

# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

## "ESCUELA SUPERIOR DE CÓMPUTO"

Trabajo Terminal 2017 - B029

ESCOMunidad-Servicios Aplicación móvil de seguimiento a pagos y  
servicios para la comunidad estudiantil de la ESCOM

---

Presentan

De Jesús López David  
Hernández López César Erick  
Mendoza Saavedra Roberto

**Directores:**

Vélez Saldaña Ulises  
Figuroa del Prado Felipe de Jesús

2 de mayo de 2018

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Presentación	1
1.2. Uso y alcance	1
<b>2. Antecedentes</b>	<b>3</b>
2.1. Situación Actual	3
2.1.1. Pagos en ESCOM	4
2.2. Estado del arte	7
2.3. Marco Teórico	10
2.3.1. Aplicación Web	10
2.3.2. Aplicación móvil	11
2.3.3. Interfaz de Programación de Aplicaciones (API)	11
2.3.4. Aplicación móvil nativa	11
2.3.5. Aplicaciones Web sobre Móviles	12
2.3.6. Aplicación móvil híbrida	12
2.3.7. Modelo Vista Controlador (MVC)	12
2.3.8. Framework	13
2.3.9. Spring Boot	13
2.3.10. Struts 2	13
2.3.11. Hibernate ORM	13
2.3.12. Xamarin	14
2.3.13. PostgreSQL	14
<b>3. Análisis</b>	<b>15</b>
3.1. Planteamiento del problema	15
3.2. Problemáticas actuales	16
3.3. Objetivo general	17
3.4. Objetivos particulares	17
3.5. Justificación	17
3.6. Descripción de la propuesta	18
3.6.1. Alcance del proyecto	18
3.6.2. Interacción con el usuario	19
3.7. Metodología	20

<b>4. Trabajo realizado</b>	<b>21</b>
4.1. Base de datos . . . . .	22
4.2. Casos de uso . . . . .	23
<b>5. Trabajo a futuro</b>	<b>26</b>
<b>6. Resultados y conclusiones</b>	<b>27</b>
6.1. Resultados . . . . .	27
6.2. Conclusiones . . . . .	27

# CAPÍTULO 1

---

## Introducción

---

En el presente documento se muestra el análisis realizado para el desarrollo del Trabajo Terminal 2017-B029 con título ESCOMunidad - Servicios Aplicación móvil de seguimiento a pagos y servicios para la comunidad estudiantil de la ESCOM.

Este documento está dirigido para los alumnos, profesores y personal administrativo de la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) con el fin de brindar un panorama general sobre la problemática actual en el proceso de pagos de la escuela y la solución que llevamos a cabo pensando en un bien común para la comunidad de la ESCOM. Además, se elaboró como una herramienta mediante la cual los sinodales asignados a este Trabajo Terminal evaluarán nuestro desempeño para esta primera etapa, esperando que sea lo suficientemente adecuada para obtener una calificación aprobatoria.

### 1.1. Presentación

El documento consta de una Introducción, Antecedentes, Análisis, Trabajo realizado, Trabajo a futuro, Resultados y Conclusiones. Es con esta estructura que recabamos todo el trabajo efectuado para esta primera etapa del Trabajo Terminal.

Así, la sección de antecedentes abordará una breve explicación del contexto en el que se está llevando a cabo el proyecto, seguido del análisis derivado del mismo y el trabajo efectuado para la presentación de este Trabajo Terminal. Con ello, mostramos también los planes a futuro que tenemos para el desarrollo de este proyecto y todos los resultados obtenidos, así como las conclusiones tanto positivas como negativas que derivaron de todo este trabajo.

### 1.2. Uso y alcance

Este proyecto está pensado para la comunidad de la ESCOM, buscando la optimización del proceso de pago dentro de la Escuela Superior de Cómputo. Este sistema abarca diferentes áreas desde donde se pueden captar diversos conceptos de pago, en este caso específico, se trabajará con las áreas de Biblioteca, CELEX, Dentales y Fotocopiado. Estas áreas se verán ampliamente beneficiadas al tener un sistema web y móvil que interactúe con el proceso de pagos y permita notificarles en tiempo real de quién y para qué servicios fueron realizados dichos pagos. Cabe mencionar, que no sólo las áreas serán las beneficiadas, pues también el departamento

de Recursos Financieros será favorecido, logrando tener un sistema que complemente sus actividades diarias con fines informativos y de organización. Además de tener una unificación de las áreas mediante este sistema, también se logrará involucrar a toda la comunidad escolar y externa, a través de la selección, comprobación y consulta de pagos considerando el catálogo de servicios disponibles para cada una de las áreas.

Este catálogo de servicios por área del que se habla abarca todos aquellos conceptos de pago que ayudan a la continuidad de esos servicios otorgados, además de que representan una parte importante de los ingresos auto generados por parte de la escuela.

Entre los conceptos de pago que destacan debido a la demanda por parte de la comunidad y considerando nuestro alcance en el proyecto se encuentran los siguientes:

- Pago de multas de biblioteca
- Reposición de credencial de biblioteca
- Servicio de fotocopiado
- Servicios dentales
- CELEX

Cabe destacar, que no todos los pagos mencionados se realizan directamente en caja, pues para algunos de ellos se pide a los alumnos, empleados o externos efectuarlos directamente en alguna sucursal bancaria, específicamente Bancomer, para después solicitar el voucher de pago y con ello otorgar una boleta de pago emitida por el Sistema Institucional de Gestión Administrativa (SIG@) del IPN. Dicha boleta es la que servirá como garantía tanto para la persona que realiza el pago, como para el encargado de cada una de las áreas en donde se presta ese servicio.

Por lo anterior, es que buscamos la optimización de este proceso, logrando desarrollar un sistema que considere a todos los involucrados y cada una de las partes que lo conforman. Así, el sistema permitirá seleccionar un concepto de pago del área que se requiera y subir su voucher de pago al sistema con el fin de enviarlo directamente a caja para que sea el cajero quien visualice y confirme dicho pago. La confirmación de este pago se hará mediante el anexo al sistema del comprobante emitido por el SIG@ y esto será notificado a la persona que realizó el pago, a su vez se guardará el registro para su consulta posterior por parte del área a la que fue dirigido dicho depósito, o bien, para la revisión de pagos por parte de la contadora o el subdirector administrativo.

Derivado del proceso anterior, encontramos una brecha importante para una de las áreas involucradas, hablamos del área de servicios dentales. Por tanto, decidimos resolverla mediante la agregación de un módulo para la gestión de citas dentro de nuestro sistema, buscando cerrar por completo un proceso que concluye con la realización de un pago.

Así también, nos percatamos de una oportunidad de desarrollo bastante viable, que se propone como una posible entrega para la segunda parte de este Trabajo Terminal. Nos referimos a un módulo en el sistema que permita el pago electrónico de cada uno de los servicios disponibles en la ESCOM.

En este capítulo se da a conocer un contexto de la problemática que tratamos de resolver mediante el desarrollo del presente Trabajo Terminal. Por tal motivo, es que hablamos sobre el actual proceso de pagos en la ESCOM y todo lo que en eso se involucra.

Se habla de sistemas y aplicaciones que tienen una funcionalidad parecida a nuestro proyecto, detallando sus características, ventajas y desventajas con base en el contexto sobre el cual estamos trabajando para que así podamos tener algún modelo de referencia para nuestro desarrollo.

### 2.1. Situación Actual

Para tener una idea clara del problema que se ataca, es necesario dar un contexto sobre todo lo que se ve involucrado en el proceso que se lleva a cabo actualmente en la ESCOM para realizar un pago, con el fin de obtener un servicio o producto.

Estos servicios o productos de los que hablamos desde el principio del documento forman parte de una estrategia por parte de la ESCOM para poder adquirir recursos económicos independientes del presupuesto federal asignado, con la finalidad de dar manutención a las instalaciones, tales como, laboratorios de cómputo, aulas de clase, sanitarios, zonas verdes, entre otros.

Lo anterior, no sólo lo realiza la ESCOM, también las demás escuelas que conforman a todo el IPN, pero cada una de estas definen qué productos o servicios pondrán a disposición de sus estudiantes, empleados o externos. Todos esos productos o servicios se encuentran en un catálogo de cuotas de productos y cuotas de aprovechamiento de Cobro Regular emitido por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) a través del sistema DEPAMIN: "Módulo de Estimación de Ingresos por Concepto de Derechos, Productos y Aprovechamientos" [1].

Dicho catálogo se renueva año con año presentando una relación aproximadamente de 1073 cuotas de productos y 19 cuotas de aprovechamientos de Cobro Regular [2]. Cada una de esas cuotas es incorporada en el SIG@, poniendo a disposición una boleta de pago, relacionada con cada cuota.

ESCOM, en lo particular toma sólo algunos de esos conceptos descritos en el catálogo y los ofrece a toda su comunidad, incluyendo también a externos. Suele tener una clasificación para cada servicio o producto que oferta, estas clasificaciones son las siguientes:

- Cursos de educación continua
- Posgrado
- CELEX
- Odontológicos
- Productos

En total son 36 conceptos de pago los que ESCOM considera para la oferta de servicios o productos repartidos en cada una de las clasificaciones anteriores. Los fondos recabados mediante el pago en caja, pago en sucursal bancaria o transferencia electrónica son depositados en una cuenta de débito de BBVA Bancomer, misma que el IPN monitorea para la declaración de ingresos, por lo tanto, es necesario que el departamento de Recursos Financieros de la ESCOM tenga siempre disponibles todas las boletas de pago emitidas por el SIG@ durante cada periodo escolar.

