



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Trabajo Profesional de Ingeniería en Informática

MUSSA

**Generador de Planes de Carrera
personalizados**

Jennifer Andrea Woites

Tutor: Lic. Rosa Wachenchauzer

Co-Tutor: Ing. Diego Essaya

Abril, 2018

Índice

1. Introducción	2
1.1. Motivación	2
2. Alcance	3
3. Tecnologías y Herramientas	3
4. Página Web MUSSA: Acceso Público	6
4.1. Carreras y materias de la facultad	6
4.2. Búsqueda de Docentes	7
4.3. Resultados de Encuestas de Docentes	8
4.4. Búsqueda de Materias	9
4.5. Resultados de Encuestas de un curso	10
5. Página Web MUSSA: Usuarios	13
5.1. Login / Sign In / Cambio de contraseñas	13
5.2. Perfil de usuario	14
5.3. Materias habilitadas para cursar	17
5.4. Formularios	18
5.5. Encuestas	19
5.6. Generación y Visualización del Plan de Carrera	21
6. Página Web MUSSA: Acceso Administrador	24
6.1. Administrar Horarios	24
6.2. Administrar Cursos	25
6.3. Administrar Docentes	26
7. Algoritmos para la generación del Plan de Estudios personalizado	28
7.1. Arquitectura y Flujo General	28
7.2. Configuración de Parámetros	28
7.3. Algoritmo Programación Lineal Entera (PLE)	28
7.4. Algoritmo Greedy	28
7.5. Pruebas	28
8. Mejoras futuras	29
9. Conclusiones	30
10. Agradecimientos	31
11. Referencias y Material consultado	32

1. Introducción

El siguiente documento presenta el Trabajo Profesional de Ingeniería en Informática de la estudiante Jennifer Andrea Woites, padrón 93274. Los docentes que estuvieron a cargo son: Lic. Rosa Graciela Wachenchauzer como tutora del trabajo profesional, y el Ing. Diego Essaya como cotutor.

El objetivo del proyecto es aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera.

El tema del trabajo profesional es «MUSSA¹ - Generador de Planes de Carrera personalizados.»

El objetivo general del presente trabajo, es la realización de una web responsive que permita a los alumnos la visualización de sus materias, la administración de las mismas, la utilización de encuestas y la generación de un plan de carrera en base a parámetros personalizados, siendo ésto último el ítem más importante del trabajo.

1.1. Motivación

Durante los años en que el alumno lleva adelante la carrera, muchas veces se ve obligado a no seguir con las materias tal como figuran en el plan por diversos motivos: cupos llenos en los cursos que prefiere, decisión para cursar con otros compañeros, necesidad de cursar menos materias por cuatrimestre, incompatibilidad laboral, razones personales, etc. Estos alumnos se ven forzados a tener que rediseñar el plan para poder acomodar las materias en un tiempo razonable de realización, que además sea compatible con las preferencias que él o ella tengan.

A esto, se suman materias que solo se dictan en el primer o segundo cuatrimestre, las correlatividades, entre otras, que dificultan la decisión de qué materia realizar antes que otra.

Luego, se debe tener en cuenta que en muchos de los planes de estudio, las materias electivas no están clasificadas por ramas o intereses y que es parte de las decisiones que debe tomar el alumno el elegir qué materias desea cursar, muchas veces decidiendo más por el nombre que por el contenido en sí porque no necesariamente sabe si le está aportando conocimiento en el área a la que le gustaría dedicarse. En otros casos, por comentarios de algunos compañeros que previamente cursaron dichas materias, es capaz de asesorarse y decidir con un razonamiento más amplio.

Actualmente, la decisión de qué materia se cursa primero y cuál después, se toma "manualmente", es decir, se observa el punto en el que se está parado y se decide en base a lo mejor que se puede hacer en el corto plazo ya que es muy difícil observar el panorama completo cuanto más lejos de la meta se está.

En el marco de re inserción de alumnos que han abandonado la carrera y que le restan pocas materias por recibirse, es útil poder contar con una herramienta que priorice las materias en base a los tiempos que esta persona tiene disponible y tratar de recomendarle los mejores cursos para que pueda recibirse con

» ¹Materias Universitarias en un Sistema Simplificado Automático

prontitud, de forma de poder incrementar el número de profesionales recibidos en Argentina.

Se busca entonces, poder facilitar estas tareas a través de una plataforma web que permita obtener la información requerida para clasificar las materias (por ejemplo, a través de las encuestas), que facilite la generación de las notas para trámites como pedidos de créditos o excepciones de correlatividades que han de presentarse en la facultad posteriormente, y que, a través de parámetros configurados por el usuario, pueda armar automáticamente un plan de carrera que se ajuste a sus necesidades, pudiendo ser mutado si las mismas cambian con el paso del tiempo.

2. Alcance

El alcance del trabajo es:

1. Desarrollar una página web responsive que conste de los siguientes:
 - Login / Sign In / Cambio de Contraseña
 - Almacenamiento y edición de datos personales, carreras, materias aprobadas / desaprobadas / con final pendiente / en curso
 - Materias habilitadas para cursar
 - Formularios: Nota al decano y listado de materias
 - Encuestas de cursos / docentes
 - Busquedas de materias con filtros
 - Visualizar y Generar Plan de Estudios
2. Permitir la administración desde la web:
 - Cursos
 - Docentes
 - Carga de horarios desde PDF
3. Modelar y desarrollar el algoritmo para la generación del plan de estudios personalizada

3. Tecnologías y Herramientas

A continuación se detallan las herramientas y tecnologías más importantes que fueron utilizadas durante el desarrollo del trabajo.

Como entorno de desarrollo se había elegido Sublime, pero posteriormente se cambió a IntelliJ IDEA ya que proveía de el debugger incorporado y otras funcionalidades básicas que no estaban disponibles en Sublime.

Para el control de versiones fue utilizado GitHub².

²El proyecto MUSSA se encuentra en <https://github.com/jennywoites/MUSSA>

Para la administración del proyecto se utilizó GDocs y Trello.

Para la generación de documentación, tanto de la propuesta como del presente informe se utilizó Latex.

Se eligió como lenguaje Python junto a Flask³ para el backend. Flask fue elegido a pesar de no tener experiencia por estar escrito en Python y ser un framework minimalista con una curva de aprendizaje relativamente rápida.

El frontend fue desarrollado con HTML5, JavaScript, CSS y Bootstrap para que sea responsive.

Para la base de datos se eligió MySQL⁴. Además fue utilizado SQLAlchemy⁵ como ORM⁶.

La máquina con la que fueron realizadas las pruebas tiene las siguientes características: XXX por lo que los tiempos de los algoritmos de generación del plan podrían mejorar si se tuviese una máquina con mejores características.

Para el comienzo del proyecto se utilizó Flask-User⁷. Este proyecto ofrece una estructura inicial con las acciones básicas de login/signin y manejo de contraseñas. Fue difícil de configurar al principio ya que no se tenía experiencia con Flask en general, pero una vez configurado solo hizo falta realizar las customizaciones correspondientes. El problema principal que se tuvo al utilizar Flask-User en lugar de haber realizado los servicios manualmente es que cuando se quiso desarrollar la API no se la pudo independizar completamente del proyecto ya que sino, requería solucionar el cross domain o realizar una autenticación en ambos puntos. Como punto a favor es que simplificó mucho el desarrollo de esa sección y que proveyó de una estructura básica al proyecto en general.

Para poder realizar los planes de forma asíncrona, se utilizó Celery⁸ para la cola de tareas asíncrona junto a Redis⁹ como estructura para los datos de las tareas.

Para la generación del plan con el algoritmo de programación lineal entera, se utilizó PuLP¹⁰. PuLP es una librería Open Source escrita en Python. Es usada para describir problemas de optimización como modelos matemáticos. PuLP puede llamar a numerosos solvers de programación lineal, tales como CBC, GLPK, CPLEX, Gurobi, etc, para resolver el modelo y luego utilizar

³<http://flask.pocoo.org/>

⁴<https://www.mysql.com/>

⁵Python SQL toolkit and Object Relational Mapper - <https://www.sqlalchemy.org/>

⁶ORM: Object Relational Mapper. Un ORM simplifica el acceso a una base de datos por parte del programador convirtiendo toda sentencia sql a operaciones con objetos.

⁷<https://github.com/lingthio/Flask-User>

⁸Celery es una cola de tareas asíncrona open source basada en el pasaje de mensajes distribuido - <http://www.celeryproject.org/>

⁹Redis es un almacén de estructura de datos de valores de clave en memoria rápido y de código abierto - <https://redis.io/>

¹⁰<https://pythonhosted.org/PuLP/>

comandos de Python para manipular y mostrar el resultado de la solución. Durante el desarrollo del algoritmo se probaron diferentes solvers, pero finalmente fue elegido CBC ya que fue el que mejor respondía en tiempos para el algoritmo ejecutado además de ofrecer multi-threading para la resolución del problema.

4. Página Web MUSSA: Acceso Público

4.1. Carreras y materias de la facultad

Las diferentes carreras de la facultad están compuestas por una serie de materias obligatorias, posibilidad de un idioma obligatorio, posibilidad de rendir un examen de suficiencia de idioma, materias electivas, trabajo profesional, tesis, etc.

Para esta primer implementación se cargaron y modelaron los planes de estudios de Ingeniería en Informática y Licenciatura en Análisis de Sistemas (1986, plan ‘viejo’). Posteriormente en futuras implementaciones, se añadirán las carreras restantes.

Cada materia tiene como datos su código, el nombre, los diferentes cursos disponibles con sus docentes y horarios, la cantidad de créditos y sus correlatividades.

Los horarios de los cursos de las materias mantienen un histórico, y se agrega una nota visual en caso de que sea un curso nuevo (en cuyo caso se repiten los horarios del cuatrimestre actual para el cuatrimestre faltante). Para cada curso de la materia, se indica si se dicta el 1º cuatrimestre, el 2º o ambos. Los cursos que no se dicten ningún cuatrimestre ya no serán mostrados en la oferta horaria, pero quedarán disponibles para que el administrador los pueda volver a habilitar.

Se decidió que cada materia de las diferentes carreras sea tratada como un objeto diferente por más que compartan el código, ya que lo más usual es que las correlativas sean diferentes, que una sea obligatoria de una carrera y de la otra sea electiva y a veces que no todos los cursos estén disponibles para ambas.

Los cursos en cambio, se modelarán como uno solo para el mismo código y se indicará las carreras para las que se encuentra habilitado. En el caso de los cursos que dictan diferentes códigos de materias en el mismo horario, serán tratados como cursos independientes.

Los docentes podrán estar vinculados a uno o más cursos.

Desde el acceso público, se podrán hacer búsquedas de materias, búsquedas de docentes, ver algunos links útiles e información de las comisiones por carrera y los datos de contacto del proyecto en caso de que quieran hacer aportes al proyecto.

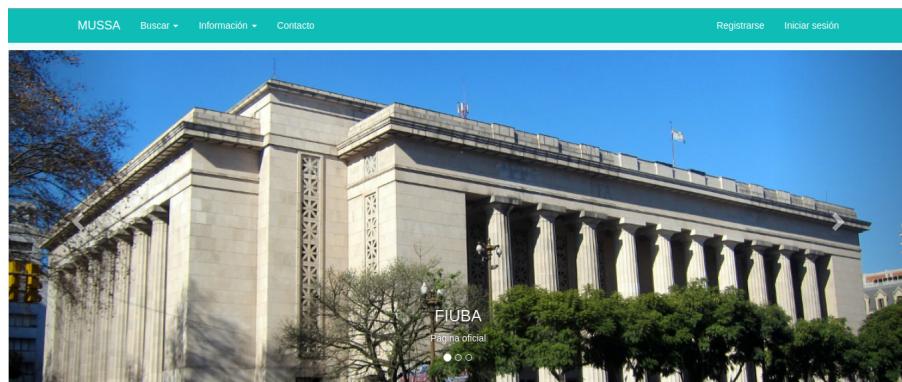


Figura 1: Página Inicio de MUSSA

Links Útiles

Links	Descripción
Facultad de Ingeniería	Página oficial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires
Organizador de Horarios	Organizador de Horarios para que puedas probar combinaciones de horarios para el cuatrimestre actual en base a los horarios publicados por la facultad.
Campus	Campus virtual FIUBA. Algunas materias utilizan el campus como vía de comunicación o para compartir archivos, subir trabajos prácticos, etc.
FIUBA Consultas	Grupo de Facebook de alumnos de la FIUBA. En él se hacen consultas muy diversas (incluidas las de ingresantes), algunos chistes, información importante, etc.
Wiki Foros-FIUBA	Ejercicios, trabajos prácticos y exámenes de las distintas materias subidos por alumnos.
Foros FIUBA	Foro de alumnos de FIUBA. Mucha información ya ha quedado desactualizada pero es posible encontrar información sobre algunas materias y preguntas de diversa índole.
Solicitud de Título	Requisitos y trámites necesarios para tramitar el título FIUBA.
Seguimiento del Título	Requisitos y trámites necesarios para tramitar el título FIUBA.

Figura 2: Links Útiles

Comisiones por Carrera

Nombre	Carreras	Links
Casa Informática	Ingeniería en Informática	Lista de Correo
	Licenciatura en Análisis de Sistemas	Facebook
ComElec	Ingeniería en Electrónica	Lista de Correo
		Página Web

Figura 3: Comisiones por carrera

4.2. Búsqueda de Docentes

La búsqueda de docentes se realiza buscando por parte del apellido o parte del nombre (no requiere que comience con las letras indicadas sino que éstas se encuentren en el campo indicado).

Como resultado se listarán todos los docentes que cumplan con el criterio de búsqueda. Para ellos, se podrá visualizar el nombre (si lo tienen) y el apellido, además de las materias que dicta. Luego, desde allí se puede acceder a las encuestas asociadas a éste docente.

Nombre	Apellido	Materias	Encuestas
Diego	Essaya	• 7540 - ALGORITMOS Y PROGRAMACION I Curso: 4	

Figura 4: Búsqueda de docentes

4.3. Resultados de Encuestas de Docentes

Para un docente dado, se puede acceder a las encuestas del mismo. Allí, se mostrará el detalle de las materias que dicta con su curso correspondiente y se podrán acceder a las encuestas por cuatrimestre o ver todas reunidas en un mismo lugar.

Ya sea en la visualización por cuatrimestre o en la vista completa, los comentarios realizados al docente se agruparán por curso en que dicta.

Código	Materia	Curso	Carrera
6671	SISTEMAS GRAFICOS	1	10 - Ingeniería en Informática (Plan 1986)

Año	Cuatrimestre	Resultados de la encuesta
2017	2	
2017	1	
2016	2	
2016	1	
2015	1	
2014	2	
2014	1	

Figura 5: Lista de resultados de encuestas para un docente dado

Abbate

2 cuatrimestre / Año: 2017

► 6671 - SISTEMAS GRAFICOS | Curso 1 | 10 - Ingeniería en Informática (Plan 1986)

Donec quam felis, ultricies nec, pellentesque eu, pretium quis, sem. Nulla consequat massa quis enim. Donec pede justo, fringilla vel, aliquet nec, vulputate eget, arcu. In enim justo, rhoncus ut, imperdiet a, venenatis vitae, justo.

Maecenas tempus, tellus eget condimentum rhoncus, sem quam semper libero, sit amet adipiscing sem neque sed ipsum. Nam quam nunc, blandit vel, luctus pulvinar, hendrerit id, lorem.

Sed fringilla mauris sit amet nibh. Donec sodales sagittis magna. Sed consequat, leo eget bibendum sodales, augue velit cursus nunc.

Donec quam felis, ultricies nec, pellentesque eu, pretium quis, sem. Nulla consequat massa quis enim. Donec pede justo, fringilla vel, aliquet nec, vulputate eget, arcu. In enim justo, rhoncus ut, imperdiet a, venenatis vitae, justo.

Figura 6: Resultados de encuestas docente para un cuatrimestre específico

4.4. Búsqueda de Materias

La búsqueda de materias se podrá realizar filtrando por los siguientes datos:

- Carrera
- Código de materia
- Nombre (o parte del nombre) de la materia
- Palabras clave

Buscar Materias

Código de materia:
7540

Nombre de la materia:

Carreras:

Todas las carreras
 09 - Licenciatura en análisis de sistemas
 10 - Ingeniería en Informática

Palabras Clave: Agregar

Buscar

Código	Materia	Tipo de materia	Carrera	Acciones
7540	ALGORITMOS Y PROGRAMACION I	OBLIGATORIA	09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)	
7540	ALGORITMOS Y PROGRAMACION I	OBLIGATORIA	10 - Ingeniería en Informática (Plan 1986)	

Figura 7: Búsqueda de Materias

Para cada materia se podrán acceder a los datos generales de la misma, en los que se indicará la carrera, la cantidad de créditos, el link a la materia equivalente para otra carrera, las correlativas y el listado de cursos. En el listado

de cursos es posible visualizar el puntaje del mismo (están ordenados por este criterio), y desde allí se puede acceder a los resultados de las encuestas del curso.

6109 - PROBABILIDAD ESTADISTICA B

09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)

Otras carreras en las que se dicta esta materia:
10 - Ingeniería en Informática (Plan 1986)

Creditos: 6

Materias correlativas:

Código	Materia
6103	ANALISIS MATEMATICO II A
6108	ALGEBRA II A

Figura 8: Visualización de una materia

Cursos:					
Los cursos marcados con * son cursos nuevos y aún no se cuenta con información completa de los cuatrimestres en los que estará disponible.					
Curso	Docentes	Horarios	Cuatrimestre en que es dictada	Puntaje	Encuestas
20	Altieri-Vera -Puebla	LUNES de 09:00 a 11:00 MIERCOLES de 09:00 a 13:00	Solo el 2º cuatrimestre	3.71	
22	Bello-Ferrari-Albert Raymundo	LUNES de 19:00 a 21:00 MIERCOLES de 19:00 a 23:00	Solo el 2º cuatrimestre	3.67	
29	Garcia-Pastor	MARTES de 09:00 a 13:00 JUEVES de 09:00 a 11:00	Solo el 2º cuatrimestre	2.60	
25	Martinez-Ferrari-Bouza	LUNES de 15:00 a 17:00 MIERCOLES de 15:00 a 19:00	Solo el 2º cuatrimestre	2.00	
* 23	Grynbarg-Ferrari-Bouza	LUNES de 15:00 a 17:00 MIERCOLES de 15:00 a 19:00	Solo el 2º cuatrimestre	0	

Figura 9: Cursos de una materia

4.5. Resultados de Encuestas de un curso

En los resultados de las encuestas de un curso, se pueden visualizar las mismas por cada cuatrimestre para el que haya encuestas finalizadas o como un compilado de todas las respuestas.

Resultados de Encuestas

6103 - ANALISIS MATEMATICO II A

12 | Sirne-Hernandez-Juarez

[Ver todos los resultados](#)

Año	Cuatrimestre	Resultados de la encuesta
2017	1	
2013	2	

Figura 10: Cursos de una materia

Los resultados de las encuestas por curso están divididos en 5 secciones: General, Contenido, Clases, Exámenes y Docentes. Algunas de las respuestas se visualizan como textos, otras como nubes de palabras, otras con gráficos de torta y/o de barras, otras con tablas y otras con mapas de calor. La forma de visualizar los datos dependerá del tipo de pregunta.



Figura 11: Secciones de los resultados de la encuesta

This figure shows two examples of text-based survey responses. The top box contains the question "¿Los temas se superponían con otras asignaturas?" followed by a block of Latin placeholder text. The bottom box contains the question "Quisque rutrum." followed by another block of Latin placeholder text.

Figura 12: Ejemplo visualización de resultados de textos



Figura 13: Ejemplo visualización de resultados con gráfico de torat y de barras

» Materias que los alumnos creen que deberían ser cursadas antes de cursar esta materia.

Código	Materia	Cantidad de Respuestas
24	INTRODUCCION AL CONOCIMIENTO DE LA SOCIEDAD Y EL ESTADO	2
27	ALGEBRA	2
28	ANALISIS MATEMATICO	2
3	FISICA	2
40	INTRODUCCION AL PENSAMIENTO CIENTIFICO	2
5	QUIMICA	2

Figura 14: Ejemplo visualización de resultados con tabla



Figura 15: Ejemplo visualización de resultados con nubes de palabras

» Horario real de cursada

	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30
LUNES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MARTES	0	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0
MIERCOLES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JUEVES	0	0	0	2	2	2	2	2	2	1	0	0
VIERNES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SABADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 16: Ejemplo visualización de resultados con mapa de calor

5. Página Web MUSSA: Usuarios

5.1. Login / Sign In / Cambio de contraseñas

Tal como se indicó en la sección de herramientas y tecnologías para el desarrollo de esta sección fue utilizado Flask-User y luego customizado el mismo.

Para registrarse es necesario ingresar un e-mail, el nombre, apellido y una contraseña. Esto enviará un email a la dirección indicada para que confirme la registración. Una vez confirmada ya podrá ingresar normalmente al sistema utilizando solamente el e-mail y la contraseña. El padrón no es solicitado en la registración pero se podrá guardar desde los datos académicos, de esta forma los alumnos del CBC podrán hacer uso del sistema incluso antes de tener un padrón asignado.

The screenshot shows a registration form titled "Registro". It includes fields for Email, Nombre, Apellido, Contraseña, and Vuelva a introducir la clave. There is also a link to "¿Ya registrado? Identifíquese." and a "Registro" button.

Email	¿Ya registrado? Identifíquese.
Nombre	
Apellido	
Contraseña	
Vuelva a introducir la clave	
Registro	

Figura 17: Registración de usuario

The screenshot shows a login form titled "Identificarse". It includes fields for Email and Contraseña, a "Recordarme" checkbox, and a "Identificarse" button. There are links for "Nuevo aquí? Regístrese." and "¿Olvidó su clave?".

Email	¿Nuevo aquí? Regístrese.
Contraseña	¿Olvidó su clave?
<input type="checkbox"/> Recordarme	
Identificarse	

Figura 18: Inicio de sesión

En el caso de que el usuario haya olvidado su contraseña podrá ingresar a la sección correspondiente e ingresando el e-mail solicitar el cambio. Solo se le enviará el link de recupero de contraseña al e-mail que esté registrado. En ese e-mail recibirá el link para realizar el cambio de contraseña. Es posible también

cambiar la contraseña una vez ingresado al sistema en caso de que el usuario no la haya olvidado y simplemente desee modificarla desde el perfil del usuario.

The screenshot shows a light blue web page with a title 'Contraseña olvidada'. Below it is a field labeled 'Su dirección de correo' with a placeholder email input box. At the bottom is a blue button labeled 'Enviar mensaje de reinicio de clave'.

Figura 19: Recuperar contraseña

5.2. Perfil de usuario

El usuario registrado podrá modificar su nombre y/o apellido desde su perfil. Se decidió que no se almacenarán otros datos sensibles como el DNI, domicilio o teléfono.

Desde el registro académico el usuario podrá ingresar un padrón (no obligatorio). Si ingresa el padrón, éste debe ser único, es decir que no debe haber otro usuario que ya posea ese padrón. El alumno podrá registrar la/s carrera/s en la/s que se encuentra inscripto.

The screenshot shows a light blue web page titled 'Registro Académico'. It has a search bar for 'Padrón:' with an 'Actualizar' button. Below is a section for 'Carreras en las que estoy inscripto' with a dropdown menu showing '10 - Ingeniería en Informática (1986)' and an 'Agregar' button. At the bottom is a table with columns 'Código', 'Carrera', 'Plan', and 'Acciones'.

Código	Carrera	Plan	Acciones
09	Licenciatura en análisis de sistemas	1986	

Figura 20: Padrón del alumno y carreras en las que está inscripto

Al inscribirse en una carrera, se le habilitarán las materias de la misma para que pueda agregarlas como "En curso", "Con Final Pendiente", "Desaprobada" o "Aprobada". Si una materia se desaprueba, entonces se vuelve a habilitar la materia para ser agregada, pero ésta debe tener la cursada en un cuatrimestre posterior (ya que si fue aprobada no se puede volver a cursar). Al agregar una materia no se hace la verificación de correlativas ya que no se desea restringir la carga, especialmente porque esta versión del proyecto aún no incluye las excepciones de correlatividades.

Agregar Materia

Carrera:

09 - Licenciatura en análisis de sistemas (1986)

Materia:

6109 - PROBABILIDAD ESTADISTICA B

Curso:

20 | Altieri-Vera -Puebla

Estado:

Aprobada

Cuatrimestre de aprobación de cursada: Año:

1 2018

Calificación:

8

Fecha: 28/03/2018

Acta o Resolución:

58458-55522

Forma de Aprobación:

Examen

Guardar **Cancelar**

Figura 21: Agregar Materia Alumno

Cuando se carga una materia es posible elegir el curso en el que está siendo cursada / fue cursada dicha materia. En el caso de las materias del CBC no hay cursos disponibles. En el caso de que el curso en el que fue realizada la materia ya no esté disponible (o que el alumno ya no recuerde el curso por algún motivo), es posible indicar que no se seleccionará curso. Cuando la materia no tiene un curso seleccionado no genera entrada de encuesta, ya que cada encuesta está asociada a un curso en particular y no a la materia en general.

La visualización de las materias se puede realizar con las materias de todas las carreras al mismo tiempo, o filtrándolas por carrera. En caso de que se seleccione una carrera en particular (o solo se esté inscripto a una carrera), se mostrará además el progreso.

Mis Materias

[Agregar Materia](#)

Seleccioná la carrera para la cual querés visualizar las materias:

Todas mis carreras

Código	Materia	Carrera	Curso	Estado	Cuatrimestre / Año aprobación cursada	Nota Final	Fecha	Acta o Resolución	Forma de Aprobación	Acciones
24	INTRODUCCION AL CONOCIMIENTO DE LA SOCIEDAD Y EL ESTADO	10 - Ingeniería en Informática (Plan 1986)	Sin designar	Aprobada	1C / 2018	8	27/03/2018	53325235235	Examen	
6109	PROBABILIDAD ESTADISTICA B	10 - Ingeniería en Informática (Plan 1986)	25 Martinez-Ferrari-Bouza	Aprobada	1C / 2018	5	29/03/2018	523235523	Examen	
7113	INFORMACION EN LAS ORGANIZACIONES	10 - Ingeniería en Informática (Plan 1986)	001 Markdorf-Ducrey-Vever-Paez-Galli	Aprobada	1C / 2018	9	29/03/2018	325325523523	Examen	
6107	MATEMATICA DISCRETA	09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)	1 Acero-Bolívar	Final Pendiente	1C / 2018	2	-	-	Examen	

Figura 22: Listado de materias de todas las carreras en las que el alumno está inscripto

El progreso indica el porcentaje de avance total de la carrera, el promedio obtenido y el porcentaje de avance en cada uno de los requerimientos de la carrera (cantidad de materias del CBC, créditos en electivas, créditos en materias obligatorias, créditos en materias de orientación (si corresponde), créditos en trabajo final de la carrera (tesis o trabajo profesional si corresponden)).

Mis Materias

[Agregar Materia](#)

Seleccioná la carrera para la cual querés visualizar las materias:

09 - Licenciatura en análisis de sistemas (1986)

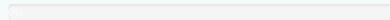
Promedio: 7.00

Avance:

3%

Materias CBC:

0 materias / 6 materias



Materias Obligatorias:

6 créditos / 130 créditos



Materias Electivas:

0 créditos / 40 créditos



Código	Materia	Carrera	Estado	Cuatrimestre / Año aprobación cursada	Nota Final	Fecha	Acta o Resolución	Forma de Aprobación	Acciones
7113	INFORMACION EN LAS ORGANIZACIONES	001 Markdorf-Ducrey-Vever-Paez-Galli	Aprobada	1C / 2018	7	28/03/2018	32553523	Examen	
6107	MATEMATICA DISCRETA	1 Acero-Bolívar	Final Pendiente	1C / 2018	2	-	-	Examen	

Figura 23: Progreso y materias filtradas Licenciatura en Análisis de Sistemas

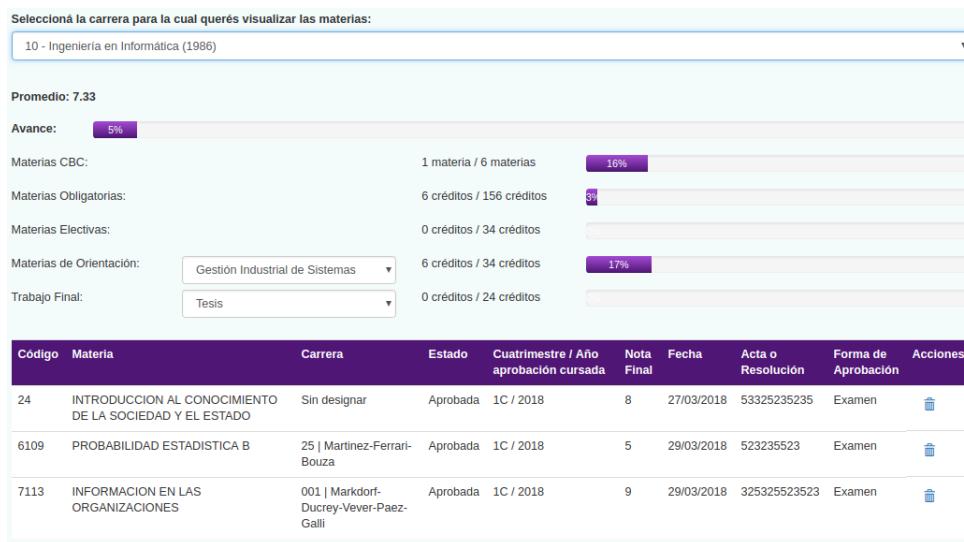


Figura 24: Progreso y materias filtradas Ingeniería en Informática

5.3. Materias habilitadas para cursar

En base a las materias que el alumno tiene "Aprobadas" (no incluye las de final pendiente), se mostrará el listado de materias habilitadas para cursar. Como las correlatividades no son transitivas puede suceder que el alumno haya agregado que aprobó Análisis Matemático II pero aún no haya aprobado las materias del CBC, en ese caso se le mostrarán como habilitadas las materias del CBC ya que no poseen ninguna correlativa y todas aquellas materias que sólo hayan tenido a Análisis Matemático II como única correlativa. Posteriormente cuando en futuros desarrollos se agreguen las excepciones de correlatividades, en este punto se mostrarán también aquellas materias que pueden ser cursadas con pedido de excepción ya que se puede decir que estarían "habilitadas".

Materias habilitadas para cursar

09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)

Código	Materia	Tipo de materia	Ver
3	FISICA	CBC	
5	QUIMICA	CBC	
24	INTRODUCCION AL CONOCIMIENTO DE LA SOCIEDAD Y EL ESTADO	CBC	
27	ALGEBRA	CBC	
28	ANALISIS MATEMATICO	CBC	
40	INTRODUCCION AL PENSAMIENTO CIENTIFICO	CBC	

Figura 25: Listado de materias habilitadas para cursar separados por carrera inscripta

5.4. Formularios

El alumno puede generar formularios PDF. Los formularios disponibles para esta versión son la nota al decano (formulario más genérico que es solicitado para la mayoría de los trámites) y el listado de materias.

Generar Formularios

En esta sección podrás generar automáticamente los diferentes formularios disponibles:

Formulario	Generar
Listado de Materias	
Nota dirigida al decano	

Figura 26: Formularios disponibles

Para el caso del listado de materias se pueden seleccionar las carreras (de las que está inscripto) que desea incluir. Además se debe seleccionar si se desean incluir sólo las materias aprobadas y desaprobadas, las de final pendiente, las que están en curso o más de una de ellas.

Listado de Materias

Carreras:

09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)
 10 - Ingeniería en Informática (Plan 1986)

Incluir:

Materias Aprobadas y Desaprobadas
 Materias con Final Pendiente
 Materias en Curso

Figura 27: Configuración formulario listado de materias

Para la nota dirigida al decano, se debe establecer el objeto y motivo de la nota. Además se deben indicar los datos personales y de contacto que son solicitados por este modelo. Opcionalmente, se puede ingresar una nota extendiendo los motivos de la solicitud. Tal como lo solicita el template publicado por la facultad, además de estos datos añadirá el listado de materias aprobadas, desaprobadas, con final pendiente y en curso según corresponda.

Nota dirigida al decano

Objeto:

Motivo de la solicitud:

Teléfono / Celular:

Domicilio:

Localidad:

DNI:

Año de ingreso a la Facultad:

Nota extendiendo el motivo de la solicitud (opcional):

Figura 28: Formulario: Nota dirigida al decano

5.5. Encuestas

Cuando se agrega una materia con final pendiente, aprobada o desaprobada con un curso específico, se crea una entrada para completar la encuesta correspondiente. Cada alumno tendrá su listado de encuestas realizadas y podrá contestar una sola vez la combinación [curso + cuatrimestre + año] que corresponde a la materia que ha agregado a su historial.

Mientras que haya encuestas pendientes, se mostrará un ícono en el menú correspondiente. Cuando las encuestas pendientes son finalizadas el ícono desaparecerá.

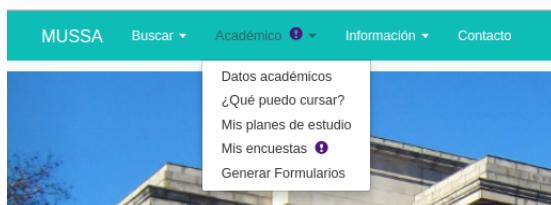


Figura 29: Notificación de encuestas pendientes

En la sección de encuestas se pueden encontrar las encuestas pendientes para ser completadas y visualizar las encuestas que ya fueron finalizadas por el alumno.

The screenshot shows a dashboard titled 'Mis Encuestas' with two main sections: 'Pendientes' (Pending) and 'Finalizadas' (Completed).

Pendientes:

Materia	Curso	Carrera	Aprobación de Cursada	Editar
6107 - MATEMATICA DISCRETA	1 Acero-Bolívar	09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)	1C / 2018	

Finalizadas:

Materia	Curso	Carrera	Aprobación de Cursada	Ver
6109 - PROBABILIDAD ESTADISTICA B	25 Martinez-Ferrari-Bouza	10 - Ingeniería en Informática (Plan 1986)	1C / 2018	

Figura 30: Historial de encuestas / Encuestas pendientes

Cada encuesta a completar cuenta con preguntas en 5 secciones: General, Contenido, Clases, Exámenes y Docentes. Cada una de las secciones es guardada de forma parcial de forma que se pueda comenzar con la encuesta en un momento y continuarla más adelante. Una vez que la encuesta se finaliza (y se la guarda como tal) ya no podrá ser editada.

Las preguntas de las encuestas incluyen el puntaje del curso, horario real de cursada, dificultad de los temas, régimen de aprobación, comentarios de los docentes, etc.

Se incluye también una pregunta para indicar la temática de la materia (que será utilizada para clasificar las materias electivas en la generación del plan de carrera) y palabras clave (que son utilizadas en la búsqueda de materias).

The survey form for '6109 - PROBABILIDAD ESTADISTICA B | Curso 25 | Martinez-Ferrari-Bouza' contains the following sections:

- Section 1: General**
 - Rating scale from 1 to 5 stars.
 - Question: ¿Qué te pareció el curso en general?
 - Rating scale from 1 (Nada) to 5 (Mucho).
- Section 2: Additional Information**
 - Question: ¿Te aportó algo el curso por sobre tus conocimientos previos?
 - Rating scale from 1 (Nada) to 5 (Mucho).
 - Question: ¿Se superponen los temas con los de otras materias? Si es así, indicar qué temas y con cuáles asignaturas.
 - Text area: Esto es un texto de respuesta.

Figura 31: Encuesta para completar

La encuesta ha sido modelada como un set de preguntas, donde cada pregunta puede ser de un tipo diferente y conforme a ello será la manera en que será renderizada en la web. Entre los tipos de preguntas se encuentran las de texto, horarios, correlativas, números, estrellas, puntaje, entre otras.

Los resultados de las encuestas que se pueden ver también desde el modo público, solo incluyen las encuestas que ya han sido finalizadas.

5.6. Generación y Visualización del Plan de Carrera

Para permitir el armado del plan, se deberán poder establecer las preferencias del alumno. Las preferencias básicas que pueden elegirse son:

- Carrera (Orientación y Trabajo Final de Carrera si corresponde)
- Máxima cantidad de materias por cuatrimestre
- Horarios en los que el alumno no puede cursar
- Cursos específicos en los que el alumno quiera cursar (puede elegir uno, ninguno o varios cursos). Se elige el curso pero no en qué cuatrimestre éste será cursado.

Además, en caso de tener materias con final pendiente, se deberá indicar cuándo se puede considerar la materia como aprobada, de forma tal que se restrinja el cuatrimestre mínimo de las materias que la tienen como correlativa.

Nuevo Plan de Estudios

Seleccioná las preferencias con las cuales querés generar el nuevo plan.

>> Carrera:

09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)
 10 - Ingeniería en Informática (Plan 1986)

>> Orientación elegida:

Gestión Industrial de Sistemas
 Sistemas Distribuidos
 Sistemas de Producción

>> Máxima cantidad de materias por cuatrimestre:

5

>> Horarios en los cuales no podés cursar:

LUNES De: 07:00 A: 07:30 Agregar horario

>> Indicar para cada materia con final pendiente a partir de qué momento puede ser considerada aprobada:

Código	Materia	Cuatrimestre en la que la materia estará aprobada
6108	ALGEBRA II A	Considerar la materia como aprobada

>> Si querés, podés elegir algunos cursos específicos en los que desees cursar: ⓘ

Materia:

Selección una materia

Curso:

Selección un curso

Agregar curso

Materia	Curso	Eliminar
6211 - MECANICA RACIONAL	1 Faigon-Sambuco Salomone	

Figura 32: Preferencias para generación del plan de estudios

Adicionalmente, se podrán establecer las siguientes opciones avanzadas:

- Algoritmo de generación del plan: PLE (Programación Lineal Entera) o Greedy
- Máxima cantidad de cuatrimestres de duración del plan (el algoritmo siempre tratará de minimizarlos)

- Puntaje mínimo requerido para los cursos: Los cursos no puntuados tienen un punaje de 0. La restricción de punaje no es tenida en cuenta en el caso de los cursos que se seleccionan manualmente. Las materias que se elijan no tendrán un punaje menor al seleccionado a menos que sean obligatorias con un único curso disponible. En estos casos siempre se seleccionará en orden la de mayor punaje con mayor cantidad de encuestas completas.
- Máxima cantidad de horas de cursada, por semana
- Máxima cantidad de horas de trabajo extra además de la cursada, por semana
- Cuatrimestre y Año de inicio del plan (se selecciona el cuatrimestre y año actual por defecto). Este dato es importante no solo para la visualización sino también porque hay algunas materias que solo se dictan el 1º o 2º cuatrimestre.
- Preferencias de temáticas de las materias electivas: El porcentaje indicado será el porcentaje mínimo de cada temática respecto del total de créditos en electivas restantes que debe realizarse. Si una materia tiene más de una temática elegida, sus créditos serán contados para ambos porcentajes.

Opciones Avanzadas ▾

>> Algoritmo de confección del plan:

Greedy (más rápido) ⓘ
 PLE (solución óptima) ⓘ

>> Máxima cantidad de cuatrimestres de duración: ⓘ

>> Mínimo puntaje requerido para los cursos a seleccionar: ⓘ

>> Máxima cantidad de horas de cursada por semana: ⓘ

>> Máxima cantidad de horas extra que le querés dedicar por semana al conjunto de materias: ⓘ

>> Cuatrimestre y año de inicio del plan: ⓘ
 Número de cuatrimestre: Año:

>> Porcentaje de cada temática deseada con el que querés que sean elegidas las materias electivas: ⓘ

<input type="text" value="DATA MINING"/>	<input type="text"/>	Agregar
Temática	Porcentaje	Eliminar
Cualquier temática	100 %	

Figura 33: Preferencias Avanzadas para generación del plan de estudios

Cuando el plan esté generado, se mostrará una notificación en el menú.



Figura 34: Notificación Plan Generado no visualizado

Es posible visualizar el listado de los planes de estudio que se han solicitado. Cada uno de ellos tendrá el estado 'En curso' (aún se está generando o está en la cola de espera), 'Incompatible' (no hay una solución óptima que cumpla con los parámetros indicados) o 'Finalizado' (plan compatible finalizado de generar).

Planes de Estudios			
Generar nuevo plan de estudios			
Fecha de generación del plan	Carreras	Estado	Acciones
3/4/2018	• 09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)	Finalizado	
3/4/2018	• 10 - Ingeniería en Informática (Plan 1986)	En Curso	
3/4/2018	• 10 - Ingeniería en Informática (Plan 1986)	Incompatible	

Figura 35: Historial Planes Generados

Los planes que se encuentren en estado 'Finalizado' o 'Incompatible' se los podrá eliminar.

Los planes que se encuentren en estado 'Finalizado' pueden ser visualizados.

La visualización del plan de estudios consiste en el listado de los cuatrimestres con las materias para cada uno de ellos. En el caso de que se hayan cargado materias que no hayan sido contempladas en el momento de la generación del plan, éstas serán agregadas en el cuatrimestre correspondiente y eliminadas del asignado originalmente (si corresponde).

Las materias con estados diferentes se mostrarán con otros colores para facilitar la diferenciación entre ellas.

Plan de Estudio							
Fecha de creación: 3/4/2018							
Carreras:							
Código	Carrera						Plan
09	Licenciatura en análisis de sistemas						1986
1º Cuatrimestre de 2017							
Código	Materia	Carrera	Curso	Horarios	Puntaje	Estado	Encuestas
28	ANALISIS MATEMATICO	09	Sin curso asignado	-	Pendiente de cursar		
24	INTRODUCCION AL CONOCIMIENTO DE LA SOCIEDAD Y EL ESTADO	09	Sin curso asignado	-	Pendiente de cursar		
5	QUIMICA	09	Sin curso asignado	-	Aprobada		
2º Cuatrimestre de 2017							
Código	Materia	Carrera	Curso	Horarios	Puntaje	Estado	Encuestas
3	FISICA	09	Sin curso asignado	-	Final Pendiente		
40	INTRODUCCION AL PENSAMIENTO CIENTIFICO	09	Sin curso asignado	-	Pendiente de cursar		

Figura 36: Visualización Plan Generado

6. Página Web MUSSA: Acceso Administrador

El usuario con rol de administrador tiene habilitado un menú de Administración para los horarios, los cursos y los docentes.

6.1. Administrar Horarios

Los horarios y los cursos son cargados al sistema a través del PDF que es publicado por la Facultad todos los cuatrimestres. Esta es la única fuente de datos disponible desde la facultad para obtener los datos de los horarios completos, ya que la otra opción implica parsear una página web desde el sistema SIU Guaraní.

Cuando se carga el PDF se verifica que los horarios que se están cargando no se hayan cargado antes y que el cuatrimestre y año sea superior al último que se cargó (para que no se carguen horarios viejos modificando los datos actuales).



El formulario se titula "Cargar horarios de cuatrimestres". Contiene un campo para "Archivo de horarios" con un botón "Seleccionar archivo" y un mensaje "Ningún archivo seleccionado". Hay campos para "Número de cuatrimestre" (que muestra "1") y "Año" (que muestra "2018"). A continuación, hay un botón "Enviar".

Figura 37: Carga de Horarios PDF

Al principio se consultó con la facultad para poder tener un servicio y obtener estos datos (entre otros) y se tuvo una respuesta negativa.

El problema con este mecanismo es que el PDF la facultad lo publica y suele contener muchos errores que son corregidos conforme pasan las semanas en el SIU Guaraní, pero no se vuelve a publicar el archivo, por lo que los horarios erróneos deben modificarse manualmente con la administración de cursos. En versiones futuras, se desea agregar a los alumnos la opción de reportar cursos con datos incorrectos de forma de que se simplifique la tarea del administrador.

Debido a estos errores, lo ideal es utilizar el PDF actual como carga inicial y luego facilitar un administrador con un nuevo rol habilitado para cada departamento, de forma que cada departamento pueda hacer los cambios de los cursos que se han cambiado solo ese cuatrimestre y no de todos. Es ideal que los departamentos luego quieran utilizar el sistema, ya que podrían hacer uso de las encuestas para monitorizar los cursos correspondientes y poder hablar con los docentes ya sea para felicitarlos o para solicitarles que realicen ajustes en sus materias.

Otro problema que se tiene con el PDF es que los docentes que figuran en los cursos no son todos los que el curso realmente tiene, por lo que habría que agregar el resto del equipo docente manualmente si se quiere tener encuestas de ellos. Además, la única referencia al docente es su apellido, por lo que no es posible saber si el docente con apellido X que da la materia M1 es el mismo (o no) que el docente con apellido X que dicta la materia M2. Este link de docentes debe realizarse manualmente desde la administración de docentes.

6.2. Administrar Cursos

En la administración de cursos es posible visualizar y buscar los cursos por código de materia; ver los docentes que lo dictan, las carreras para las cuales está habilitado y en qué cuatrimestre se dicta.

Administrador Cursos							
Cursos guardados:							
Materia	Curso	Docentes	Carreras	Horarios	1º Cuatrimestre	2º Cuatrimestre	Acciones
6103	1	Acero-Porta	09 - Licenciatura en análisis de sistemas	MARTES de 09:00 a 13:00	NO	SI	
			10 - Ingeniería en Informática	JUEVES de 09:00 a 13:00			
6108	5B	Boggi-Oliva	09 - Licenciatura en análisis de sistemas	LUNES de 09:00 a 13:00	NO	SI	
			10 - Ingeniería en Informática	MIERCOLES de 09:00 a 13:00			

Figura 38: Administración de Cursos

Cuando se cargan los horarios PDF de un cuatrimestre, se dan de alta todos aquellos cursos nuevos (un curso es nuevo si el código/número de curso no existe para ese código de materia) y se marca como que se dicta ambos cuatrimestres, pero que es curso nuevo, registrando el cuatrimestre que fue actualizado (el 1º o el 2º). El curso seguirá siendo nuevo hasta que esté registrado en ambos cuatrimestres. Que esté registrado no quiere decir que se dicte en ambos, sino que se cargaron horarios tanto del 1º cuatrimestre como del 2º desde que el curso se dio de alta.

Si el curso ya existía, entonces se actualiza la lista de docentes y los horarios en los que es dictada la materia.

Al editar un curso, es posible modificar las carreras para las cuales está habilitado, agregar o quitar docentes del curso y modificar los horarios del mismo.

Modificar curso: 1 - Materia: 6103

Carreras habilitadas:

- 09 - Licenciatura en análisis de sistemas
- 10 - Ingeniería en Informática

Cuatrimestres en que se dicta la materia:

- Primer cuatrimestre
- Segundo cuatrimestre

Docentes:

Apellido, Nombre	Materias que dicta	Eliminar
Acero	6103 - ANALISIS MATEMATICO II A Curso 1 09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)	
Porta	6103 - ANALISIS MATEMATICO II A Curso 1 09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)	

Horarios:

Dia	De	A:	Eliminar
LUNES	07:00	07:30	
MARTES	09:00	13:00	
JUEVES	09:00	13:00	

Figura 39: Edición de un curso

6.3. Administrar Docentes

En la administración de docentes, es posible agrupar los docentes que se seleccionen. El agrupamiento sólo se permite si todos los docentes a agrupar tienen mismo apellido y nombre (o no tienen nombre). De esta forma, es posible solucionar el problema del docente con apellido X que dicta la materia M1 y otro docente con apellido X que dicta la materia M2, siempre que el administrador posea este conocimiento.

Administrar docentes

[Agrupar seleccionados](#)

Apellido	Nombre	Materias que dicta	Acciones
Zitto		6103 - ANALISIS MATEMATICO II A Curso: 4B 09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)	<input checked="" type="checkbox"/>
Zitto		6103 - ANALISIS MATEMATICO II A Curso: 4A 09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)	<input checked="" type="checkbox"/>
Zola		6608 - CIRCUITOS ELECTRONICOS I Curso: 1 10 - Ingeniería en Informática (Plan 1986)	<input type="checkbox"/>

Mostrando 681 a 683 de 683 filas [10](#) registros por página [1](#) ... [65](#) [66](#) [67](#) [68](#) **69** [>](#)

Figura 40: Administración de Docentes

Al editar un docente, es posible cambiar su nombre, apellido, y cursos que dicta. Se debe tener especial cuidado en que la modificación de estos, como el nombre y el apellido, ya que las encuestas que estén vinculadas a este id docente seguirán estando vinculadas pero mostrarán un nombre diferente del

que mostraban originalmente (mostrarán el nombre actualizado). Estos cambios deben realizarse sólo en caso de errores de escritura o de falta de datos y no para modificar un docente por otro.

The screenshot shows a user interface for editing a teacher's profile. At the top, there are input fields for Name (Nombre) containing 'Mauricio' and Surname (Apellido) containing 'Waldo'. Below these are dropdown menus for Carrera ('09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)') and Materia ('6108 - ALGEBRA II A'). There is also a dropdown for Curso ('Seleccione un curso') and a button labeled 'Agregar materia'.

Código	Materia	Curso	Carrera	Acciones
6108	ALGEBRA II A	7A	09 - Licenciatura en análisis de sistemas (Plan 1986)	

At the bottom left, a message says 'Mostrando 1 a 1 de 1 filas'.

Figura 41: Edición de un Docente

7. Algoritmos para la generación del Plan de Estudios personalizado

7.1. Arquitectura y Flujo General

- HACER -

7.2. Configuración de Parámetros

- HACER -

7.3. Algoritmo Programación Lineal Entera (PLE)

- HACER -

7.4. Algoritmo Greddy

- HACER -

7.5. Pruebas

- HACER -

8. Mejoras futuras

- HACER -

9. Conclusiones

- HACER -

10. Agradecimientos

A mi familia, que estuvo presente desde la distancia cuando comencé la carrera. A mi hermana Lorena que me trajo a Buenos Aires cuando comencé a estudiar en la universidad manejando ambas por la ruta durante esos 2000 kilómetros. A mi hermana Verónica que muchas veces vino a Buenos Aires a visitarme a pesar de que estábamos tan lejos.

A mi nueva familia adquirida, que me han acompañado durante este último tramo, en especial a Nico que nos hizo mil y un favores relacionados a la facultad desde que nos mudamos a Irlanda.

A mis amigos y compañeros de facultad, con los que siempre compartí muy buenas experiencias y muchas veces tuvimos que dejar cosas de lado porque 'había que estudiar'. En especial a Nicolás, Martín, Ezequiel, Flor y Javier con los que compartí la mayor parte de mi carrera y nos ayudamos mutuamente a avanzar, sé muy bien que sin ellos la carrera no hubiese sido igual.

A todos mis grupos de trabajo profesional antes de este, que se armaron y desarmaron por uno u otro motivo, pero que han sido pasos necesarios para poder finalmente llegar a este punto.

A mis tutores, Rosita y Diego que me acompañaron durante este trabajo. En especial a Diego que siendo su primer tutoría me acompañó y me alentó mucho con sus comentarios y recomendaciones.

A todos los Wachencholdiers los que están y los que estuvieron. Con ustedes compartí miles de experiencias y locuras. Aprendí mucho, me divertí mucho. Me sentí muy acompañada y todos los días los extraño un poco. Estoy orgullosa de haber podido ser parte de este gran equipo, y aún me considero parte aunque ya no pueda estar tan cerca....

A mis alumnos, que me enseñaron a enseñar, a tener paciencia, a tener mejor predisposición y a encontrar mil y un maneras de decir lo mismo. Muchas veces siento que las cosas las aprendí realmente al tener que explicarlas a ustedes.

Y de manera especial, agradezco a mi marido, Ariel Wainer, que ha estado conmigo todo este tiempo, sosteniéndome en mis tristezas y compartiendo conmigo mis alegrías. Gracias por haberme mostrado tantas herramientas nuevas y por retarme cuando hacia las cosas mal para que las mejorara, sé que no soy fácil pero me encanta que me enseñés y expliques lo que vos sabes. Esto no hubiese sido posible sin vos.

11. Referencias y Material consultado

- [1] Rodrigo Hernandez, Jaime Miranda P. y Pablo A. Rey (2008). Programación de Horarios de Clases y Asignación de Salas para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Diego Portales Mediante un Enfoque de Programación Entera. *Revista Ingeniería de Sistemas, Volumen XXII*, páginas 121-141. Recuperado de: http://www.dii.uchile.cl/ris/RISXXII/horariosUDP_RISVersion%20FINAL.pdf
- [2] Enrique Castillo, