

Universidad de La Habana
Facultad de Matemática y Computación



Sistema de gestión para el funcionamiento de un departamento docente en la facultad de Matemática y Computación de la UH

Autor:

Juan Carlos Casteleiro Wong

Tutores:

Msc. Fernando Rodriguez Flores

Lic. Alain Cartaya Salabarría

Trabajo de Diploma
presentado en opción al título de
Licenciado en Ciencia de la Computación

Fecha

github.com/username/repo

Dedicación

Agradecimientos

Agradecimientos

Opinión del tutor

Opiniones de los tutores

Resumen

Resumen en español

Abstract

Resumen en inglés

Índice general

Introducción	1
1. Preliminares	2
1.1. Funcionamiento de la facultad	2
1.1.1. Asignación de docencia	2
1.1.2. Planificación de las tesis	5
1.2. Herramientas utilizadas para el desarrollo del software	7
1.2.1. Modelo cliente-servidor	8
1.2.2. SQLite	8
1.2.3. Desarrollo del servidor	9
1.2.4. Desarrollo del cliente	10
2. Descripción de las funcionalidades que se desean	12
2.1. Asignación de docencia	12
2.2. Planificación de las tesis	14
3. Descripción del diseño de la base de datos	18
3.1. Modelación de la asignación de docencia	18
3.2. Modelación de los tribunales de tesis	22
4. Descripción las herramientas implementadas	24
4.1. Asignación de docencia	25
4.2. Planificación de las tesis	31
4.3. Exportar e importar datos de la base de datos	37
4.3.1. Exportar los datos de la base de datos	37
4.3.2. Importar datos a la base de datos	38
5. Extensibilidad	39
5.1. Estructura del cliente y servidor	39
5.2. Recomendaciones para agregar un nuevo proceso en el sistema de gestión	43

Conclusiones	45
Recomendaciones	46
Bibliografía	47

Índice de figuras

3.1. MER para la asignación de docencia	19
3.2. MER para la planificación de las tesis	22
4.1. Vista inicial del sistema de gestión	24
4.2. Vista de la planificación de las asignaturas	26
4.3. Vista del formulario para crear una planificación de asignaturas . . .	26
4.4. Vista de la planificación de las asignaturas	27
4.5. Vista de la asignación de docencia	27
4.6. Vista del formulario para realizar una asignación de docencia	28
4.7. Vista del formulario con los datos ingresados de una asignación de docencia	29
4.8. Vista resultante de realizar una asignación de docencia correctamente	29
4.9. Vista con varias asignaciones de docencia	30
4.10. Vista resultado de la asignaciones de docencia	31
4.11. Vista de la tesis.	32
4.12. Vista del formulario para agregar una tesis.	33
4.13. Vista de la interfaz de usuario tras agregar las dos tesis del ejemplo. .	33
4.14. Vista de la interfaz de usuario para la confección de los tribunales. . .	34
4.15. Vista del formulario para la confección de los tribunales.	34
4.16. Vista resultante de confeccionar el tribunal de la primera tesis de la tabla.	35
4.17. Vista del formulario para la confección de los tribunales.	35
4.18. Interfaz de usuario para planificar las defensas de tesis.	36
4.19. Vista del formulario para la planificación de las tesis.	36
4.20. Vista resultado de las planificaciones de tesis.	37
5.1. Estructura de los ficheros del proyecto servidor	40
5.2. Estructura de los ficheros del proyecto servidor	41

Ejemplos de código

Introducción

Capítulo 1

Preliminares

El objetivo de este trabajo es diseñar e implementar un sistema que permita informatizar dos de los procesos que se llevan a cabo en la Facultad de Matemática y Computación de la Universidad de La Habana (MATCOM): la asignación de docencia y las planificaciones de las tesis.

En este capítulo se describe cómo se realizan estos procesos actualmente en MATCOM y se presentan los elementos fundamentales de las herramientas que se utilizaron en este trabajo.

En la sección 1.1 se describe el funcionamiento de la facultad, en particular, cómo se llevan a cabo la asignación de docencia y la planificación de las tesis. En la sección 1.2 se presentan las características principales de las herramientas que se utilizaron para la implementación del sistema.

1.1. Funcionamiento de la facultad

En MATCOM, todos los semestres se realizan un conjunto de procesos administrativos y de planificación relacionadas con los curso escolares, tales como: planificación de los evaluaciones de las asignaturas, planificación de los exámenes finales y revalorizaciones, asignación de los alumnos ayudantes, planificación de los cursos optativos, asignación de la docencia, planificación de las tesis, entre otros. En las siguientes secciones se describe cómo se efectuan los procesos de asignación de docencia y planificación de las tesis actualmente en la facultad.

1.1.1. Asignación de docencia

La asignación de docencia, consiste en determinar qué profesor debe impartir cada asignatura. Para conocer cuáles asignaturas se deben impartir en cada semestre, se debe tener en cuenta el plan de estudio por el que se rige cada año.

El plan de estudio es un programa estructurado donde se definen los contenidos que forman parte del currículo de los graduados. En el plan de estudio se determina la cantidad de horas clase de cada asignatura, así como el año y semestre en el que se deben impartir. Cada cierto tiempo el plan de estudio de una carrera universitaria cambia, con el objetivo de mantener la formación de los profesionales actualizada con el desarrollo de la sociedad.

En el curso 2022, en la carrera de Ciencia de la Computación, existen tres planes de estudio vigentes. En el año 2018 entró en vigor el plan de estudio E, donde se redujo la cantidad de años escolares de 5 a 4. Además, como consecuencia de la situación epidemiológica que provocó la COVID-19, fue necesario modificar el plan E, creándose un plan de estudio E modificado, que en este documento se le referencia como E (COVID). De forma que, los estudiantes que ingresaron en la facultad en el curso 2017-2018, que se encuentran en el quinto año de la carrera, se rigen por el plan D, los estudiantes que se encuentran en primero, tercero y cuarto año, se rigen por el plan E y los estudiantes que cursan el segundo año, se rigen por el E (COVID).

Por tanto, para realizar la asignación de docencia correspondiente al período enero-julio del curso 2022, hay que tener en cuenta las asignaturas que se imparten en quinto año según el plan D; en primero, tercero y cuarto según el plan E; y en segundo según el plan E (COVID).

Cada asignatura la imparte un departamento, en MATCOM existen 4 departamentos: Matemática, Matemática Aplicada, Programación y Sistemas de Información e Inteligencia Artificial y Sistemas Computacionales. En un departamento se realizan actividades de coordinación de docencia, investigación y tutoría de estudiantes. Los departamentos están formados por profesores y cuentan con un jefe de departamento. Los profesores que integran un departamento tienen un grado científico (Licenciado, Máster, Doctor) y una categoría docente (Titular, Auxiliar, Instructor, Asistente). Los departamentos de una facultad pueden impartir asignaturas en otras facultades, que se le suele llamar docencia externa. Por ejemplo, el departamento de Matemática Aplicada imparte en el segundo año de la carrera de Geografía la asignatura Estadística. Las asignaturas que se imparten en otras facultades, a los efectos del proceso de asignación de docencia, tienen la misma relevancia que las que se imparten en la facultad.

En la tabla 1.1 se muestran las asignaturas que debe impartir el departamento de Matemática Aplicada en el período enero julio del curso 2022.

Tabla 1.1: Asignaturas que debe impartir el departamento de Matemática Aplicada en el período enero-julio 2022.

Asignatura	Año	Facultad	Horas	Grupos
Programación y Algoritmos	M1	MATCOM	64	1/3
Seminarios de Problemas	M1	MATCOM	48	1/3
Programación y Algoritmos	M2	MATCOM	32	1/1
Inferencia Estadística	M3	MATCOM	80	1/1
Matemática Numérica	M3	MATCOM	48	1/1
Optimización Matemática I	M3	MATCOM	64	1/1
Estadística	C3	MATCOM	64	1/2
Modelos de Optimización I	C3	MATCOM	64	1/2
Estadística	G2	GEOGRAFÍA	80	1/2
Estadística	S2	SOCIOLOGÍA	80	1

En la tabla 1.1 se muestran las asignaturas, el año escolar en el cual se imparten, la facultad a la que pertenece el año escolar, el total de horas clase y la cantidad de grupos de conferencias y clases prácticas. Por ejemplo, la primera fila indica que la asignatura Programación y Algoritmos que se imparte en el primer año de la carrera de Matemática, de la facultad MATCOM, tiene un total de 64 horas clase y cuenta con un grupo de conferencias y tres de clases prácticas.

Cada asignatura tiene un total de horas que se deben impartir de acuerdo al plan de estudio al que pertenezcan. La distribución del total de horas en las distintos tipos de clases como conferencias y clases prácticas, se decide por el colectivo de profesores de la asignatura e incluso puede cambiar de un año a otro.

Para realizar la asignación de la docencia en un departamento, se deben distribuir los profesores, de forma que cubran la cantidad de horas de conferencias y clases prácticas de cada asignatura. En la tabla 1.2 se muestra un fragmento de una posible asignación de docencia.

Tabla 1.2: Fragmento de una posible asignación de docencia en el departamento de Matemática Aplicada.

Asignatura	Horas	Grupos	Profesores
Optimización Matemática I	64	1/1	C: Aymeeé Marrero (32) CP: Gemayqzel Bouza(32)
Modelos de Optimización I	64	1/2	C: Aymeeé Marrero(16) C: Fernando Rodríguez (16) CP: Daniela González(32) CP: Camila Pérez(32)
Estadística	80	1/2	C: Elianys García (48) CP: Ernesto Borrego(32) CP: Elianys García(32)

En la primera fila de la tabla 1.2 se indica el nombre de la asignatura; en la segunda, el total de horas a impartir; en la tercera, la cantidad de grupos de conferencias (C) y clases prácticas (CP), y en la última, los profesores que se asignaron para cubrir cada actividad de clase, especificando el total de horas que imparte cada uno. Por ejemplo, en la primera fila se muestra que la asignatura Optimización Matemática I tiene un total de 64 horas clase, con un grupo de conferencia y uno de clases prácticas, y que la profesora Aymeeé Marrero imparte las 32 horas de conferencia y la profesora Gemayqzel Bouza imparte las 32 horas de clases prácticas.

Existen asignaturas donde la cantidad de horas de las actividades de clase se comparten entre varios profesores, por ejemplo, en la asignatura de Modelos de Optimización I, se deben impartir 32 horas de conferencia, de las cuáles 16, fueron asignadas a la profesora Aymeeé Marrero y las restantes 16, al profesor Fernando Rodríguez.

En conclusión, el proceso de asignación docente se realiza en cada departamento, en un período de tiempo. A partir de los planes de estudios vigentes, se puede conocer las asignaturas que se deben impartir en el semestre. El jefe del departamento debe determinar qué profesor imparte cada actividad de clase de cada asignatura, de forma que se cubran todos los grupos y horas clase.

En la siguiente sección se describe cómo se realiza el proceso de planificación de tesis en la facultad de MATCOM.

1.1.2. Planificación de las tesis

El proceso de planificación de las tesis se puede separar en dos subprocesos principales: la confección de los tribunales y la planificación de las defensas. La organización de los tribunales consiste en determinar qué profesor formará parte de cada tribunal. La planificación de las defensas consiste en definir, en qué día, hora y lugar se realizará

cada acto de defensa.

[AQUI ESSTA BIEN ESTE PARRAFO ?] El ejercicio de culminación de estudios de pregrado consiste en la realización de un trabajo de diploma o tesis. La tesis es un trabajo de investigación que realizan los estudiantes bajo la tutela de uno o varios profesores (tutores y cotutores) sobre un tema que tribute a alguna de las áreas que abarca la carrera. El ejercicio se compone de dos partes, la escritura de un documento que recoja todo el proceso investigativo y, posteriormente, la exposición o defensa del mismo ante un tribunal.

Para la confección de los tribunales de tesis se debe tener en cuenta que los miembros tengan conocimiento acerca de los temas que se aborden en la investigación. La composición de los tribunales puede variar de un año a otro, de acuerdo a las condiciones del curso escolar. Por ejemplo, es usual que los tribunales estén formados por tres profesores, y que además participe un oponente y un tutor. En el curso 2022, los estudiantes de cuarto (plan E) y quinto año (plan D) de la carrera de Ciencia de la Computación, deben realizar su ejercicio de culminación de estudios. Como consecuencia, los tribunales de este curso estarán conformados por un oponente, un presidente y un tutor.

Una vez que se definan los tribunales, es necesario planificar cuándo y dónde se llevarán a cabo las defensas de la tesis. Para ello, se debe definir la hora, fecha y local. Para realizar la planificación de las defensas se debe contemplar la disponibilidad de los locales de la facultad y que cada profesor solo tenga una defensa a la que asistir en cada instante de tiempo.

