilizarán el sistema. La capacitación fue dividida de la siguiente forma:

- Administrativos: la capacitación fue presencial utilizando medios audiovisuales y estudio de casos. Se presentó la funcionalidad, para que pudieran comenzar a familiarizarse con el sistema.

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

<b>Núm.</b>	<b>Fecha</b>	<b>Duración en horas</b>	<b>Temas desarrollados</b>
1	23/10/2015	2 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características del sistema.</li> <li>• Beneficios.</li> <li>• Uso del módulo de Banco de Pacientes.</li> <li>• Explicación de la vista de estudiante y su funcionamiento.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

- 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 mostró el flujo completo de las 3 áreas nuevas en el sistema.

Tabla III. **Detalle de capacitación de estudiantes**

<b>Núm.</b>	<b>Fecha</b>	<b>Duración en horas</b>	<b>Temas desarrollados</b>
1	05/02/2016	1 hora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características del sistema.</li> <li>• Beneficios.</li> <li>• Uso del módulo de docentes.</li> <li>• Uso del módulo de estudiantes.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

- Docentes: se les presentó el sistema desde una computadora y desde una tableta inteligente. Se mostró el flujo completo de las Áreas de Diagnóstico y Prótesis Parcial Fija en el sistema.



Tabla IV. **Detalle de capacitación de docentes**

<b>Núm.</b>	<b>Fecha</b>	<b>Duración en horas</b>	<b>Temas desarrollados</b>
1	15/02/2016	2 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características del sistema.</li> <li>• Beneficios.</li> <li>• Uso del módulo de docentes del área de diagnóstico.</li> <li>• Funcionamiento de la vista de estudiante del área de diagnóstico.</li> <li>• Inducción de lo que el módulo de Banco de Pacientes realiza.</li> </ul>
2	16/02/2016	3 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características del sistema.</li> <li>• Beneficios.</li> <li>• Funcionamiento de la ficha del plan preprotésico.</li> <li>• Funcionamiento de la hoja de control.</li> <li>• Explicación del procedimiento para la generación de solvencias.</li> <li>• Explicación de la ficha clínica del área de diagnóstico.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.2. Capacitación de usuarios técnicos**

La Facultad de Ingeniería, con el fin de darle continuidad a los proyectos tecnológicos de la unidad, envió nuevos practicantes. Sus proyectos deberán integrarse a la arquitectura utilizada en este sistema. Se les impartió una inducción presencial distribuida en dos sesiones presenciales, sumando un total de 5 horas.

En la siguiente tabla se detallan las fechas, duración y temas desarrollados en las reuniones.

Tabla V. **Detalle de inducción a nuevos practicantes**

<b>No.</b>	<b>Fecha</b>	<b>Duración en horas</b>	<b>Temas desarrollados</b>
1	16/01/2016	1 hora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración de sistema operativo.</li> <li>• Instalación y configuración de base de datos.</li> <li>• Configuración del entorno de desarrollo (IDE).</li> </ul>
2	30/01/2016	3 horas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de esquemas de base de datos.</li> <li>• Creación de funciones de base de datos.</li> <li>• Construcción de Capa de Negocio (BE).</li> <li>• Construcción de Capa de acceso a Datos (DAL).</li> <li>• Construcción de Capa de Lógica de Negocio (BLL).</li> <li>• Uso de Servlets.</li> <li>• Uso de JSP.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### **3.2. Material elaborado**

Se realizaron dos tipos de documentos para completar la fase de enseñanza aprendizaje:

- **Manuales de usuario:** son manuales que detallan del uso de cada módulo desarrollado en el sistema. Diseñados 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, entre otros. 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.

### **3.2.1. Material audiovisual**

Se creó una serie de video tutoriales sobre el uso de todos los módulos desarrollados, para complementar las capacitaciones y los documentos elaborados.

Los videos tutoriales realizados tienen como fin explicar de manera explícita, clara y visual el uso correcto del sistema. Adicionalmente fueron entregados en *CD* y subidos a YouTube, con el fin de facilitar el acceso a este material.



## CONCLUSIONES

1. Como resultado de la implementación del sistema se optimizó la gestión clínica, mejorando la calidad de los servicios clínicos proporcionados a los pacientes por la Facultad de Odontología.
2. La utilización de una arquitectura clara, un modelo de desarrollo sólido y una metodología ágil facilitó el análisis, desarrollo e implementación del proyecto.
3. El sistema es una herramienta que contribuye a la formación académica de los estudiantes de dicha institución, mediante la mejora del control y seguimiento de los procedimientos clínicos realizados.
4. Poseer la información de forma centralizada y estandarizada proporciona una rápida generación de reportes, apoyando a la toma de decisiones basada en el análisis de los datos.
5. El uso de tecnologías como *Bootstrap*, *HTML5*, *CSS* y *Java Script* permite el desarrollo de una plataforma web dinámica y que se adapta a cualquier dispositivo en el que se estén utilizando.
6. Con base en la validación de pruebas efectuadas con el sistema implementado, se concluye en que existe una diferencia significativa en la velocidad de generación de reportes, comparado con el sistema previo manual.



## RECOMENDACIONES

1. Dar seguimiento al proyecto incorporando el resto de áreas pendientes como: exodoncia, periodoncia, endodoncia, operatoria, prótesis parcial removible, prótesis total, esterilización, archivo, dirección de clínicas, entre otras.
2. Para el desarrollo de los siguientes módulos del sistema se recomienda continuar con la utilización de una arquitectura definida, metodologías ágiles y un modelo sólido.
3. Continuar o mejorar el estándar de documentación técnica y de usuario, para apoyar al correcto desarrollo y uso del sistema.
4. Informar al claustro de docentes y personal administrativo sobre el continuo desarrollo y mejoras del sistema, para que las primeras reuniones de toma de requerimientos, antes de comenzar un módulo, puedan llevarse de mejor manera.
5. Seguir desarrollando módulos completos e independientes dentro del mismo sistema, evitando crear islas de información.
6. Fortalecer el departamento técnico de la Facultad de Odontología designando personal para realizar tareas de mantenimiento a las distintas partes del sistema, para evitar posibles fallos o pérdidas de información.

7. Al integrar nuevos módulos, evaluar minuciosamente que sus objetivos y metas guarden coherencia con el sistema ya implementado.
8. Crear o designar un servidor de desarrollo que cumpla con los requerimientos mínimos, para soportar tanto el proyecto como su base de datos.
9. Instruir a los usuarios finales del sistema, para que se involucren activamente en la evaluación y retroalimentación, proponiendo las mejoras que consideren pertinentes.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BRITO ACUÑA, Kareny. *Selección de metodologías de desarrollo para aplicaciones web en la Facultad de Informática de la Universidad de Cienfuegos*. Cuba: edición electrónica gratuita, 2009. [en línea]. <<http://www.eumed.net/libros-gratis/2009c/584/indice.htm>>. [Consulta: 20 de enero de 2016].
2. *Currículum de la Facultad de Odontología, USAC*. [en línea]. <[http://www.usac.edu.gt/fdeo/biblio/leyesynormas/curriculum\\_fdeo.pdf](http://www.usac.edu.gt/fdeo/biblio/leyesynormas/curriculum_fdeo.pdf)>. [Consulta: 12 de enero de 2016].
3. Java Servlet. *Technology Overview*. [en línea]. <<http://www.oracle.com/technetwork/java/overview-137084.html>>. [Consulta: 10 de enero de 2016].
4. SCHWABER Ken; SUTHERLAND Jeff. *The scrum guide*. [en línea]. <<http://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v1/scrum-guide-us.pdf>>. [Consulta: 29 de enero de 2016].
5. SILBERSCHATZ, Abraham. *Fundamentos de bases de datos*. España: McGraw-Hill Inc, 2002. 787 p.