Tan es así, que se exige conservarlas por un periodo de cinco años a partir del año en que se expide. Esta regla no sólo aplica para el departamento de Recursos Financieros, también para cada una de las áreas de donde derivan la prestación de los productos o servicios. Para ser más específicos, mencionaremos las áreas involucradas en cada una de las clasificaciones que se comentaron anteriormente.

- **Cursos de educación continua:** Coordinación de Educación Continua (CEC) [3].
- **Posgrado:** Sección de Estudios de Posgrado e Investigación (SEPI) [4].
- **CELEX:** Coordinación de Cursos Extracurriculares de Lenguas Extranjeras [5].
- **Odontológicos:** Servicio Dental.
- **Productos:** Fotocopiado y Biblioteca [6].

Si bien comentamos que esas boletas de pago se deben de almacenar por un periodo de cinco años, hasta el momento, ninguna de las áreas tiene claro qué es lo que sucede con toda esa documentación una vez finalizado dicho periodo. Actualmente, sólo las almacenan en carpetas y se conservan en los estantes.

Todos los ingresos obtenidos durante el día deberán de comprobarse, puesto que se genera un corte de caja de manera diaria que permite saber el total generado, que a su vez, es notificado al Subdirector Administrativo quien será el último en dar el visto bueno para los ingresos obtenidos del día corriente.

### 2.1.1. Pagos en ESCOM

El proceso de pago en ESCOM se lleva prácticamente de la misma manera en todos los servicios o productos que se ofertan, partiendo de la realización del pago en caja, sucursal bancaria o transferencia electrónica y concluyendo en la entrega al interesado por el producto o servicio de una boleta de pago emitida por el SIG@ la cual se da posteriormente al área involucrada como garantía de que se efectuó correctamente la cuota. Pueden existir algunas variantes en este proceso, pero no afectan para nada el flujo principal comentado anteriormente.

Enfocados en el alcance del proyecto daremos el detalle del proceso de pago para cada una de las áreas que estamos considerando, además de mostrar su catálogo de servicios disponibles y sus costos para este año en curso (2018). Esto se ha escrito derivado de múltiples entrevistas con las distintas áreas. Cabe mencionar que para efectos de este proyecto se entiende por usuario a todo aquel que se interese por algún producto o servicio.

### Servicio Dental

Comencemos con el área de servicios dentales, sus costos se muestran en la tabla 2.1.

Producto/Servicio	Monto
Servicio Médico de Aplicación de Amalgama. Estudiantes del IPN	\$ 74.00
Servicio Médico de Aplicación de Amalgama. Público en General	\$ 142.00
Servicio Médico de Aplicación de Amalgama. Trabajadores del IPN	\$ 101.00
Servicio Médico de Cementación Incrustación. Estudiantes del IPN y Comunidad del IPN	\$ 68.00
Servicio Médico de Consulta de Odontología. Comunidad del IPN	\$ 27.00
Servicio Médico de Curación. Estudiantes del IPN	\$ 27.00
Servicio Médico de Curación. Comunidad del IPN	\$ 74.00
Servicio Médico de Curación. Trabajadores	\$ 47.00
Servicio Médico de Curación. Trabajadores	\$ 59.00
Servicio Médico de Extracción de piezas dentales. Docentes y empleados	\$ 66.00
Servicio Médico de Extracción de piezas dentales. Docentes y empleados	\$ 180.00
Servicio Médico de Impresión Parcial (hilo retractor, yeso velmix, hule, rectificador, alginato, yeso piedra y cera)	\$ 81.00
Servicio Médico de Profilaxis. Estudiantes del IPN	\$ 108.00
Servicio Médico de Profilaxis. Comunidad Politécnica	\$ 163.00
Servicio Médico de Profilaxis. Público en General	\$ 196.00
Servicio Médico de Resina autopolimerizable. Estudiantes del IPN	\$ 155.00
Servicio Médico de Resina autopolimerizable. Docentes y empleados	\$ 175.00
Servicio Médico de Resina chica	\$ 41.00
Servicio Médico de Resina. Comunidad Politécnica	\$ 172.00

Cuadro 2.1: Catálogo de servicios dentales.

En este caso, cuando un usuario requiere de algún servicio odontológico se presenta en el consultorio sin cita previa para la atención con algún dentista en turno, después, éste hace un análisis del problema del paciente, sin previo pago realiza el servicio diagnosticado o solicitado para finalmente realizar una nota de pago que le entrega al usuario la cual debe de presentar a caja para efectuar su pago en efectivo. Una vez realizado, el cajero genera e imprime en dos ocasiones el comprobante del SIG@ para después entregarle uno de ellos al usuario y otro para su resguardo. Este comprobante es el que el usuario entrega al dentista para confirmar su pago, mismo que almacena por políticas de la institución. Si el paciente necesita más servicios odontológicos el proceso se repite.

### CELEX

Ahora bien, hablemos del área de CELEX, mencionando primero sus costos. Estos se muestran en la tabla 2.2.



Producto/Servicio	Monto
Curso de Idiomas semanal o sabatino, 40 horas. Comunidad IPN	\$ 544.00
Curso de Idiomas semanal o sabatino, 40 horas. Público en General	\$ 1,053.00

Cuadro 2.2: Catálogo de servicios CELEX.

Para esta área, el proceso de pago es muy similar, el usuario tiene que efectuar el pago directamente en cualquier sucursal bancaria BBVA Bancomer a la cuenta que previamente se le otorgó acudiendo a las oficinas del CELEX. Es importante decir, que también se puede efectuar el pago a través de una transferencia electrónica hacia el mismo banco. Aquí, no son permitidos los pagos directamente en la caja de la ESCOM.

Una vez efectuado el pago el usuario debe de acudir a la caja de la ESCOM para presentar el voucher emitido por el banco, o bien, la captura de pantalla o impresión que compruebe la transferencia electrónica. Hecho eso, el cajero emite la boleta de pago del SIG@ y la imprime en dos ocasiones, una la entrega al usuario como garantía de su pago y otra la deja para su resguardo. El usuario acude a las oficinas del CELEX con esa boleta y la entrega a la coordinadora del área para que ella lo registre en sus listas de inscripciones y posteriormente le asigne un grupo y un horario.

Cabe destacar que el CELEX actualmente no cuenta con ningún sistema independiente de la ofimática que le apoye para la administración de sus inscripciones y grupos. Su gestión se basa en el uso de hojas de cálculo en Excel.

### Área de Fotocopiado

Esta área se basa en un solo concepto de pago del que se derivan algunas consideraciones para la oferta de todos sus servicios. El concepto de pago y su costo se muestran en la tabla 2.3.

Producto/Servicio	Monto
Impresiones láser t/carta (equivalente a 15 impresiones)	\$ 9.28

Cuadro 2.3: Catálogo de servicios de fotocopiado.

Los servicios proporcionados por esta área se concentran en las impresiones a blanco y negro, a color, copias y ploteos. El costo para cada uno de ellos como bien lo apreciamos en la tabla parte de un solo concepto de pago equivalente a 15 impresiones. Estas equivalencias entre el número de impresiones disponibles y las necesarias para poder utilizar alguno de estos servicios son definidas semestre tras semestre por el departamento de Recursos Financieros. Hasta este momento durante el semestre vigente 2018-2 las tabulaciones están estipuladas de la siguiente manera:

- 1 impresión = \$0.62 = 1 impresión o copia en blanco y negro.
- 5 impresiones = \$3.083 = 1 impresión o copia a color.
- 15 impresiones = \$9.25 = 1 impresión o copia doble carta o 1 impresión 1/4 plotter.
- 30 impresiones = \$18.50 = 1 impresión en 1/4 plotter.
- 60 impresiones = \$37.00 = 1 impresión en plotter completo
- O más en múltiplos de 15 impresiones.

El proceso de pago comienza cuando el usuario acude a la caja de la ESCOM para realizar su pago en efectivo equivalente al número de impresiones deseadas. El cajero emite la boleta de pago del SIG@ y realiza la impresión de la misma en dos ocasiones, una de ellas se la otorga al usuario para que haga válido su pago en el área y otra la deja a su resguardo. El usuario con esa boleta se presenta en el área de fotocopiado y solicita cualquiera de los servicios que ya mencionamos.

Una vez efectuado el servicio, el encargado del área solicita la boleta de pago al usuario y la intercambia por un pequeño papel que entre otros datos contiene el número de impresiones por el que es válido, cada vez que un usuario hace una impresión el encargado representa con un símbolo en este papel el número de impresiones usadas hasta que estas se terminan y si el usuario necesita más tiene que empezar todo el proceso nuevamente.

Este papel del que hablamos, será válido únicamente por el semestre en curso y es responsabilidad totalmente del usuario la conservación del mismo. Si éste se extravía se tendrá que realizar de nuevo el pago a pesar de que se pudieron haber tenido todavía impresiones disponibles.

### Área de Biblioteca

Los conceptos de pago que en esta área se consideran son únicamente dos y se muestran en la tabla 2.4.

Producto/Servicio	Monto
Multa de biblioteca	\$ 6.50
Reposición de credencial de biblioteca	\$ 26.00

Cuadro 2.4: Catálogo de servicios de fotocopiado.

El proceso de pago comienza con la asistencia del usuario a la Biblioteca de la ESCOM, ahí, el encargado del área le dará una nota de pago sin ningún formato con el concepto y la cantidad a pagar. El usuario acude a la caja de la ESCOM con dicha nota y efectúa el pago.

El cajero por su parte, emite el comprobante del SIG@ y realiza la impresión del mismo en dos ocasiones, uno se lo entrega al usuario y el otro lo resguarda. Hecho lo anterior, el usuario regresa a la biblioteca y presenta el comprobante que le fue dado en caja para que sea liberada la multa o bien, la credencial de la biblioteca.

Si el usuario en otra ocasión presenta una multa en su historial o pierde de nuevo la credencial tendrá que realizar el procedimiento nuevamente.

Es importante recordar que todos los comprobantes de pago emitidos por el SIG@ deberán de ser guardados por un periodo de cinco años tanto en el departamento de Recursos Financieros como en cada una de las áreas. Esto por reglas de negocio del mismo IPN.

## 2.2. Estado del arte

Durante nuestra investigación de mercado, nos encontramos con sistemas que tienen una fuerte relación con el proyecto a trabajar, pero implementados en situaciones distintas, además de tener funcionalidades variadas. Si bien, actualmente existen muchas aplicaciones o sistemas enfocados en la gestión de pagos, la gran mayoría funcionan como desarrollos independientes de un contexto dejando de lado la integración a futuro de más módulos o incluso sistemas. Es por ello, que nosotros buscamos desarrollar un sistema que permita la escalabilidad a favor de la gestión de procesos tomando como punto de partida justamente la gestión de pagos.

Los sistemas con mayor similitud a nuestro desarrollo los podemos encontrar en la tabla 2.5

Software	Características	Costo
"SISTEMA DE MONEDERO VIRTUAL PARA PAGOS ESCOLARES"	El Sistema de Monedero Virtual para Pagos Escolares es un sistema de prepago, que permite a los alumnos realizar pagos dentro y fuera de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) [7]	Sin costo
TTR-12-1-029 Prototipo para el manejo de "Cero Papel".	Es un sistema que permite el manejo, intercambio y control de la información dentro de una organización para optimizar los procedimientos y tareas, disminuyendo el uso de papel mediante la implementación de un sistema que permita administrar los usuarios y los documentos [8]	Sin costo
"Ventanilla Virtual UdeG"	Ventanilla Virtual tiene tecnologías desarrolladas por universitarios y busca brindar una plataforma para que, en una primera etapa, los estudiantes puedan hacer trámites, dar seguimiento, recuperarlos y hacer pagos respectivos [9]	Sin costo
"Campus Pay"	Desarrollo que ofrece a estudiantes la posibilidad de realizar todos los pagos relacionados con sus estudios desde dispositivos móviles con cualquier tarjeta de crédito o débito [10][11]	Sin costo
"School control"	Aplicación móvil que realiza reportes, asignación de pagos, consulta de estadísticas en tiempo real, monitoreo/edición de la información escolar, entrega de calificaciones, control de asistencia y comportamiento de los alumnos entre otras soluciones diseñadas específicamente para colegios que les deja tiempo valioso para dedicarlo a lo que verdaderamente saben hacer, que es enseñar [12][13]	desde \$149 por alumno al año, costo absorbido totalmente por el colegio.
"Aplicación escolar"	Es una aplicación móvil para dispositivos Android e IOS en la cual las escuelas pueden enviar información como mensajes de pagos, tareas, circulares, así como seguimientos académicos y calificaciones graficadas directo al celular de los padres o alumnos con notificación tipo WhatsApp. Los papás descargan la aplicación con el nombre de su colegio desde Play Store o App Store ya que es personalizada a cada escuela [14][15]	Pago inicial de \$31,000, posterior a la prueba piloto se cobran \$6,000 mensuales por cada 400 alumnos. El costo es absorbido por el colegio.

Cuadro 2.5: Sistemas o aplicaciones relacionadas

De estos sistemas encontramos las siguientes ventajas y desventajas considerando el contexto bajo el cual nosotros estaremos trabajando:

- **SISTEMA DE MONEDERO VIRTUAL PARA PAGOS ESCOLARES**

- Ventajas:
  - Permite la realización de pagos de forma electrónica.
- Desventajas:
  - Carece de un diseño responsivo.
  - Para realizar el pago es necesario imprimir un comprobante.
  - Se necesita efectuar un abono previo.
  - Sólo se planteó como un prototipo.

- **TTR-12-1-029 Prototipo para el manejo de Cero Papel**

- Ventajas:
  - Disminución del uso de papel.
  - Control y seguridad de documentos.
- Desventajas:
  - Solo es un sistema que busca la optimización de recurso material (papel).

- **Ventanilla Virtual UdeG**

- Ventajas:
  - Presenta distintos medios de acceso como kioscos interactivos, sitio web y aplicación móvil.
  - Pueden realizar, seguir, recuperar y generar los pagos en algunos trámites.
  - Permite al alumno la consulta de información académica.
  - Pago digital.
- Desventajas:
  - El precio de cada kiosco interactivo es de 165 mil pesos.
  - Solo los estudiantes tienen acceso.

- **Campus Pay**

- Ventajas:
  - Permite a toda la comunidad universitaria realizar pagos de forma electrónica.
  - Permite el pago a todas las áreas que lo requieran.
  - Permite al alumno la consulta de información académica.
  - No tiene costo para los usuarios de la aplicación.
  - Permite cualquier tarjeta de débito o crédito.
- Desventajas:
  - Genera un costo en la institución educativa en la que se implementa.

- **School control**

- Ventajas:
  - Permite el pago en línea.
  - Elimina las comisiones de tarjeta de crédito.

- Realiza métricas de información sobre el colegio.
  - Permite una administración de accesos al sistema.
  - Tiene un módulo de apoyo para maestros.
- Desventajas:
  - Tiene un costo básico de \$149.00 por alumno.
- **Aplicación escolar**
  - Ventajas:
    - Permite mensajes de pagos.
    - Permite seguimientos académicos.
    - Genera notificaciones.
    - Aplicación personalizada por institución.
    - Tiene un módulo de apoyo para maestros.
  - Desventajas:
    - Pago inicial de \$31,000, posterior a la prueba piloto se cobran \$6,000 mensuales por cada 400 alumnos.

Contextualizando todos estos sistemas y aplicaciones a nuestro trabajo, nos percatamos que la **Ventanilla Virutal UdeG** y la aplicación móvil **Campus pay** son los modelos de referencia que tenemos para el desarrollo y mejora de nuestro proyecto. Entendemos que son bastante funcionales, pero también creemos que se encuentran carentes de escalabilidad e inclusión hacia otros sistemas para la gestión de procesos.

## 2.3. Marco Teórico

Para poder comprender mejor el desarrollo de este Trabajo Terminal definiremos algunos conceptos principales a partir de los cuales basamos nuestro proyecto. Los conceptos a considerar son: aplicación web; aplicación móvil; Interfaz de Programación de Aplicaciones (API); aplicación móvil nativa; aplicaciones web sobre móviles; aplicación móvil híbrida; Modelo Vista Controlador; framework; Spring Boot; Struts 2; Hibernate ORM; y por último, Xamarin.

### 2.3.1. Aplicación Web

Una aplicación web (web-based application) es un tipo especial de aplicación cliente/servidor, donde tanto el cliente (el navegador, explorador o visualizador) como el servidor (el servidor web) y el protocolo mediante el que se comunican (HTTP) están estandarizados y no han de ser creados por el programador de aplicaciones.

El protocolo HTTP forma parte de la familia de protocolos de comunicaciones TCP/IP, que son los empleados en Internet. Estos protocolos permiten la conexión de sistemas heterogéneos, lo que facilita el intercambio de información entre distintos ordenadores.

- **El cliente:** El cliente web es un programa con el que interacciona el usuario para solicitar a un servidor web el envío de los recursos que desea obtener mediante HTTP.
- **El servidor:** El servidor web es un programa que está esperando permanentemente las solicitudes de conexión mediante el protocolo HTTP por parte de los clientes web. [16]

Algunos de los usos principales de una aplicación web son los siguientes:

- Permitir a los usuarios localizar información de forma rápida y sencilla en un sitio Web en el que se almacena gran cantidad de contenido.
- Recoger, guardar y analizar datos suministrados por los visitantes de los sitios.
- Actualizar sitios Web cuyo contenido cambia constantemente. [17]

### 2.3.2. Aplicación móvil

Una aplicación móvil es una aplicación informática desarrollada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles.

Por lo general, se encuentran disponibles a través de plataformas de distribución, operadas por las compañías propietarias de los sistemas operativos móviles como Android, iOS, BlackBerry OS, Windows Phone, entre otros. Existen aplicaciones móviles gratuitas u otras de pago, donde en promedio el 20 a 30 % del costo de la aplicación se destina al distribuidor y el resto es para el desarrollador.

Existen tres tipos de aplicaciones que se pueden desarrollar:

- Aplicaciones móviles nativas.
- Aplicaciones Web.
- Aplicaciones Híbridas.

Cada uno de estos tipos de aplicaciones se explicarán a detalle.

### 2.3.3. Interfaz de Programación de Aplicaciones (API)

Una Interfaz de Programación de Aplicaciones es una especificación destinada a ser utilizada como interfaz de componentes de software para comunicarse entre ellos. Una API puede incluir especificaciones para rutinas, estructuras de datos, objetos clases y variables.

Una API puede describir las formas en que se realiza una tarea en particular. Por lo tanto, la API generalmente incluye una descripción de todas las funciones o rutinas que proporciona.