A continuación se ilustra el proceso de planificación para dos tesis. Se asume que los tribunales se conformarán con dos profesores, un oponente y un presidente.

Tabla 1.3: Datos de las tesis

ID	Tesis	Estudiante	Tutores
1	Simulación y optimización de movimientos de malabares	Gustavo Despaigne	Fernando Rodríguez
2	Propagación de epidemias mediante modelos basados en metapoblaciones	Abel Antonio Cruz	Angela M. León José A. Mesejo

En la tabla 1.3 se muestra los datos asociados a las tesis, como el título, el nombre del autor y los tutores, que pueden ser más de uno. Además se agregó un identificador (ID), para referenciar una tesis durante la explicación del proceso.

El primer paso es realizar la confección de los tribunales de tesis, donde se debe definir el oponente y el presidente. Para ello, se deben tener en cuenta todos los posibles profesores que por su actividad investigativa, tengan interés en el contenido

de la tesis, y de ellos escoger los que formarán el tribunal. En la tabla 1.4 se ilustran posibles tribunales para las dos tesis anteriores.

Tabla 1.4: Posibles tribunales de las tesis

ID Tesis	Tutores	Oponente	Presidente
1	Fernando Rodríguez	Gemayqzel Bouza	Aymeeé Marrero
2	Angela M. León José A. Mesejo	Damian Valdés	Gemayqzel Bouza

Una vez que se definan los tribunales, se debe planificar la fecha, hora y lugar donde se realizarán los actos de defensas, un ejemplo hipotético se muestra en la tabla 1.5.

Tabla 1.5: Posible horarios para las defensas de las tesis

ID Tesis	Fecha	Hora	Local
1	10/12/2022	2:00 PM	Aula Posgrado
2	10/12/2022	3:30 PM	Salón del Decanato

Si el acto de defensa de la tesis 2, se hubiera planificado a la misma hora que el de la tesis 1, provocaría un conflicto, ya que un miembro del tribunal (Gemayqzel Bouza) debe estar presente en dos lugares a la vez. Este es uno de los tipos de situación que se desea evitar con el desarrollo de este trabajo.

En la siguiente sección se describen las herramientas y tecnologías que se utilizaron para la informatización de los procesos de asignación de docencia y planificación de las tesis.

1.2. Herramientas utilizadas para el desarrollo del software

Para la informatización de los procesos de asignación de docencia y planificación de las tesis se implementó una aplicación web, utilizando un modelo cliente-servidor. Para el desarrollo en el lado del servidor se hizo uso de Django, aprovechando la versatilidad, seguridad, escalabilidad y mantenibilidad que ofrece. El cliente se desarrolló usando Quasar, creando una *single-page application* (SPA). El sistema gestor de base de datos (SGBD) escogido fue SQLite. A continuación se profundiza en el modelo y herramientas utilizadas.

1.2.1. Modelo cliente-servidor

El modelo cliente-servidor se define como una arquitectura de software compuesta por los proveedores de un recurso o servicio, denominados servidores, y los solicitantes del servicio, denominados clientes. En este modelo se realiza una comunicación de procesos que implica el intercambio de datos tanto por parte del cliente como del servidor, realizando cada uno funciones diferentes. La comunicación se realiza frecuentemente a través de una red informática, pero tanto el cliente como el servidor pueden residir en un mismo sistema. Entre las principales ventajas que ofrece este modelo se encuentran:

- centralización de los recursos, ya que los accesos y la integridad de los datos se controlan en el lado del servidor, de forma que un programa cliente defectuoso o no autorizado no puede dañar el sistema.
- división del procesamiento de la aplicación en varios dispositivos.
- permite la escalabilidad del sistema, en cualquier momento se puede mejorar la capacidad de procesamiento aumentando la cantidad de servidores sin que el funcionamiento de la red se vea afectado.
- la separación en cliente y servidor permite el uso de tecnologías enfocadas en las labores específicas que realiza cada uno.

Tanto la planificación de las tesis como la asignación de la docencia, requieren de un conjunto de datos e informaciones que es necesario almacenar. Para ello, se utiliza una base de datos. En la siguiente sección se presentan las características principales del SGBD que se utilizó en este trabajo.

1.2.2. SQLite

SQLite es una biblioteca escrita en C, que implementa un motor de base de datos SQL. Es el SGBD más utilizado en el mundo [10]. Se caracteriza por su portabilidad, confiabilidad[9] y rendimiento [7]. Sus transacciones satisfacen las propiedades: atomicidad, consistencia, aislamiento y durabilidad (ACID) [4]. A continuación se describen las principales ventajas y desventajas de SQLite.

Ventajas:

- La biblioteca SQLite es muy liviana [11].
- Totalmente autónomo [12], no es necesario instalar ninguna dependencia externa para que SQLite funcione.

- SQLite se describe como una base de datos de “configuración cero”, que está lista para usar de inmediato. No se ejecuta como un proceso servidor, por lo que no es necesario detenerlo, iniciarlo o reiniciarlo.
- A diferencia de la mayoría de los SGBD, una base de datos SQLite almacena todos los datos en un solo archivo, permitiendo la portabilidad de la base de datos.

Desventajas:

- Aunque varios procesos pueden acceder y consultar una base de datos SQLite simultáneamente, solo uno puede realizar cambios en la base de datos en un momento dado. Los SGBD que implementa un modelo cliente-servidor como MySQL o PostgreSQL permiten una mayor concurrencia.
- Los SGBD que implementan un servidor pueden proporcionar una mejor protección contra errores en la aplicación cliente que una base de datos sin servidor como SQLite.
- El sitio web de SQLite recomienda que las bases de datos que se acerquen a 1 TB se alojen en una base de datos cliente-servidor centralizada [8].

Tras analizar las principales ventajas y desventajas de SQLite, y realizar una comparación con otros de los SGBD más utilizados como MySQL y PostgreSQL, se decidió utilizar SQLite para el almacenamiento de los datos del sistema que se propone en este trabajo. Los procesos de asignación de docencia y planificación de las tesis, no necesitan de un SGBD que soporte concurrencia en la modificación de la base de datos, la cantidad de datos que se deben almacenar para el funcionamiento de estos procesos, no debe exceder de 1 GB. Por otra parte, la fácil integración de SQLite a un proyecto, el poco espacio que ocupa y la portabilidad que ofrece hicieron que esta herramienta se escogiera por encima de otras.

En la siguiente sección se describen las características principales de la tecnología que se utilizó en el lado del servidor para el desarrollo de la aplicación web.

1.2.3. Desarrollo del servidor

Para el desarrollo en el lado del servidor se hizo uso de la biblioteca Django, que permite la creación de sitios web seguros y mantenibles [1]. Entre sus principales características se encuentran:

- Sigue la filosofía de diseño DRY (Don't Repeat Yourself), brindando un conjunto de funcionalidades implementadas por los desarrolladores para evitar la repetición de código en procesos comunes en el desarrollo web.

- Implementa el patrón de diseño Model-View-Template (MVT), que consta de tres componentes esenciales Modelo, Vista, Plantilla. La separación del código siguiendo este patrón de diseño permite desarrollar aplicaciones modulares, escalables y mantenibles [5].
- Está implementado en Python, por lo que cuenta con un extenso conjunto de bibliotecas para resolver distintas tareas. Entre las bibliotecas más utilizadas resalta Django REST framework, desarrollada para la creación de interfaces de programación de aplicaciones (API). En este trabajo se implementó una API REST o API RESTful, siguiendo la arquitectura REST.
- Provee un Object Relational Mapper (ORM), que permite la interacción con la base de datos de forma orientada a objetos [2]. Brinda la posibilidad de crear tablas, insertar, editar, borrar y extraer datos sin escribir consultas SQL, acelerando el proceso de desarrollo web.
- Sigue también la filosofía de “Batteries Included” o “Baterías Incluidas” proporcionando una biblioteca estándar rica y versátil con herramientas para crear sistemas complejos sin la necesidad de instalar paquetes separados. Algunas de estas “baterías” son “Django Admin”, “Django ORM”, “Authentication” y “HTTP”.
- Cuenta con extensa documentación, desde la documentación oficial hasta contenido en forma de artículos, tutoriales y cursos en línea.

Aunque Django incluye herramientas para el desarrollo en el lado del cliente con el uso de Plantillas, en este trabajo se decidió utilizar Quasar, los motivos se describen en la próxima sección.

1.2.4. Desarrollo del cliente

Para el desarrollo de la aplicación web en el lado del cliente se utilizó Quasar. Quasar es una biblioteca de código abierto que se basa en Vue.js. A pesar de que Vue.js se define en su sitio oficial como “An approachable, performant and versatile framework for building web user interfaces” o “Un marco accesible, eficaz y versátil para crear interfaces de usuario web” [13], no proporciona elementos o componentes de interfaz de usuarios. Es por esto que surgen otras bibliotecas encima de Vue.js, como una capa más de abstracción, que brindan un conjunto de componentes reutilizables y con estilos personalizables. Entre las más populares se encuentran: Vuetify, Bootstrap Vue y Quasar [3].

Con Quasar se pueden desarrollar aplicaciones/sitios web de una sola página (SPA), aplicaciones/sitios web renderizados del lado del servidor (SSR), aplicaciones

web progresivas (PWA), incluso aplicaciones móviles y de escritorio, con la misma base de código [6]. Entre las principales características que influyeron en la selección de esta biblioteca para el desarrollo en el lado del cliente se encuentran:

- más de 70 componentes web personalizables y de alto rendimiento. En la aplicación web que se implementó en este trabajo se utilizaron varias de estas componentes, que permitieron que el desarrollo de las interfaces de usuarios fuera más rápido y sencillo.
- buenas prácticas integradas tales como: compresión de código, manejo avanzado de caché, mapeo de fuentes y carga diferida.
- Quasar-CLI, una herramienta que genera de forma automática la estructura del proyecto, con los paquetes y configuraciones necesarias para el funcionamiento inicial de la aplicación web.
- Quasar se diseñó teniendo en cuenta el rendimiento y el *responsive design* [6]. Dos cualidades muy importantes en el desarrollo de aplicaciones web.
- amplia comunidad y documentación.

En este trabajo se implementó una aplicación web para la informatización de los procesos de asignación de docencia y planificación de las tesis. En el lado del servidor se implementó una API RESTful, en el cliente una SPA haciendo uso de Quasar y para almacenar los datos se utilizó SQLite.

En el próximo capítulo se describen el flujo que se debe seguir para la realizar los procesos de asignación de docencia y planificación de las tesis, así como las principales funcionalidades que se desean incorporar en el sistema durante la ejecución de estos procesos.

Capítulo 2

Descripción de las funcionalidades que se desean

El objetivo principal de este trabajo es la creación de una herramienta que permita informatizar dos de los procesos que se realizan en la Facultad de Matemática y Computación de la Universidad de La Habana: asignación de docencia y planificación de las tesis. Se desea además que la herramienta sea lo suficientemente extensible para que permita, en un futuro, la integración de otros procesos como los que se mencionan en la sección 1.1.

En las siguientes secciones se describen las funcionalidades que se desean incorporar para cada proceso.

2.1. Asignación de docencia

Se desea implementar una mecanismo que permita realizar la asignación de docencia facilitando el acceso a toda la información que interviene en este proceso. A continuación se describen las principales funcionalidades que se desean:

- Conocer las asignaturas que se deben impartir en un período de tiempo dado, por ejemplo enero-julio 2021.
- Conocer durante el proceso de asignación la carga docente que se la ha asignado a cada profesor.
- Exportar la asignación de docencia a un documento con un formato preestablecido, que es el que se utiliza actualmente en la facultad.

A continuación se describen como se desean utilizar las funcionalidades anteriores durante el proceso de asignación de docencia.

Al comienzo de un período de tiempo, el jefe de departamento debe realizar la planificación de docencia del semestre. Se desea que la herramienta muestre las asignaturas que se deben impartir por ese departamento en el período de tiempo dado. Por ejemplo en el período enero-julio del curso 2022, el departamento de Matemática Aplicada debe impartir las siguientes asignaturas.

Tabla 2.1: Fragmento de la planificación de docencia.

Facultad	Año	Asignatura	Horas	Grupos
MATCOM	M3	Optimización Matemática I	64	1/1
MATCOM	C3	Modelos de Optimización I	64	1/2
GEOGRAFÍA	G2	Estadística	80	1/2

La primera fila de tabla indica que la asignatura Optimización Matemática I, se imparte en la facultad de MATCOM a los estudiantes de tercer año de la carrera de Matemática, con un total de horas clase de 64 y que es un solo grupo de conferencias y un solo grupo de clases prácticas.

A partir de esta información, el jefe de departamento comienza el proceso de asignación. Se desea que el sistema muestre los profesores que están disponibles para cubrir las actividades de clase de las asignaturas (conferencias, clases prácticas). En el curso 2022, se le asignaron las 32 horas de conferencia de la asignatura Optimización Matemática I, a la profesora Aymeeé Marrero y las 32 horas de clases prácticas a la profesora Gemayqzel Bouza.

Cada vez que el jefe de departamento realice una asignación, se desea que se actualice la carga docente que tendrá en el semestre el profesor asignado, de forma que se conozca la carga de todos los profesores durante el proceso de asignación. En la tabla 2.2 se muestra la asignación de docencias correspondiente a la planificación que se muestra en la tabla 2.1

Tabla 2.2: Fragmento de la asignación de docencia.

Asignatura	Horas	Grupos	Profesores
Optimización Matemática I	64	1/1	C: Aymeeé Marrero (32) CP: Gemayqzel Bouza(32)
Modelos de Optimización I	64	1/2	C: Aymeeé Marrero(16) C: Fernando Rodríguez (16) CP: Daniela González(32) CP: Camila Pérez(32)
Estadística	80	1/2	C: Elianys García (48) CP: Ernesto Borrego(32) CP: Elianys García(32)

Para la asignación que se muestra en la tabla 2.2, el sistema de gestión debe mostrar las siguientes cargas docentes:

- Aymeeé Marrero: 48 horas
- Gemayqzel Bouza: 32 horas
- Fernando Rodríguez: 16 horas
- Daniela González: 32 horas
- Camila Pérez: 32 horas
- Elianys García: 80 horas
- Ernesto Borrego: 32 horas

En este caso se puede apreciar que la carga docente de la profesora Elianys García es mayor que la del resto de los profesores, lo cual se quisiera evitar con la implementación de esta funcionalidad.

Además se quiere que el sistema muestre las asignaturas o grupos que faltan por cubrir para cumplir con la planificación de docencia. Una vez concluida la asignación, se desea poder exportar la información de la docencia a un documento con el formato que se utiliza actualmente en la facultad.

En la próxima sección se describen las funcionalidades que se desean incorporar para el proceso de planificación de las tesis.

2.2. Planificación de las tesis

El proceso de planificación de las tesis se puede descomponer en dos subprocesos principales: confección de los tribunales de tesis y planificación de las defensas de las mismas. Para la planificación de las tesis, se desea disponer de las siguientes funcionalidades.

- Cada vez que se agregue una tesis en el sistema, crear un tribunal para la misma.

- Conocer, durante el proceso de confección de los tribunales de tesis, la cantidad de tribunales en los que participa cada profesor.
- Una vez se confeccione el tribunal de una tesis, crear un horario para la defensa de la misma.
- Una vez estén definidos los horarios, se desea conocer en cuáles, un determinado profesor no está libre (por participaciones en defensas). Con el objetivo de facilitar cambios necesarios en la planificación de las defensas de tesis.
- Exportar la confección de los tribunales de tesis a un documento con un formato preestablecido.
- Exportar la planificación de las defensas de tesis a un documento con un formato preestablecido.

Para la ejemplificación de las funcionalidades que se desean durante el proceso de planificación de las tesis se utilizará un ejemplo. En la tabla 2.3, se muestran dos de las tesis que se deben evaluar como parte del ejercicio de culminación de estudios del curso 2022.

Tabla 2.3: Fragmento de dos de las tesis correspondientes al curso 2022

ID	Tesis	Estudiante	Tutores
1	Simulación y optimización de movimientos de malabares	Gustavo Despaigne	Fernando Rodríguez
2	Propagación de epidemias mediante modelos basados en metapoblaciones	Abel Antonio Cruz	Angela M. León José A. Mesejo Camila Pérez

El encargado de realizar la planificación de las tesis debe confeccionar un tribunal para cada una de ellas. Se desea que el sistema de gestión muestre los profesores de la facultad para la confección de los tribunales. En el curso 2022 los tribunales estarán compuestos por los tutores, un oponente y un presidente, por tanto solo se deben determinar los profesores que asumirán los roles de oponente y presidente. En la figura tal se muestran posibles tribunales para las tesis correspondientes a la tabla 2.3.

Tabla 2.4: Posibles tribunales de tesis

ID Tesis	Tutores	Oponente	Presidente
1	Fernando Rodríguez	Gemayqzel Bouza	Aymeeé Marrero
2	Angela M. León José A. Mesejo Camila Pérez	Damian Valdés	Gemayqzel Bouza

Con el objetivo de realizar una distribución equitativa de los profesores en los tribunales de tesis, se desea que durante el proceso de confección de los tribunales, se pueda conocer la cantidad en los que participa cada profesor. En la tabla 2.5 se muestran las participaciones de los profesores en tribunales de acuerdo a la tabla 2.4

Tabla 2.5: Cantidad de tribunales de tesis en los que participa cada profesor

Profesor	Oponente	Presidente
Gemayqzel Bouza	1	1
Aymeeé Marrero	0	1
Damian Valdés	1	0

Una vez se definan los tribunales de tesis el próximo paso es planificar un horario para la defensa de la misma. Se debe definir la fecha, hora y local en donde se realizará este ejercicio. En la tabla tal se muestran posibles planificaciones para las defensas de las tesis que se muestran en la tabla 2.3.

Tabla 2.6: Posible horarios para las defensas de tesis

ID Tesis	Fecha	Hora	Local
1	10/12/2022	2:00 PM	Aula Posgrado
2	10/12/2022	3:30 PM	Salón del Decanato

Una vez concluido el proceso de planificación de las tesis se desea poder exportar los datos de los tribunales y las planificaciones de defensas a documentos con un formato preestablecido.

Con el objetivo de evitar que una tesis se quede sin planificar, se desea que cada vez que una tesis se agregue, el sistema genere automáticamente un tribunal vacío y una planificación para la defensa de la misma, sin definir la fecha, hora y local.

Además se desea conocer para cada profesor los horarios que tiene ocupado en participaciones en tribunales de tesis, por si es necesario realizar algún cambio en las planificaciones de las defensas.

En el próximo capítulo se describe como se modelaron los datos para realizar la asignación de docencia y la planificación de las tesis.

Capítulo 3

Descripción del diseño de la base de datos

Para la informatización de la asignación de docencia y la planificación de las tesis, fue necesario almacenar los datos que intervienen en estos procesos, en una base de datos. En este capítulo se describe el diseño que se obtuvo para la modelación de cada proceso.

3.1. Modelación de la asignación de docencia

Se modelaron las entidades fundamentales que intervienen en el proceso de la asignación de docencia, así como las interrelaciones que se establecen entre ellas. En la figura 3.1 se muestra el esquema que se obtuvo a partir del modelo entidad-relación extendido.

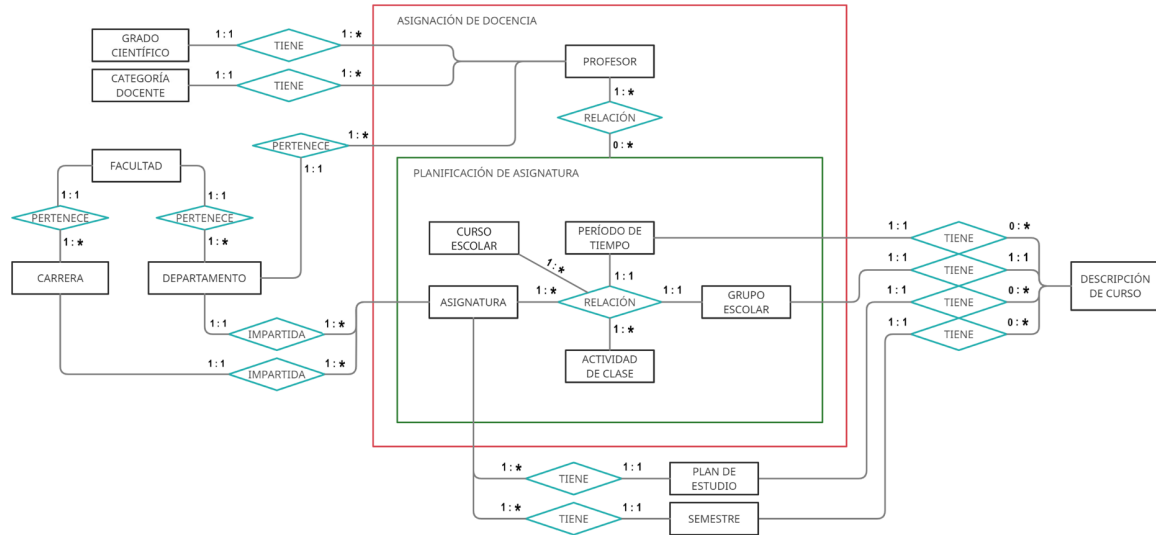


Figura 3.1: MER para la asignación de docencia

Con el objetivo de simplificar la representación del modelo entidad-relación no se agregaron en la imagen 3.1, los atributos correspondientes a cada entidad, por lo que a continuación se describen las entidades en mayor profundidad.

FACULTAD: Representa las facultades de la Universidad de La Habana. El nombre de la facultad se modela como un atributo, mientras que las carreras que se estudian en la facultad y los departamentos que pertenecen a ella, se modelan como relaciones con las entidades CARRERA y DEPARTAMENTO, respectivamente. Una facultad tiene uno o muchos departamentos, y en una facultad se pueden estudiar una o más carreras.

CARRERA: Representa las carreras que se estudian en la Universidad de La Habana. El nombre de la carrera se modela como un atributo, mientras que la facultad a la que pertenece la carrera y las asignaturas que se imparten en ella, se modelan como relaciones con las entidades FACULTAD y ASIGNATURA, respectivamente. Una carrera pertenece a una única facultad y en una carrera se imparten una o muchas asignaturas.

DEPARTAMENTO: Representa los departamentos de una facultad de la Universidad de La Habana. El nombre del departamento se modela como un atributo, mientras que los profesores que pertenecen a un departamento, las asignaturas que son atendidas por el departamento y la facultad a la que pertenece el departamento,

se modelan como relaciones con las entidades PROFESOR, FACULTAD y ASIGNATURA, respectivamente. Un departamento pertenece a una única facultad, un departamento atiende una o muchas asignaturas y a un departamento pertenecen uno o muchos profesores.

PROFESOR: Agrupa los datos asociados a los profesores. Los campos nombre y apellidos se modelan como atributos, mientras que, la categoría docente, el grado científico de un profesor y el departamento al que pertenece, se modelan como relaciones con las entidades CATEGORÍA DOCENTE, GRADO CIENTÍFICO y DEPARTAMENTO, respectivamente. Un profesor pertenece a un único departamento y puede tener solo un grado científico y una categoría docente.

CATEGORÍA DOCENTE: Representa la categoría docente que tienen los profesores. El nombre de la categoría docente se modela como un atributo. Pueden existir uno o muchos profesores con una misma categoría docente.

GRADO CIENTÍFICO: Representa el grado científico que tienen los profesores. El nombre del grado científico se modela como un atributo. Pueden existir uno o muchos profesores con un mismo grado científico.

ASIGNATURA: Agrupa los datos asociados a las asignaturas. Los campos nombre de la asignatura y cantidad de horas totales a impartir, se modelan como atributos, mientras que el plan de estudio asociado a la asignatura, el semestre en el que se imparte, el departamento responsable de la asignatura y la carrera a la que pertenece, se modelan como relaciones con las entidades PLAN DE ESTUDIO, SEMESTRE, DEPARTAMENTO y CARRERA respectivamente. Una asignatura es atendida por un único departamento, pertenece a una única carrera, se imparte en un único semestre y tiene un único plan de estudio. Las asignaturas que se imparten de forma anual son representadas como dos asignaturas independientes.

PLAN DE ESTUDIO: Representa el plan de estudio por el que se rige una asignatura. El nombre del plan de estudio se modela como un atributo. Pueden existir una o muchas asignaturas con el mismo plan de estudio.

SEMESTRE: Representa los semestres asociados a una carrera. El nombre del semestre se modela como un atributo. Pueden existir una o muchas asignaturas que se imparten en el mismo semestre.

PERÍODO DE TIEMPO: Representa los períodos de tiempo del año. El nombre del período de tiempo se modela como un atributo. Pueden existir una o muchas asignaturas que se imparten en el mismo período de tiempo.

CURSO ESCOLAR: Representa los cursos escolares, por ejemplo: 2020-2021. El nombre del curso de escolar se modela como un atributo. Además cuenta con un campo booleano que indica si el curso es el vigente.

GRUPO ESCOLAR: Representa los años académicos asociados a una carrera, como por ejemplo: Matemática primer año (M1) o Computación tercer año (C3). El nombre del grupo escolar se modela como un atributo.

ACTIVIDAD DE CLASE: Representa los tipos de actividades que se imparten en una asignatura, tales como: conferencias, clases prácticas, seminarios, laboratorios, otros.

PLANIFICACIÓN DE ASIGNATURA: Se crea con el objetivo de modelar la separación de una asignatura según las actividades de clases a impartir, en un curso escolar, en un período de tiempo y para un grupo escolar específico. Está compuesta por la agregación de las entidades ASIGNATURA, CURSO ESCOLAR, ACTIVIDAD DE CLASE, GRUPO ESCOLAR Y PERÍODO DE TIEMPO. Se agregan los atributos cantidad de horas para el tipo de actividad a realizar y la cantidad de grupos. Por ejemplo, para la asignatura Optimización Matemática I, que se imparte en el tercer año de la carrera de Matemática, con un total de 64 horas clase, se deben crear dos instancias de PLANIFICACIÓN DE ASIGNATURA, una con 32 horas de conferencias y otra con 32 horas de clases prácticas, para que posteriormente se puedan asignar los profesores que se ocuparán de estas planificaciones.

ASIGNACIÓN DE DOCENCIA: Representa las asignaciones de profesores a planificaciones de asignaturas. Además se agrega un atributo porcentaje que indica el porcentaje del total de horas a impartir, que asume el profesor asignado. Un profesor puede tener asignada cero o muchas planificaciones de asignaturas y una planificación de asignatura puede estar asignada a uno o muchos profesores.

DESCRIPCIÓN DE CURSO: Representa el grupo escolar vigente en el curso actual. Está compuesta por la agregación de las entidades GRUPO ESCOLAR, PERÍODO DE TIEMPO, PLAN DE ESTUDIO y SEMESTRE. Por ejemplo, una DESCRIPCIÓN DE CURSO puede ser que el grupo escolar C4 (Computación de cuarto año), con plan de estudio E, se encuentra en el semestre 8, en el período de tiempo septiembre-diciembre.

3.2. Modelación de los tribunales de tesis

Se modelaron las entidades fundamentales que intervienen en el proceso de planificación de las tesis, así como las interrelaciones que se establecen entre ellas. En la figura 3.2 se muestra el esquema que se obtuvo a partir del modelo entidad-relación extendido.

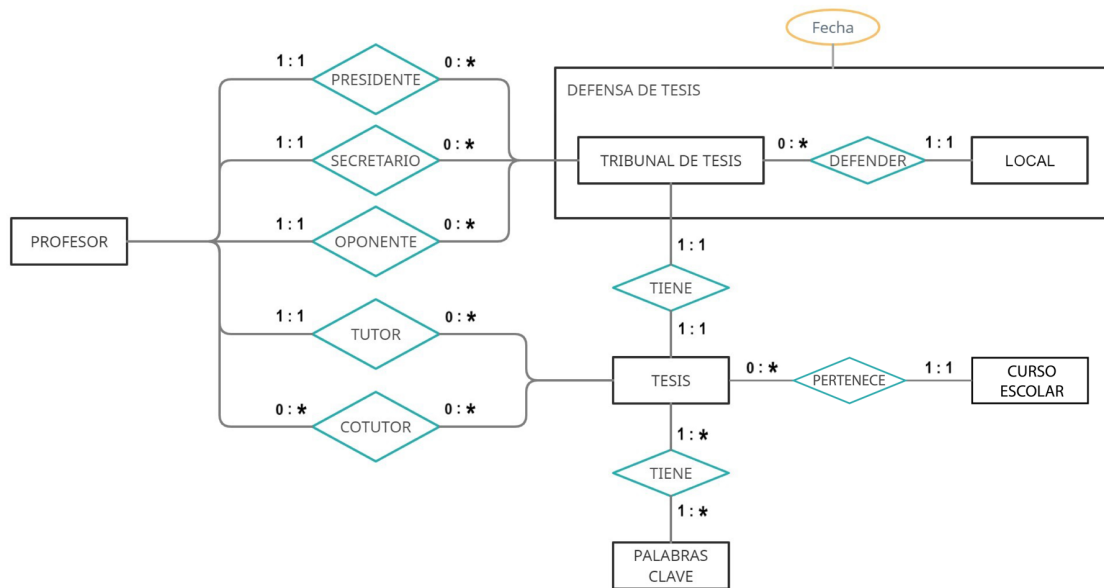


Figura 3.2: MER para la planificación de las tesis

TESIS: Agrupa los datos asociados a una tesis. El título de la tesis y el autor se modelan como atributos, mientras que el tutor, los cotutores, curso escolar y las palabras claves se modelan como relaciones con las entidades PROFESOR (tutor y cotutores), CURSO ESCOLAR y PALABRAS CLAVES. Una tesis tiene un único tutor, puede tener cero o muchos cotutores, pertenece a un único curso escolar y tiene una o muchas palabras claves.

PALABRAS CLAVES: Representa las palabras claves que describen el contenido de una tesis. El nombre o texto de las palabras claves se modela como un atributo. Una palabra clave puede aparecer en una o muchas tesis.

TRIBUNAL DE TESIS: Representa el tribunal de la defensa de una tesis. Está compuesto por los miembros del tribunal: presidente, secretario y oponente, y la tesis, campos que se modelan como relaciones con las entidades PROFESOR y TESIS,

respectivamente. Un tribunal de tesis tiene una única tesis, un único presidente, un único secretario y un único oponente.

DEFENSA DE TESIS: Representa el acto de defensa de la tesis. Está compuesta por un tribunal de tesis, en un local y una fecha determinada. La fecha se modela como un atributo mientras que el tribunal y el local se modelan como relaciones con las entidades TRIBUNAL DE TESIS y LOCAL, respectivamente. Una defensa de tesis tiene un único tribunal de tesis, una única fecha y un único local.

LOCAL: Representa el local donde se lleva a cabo la defensa de las tesis. El nombre del local se modela como un atributo. En un local se puede realizar la defensa de cero o muchas tesis.

PROFESOR: Se utiliza la misma entidad creada en el proceso de asignación de docencia. Un profesor puede tener el rol de presidente, secretario u oponente en cero o muchos tribunales de tesis. Un profesor puede ser tutor o cotutor de cero o muchas tesis.

Capítulo 4

Descripción las herramientas implementadas

En este capítulo se presenta la propuesta de solución para la informatización de los procesos de asignación de docencia y planificación de las tesis que se llevan a cabo en la Facultad de Matemática y Computación de la Universidad de La Habana.

Se implementó un sistema de gestión siguiendo el modelo cliente-servidor. El desarrollo del servidor se efectuó con el uso Django, en particular Django Rest Framework y el cliente se desarrolló utilizando Quasar para la creación de las interfaces de usuarios. Para la administración de la base de datos se utilizó el SGBD SQLite. Como resultado se creó una aplicación web, cuya vista inicial se muestra en la figura 4.1.



Figura 4.1: Vista inicial del sistema de gestión

[EXPLICACION DEL FLUJO PARA REALIZAR ASIGNACION DE DOCENCIA O TESIS]

4.1. Asignación de docencia

En esta sección se describen los pasos que se deben seguir para realizar el proceso de asignación de docencia en un departamento a través del sistema de gestión que se propone en este trabajo. Para la ejemplificación de este proceso se utilizará el mismo fragmento de la docencia correspondiente al departamento de Matemática Aplicada en el período de tiempo enero - julio del curso 2022, que se describe en la sección 2.1. En la tabla 4.1 se muestran las asignaturas que se deben impartir y en la 4.2 la distribución de los profesores para cubrir con la planificación.

Tabla 4.1: Fragmento de la planificación de docencia.

Facultad	Año	Asignatura	Horas	Grupos
MATCOM	M3	Optimización Matemática I	64	1/1
MATCOM	C3	Modelos de Optimización I	64	1/2
GEOGRAFÍA	G2	Estadística	80	1/2

Tabla 4.2: Fragmento de la asignación de docencia.

Asignatura	Horas	Grupos	Profesores
Optimización Matemática I	64	1/1	C: Aymeeé Marrero (32) CP: Gemayqzel Bouza(32)
Modelos de Optimización I	64	1/2	C: Aymeeé Marrero(16) C: Fernando Rodríguez (16) CP: Daniela González(32) CP: Camila Pérez(32)
Estadística	80	1/2	C: Elianys García (48) CP: Ernesto Borrego(32) CP: Elianys García(32)

El primer paso que debe realizar el jefe de departamento es la planificación de la docencia, la interfaz de usuario implementada en el sistema de gestión para realizar este proceso se muestra en la figura 4.2

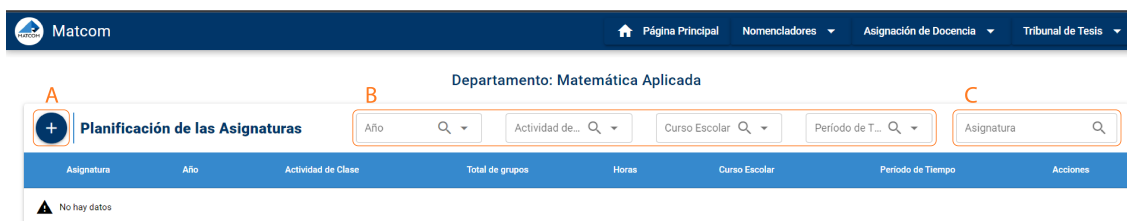


Figura 4.2: Vista de la planificación de las asignaturas

En la figura 4.2, se indican con recuadros tres regiones cuyo significado se explica a continuación.

- A: botón para agregar una nueva planificación de asignatura.
- B: filtros por: Año, Actividad de clase, Curso escolar, Período de tiempo.
- C: barra de búsqueda por texto para el nombre de las asignaturas.

Para agregar una nueva planificación de asignatura se debe pulsar en el botón que se indica en el recuadro A y completar los campos del formulario. En la figura 4.3 se muestra como agregar la planificación correspondiente a las conferencias de la asignatura Optimización Matemática I para los estudiantes de tercer año de la carrera Matemática.

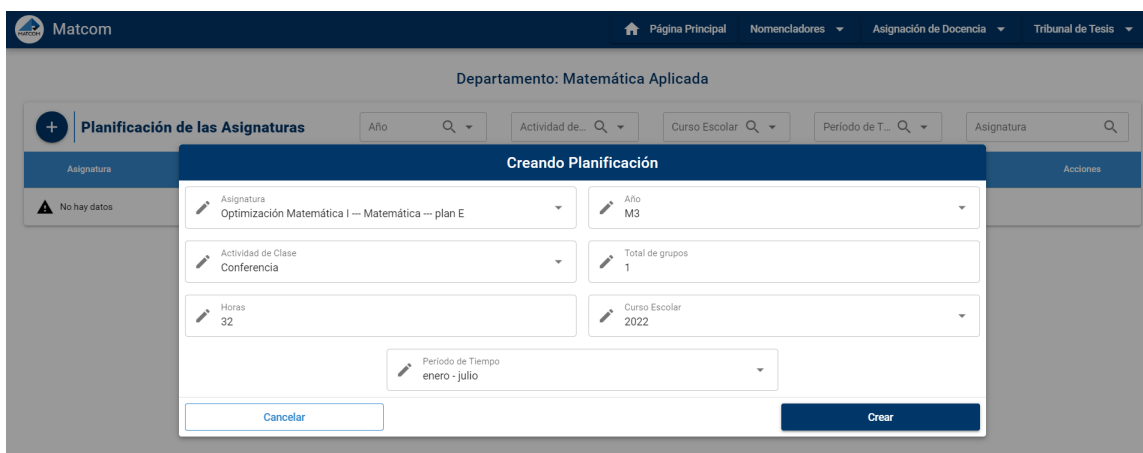


Figura 4.3: Vista del formulario para crear una planificación de asignaturas

La figura 4.4 muestra el resultado de agregar las planificaciones de las asignaturas correspondientes a la tabla 4.1.














<div>  Matcom </div> <div> Página Principal Nomencladores Asignación de Docencia Tribunal de Tesis </div>							
Departamento: Matemática Aplicada							
<div> + Planificación de las Asignaturas </div> <div> Año Actividad de... Curso Escolar Período de T... Asignatura </div>							
Asignatura	Año	Actividad de Clase	Total de grupos	Horas	Curso Escolar	Período de Tiempo	Acciones
Estadística	G2	Conferencia	1	48	2022	enero - julio	 
Estadística	G2	Clase Práctica	2	32	2022	enero - julio	 
Modelos de Optimización	C3	Conferencia	1	32	2022	enero - julio	 
Modelos de Optimización	C3	Clase Práctica	2	32	2022	enero - julio	 
Optimización Matemática I	M3	Conferencia	1	32	2022	enero - julio	 
Optimización Matemática I	M3	Clase Práctica	1	32	2022	enero - julio	 
							Filas 10 1-6 de 6

Figura 4.4: Vista de la planificación de las asignaturas

Por cada planificación de asignatura que se agregue en el sistema se crean n asignaciones de docencia sin asignar, donde n es la cantidad de grupos que tiene la planificación. En la figura 4.5 se muestran las asignaciones de docencias creadas automáticamente por el sistema a partir de las planificaciones agregadas en la figura 4.4.


















<div>  Matcom </div> <div> Página Principal Nomencladores Asignación de Docencia Tribunal de Tesis </div>							
Departamento: Matemática Aplicada							
<div> + Asignaciones de docencia </div> <div> Profesor Asignatura o Actividad </div>							
Asignatura	Año	Actividad de clase	Cantidad de horas	Total de grupos	Grupo	Profesor	Porcentaje
Modelos de Optimización	C3	Conferencia	32	1	1		 
Modelos de Optimización	C3	Clase Práctica	32	2	1		 
Modelos de Optimización	C3	Clase Práctica	32	2	2		 
Optimización Matemática I	M3	Conferencia	32	1	1		 
Optimización Matemática I	M3	Clase Práctica	32	1	1		 
Estadística	G2	Conferencia	48	1	1		 
Estadística	G2	Clase Práctica	32	2	1		 
Estadística	G2	Clase Práctica	32	2	2		 
							Filas 10 1-8 de 8

Figura 4.5: Vista de la asignación de docencia

El próximo paso es realizar la asignación de los profesores para cubrir la plani-

ficación de docencia del semestre. Para asignar un profesor se debe pulsar sobre el botón de editar de una fila. En la figura 4.6 se muestra el resultado de pulsar sobre el botón de editar de la cuarta fila, correspondiente a las conferencias de la asignatura de Optimización Matemática I.

The screenshot shows the 'Asignaciones de docencia' (Teaching Assignments) interface. At the top, there's a header with 'Departamento: Matemática Aplicada' and a search bar. Below this is a table with columns: Asignatura, Año, Actividad de clase, Cantidad de horas, Total de grupos, Grupo, Profesor, Porcentaje, and Acciones. The table lists several assignments, including 'Modelos de Optimización' and 'Estadística'. A modal form titled 'Editando Asignación de docencia' is open over the fourth row of the table. The modal contains two dropdown menus: 'Asignatura' (set to 'Optimización Matemática I — Conferencia — M3') and 'Profesor'. It also has input fields for 'Grupo' (set to '1') and 'Porcentaje'. At the bottom of the modal are 'Cancelar' and 'Editar' buttons. The table below the modal shows the following data:

Asignatura	Año	Actividad de clase	Cantidad de horas	Total de grupos	Grupo	Profesor	Porcentaje	Acciones
Modelos de Optimización								
Modelos de Optimización								
Modelos de Optimización								
Optimización Matemática I								
Optimización Matemática I								
Estadística	G2	Conferencia	48	1	1			
Estadística	G2	Clase Práctica	32	2	1			
Estadística	G2	Clase Práctica	32	2	2			

Figura 4.6: Vista del formulario para realizar una asignación de docencia

Se deben completar los campos del formulario y pulsar sobre el botón editar. Como se muestra en la tabla 4.1, la profesora Aymeeé Marrero es la encargada de impartir las 32 horas de conferencia de la asignatura Optimización Matemática I, por tanto se debe especificar que la profesora imparte el 100 por ciento de las horas como se muestra en la figura 4.7.

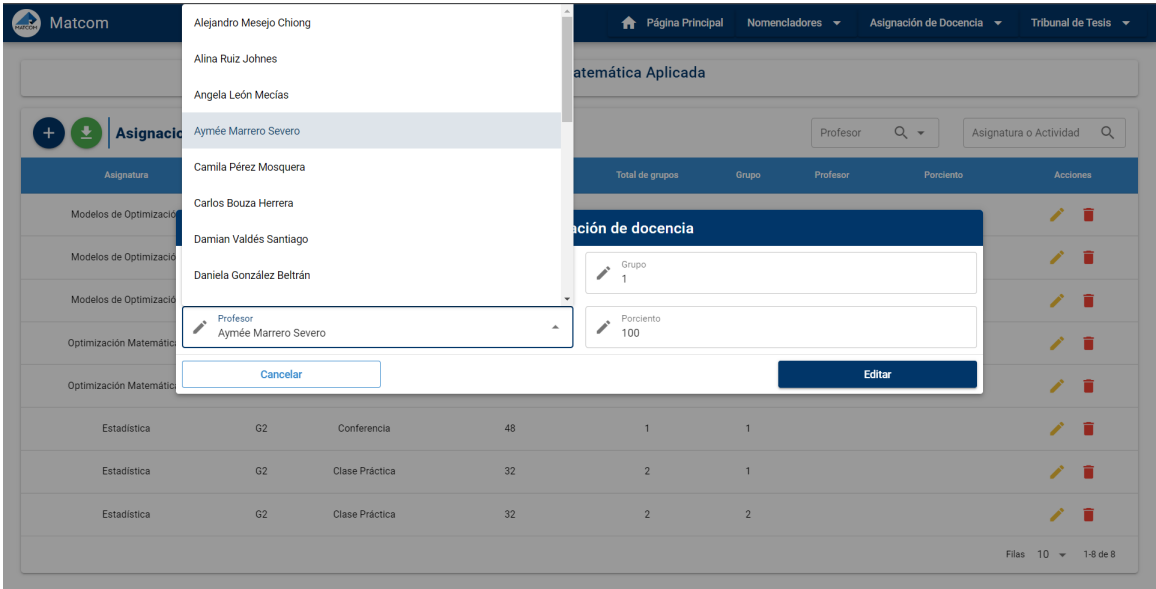


Figura 4.7: Vista del formulario con los datos ingresados de una asignación de docencia

En la figura 4.8 se muestra el resultado de realizar la asignación.

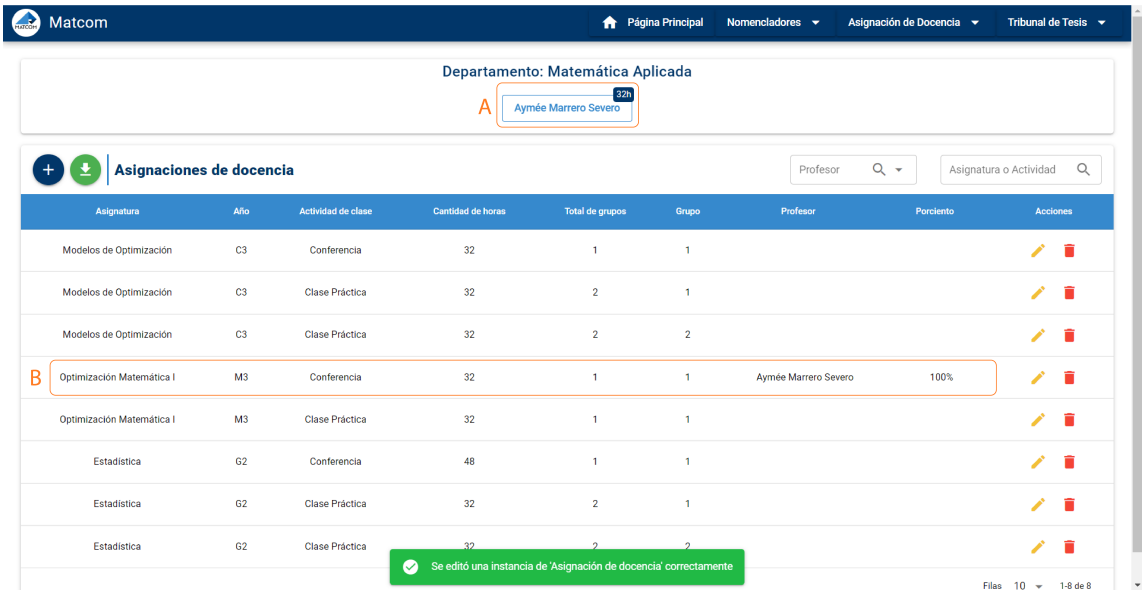
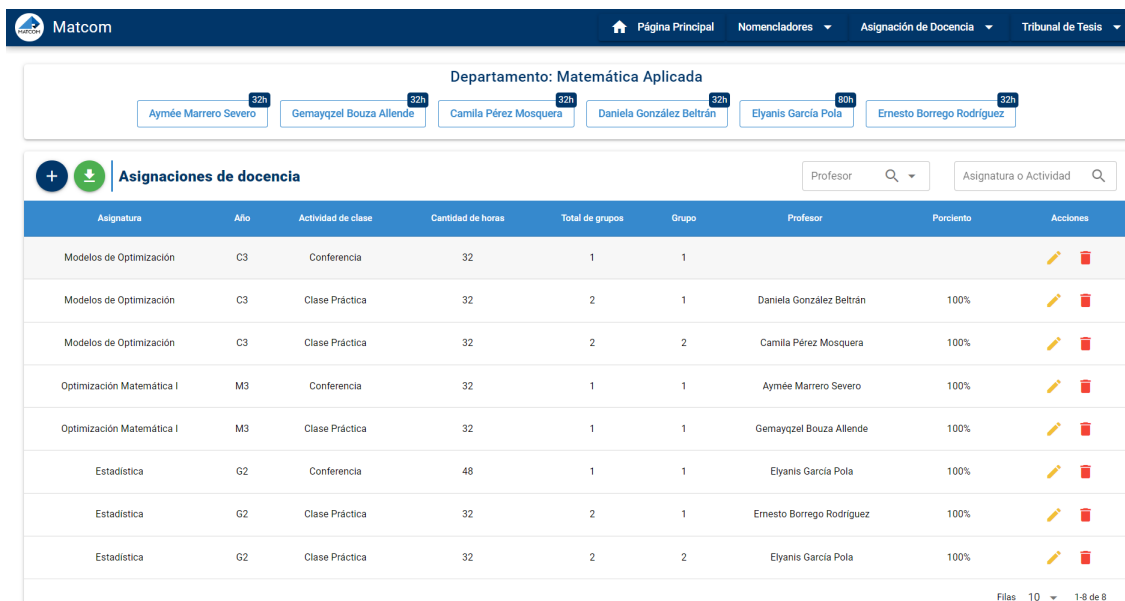


Figura 4.8: Vista resultante de realizar una asignación de docencia correctamente

Cada vez que se realicen cambios en la tabla, ya sean por agregar, editar o eliminar asignaciones de docencia, la carga docente de los profesores se actualiza como se

indica en el recuadro A de la figura 4.8. El recuadro B refleja como quedó la fila tras la asignación de la profesora Aymeeé Marrero para que imparta las 32 horas de conferencia de la asignatura Optimización Matemática I a los estudiantes que cursan el tercer año de la carrera Matemática.

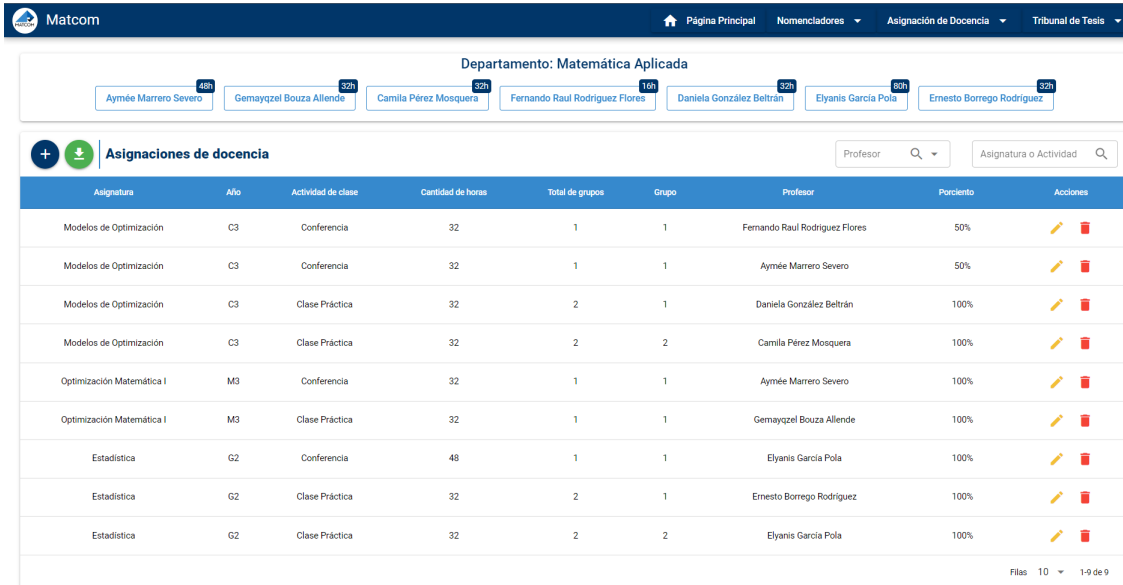
En la figura 4.9 se muestra el resultado de cubrir la docencia de las asignaturas de Optimización Matemática I, Estadística y las clases prácticas de Modelos de Optimización, de acuerdo a la tabla 4.2.



Asignatura	Año	Actividad de clase	Cantidad de horas	Total de grupos	Grupo	Profesor	Porcentaje	Acciones
Modelos de Optimización	C3	Conferencia	32	1	1			
Modelos de Optimización	C3	Clase Práctica	32	2	1	Daniela González Beltrán	100%	
Modelos de Optimización	C3	Clase Práctica	32	2	2	Camila Pérez Mosquera	100%	
Optimización Matemática I	M3	Conferencia	32	1	1	Aymée Marrero Severo	100%	
Optimización Matemática I	M3	Clase Práctica	32	1	1	Gemayqzel Bouza Allende	100%	
Estadística	G2	Conferencia	48	1	1	Elyanis García Pola	100%	
Estadística	G2	Clase Práctica	32	2	1	Ernesto Borrego Rodríguez	100%	
Estadística	G2	Clase Práctica	32	2	2	Elyanis García Pola	100%	

Figura 4.9: Vista con varias asignaciones de docencia

Las conferencias de la asignatura Modelos de Optimización I, se imparten por los profesores Aymeeé Marrero y Fernando Rodríguez, con 16 horas cada uno. Para modelar esta distribución en el sistema de gestión, es necesario agregar una nueva asignación de docencia y especificar que cada profesor va a impartir el 50 por ciento de las horas totales de conferencia. Para agregar una nueva asignación se debe pulsar sobre el botón de agregar y llenar los campos necesarios. En la figura 4.10, se muestra como queda la asignación final de la docencia.



The screenshot shows the Matcom web application interface. At the top, there's a navigation bar with 'Matcom' logo and links for 'Página Principal', 'Nomencladores', 'Asignación de Docencia', and 'Tribunal de Tesis'. Below this, a section titled 'Departamento: Matemática Aplicada' displays a row of professor names with their respective hours: Aymée Marrero Severo (48h), Gemayzel Bouza Allende (32h), Camila Pérez Mosquera (32h), Fernando Raul Rodríguez Flores (16h), Daniela González Beltrán (32h), Elyanis García Pola (80h), and Ernesto Borrego Rodríguez (32h). The main section is titled 'Asignaciones de docencia' and features a table with columns: Asignatura, Año, Actividad de clase, Cantidad de horas, Total de grupos, Grupo, Profesor, Porcentaje, and Acciones. The table lists 9 assignments for 'Modelos de Optimización' and 'Estadística' across different years and activities. At the bottom right, it shows 'Filas 10' and '1-9 de 9'.



















Asignatura	Año	Actividad de clase	Cantidad de horas	Total de grupos	Grupo	Profesor	Porcentaje	Acciones
Modelos de Optimización	C3	Conferencia	32	1	1	Fernando Raul Rodríguez Flores	50%	 
Modelos de Optimización	C3	Conferencia	32	1	1	Aymée Marrero Severo	50%	 
Modelos de Optimización	C3	Clase Práctica	32	2	1	Daniela González Beltrán	100%	 
Modelos de Optimización	C3	Clase Práctica	32	2	2	Camila Pérez Mosquera	100%	 
Optimización Matemática I	M3	Conferencia	32	1	1	Aymée Marrero Severo	100%	 
Optimización Matemática I	M3	Clase Práctica	32	1	1	Gemayzel Bouza Allende	100%	 
Estadística	G2	Conferencia	48	1	1	Elyanis García Pola	100%	 
Estadística	G2	Clase Práctica	32	2	1	Ernesto Borrego Rodríguez	100%	 
Estadística	G2	Clase Práctica	32	2	2	Elyanis García Pola	100%	 

Figura 4.10: Vista resultado de la asignaciones de docencia

Para poder llevar a cabo el proceso de asignación de docencia a través del sistema de gestión que se propone, es necesario que en la base de datos se ingresen las informaciones que intervienen en este proceso. Por ejemplo, para realizar una asignación de docencia se necesitan los profesores del departamento y las planificaciones de las asignaturas. Para poder crear la planificación de las asignaturas se necesitan las asignaturas, los años escolares, las actividades de clase y los períodos de tiempo. Por tanto el primer paso para realizar la asignación de docencia es ingresar todos los datos que se describen en la sección 3.1.

En la siguiente sección se describen los pasos para realizar la confección de los tribunales y la planificación de las defensas de tesis.

4.2. Planificación de las tesis

El proceso de planificación de tesis consta de dos subprocesos principales: confección de los tribunales y planificación de la defensa. En esta sección se describen los pasos a seguir para completar el proceso de planificación de las tesis a través del sistema de gestión que se propone en este trabajo. Para ilustrar este proceso se utilizará el mismo ejemplo que se describe en la sección 2.2. En la tabla 4.3 se muestran dos de las tesis que se deben efectuar como ejercicio de culminación de estudios correspondientes al curso 2022. En la tabla 2.4, el tribunal seleccionado y en la tabla 4.5 el horario escogido para la defensa de las mismas.

Tabla 4.3: Fragmento de dos de las tesis correspondientes al curso 2022

ID	Tesis	Estudiante	Tutores
1	Simulación y optimización de movimientos de malabares	Gustavo Despaigne	Fernando Rodríguez
2	Propagación de epidemias mediante modelos basados en metapoblaciones	Abel Antonio Cruz	Angela M. León José A. Mesejo Camila Pérez

Tabla 4.4: Posibles tribunales de tesis

ID Tesis	Tutores	Oponente	Presidente
1	Fernando Rodríguez	Gemayqzel Bouza	Aymeeé Marrero
2	Angela M. León José A. Mesejo Camila Pérez	Damian Valdés	Gemayqzel Bouza

Tabla 4.5: Posible horarios para las defensas de tesis

ID Tesis	Fecha	Hora	Local
1	10/12/2022	2:00 PM	Aula Posgrado
2	10/12/2022	3:30 PM	Salón del Decanato

El primer paso es ingresar las tesis en el sistema, en la figura 4.11 se muestra la interfaz de usuario del sistema que permite realizar esta tarea.

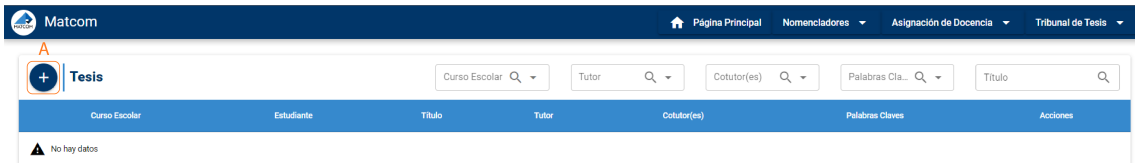


Figura 4.11: Vista de la tesis.

Para agregar una nueva tesis en el sistema, se debe pulsar sobre el botón de agregar que se indica en el recuadro A de la figura 4.11. Luego se deben llenar los campos necesarios relacionados con las tesis. En la figura 4.12 se muestra el resultado de pulsar sobre el botón de agregar y llenar los campos correspondientes a la primera tesis que se muestra en la tabla 4.3.

Matcom

Página Principal Nomencladores Asignación de Docencia Tribunal de Tesis

+ Tesis

Curso Escolar Q Tutor Q Cotutor(es) Q Palabras Cla... Q Título Q

Curso Escolar Estudiante Título Tutor Cotutor(es) Palabras Claves Acciones

No hay datos

Creando Tesis

Curso Escolar 2022

Estudiante Gustavo Despaigne Dita

Título Simulación y optimización de movimientos de malabares

Tutor Fernando Raul Rodriguez Flores Cotutor(es)

Palabras Claves modelo de optimización simulación malabares

Cancelar Crear

Figura 4.12: Vista del formulario para agregar una tesis.

Repitiendo el procedimiento anterior se puede agregar la segunda tesis que se muestra en la tabla 4.3. En la figura tal se muestra el resultado de agregar las dos tesis en el sistema de gestión.

Matcom

Página Principal Nomencladores Asignación de Docencia Tribunal de Tesis

+ Tesis

Curso Escolar Q Tutor Q Cotutor(es) Q Palabras Cla... Q Título Q

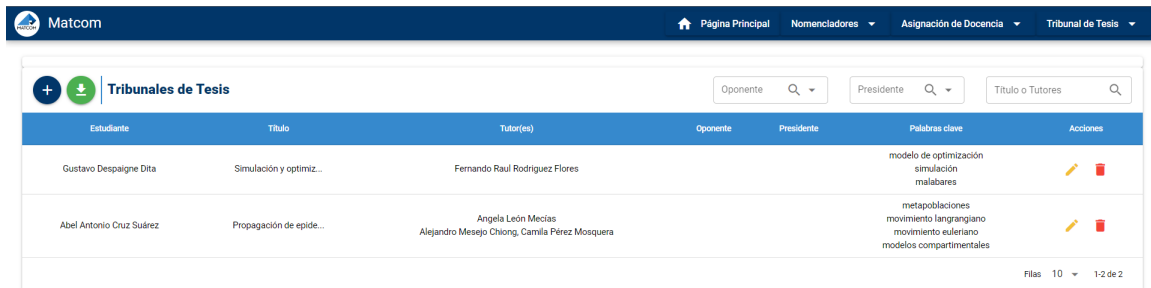
Curso Escolar	Estudiante	Título	Tutor	Cotutor(es)	Palabras Claves	Acciones
2022	Gustavo Despaigne Dita	Simulación y optimiz...	Fernando Raul Rodriguez Flores		modelo de optimización simulación malabares	
2022	Abel Antonio Cruz Suárez	Propagación de epide...	Angela León Mecías	Alejandro Mesejo Chiong Camila Pérez Mosquera	metapoblaciones movimiento langrangiano movimiento euleriano modelos compartimentales	

Propagación de epidemias mediante modelos basados en metapoblaciones

Filas 10 1-2 de 2

Figura 4.13: Vista de la interfaz de usuario tras agregar las dos tesis del ejemplo.

Cada vez que se agregue una tesis al sistema de gestión, se crea una instancia de un tribunal de tesis con los campos de oponente y presidente sin asignar. En la figuras 4.14 se muestran los tribunales creados automáticamente a partir de las tesis que se ingresaron en el sistema.







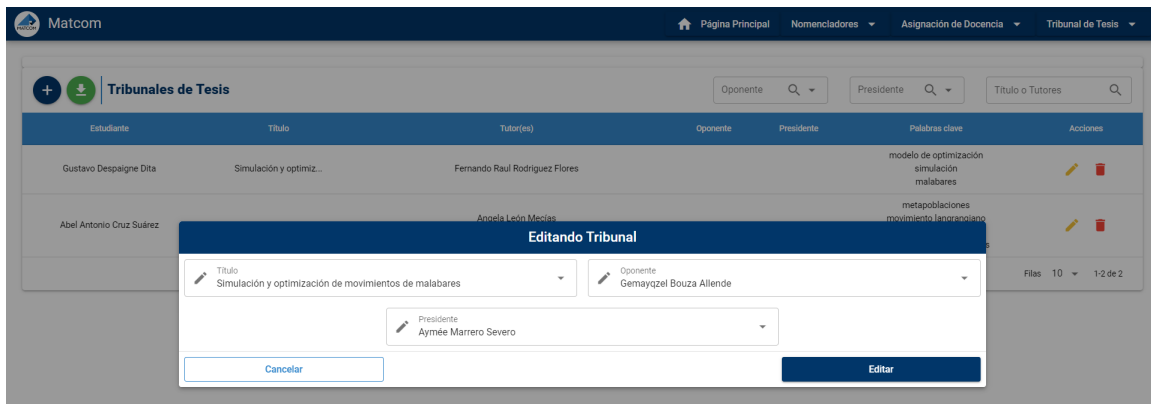
Estudiante	Título	Tutor(es)	Oponente	Presidente	Palabras clave	Acciones
Gustavo Despaigne Dita	Simulación y optimiz...	Fernando Raul Rodriguez Flores			modelo de optimización simulación malabares	 
Abel Antonio Cruz Suárez	Propagación de epide...	Angela León Mecías Alejandro Mesejo Chiong, Camila Pérez Mosquera			metapoblaciones movimiento langrangiano movimiento euleriano modelos compartimentales	 

Figura 4.14: Vista de la interfaz de usuario para la confección de los tribunales.

El próximo paso es asignar los profesores que conformarán los tribunales de tesis. El encargado de realizar este proceso debe pulsar sobre el botón de editar de la fila correspondiente al tribunal que desea definir. En la figura 4.15 se muestra el resultado de pulsar sobre el botón de la primera fila y completar el tribunal con los profesores que se muestran en la tabla 4.4.



Editando Tribunal

Título:

Oponente:

Presidente:

Figura 4.15: Vista del formulario para la confección de los tribunales.

Cada vez que un tribunal de tesis se modifique se actualiza la participación de los profesores en tribunales, para cada profesor se muestra la cantidad de tribunales en los que participa como oponente y como presidente. En la figura 4.16 se muestra el resultado de confeccionar el tribunal para la tesis del estudiante Gustavo Despaigne Dita.

Matcom

Página Principal Nomencladores Asignación de Docencia Tribunal de Tesis

Tribunales de Tesis

Oponente Presidente Título o Tutores

Estudiante	Título	Tutor(es)	Oponente	Presidente	Palabras clave	Acciones
Gustavo Despaigne Dita	Simulación y optimiz...	Fernando Raul Rodríguez Flores	Gemayqzel Bouza Allende	Aymée Marrero Severo	modelos de optimización simulación malabares	
Abel Antonio Cruz Suárez	Propagación de epide...	Angela León Mecías Alejandro Mesejo Chiong, Camila Pérez Mosquera			metapoblaciones movimiento langrangiano movimiento euleriano modelos compartimentales	

Filas 10 1-2 de 2

Figura 4.16: Vista resultante de confeccionar el tribunal de la primera tesis de la tabla.

En el recuadro A que se indica en la figura 4.16, se muestran las participaciones de los profesores en los tribunales que se hayan asignado. En este ejemplo, la profesora Aymeeé Marrero participa en 0 tribunales como oponente y en 1 tribunal como presidente y la profesora Gemayqzel Bouza participa en 1 tribunal como oponente y en 0 tribunales como presidente. El recuadro B muestra una descripción que aparece al colocar el cursor sobre uno de los profesores, en este caso sobre el recuadro que representa la cantidad de tribunales en los que participa la profesora Gemayqzel. La figura 4.17 muestra el resultado de confeccionar el tribunal para la tesis del estudiante Abel Antonio Cruz Suárez.

Matcom

Página Principal Nomencladores Asignación de Docencia Tribunal de Tesis

Tribunales de Tesis

Oponente Presidente Título o Tutores

Estudiante	Título	Tutor(es)	Oponente	Presidente	Palabras clave	Acciones
Gustavo Despaigne Dita	Simulación y optimiz...	Fernando Raul Rodríguez Flores	Gemayqzel Bouza Allende	Aymée Marrero Severo	modelo de optimización simulación malabares	
Abel Antonio Cruz Suárez	Propagación de epide...	Angela León Mecías Alejandro Mesejo Chiong, Camila Pérez Mosquera	Damian Valdés Santiago	Gemayqzel Bouza Allende	metapoblaciones movimiento langrangiano movimiento euleriano modelos compartimentales	

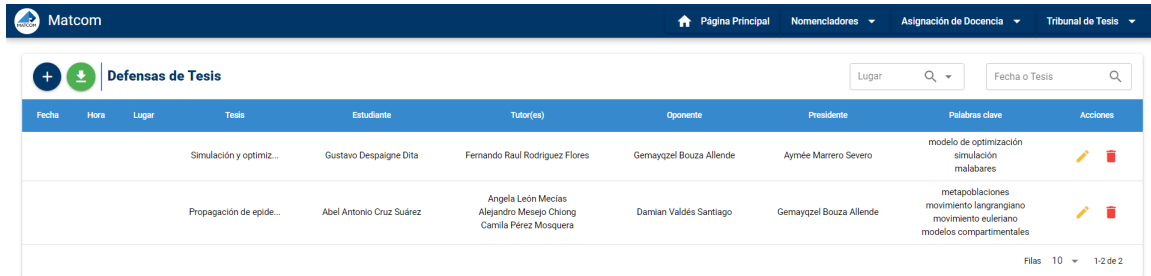
Filas 10 1-2 de 2

Figura 4.17: Vista del formulario para la confección de los tribunales.

En la figura 4.17, se puede apreciar que se han actualizado las participaciones de los profesores en tribunales. Se agregó la participación del profesor Damian Valdés y se actualizó la de la profesora Gemayqzel Bouza, aumentando en 1 la cantidad de participaciones en tribunales como presidente.

Cuando se hayan confeccionado los tribunales de tesis, el siguiente paso es realizar la planificación de las defensas. Cuando una tesis es agregada al sistema, se crea una instancia de una defensa de tesis sin definir los campos fecha, hora y local. En la figura

4.18 se muestra la interfaz de usuario donde se realiza el proceso de planificación de las tesis.







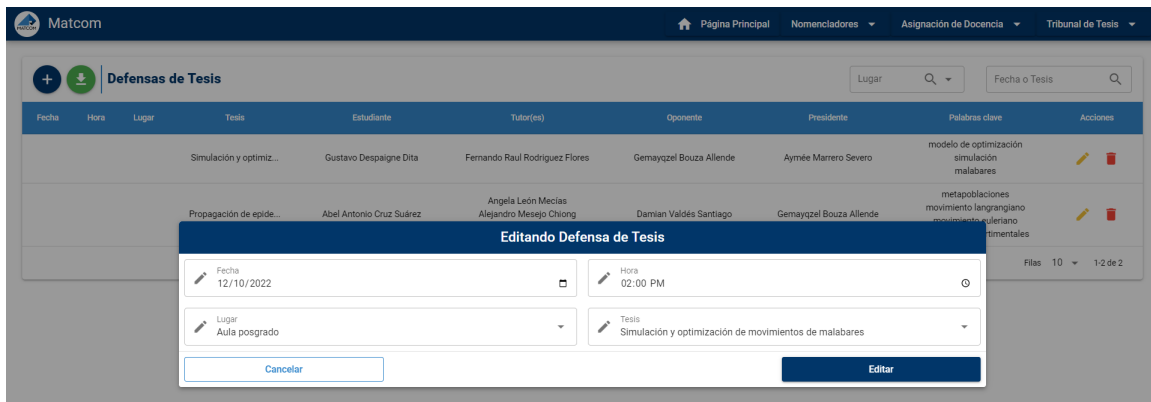
Fecha	Hora	Lugar	Tesis	Estudiante	Tutor(es)	Oponente	Presidente	Palabras clave	Acciones
			Simulación y optimiz...	Gustavo Despaigne Dita	Fernando Raul Rodriguez Flores	Gemayqzel Bouza Allende	Aymée Marrero Severo	modelo de optimización simulación malabares	 
			Propagación de epide...	Abel Antonio Cruz Suárez	Angela León Mecías Alejandro Mesejo Chiong Camila Pérez Mosquera	Damian Valdés Santiago	Gemayqzel Bouza Allende	metapoblaciones movimiento langrangiano movimiento euleriano modelos compartimentales	 

Figura 4.18: Interfaz de usuario para planificar las defensas de tesis.

Similar al proceso de confección de los tribunales, para definir la fecha, hora y lugar donde se realizará la defensa de una tesis, se debe pulsar sobre el botón de editar correspondiente a la fila de la defensa que se desea planificar. En la figura 4.19 se muestra el resultado de pulsar sobre el botón de editar de la primera fila y completar los datos de la planificación correspondiente a la tabla 4.5.



Editando Defensa de Tesis

Fecha: 12/10/2022

Hora: 02:00 PM

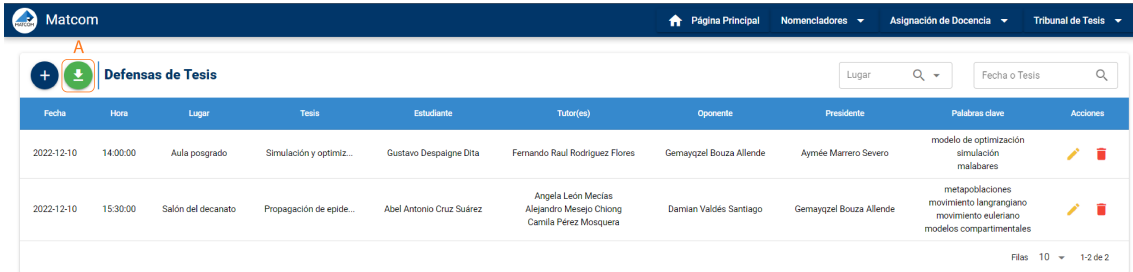
Lugar: Aula posgrado

Tesis: Simulación y optimización de movimientos de malabares

Cancelar Editar

Figura 4.19: Vista del formulario para la planificación de las tesis.

Una vez se hayan realizado las planificaciones de las defensas de las tesis, se puede exportar la información de estas a un archivo CSV pulsando sobre el recuadro A que se muestra en la figura 4.20.







Fecha	Hora	Lugar	Tesis	Estudiante	Tutor(es)	Oponente	Presidente	Palabras clave	Acciones
2022-12-10	14:00:00	Aula posgrado	Simulación y optimiz...	Gustavo Despaigne Dita	Fernando Raul Rodriguez Flores	Gemayqzel Bouza Allende	Aymée Marrero Severo	modelo de optimización simulación malabares	 
2022-12-10	15:30:00	Salón del decanato	Propagación de epide...	Abel Antonio Cruz Suárez	Angela León Mecías Alejandro Mesejo Chiong Camila Pérez Mosquera	Damian Valdés Santiago	Gemayqzel Bouza Allende	metapoblaciones movimiento langrangiano movimiento euleriano modelos compartimentales	 

Figura 4.20: Vista resultado de las planificaciones de tesis.

Para poder llevar a cabo el proceso de planificación de las tesis a través del sistema de gestión que se propone, es necesario que en la base de datos se ingresen las informaciones que intervienen en este proceso. Por ejemplo para poder confeccionar un tribunal es necesario que la tesis haya sido agregada anteriormente, pero para poder agregar la tesis es necesario que los tutores o cotutores de la misma hayan sido agregados previamente. Por tanto el primer paso para realizar la planificación de las tesis, es ingresar todos los datos que se describen en la sección 3.2

En la siguiente sección se describen otras funcionalidades implementadas con el objetivo de agregar utilidad al sistema que se propone.

4.3. Exportar e importar datos de la base de datos

En el servidor se implementó un módulo que permite salvar el estado de la base de datos en documentos csv y poblar la base de datos a partir de los mismos. Se crearon dos comandos para ejecutar en la terminal con el fin de realizar las tareas mencionadas previamente:

4.3.1. Exportar los datos de la base de datos

Se implemetó el comando `save_database` que permite exportar una o todas las tablas de la base de datos. La información de cada tabla se almacena en un archivo CSV. Para exportar la información de una única tabla se debe especificar su nombre precedido del argumento `-m`. Por ejemplo para salvar la tabla que contiene la información de los profesores, se debe ejecutar el siguiente comando.

```
python manage.py save_database -m Professors
```

Por otra parte, si lo que se desea es exportar la información de todas las tablas de la base de datos a documentos CSV, se debe ejecutar el siguiente comando.

```
python manage.py save_database
```

4.3.2. Importar datos a la base de datos

Se implementó el comando *fill_database* que permite poblar la base de datos a partir de los archivos CSV generados con el comando *save_database*. Con este comando se puede poblar una o todas las tablas de la base de datos. Para poblar la información de una única tabla se debe especificar su nombre precedido del argumento *-m*. Por ejemplo para llenar la tabla que contiene la información de las asignaturas, se debe ejecutar el siguiente comando.

```
python manage.py fill_database -m Subjects
```

Por otra parte, si lo que se desea es importar la información de todos los archivos CSV para la base de datos, se debe ejecutar el siguiente comando.

```
python manage.py fill_database
```

Los posibles nombres de entidades a utilizar con el parámetro *-m* tanto para el comando *save_database* como *fill_database* son: ClassTypes, Faculties, ScientificDegrees, TeachingCategories, Semesters, TeachingGroups, TimePeriods, ScholarYears, Careers, StudyPlans, CarmenTable, Departments, Subjects, Professors, SubjectDescriptions, TeachingAssignments, Places, Keywords, Thesis, ThesisCommittee.

Capítulo 5

Extensibilidad

Uno de los objetivos de este trabajo es la creación de una herramienta que permita la posterior integración de procesos de administración y planificación que se llevan a cabo en la Facultad de Matemática y Computación de la Universidad de La Habana. En este capítulo propone una guía de cómo agregar nuevos procesos al sistema de gestión que se implementó.

En la siguiente sección se describe cómo están estructurados los proyectos servidor y cliente.

5.1. Estructura del cliente y servidor

El desarrollo en el lado del servidor se llevó a cabo con el uso de la biblioteca Django, en particular Django Rest Framework. Para el desarrollo de los procesos de asignación de docencia y planificaciones de las tesis se crearon dos apps independientes de Django, con el objetivo de agrupar los ficheros necesarios para la modelación de cada proceso. En la figura 5.1 se muestra cómo está estructurado el servidor.

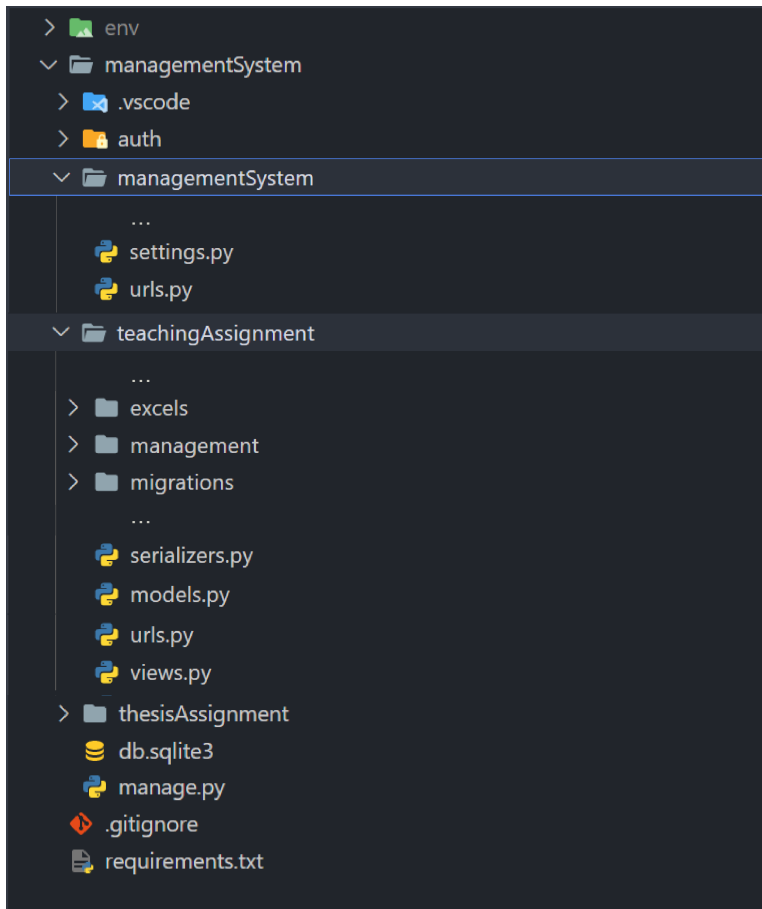


Figura 5.1: Estructura de los ficheros del proyecto servidor

A continuación se describen las carpetas y ficheros principales del proyecto servidor.

- **managementSystem**: es la carpeta principal del proyecto, en el fichero `settings.py` se encuentran todas las configuraciones. En el fichero `url.py` se deben agregar las urls de las apps creadas en el proyecto. En este caso, se incluyen las urls de las apps `teachingAssignment` y `thesisAssignment`.
- **teachingAssignment**: app creada para el desarrollo del proceso de asignación de docencia. En la carpeta `excels` se implementó la funcionalidad de descargar un fichero CSV con la información de la asignación de docencia.
- **thesisAssignment**: app creada para el desarrollo del proceso de planificación de las tesis. En la carpeta `excels` se implementó la funcionalidad de descargar la información de los tribunales y defensas de tesis en ficheros CSV.

- `teachingAssignment/management`: en esta carpeta se encuentran las implementaciones de los comandos `save_database` y `fill_database`, con los que se permite salvar y poblar la base de datos, respectivamente.

Para el desarrollo del cliente se utilizó la biblioteca Quasar. El proyecto cliente se inició haciendo uso de la herramienta Quasar CLI. La distribución de los ficheros quedó como se muestra a continuación.

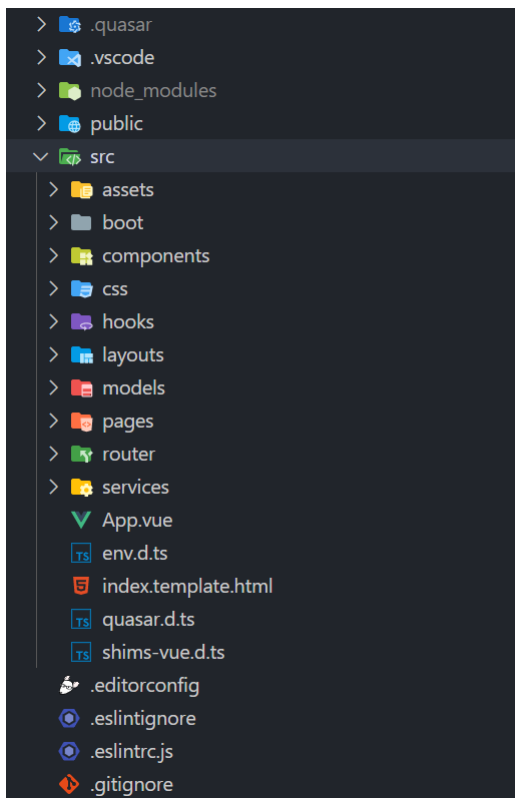


Figura 5.2: Estructura de los ficheros del proyecto servidor

A continuación se describe qué encontrar en cada una de las carpetas principales del proyecto cliente.

- `assets`: las imágenes que se utilizaron en el proyecto.
- `boot`: se configura la url base para la comunicación con el servidor.
- `components`: las componentes implementadas para el funcionamiento del proyecto. Por ejemplo se creó una componente tabla para la visualización de cada una de las entidades que intervienen en los procesos de asignación de docencia y planificación de las tesis.

- `css`: los ficheros relacionados con el estilo utilizado.
- `hooks`: la implementación de un hook para conocer qué departamento se desea administrar en cada momento y mostrar solo los datos relacionados con ese departamento. Por ejemplo, si se quiere realizar la asignación de docencia en el departamento de Matemática Aplicada, solo se deben poder asignar los profesores que pertenezcan a ese departamento.
- `layouts`: la implementación de la barra de navegación principal.
- `models`: las definiciones de los tipos utilizados. Por ejemplo, se creó una interfaz `ProfessorModel` donde se definen los campos que tiene un profesor, como: `id`, `name`, `lastName`, `department`, `scientificDegree` y `teachingCategory`.
- `pages`: la implementación de las páginas de la aplicación web.
- `router`: el enrutamiento de la aplicación web.
- `services`: la implementación de una capa de abstracción para la comunicación con el servidor.

Se definió una capa de abstracción para la comunicación con el servidor, que permite a partir de una url, realizar las operaciones CRUD: create, read, update, delete. A continuación se muestra su definición.

```
export const CrudServiceFactory = <T = any>(url: string) => {
  return {
    url: url,
    fullUrl: baseUrl + url,
    create(obj: T) {
      return api.post<T>(url, obj);
    },
    list(query: Dictionary = {}) {
      return api.get<ListResult<T>>(url + buildQuery(query));
    },
    update(id: string, obj: Dictionary) {
      return api.patch<T>(url + id + '/', obj);
    },
    delete(id: string) {
      return api.delete<T>(url + id);
    },
  };
};
```

En el fichero `resources.ts`, que se encuentra dentro de la carpeta “services”, se debe definir un servicio para cada uno de los endpoints con los que se quiera realizar la comunicación. Por ejemplo, para realizar las peticiones relacionadas a los profesores se creó el servicio “`professorService`”, cuya definición se muestra a continuación.

```
export const RESOURCES = {
  profesores: '/teaching-assignment/professors/',
  faculties: '/teaching-assignment/faculties/',
  careers: '/teaching-assignment/careers/',
  ...,
};

export const professorService = CrudServiceFactory<ProfessorModel>(
  RESOURCES.profesores
);
```

De esta forma, desde cualquier fichero que se importe el servicio “`professorService`”, se pueden realizar peticiones al servidor del estilo:

```
professorService.create(obj: T)
professorService.list(query: Dictionary)
professorService.update(id: string, obj: Dictionary)
professorService.delete(id)
```

En la siguiente sección, se recomiendan las pautas a seguir para la incorporación de nuevos procesos en el sistema de gestión.

5.2. Recomendaciones para agregar un nuevo proceso en el sistema de gestión

Para describir los pasos que se deben seguir para agregar un nuevo proceso en el sistema, se ejemplificará con el proceso de planificación de las tesis. Supongamos que en el sistema de gestión solo está informatizado el proceso de asignación de docencia y se quiere agregar el de planificación de las tesis.

En el lado del servidor, se recomienda crear una app de django para encapsular los ficheros necesarios que intervienen en la modelación del proceso de planificación de las tesis. Por tanto el primer paso sería ejecutar el siguiente comando.

```
python manage.py startapp thesisAssignment
```

Dentro de la carpeta `thesisAssignment` se deben definir los modelos, serializadores, vistas y urls necesarias. Para el proceso de planificación de las tesis se crearon nuevas entidades como `Place`, `Keyword`, `Thesis`, `ThesisCommittee` y `ThesisDefense`. Se modelaron sus relaciones con otras entidades que se habían definido durante el proceso de asignación de docencia, por ejemplo, entre las entidades `Thesis` y `Professor` se definieron las relaciones de tutor y cotutor.

En el lado del cliente, se siguieron los siguientes pasos para agregar el proceso de planificación de las tesis.

- Se creó la carpeta `thesisCommittee`, dentro de la carpeta `src/models`, para agregar los tipos de las entidades que interviene en este proceso. Se agregaron las interfaces `KeywordModel`, `PlaceModel`, `ThesisModel`, `ThesisCommitteeModel` y `ThesisDefenseModel`.
- En el fichero `resources.ts`, que se encuentra en la carpeta `services`, se crearon los servicios `placeService`, `keywordService`, `thesisService`, `thesisCommitteeService` y `thesisDefenseService`, para realizar las peticiones al servidor.
- Se creó una carpeta `thesisCommittee` dentro de la carpeta `src/components/tables` para agrupar las componentes que se implementaron para la visualización de los datos en tablas.
- Se creó una carpeta `thesisCommittee` dentro de la carpeta `src/pages` para agrupar las vistas que necesarias para la modelación de este proceso: `Keywords.vue`, `Place.vue`, `Thesis.vue`, `ThesisCommittee.vue` y `ThesisDefense.vue`.
- En el fichero `routes.ts` que se encuentra en la carpeta `src/routes`, se agregaron las rutas que llevan a las vistas definidas en el paso anterior.
- Se agregaron los botones que permiten ir a las vistas creadas en la barra de navegación de la aplicación web.

En resumen, en el lado del servidor, se recomienda la creación de una nueva app de Django que agrupe los ficheros necesarios para la modelación del proceso que se desea incorporar en el sistema de gestión. Se deben definir los modelos, cómo se serializan los datos y a través de cuáles urls se exponen. En el lado del cliente se recomienda crear interfaces que representen el tipo de las entidades que intervienen en el proceso, definir los servicios para realizar las peticiones al servidor, agrupar las componentes y las vistas necesarias en carpetas que indiquen el proceso que se está informatizando y agregar un mecanismo para acceder a esas vistas.

Conclusiones

Conclusiones

Recomendaciones

Bibliografía

- (1) Django, Accessed: 2022-04-24 (vid. pág. 9).
- (2) Documentación oficial de Django. Making queries, Accessed: 2022-04-18 (vid. pág. 10).
- (3) Dulanga, C. Quasar vs. Vuetify vs. Bootstrap Vue: Choosing the Right Vue.js UI Library, Accessed: 2022-04-25 (vid. pág. 10).
- (4) Härder, T. y Reuter, A. *ACM Computer Surveys* **1983**, 15, 287- (vid. pág. 8).
- (5) Pop, D.-P. y Altar Samuel, A. *Procedia Engineering* **2014**, 69, DOI: 10.1016/j.proeng.2014.03.106 (vid. pág. 10).
- (6) QUASAR BEYOND THE FRAMEWORK, Accessed: 2022-04-25 (vid. pág. 11).
- (7) Sitio oficial de SQLite. 35 % Faster Than The Filesystem, Accessed: 2022-04-18 (vid. pág. 8).
- (8) Sitio oficial de SQLite. Appropriate Uses For SQLite, Accessed: 2022-04-18 (vid. pág. 9).
- (9) Sitio oficial de SQLite. High Reliability, Accessed: 2022-04-18 (vid. pág. 8).
- (10) Sitio oficial de SQLite. Most Widely Deployed and Used Database Engine, Accessed: 2022-04-18 (vid. pág. 8).
- (11) Sitio oficial de SQLite. Size Of The SQLite Library, Accessed: 2022-04-18 (vid. pág. 8).
- (12) Sitio oficial de SQLite. SQLite is a Self Contained System, Accessed: 2022-04-18 (vid. pág. 8).
- (13) Vue.js The Progressive JavaScript Framework, Accessed: 2022-04-25 (vid. pág. 10).