En los lenguajes orientados a objetos, una API generalmente incluye una descripción de un conjunto de definiciones de clase, con un conjunto de comportamientos asociados con esas clases. La API en este caso se puede concebir como la totalidad de todos los métodos públicamente expuestos por las clases (generalmente llamado la interfaz de clase). Esto significa que la API prescribe los métodos por los cuales uno interactúa con los objetos derivados de las definiciones de clase. [18]

### 2.3.4. Aplicación móvil nativa

Las aplicaciones nativas tienen archivos ejecutables binarios que se descargan directamente al dispositivo y se almacenan localmente. La manera más común de descargar una aplicación nativa es visitando una tienda de aplicaciones, como App Store de Apple, PlayStore de Android o App World de BlackBerry, pero existen otros métodos que a veces ofrece el proveedor móvil. La aplicación nativa puede acceder libremente a todas las APIs que el proveedor del SO ponga a disposición y, en muchos casos, tiene características y funciones únicas que son típicas de ese sistema operativo móvil en particular.

Para crear una aplicación nativa, los desarrolladores deben escribir el código fuente y crear recursos adicionales, como imágenes, segmentos de audio y diversos archivos de declaración específicos del sistema operativo.

Utilizando herramientas provistas por el distribuidor del sistema operativo, se compila el código fuente para crear un ejecutable en formato binario que se pueda empaquetar junto con el resto de los recursos y estar listo para la distribución.

Si bien el proceso de desarrollo suele ser similar para diferentes sistemas operativos, el Software Development Kit (SDK) es específico de la plataforma, y cada sistema operativo móvil viene con sus propias herramientas. En la tabla 2.6 se muestran los formatos de aplicación para cada sistema operativo.

Apple iOS	Android	Blackberry OS	Windows Phone
.app	.apk	.cod	.xap

Cuadro 2.6: Formatos de aplicación.

Estas diferencias entre plataformas ocasionan una de las desventajas más críticas del enfoque de desarrollo nativo: el código escrito para una plataforma móvil no se puede usar en otra, por lo cual el desarrollo y el mantenimiento de aplicaciones nativas para múltiples sistemas operativos se convierte en una tarea muy ardua y costosa. [19]

### 2.3.5. Aplicaciones Web sobre Móviles

Las aplicaciones web sobre móviles son aplicaciones que no necesitan ser instaladas en el dispositivo para poder ejecutarse. Están basadas en tecnologías HTML, CSS y Javascript, que se ejecutan en un navegador. [20]

Una de las principales ventajas de una aplicación Web es su soporte para múltiples plataformas y el bajo costo de desarrollo. La mayoría de los proveedores móviles utilizan el mismo motor de búsqueda en sus navegadores, llamado WebKit, que es un proyecto de fuente abierta conducido principalmente por Google y Apple y que ofrece la más completa implementación de HTML5 disponible en la actualidad. [19]

### 2.3.6. Aplicación móvil híbrida

El enfoque híbrido combina desarrollo nativo con tecnología Web. Usando este enfoque, los desarrolladores escriben gran parte de su aplicación en tecnologías Web para múltiples plataformas, y mantienen el acceso directo a APIs nativas cuando lo necesitan.

El enfoque híbrido ofrece un término medio que, en muchas situaciones, constituye lo mejor de ambos mundos, en especial si el desarrollador desea emplearlo en múltiples sistemas operativos. [19]

### 2.3.7. Modelo Vista Controlador (MVC)

MVC por sus siglas en inglés, es un patrón de diseño de arquitectura de software usado principalmente en aplicaciones que manejan gran cantidad de datos y transacciones complejas donde se requiere una mejor separación de conceptos para que el desarrollo esté estructurado de una mejor manera, facilitando la programación en diferentes capas de manera paralela e independiente. MVC sugiere la separación del software en 3 estratos: Modelo, Vista y Controlador. [21]

- **Modelo:** Es la representación de la información que maneja la aplicación.
- **Vista:** Es la representación del modelo en forma gráfica disponible para la interacción con el usuario.
- **Controlador:** Es la capa encargada de manejar y responder las solicitudes del usuario, procesando la información necesaria y modificando el Modelo en caso de ser necesario.

Este modelo de arquitectura presenta varias ventajas [22]:

- Separación clara entre los componentes de un programa; lo cual permite su implementación por separado.
- API muy bien definida; cualquiera que use el API, podrá reemplazar el Modelo, la Vista o el Controlador, sin aparente dificultad.
- Conexión entre el Modelo y sus Vistas dinámica; se produce en tiempo de ejecución, no en tiempo de compilación.

### 2.3.8. Framework

Un framework no es ningún software ni herramienta que se ejecuta y que nos ofrece una interfaz gráfica desde la que trabajar, sino que es un conjunto de archivos y directorios que facilitan la creación de aplicaciones, ya que incorporan funcionalidades ya desarrolladas y probadas, implementadas en un determinado lenguaje de programación.

El objetivo principal de todo framework es facilitar las cosas a la hora de desarrollar una aplicación, haciendo que nos centremos en el verdadero problema y nos olvidemos de implementar funcionalidades que son de uso común como puede ser el registro de un usuario, establecer conexión con la base de datos, manejo de sesiones de usuario o el almacenamiento en base de datos de contenido cacheado. [23]

### 2.3.9. Spring Boot

Spring Boot es un framework que facilita la creación de aplicaciones independientes, de grado de producción, que simplemente se ejecutan. La mayoría de las aplicaciones Spring Boot necesitan muy poca configuración de Spring.

Se recomienda que se use una herramienta de compilación que admita la administración de dependencias (como Maven o Gradle). [24]

Apache Maven es una herramienta de gestión y comprensión de proyectos de software. Basándose en el concepto de un modelo de objeto de proyecto (POM), Maven puede gestionar la compilación, los informes y la documentación de un proyecto a partir de una pieza central de información.

### 2.3.10. Struts 2

El framework web de Apache Struts es una solución gratuita de código abierto para la creación de aplicaciones web en Java.

Favorece la convención sobre la configuración, es extensible usando una arquitectura de complemento y se envía con complementos para admitir REST, AJAX y JSON. [26]

### 2.3.11. Hibernate ORM

Hibernate ORM permite a los desarrolladores escribir aplicaciones con mayor facilidad, cuyos datos sobreviven al proceso de solicitud. Hibernate se preocupa por la persistencia de los datos tal como se aplica a las bases de datos relacionales (a través de JDBC).

Hibernate es una herramienta de Mapeo Objeto-Relacional (ORM) para la plataforma JAVA que facilita el mapeo de atributos entre una base de datos relacional tradicional y el modelo de objetos de una aplicación, mediante archivos declarativos (XML) o anotaciones en los beans de las entidades que permiten establecer este



tipo de relaciones. [27]

### 2.3.12. Xamarin

Xamarin es una plataforma que proporciona al desarrollador herramientas que pueden ayudarlo a crear aplicaciones móviles multiplataforma. Las aplicaciones pueden tener todas las características nativas y también compartir la base de código común al mismo tiempo.

Xamarin permite llamar al código existente escrito en otros lenguajes específicos de la plataforma, como Java en Android. Pero eso es solo cuando se está construyendo algo muy específico que no se puede implementar en diferentes plataformas. Xamarin ha convertido todo el SDK de Android e iOS a C# para que se pueda codificar en un lenguaje más familiar. Y como se puede usar C# para codificar ambas plataformas, se necesita recordar menos sintaxis. Se Puede acceder a casi cualquier API de iOS o Android en C# con las herramientas de Xamarin. [28]

### 2.3.13. PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de base de datos objeto-relacional potente y abierto que utiliza y amplía el lenguaje SQL combinado con muchas características que almacenan y escalan de forma segura las cargas de trabajo de datos más complicadas.

PostgreSQL se ha ganado una sólida reputación por su arquitectura comprobada, confiabilidad, integridad de datos, sólido conjunto de características, extensibilidad y la dedicación de la comunidad de código abierto detrás del software para entregar constantemente soluciones eficaces e innovadoras. PostgreSQL se ejecuta en todos los principales sistemas operativos. [29]

En este capítulo se describirá el análisis realizado para este proyecto, partiendo del planteamiento del problema y seguido del desglose de los problemas actuales estimando también sus consecuencias.

Así también, se plantean los objetivos que buscamos cumplir para lograr una solución, justificando también nuestro desarrollo y describiendo nuestra propuesta de trabajo.

### 3.1. Planteamiento del problema

A pesar de que en cada uno de los departamentos de servicios ya se cuenta con un equipo de cómputo y conexión a Internet, ninguno de ellos tiene un sistema que ayude a la gestión de los pagos que en ellos recaen, obligando al personal a tener que realizar todos sus procesos de forma manual o ayudarse de las herramientas de ofimática que se les proporcionan.

Aunado a esto, se carece de un sistema que comunique directamente con el servicio de caja para confirmar y aprobar un pago, sólo se mantiene una comunicación por medio de comprobantes impresos comprometiendo al usuario a asistir forzosamente a caja para poder realizar o recibir cualquier servicio.

Lo anterior, se convierte en un problema que puede ser visto desde rubros diferentes. Uno de ellos es el del usuario que necesita disponer de alguno de los servicios, pues en todos los casos, se ve obligado a presentarse directamente en la caja para comprobar el pago independientemente de la forma en cómo lo haya efectuado. Por tanto, si el usuario no le es posible acudir por alguna razón, el pago no podría llegar a ser aprobado desencadenando así más inconvenientes. Hablamos de que en algunos casos el usuario tendrá que realizar de nueva cuenta el pago, o bien, podría retrasarse más de lo esperado para poder recibir el servicio por el cual está pagando.

Y no solo encontramos esos problemas para el usuario, también recae en él toda la responsabilidad de conservar el comprobante de pago emitido por caja hasta que le sea posible llevarlo al área donde lo hará válido. De la mano tenemos que una vez entregado ese comprobante, el usuario se queda sin ninguna garantía de que en algún momento efectúe su pago dejándolo sin ningún recurso para argumentar lo contrario. Esta situación en específico se puede presentar en las áreas de Fotocopiado, CELEX y Biblioteca.

Otro rubro que podemos considerar es el de las áreas que proporcionan los servicios, pues como mencionamos, carecen de un sistema que les apoye en el proceso de pagos de sus servicios. Esto los orilla a idear métodos que creen son los más convenientes, pero en realidad sólo rezagan sus procesos, y en ocasiones se salen de la normatividad impuesta por la ESCOM. Sumado a esto, tenemos que cada una de estas áreas debe de almacenar por cinco años las boletas de pago recibidas, lo que nos habla de carpetas llenas de comprobantes de pago que al final de ese periodo simplemente se van a desechar siendo un gasto de recurso material innecesario tanto en lo económico como en lo ambiental.

Un último rubro a considerar será el del departamento de Recursos Financieros, que si bien ya cuentan con un sistema que recaba la información de los pagos que se reciben diariamente, no cuentan con un archivo de pagos que le permita optimizar recursos materiales, espacios físicos y sobretodo tiempo para el usuario. Decimos esto, porque cada pago recibido implica la impresión de dos boletas de pago, el resguardo de la misma por un periodo de cinco años y además la presencia obligatoria del usuario para confirmar el pago de algún servicio.

Si bien el número de impresiones de estos comprobantes por alumno no es significativo, si lo es considerando que toda la comunidad al menos en una ocasión requiere de algún tipo de servicio.

Bajo esta perspectiva, hablamos de que en promedio se realizan durante un día 100 impresiones, dejando de lado que en periodos de término de semestre o de exámenes a Título de Suficiencia se llegan a imprimir hasta 200 hojas. Considerando la cantidad promedio por día hablamos de que durante un semestre se imprimen aproximadamente 12,000 hojas, contemplando que el tiempo efectivo del semestre son 120 días (4 meses).

Si lo trasladamos a datos ambientales, nos daremos cuenta del impacto negativo al medio ambiente que esto tiene. Hablamos de que un árbol sirve para producir 8000 hojas de papel, lo que nos lleva a pensar que en un año se estaría acabando con tres árboles aproximadamente, sumando el uso de 8880 litros de agua para su fabricación teniendo en cuenta que por cada hoja de papel se ocupan 370 cc.

Por todo lo anterior, es importante el desarrollo de un sistema que nos permita controlar todos estos problemas, pensando en una solución que contemple el aspecto administrativo y ambiental.

## 3.2. Problemáticas actuales

A raíz del planteamiento del problema, pudimos detectar todas las problemáticas actuales existentes en el proceso de pagos, dándonos la oportunidad de señalar las causas y consecuencias para cada una.

- Problema 1. Gasto de recursos materiales.

### **Causas:**

- Alto consumo de hojas de papel en la impresión de comprobantes de pago para alumnos y gestión de caja.
- Gasto de tinta para impresiones.

### **Consecuencias:**

- Mayor asignación de recursos económicos para la compra de artículos de papelería.
- Papel agotado.
- Generación de tickets de pago que carecen de una validez oficial.

- Problema 2. Espacios físicos insuficientes.

### **Causas:**

- 

**Consecuencias:**

- 

- Consecuencia 2. Adquisición de servicios
  - En ocasiones el alumno pierde su comprobante de pago sin haber efectuado el servicio.
  - El alumno no está supervisado a realizar el pago luego de haber recibido el servicio en área dental.
- Consecuencia 3. Tiempos.
  - Para efectuar un servicio en CELEX es necesario entregar personalmente un voucher de pago en caja con información personal al reverso.
  - Para hacer válido cualquier servicio es indispensable presentar físicamente el comprobante de pago generado en caja.

### 3.3. Objetivo general

Desarrollar una aplicación móvil sobre el sistema operativo Android en conjunto con una aplicación web para permitir el seguimiento de los pagos realizados en el departamento de recursos financieros de la ESCOM, limitándose al pago de multas de biblioteca, reposición de credencial de biblioteca, servicio de impresiones, dentales y CELEX, con la finalidad de optimizar en tiempo, recursos materiales y espacios físicos el proceso entre los departamentos involucrados y alumnos.

### 3.4. Objetivos particulares

- Optimizar recurso material, específicamente papel durante el proceso de pago de algún servicio, mediante la digitalización de documentos.
- Optimizar el espacio físico de los departamentos involucrados por medio de la reducción de comprobantes de pago, notas de pago e historiales.
- Agilizar el proceso de seguimiento a pagos tanto para el alumno, como para las áreas involucradas.
- Desarrollar una herramienta de reporte derivada del historial de servicios pagados, que les permita a los distintos departamentos llevar a cabo toma de decisiones.
- Permitir el acceso a la aplicación web a aquellos alumnos carentes de teléfono inteligente Android para hacer uso de las funciones básicas de este sistema (consulta de servicios, historial y servicios por efectuar).
- Brindar una herramienta tecnológica escalable para futuros desarrollos.

### 3.5. Justificación

Hoy en día, la ESCOM ofrece distintos servicios a su comunidad a cambio de un pago efectuado en el departamento de recursos financieros con el objetivo de contar con ingresos auto generados para el continuo desarrollo de la institución. Ejemplos de este tipo de ingreso son: pago de multas de biblioteca, reposición de credencial de biblioteca, servicio de impresiones, dentales y CELEX. Estos servicios requieren de un procedimiento post pago que involucra una gran demanda de recurso material y espacio físico, refiriéndonos con esto

al alto consumo de papel al momento de la impresión de boletas de pago y/o notas de pago, así como su almacenamiento, debiendo de estar guardadas por un periodo de cinco años por motivos fiscales, las cuales una vez transcurrido este periodo pasan a ser parte de un archivo muerto. Además, a esto se suma el tiempo que le toma a la comunidad realizar este proceso, puesto que una vez realizado el pago se tiene que esperar a la entrega de un comprobante físico, el cual se otorgará al área correspondiente (biblioteca, centro de impresiones, CELEX, servicio dental) con el fin de comprobar el pago. En todos los casos este comprobante sirve como garantía para la prestación de dicho servicio, lo que implica una obligación personal para el alumno el realizar una copia del mismo, la cual en muchas de las ocasiones por motivos de tiempo no la efectuamos, quedándonos de esta manera sin un amparo ante cualquier complicación que surja derivado del pago del servicio.

Es por eso que desarrollaremos una aplicación móvil que permitirá dar seguimiento a los pagos efectuados en la ESCOM. De este modo, pretendemos optimizar parte del proceso manual, dejando de lado la impresión de notas de pago al menos para la entrega al alumno y permitiéndoles conservar un comprobante de pago de forma permanente.

Además de crear un medio de interacción web para los proveedores de los servicios, con lo cual se pueda almacenar y administrar la información sobre el alumno, su pago y su estatus en el departamento.

Así, se buscará agilizar los procesos derivados de un pago en caja, de manera que al ser realizados se sustituya el papel del comprobante y se genere un archivo digital que ayudaría a ahorrar recursos materiales (papel y tóner), espacios físicos y tiempo. Permitiendo también, una interacción con los distintos departamentos involucrados (sala de impresiones, biblioteca, CELEX ESCOM, servicios dentales) para un mejor seguimiento y comunicación con el alumnado.

## 3.6. Descripción de la propuesta

### 3.6.1. Alcance del proyecto

El sistema de “Escomunidad-Servicios” descrito en esta propuesta cumplirá con los siguientes requerimientos.

- Los administrativos en áreas de servicios podrán visualizar y gestionar los pagos que reciban de caja para realizar un servicio
- Los administrativos en áreas de biblioteca y dentales podrán mandar una nota digital de pago a los usuarios.
- El contador y el encargado de recursos financieros podrán visualizar todos los conceptos de pago e imprimirlos en caso de ser necesarios
- El personal de caja podrá validar dos tipos de pago, en efectivo y por medio de un voucher de pago.
- El personal de caja podrá visualizar, aceptar o rechazar los voucher de pago.
- El alumno podrá visualizar los servicios disponibles y sus precios desde una pagina web o aplicación móvil
- El alumno podrá seleccionar entre realiar un pago por transferencia o mandar una nota de pago a caja para realizar el pago en efectivo.
- El alumno podrá agendar citas de servicio con el área de dentales.
- Los alumnos podrán escoger el metodo de pago que realizen, por transferencia o efectivo.

### 3.6.2. Interacción con el usuario

En nuestra arquitectura de sistema es necesario una comunicación entre varios elementos que al trabajar en conjunto permitan un correcto funcionamiento. Entre estos elementos estará una base de datos para la persistencia de información, un servidor web para el alojamiento de la página.

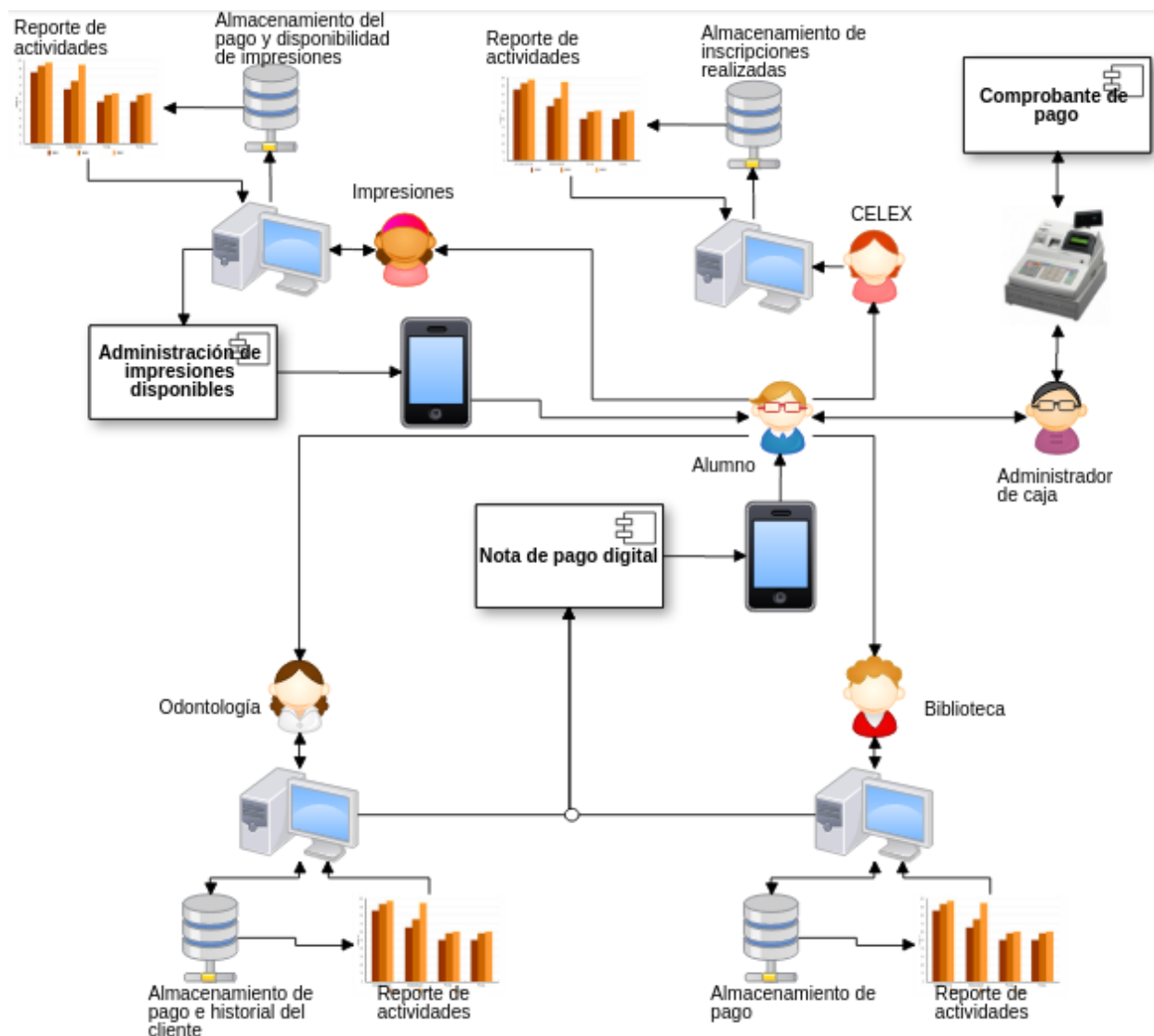


Figura 3.1: Arquitectura

### 3.7. Metodología

Para el desarrollo del sistema utilizaremos la metodología incremental de Harlan Mills, ésta se basa en la idea de diseñar una implementación inicial, exponerla al comentario del usuario, y luego desarrollarla en sus diversas versiones hasta producir un sistema adecuado.

Se tomo en cuenta esta metodología por los siguientes beneficios:

- Permite descomponer el proyecto en varios incrementos aislados.
- En cada incremento se incorporan los requisitos básicos.
- Es posible realizar un trabajo en paralelo por parte de los integrantes del equipo.
- Es sencillo obtener retroalimentación de los directores y coordinadores de área.

## CAPÍTULO 4

---

### Trabajo realizado

---

En el presente documento se incorporan parte de los casos de uso que han derivado del análisis realizado a las áreas involucradas, los participantes han tenido que ser mediadores entre los distintos departamentos para llegar a un acuerdo en el que el sistema les sea útil y práctico. En la primera entrega se presentará el documento técnico, la maquetación de las pantallas y la primera parte del modelo de datos que servirá para hacer una gestión simple del problema y por lo tanto se escribirá el código correspondiente sólo a esta gestión.

El primer paso de todo el análisis se inicio con una serie de entrevistas elaboradas a las áreas de servicios de Caja, Contaduría, CELEX y Dentales, en las cuales nos mencionaron el proceso en que operan y como es que realizan los tramites de los servicios que imparte cada una. Durante estas primeras entrevista se busco identificar las mayores debilidades y necesidades que presentaban en su actual modelo de procesos.

Luego de tener identificados los puntos más cruciales de para el sistema, se desarrollaron una serie de modelos de vistas para los usuarios (Mockups) con los cuales logramos tener una mayor comunicación, ya que al tener un modelo de vista, estos nos explicaron a mayor detalle que funcionalidades eran las que necesitaban y que otras no tenian un ninguna importancia para ellos. Con los servicios de caja y contaduría se tuvo el mayor número de visitas para poder tener bien definidos que funcionalidades se encontraban dentro de nuestras posibilidades sin tener que entrar en conflicto con el sistema SIGA. Para el área de CELEX se presento una comunicación de lo más sencilla, ya que se tuvo el apoyo de un alumno de ESCOM que se encontraba realizando servicio social en dicha área, con lo cual se logro un comunicado más técnico. No fue así en el caso de área dental, en la cual fue muy difícil llegar a un entendimiento mutuo con las dentistas , ya que al inicio de las entrevistas nos comentaron muchas deficiencias de procesos de pago, además de hacer mención de funcionalidades que ellas podrían usar personalmente en el sistema, y que luego de presentar el modelado de vistas, ya no tomaban como funcionales muchos de los puntos que ellas mismo planteaban, caso fue el generar nota de pago. Posteriormente de estas entrevistas y no llegar a un acuerdo mutuo, se establecio junto con nuestros directores un modelo que cumpliera con las necesidades iniciales que presentaron las dentistas, con el fin de evitar una perdida mayor de tiempo.

El siguiente proceso fue la definición y modelado de nuestros casos de uso, los cuales en una primera instancia obtuvimos 75 casos de uso, de los cuales durante el desarrollo de la descripción encontramos muchos casos de uso repetidos y algunos sin identificar, es por ello que luego de un análisis mucho más detallado logramos reducirlos hasta la cantidad de 45 casos de uso, esto por motivo de haber ubicado algunos casos que si bien el nombre era distinto su funcionalidad es la misma.



Un punto muy importante por definir es que durante todas las entrevistas se noto que el mayor peso de importancia termino recayendo en el sistema de desarrollo web, es por ello que se ha llegado a la conclusión de que la aplicación no puede ser en su totalidad móvil debido a que las áreas involucradas informan que no sería práctico para sus correspondientes gestiones. Por tal motivo se ha decidido realizar una aplicación hibrida que cumplirá de cualquier forma con las funciones de una aplicación móvil al ser responsiva, agregando la funcionalidad de notificaciones a dispositivos móviles para los actores del sistema quienes declararon les sería de utilidad.

## 4.1. Base de datos

El siguiente diagrama entidad-relación será mapeado en un modelo ORM debido a que las tecnologías empleadas en este trabajo incluyen herramientas que transforman entidades en objetos, lo cual reduce el tiempo de desarrollo.

Esta primera entrega consta de 13 entidades que modelan el flujo de una gestión de pago.

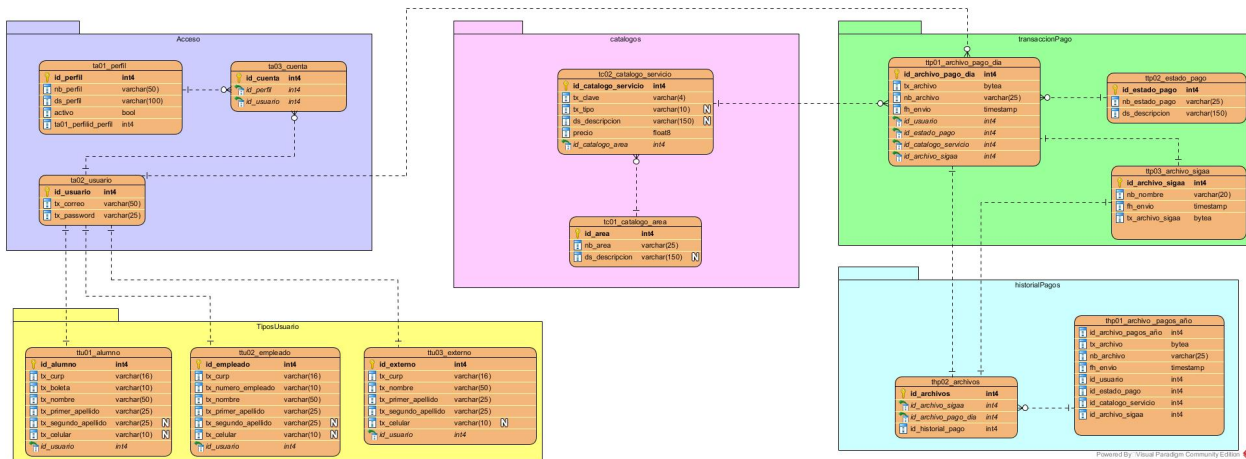


Figura 4.1: Modelo de base de datos

## 4.2. Casos de uso

Se presentan los diagramas de los casos de uso mas relevantes del sistema en sus respectivos paquetes:

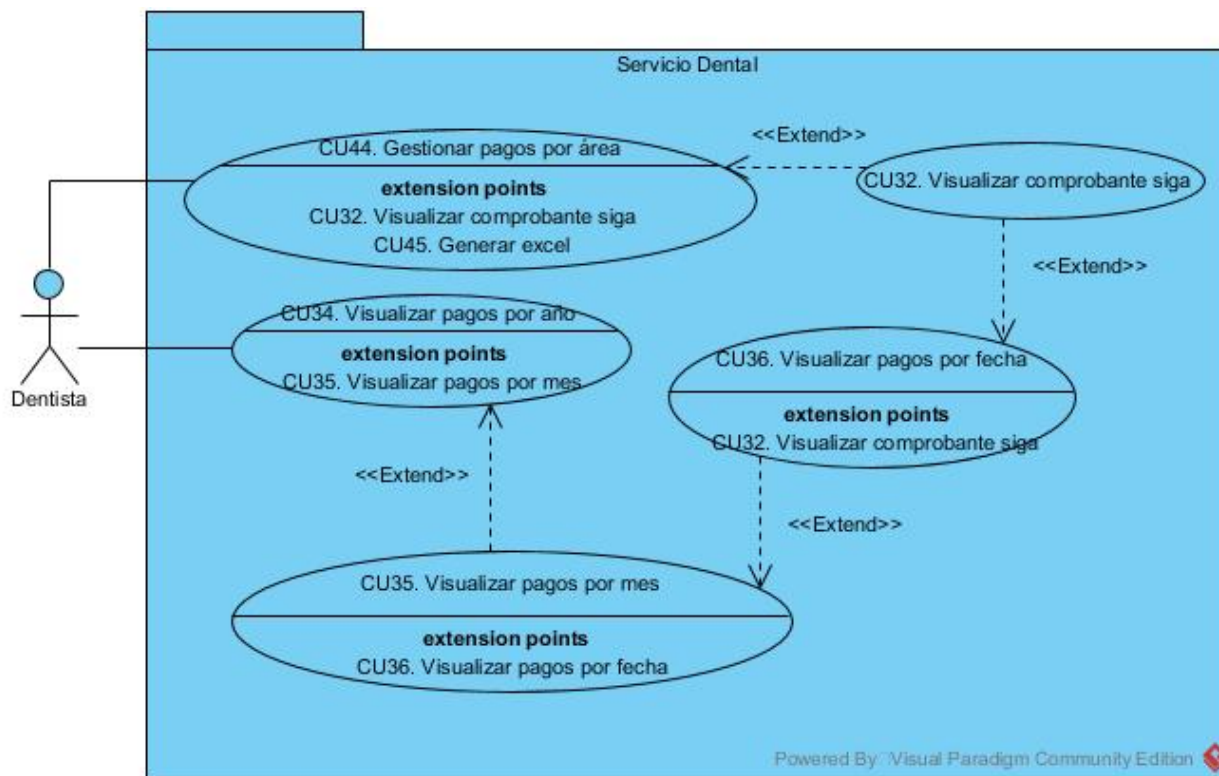


Figura 4.2: Dentales

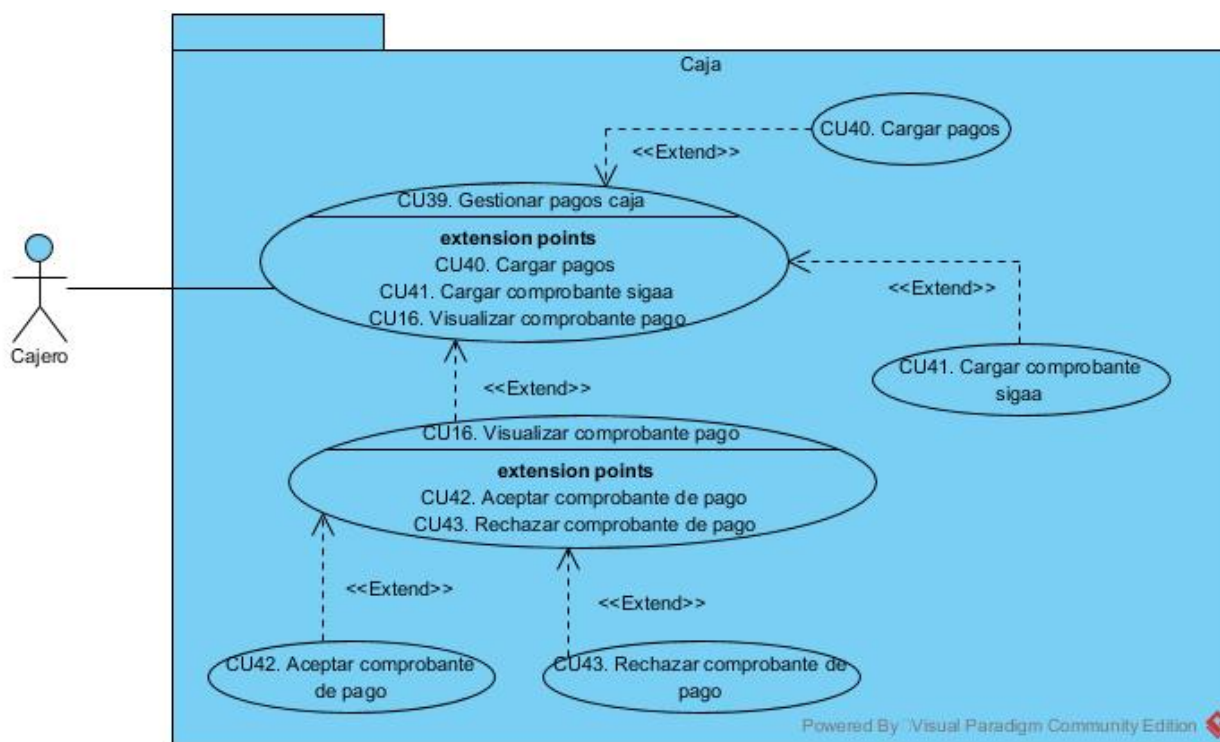


Figura 4.3: Caja

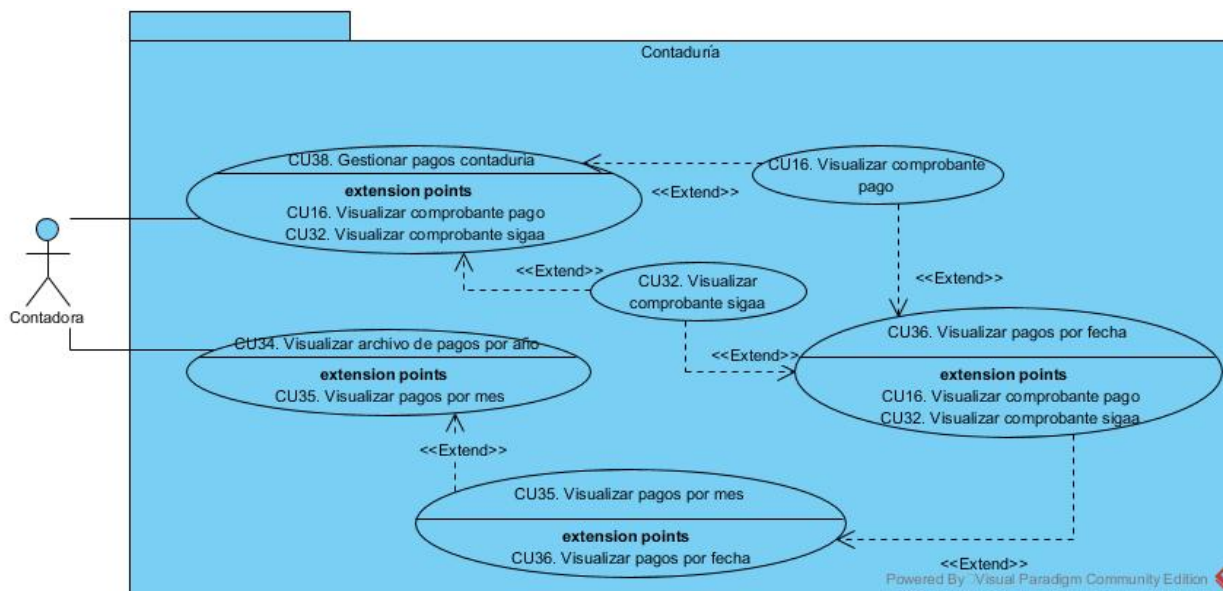


Figura 4.4: Contaduría

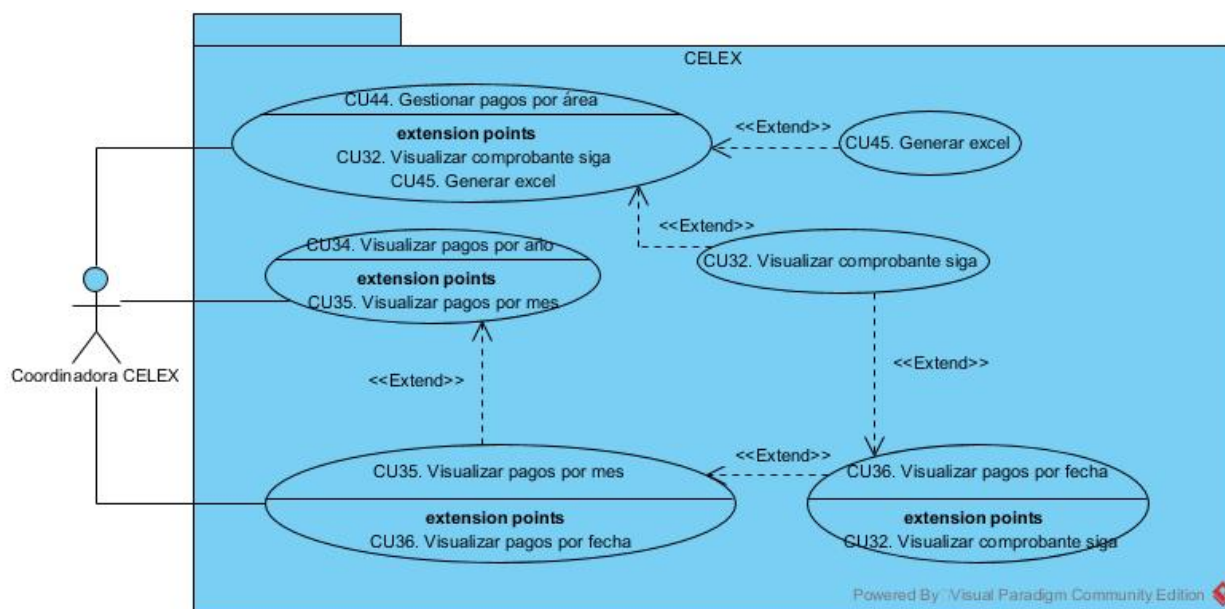


Figura 4.5: Servicios Celex

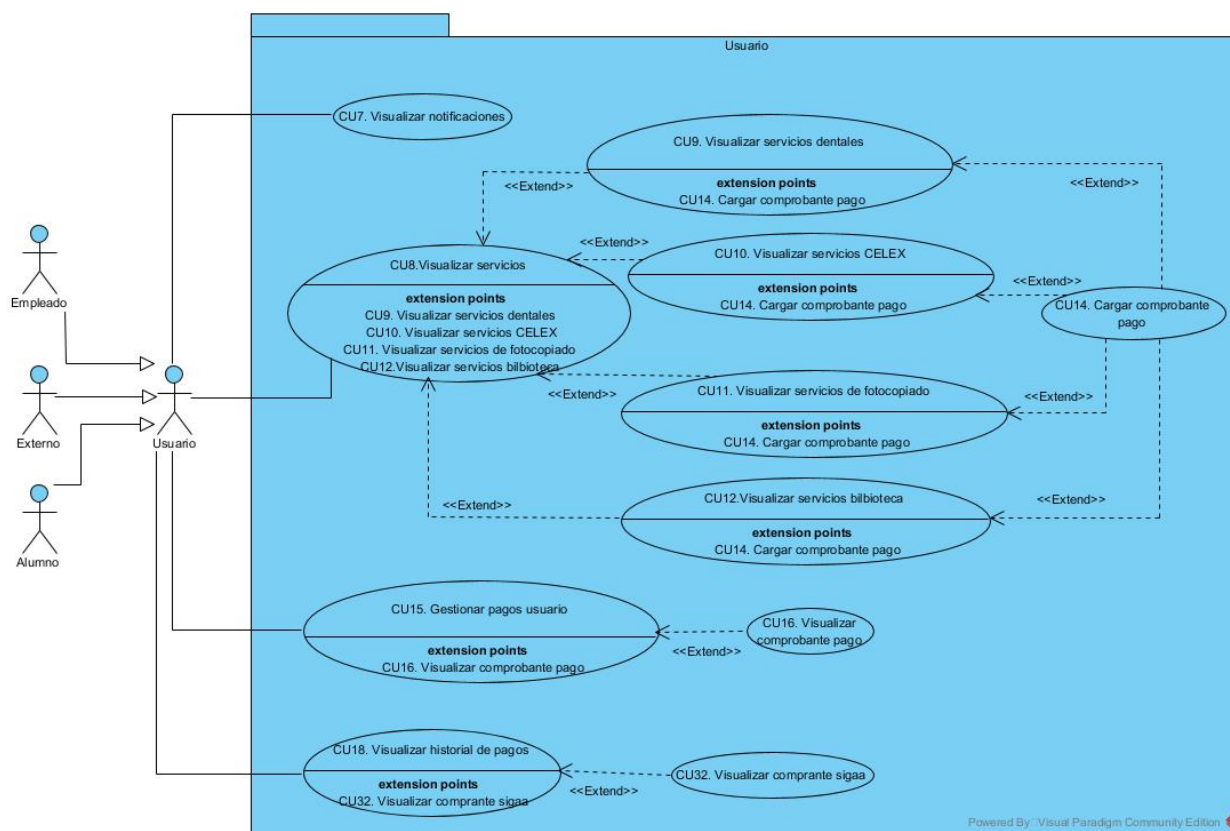


Figura 4.6: Usuario

## CAPÍTULO 5

---

### Trabajo a futuro

---

Para la segunda y última entrega se presentará el total de las pantallas del sistema programadas, así como el documento técnico completo, el modelo de datos de todo el sistema y un manual de usuario. El equipo de desarrollo involucrado en este proyecto ha analizado la posibilidad de incluir formas de pago electrónicas en el sistema y también el proceso de análisis se ha validado con el subdirector administrativo de la Escuela Superior De Cómputo y escalar este trabajo a otras áreas como control escolar para gestionar el actual problema de pago de exámenes a título de suficiencia optimizando tal proceso.

A continuación se presenta una lista detallada de los entregables para la presentación de Trabajo Terminal II.

- Documento de análisis.
- Totalidad del desarrollo de los casos de uso presentados.
- Segunda parte del modelo de datos.
- Módulo de citas de Servicios Dentales concluido.
- Manual de usuario.

Como se ha mencionado en capítulos anteriores el equipo de desarrollo del presente Trabajo Terminal ha considerado la inclusión de un módulo de pago electrónico así como escalar el sistema a nuevos departamentos dentro de la Escuela Superior de Cómputo por lo que se buscará incluir al final de este proyecto las siguientes funcionalidades.

- Pago electrónico vía BBVA BANCOMER.
- Inclusión de exámenes a título de suficiencia.

---

### Resultados y conclusiones

---

#### 6.1. Resultados

Para esta entrega inicial se logro desarrollar el primer modelo funcional del sistema, en el cual pudimos realizar las primeras interacciones de servicio - usuario - caja.

Como primer resultado notable podemos observar una interacción mucho más fluida y segura para los comprobantes de pago generados en caja hacia las áreas de servicios, ya que al tener un medio de comunicación directo, el comprobante de pago es visualizado por el coordinador del área inmediatamente después de ser efectuado el pago.

Dicho sistema no solo facilita la comunicación entre áreas de servicios, si no además permite a las áreas una reducción de almacenamiento en cuanto a recibos físicos de pago, asimismo se reduce el agrupamiento en filas de usuarios al momento de tramitar un servicio. Con lo cual las áreas permanecerán como un lugar de trabajo mucho más despejadas.

Por parte de los usuarios, estos obtienen un medio de consulta por el cual podrán visualizar los servicios y precios disponibles en cada área de servicio, evitando así la asistencia directa con el coordinador de cada área.

En cuestiones de tiempo, el personal de caja logra evitar la impresión del comprobante de pago, además de eludir todos los problemas que lleguen a presentar al imprimir. Así mismo y más notoriamente los usuarios ya no están obligados a tener que presentar físicamente el comprobante de pago en cada área de servicios, conllevando la posible inasistencia por parte del usuario.

#### 6.2. Conclusiones

Al inicio del Trabajo Terminal no se tenia un enfoque preciso sobre el modo de operación en caja y áreas de servicios, solo se contaba con el entendimiento propio de cada integrante al realizar la solicitud de un servicio, por lo cual el entender todo proceso que conlleva este sistema fue de lo más importante.

La realización de estas entrevistas fue de lo más importante para la comprensión, así como también fue el proceso con más dificultad de desarrollo, ya que en algunas ocasiones se presentaron problemáticas para lograr contactar con los coordinadores de las áreas, o poder acordar tiempos en los cuales se logrará realizar la entrevista.

Gracias a estas entrevistas fue que nos dimos cuenta del nuevo alcance y objetivo que estaba tomando nuestro Trabajo Terminal, ya que las áreas de servicios más que necesitar una aplicación móvil, necesitaban de un sistema web que pudiera ayudarlos a administrar los comprobantes de pago, así como de otorgar funcionalidades

específicas de cada área. De esta manera comprendimos la magnitud del proyecto y como es que a medida de cada entrevista las funcionalidades y características aumentaban en gran cantidad. Estas circunstancias nos obligaron a realizar un reemplantamiento de alcances, los cuales luego de hablarlo con nuestros directores, se acordó por realizar solo las funcionalidades de mayor impacto, así como solo desarrollar una aplicación híbrida de consulta para consumo de los actores que lo requieran, esto con fin de no salir de los acuerdos iniciales sobre la aplicación móvil.

Durante el desarrollo se optó por hacer uso de un lenguaje de programación en el que todos tuviéramos al menos el conocimiento mínimo de desarrollo, con una estructura de Modelo-Vista-Controlador (MVC) en conjunto del uso de frameworks para una mayor organización.

Para concluir nos gustaría agregar que durante el desarrollo de este sistema, pudimos identificar un alcance de mayores proporciones en el cual no solo se tome este sistema para uso específico de pagos, si no además el poder agregar un uso mucho más extenso que conlleve la integración de departamentos académicos, servicios de educación continua, servicios de papelería, una gestión de listas de copias otorgadas por profesores, proyectos de Trabajo Terminal que tengan como finalidad otorgar un medio de apoyo a la comunidad, entre otras cosas.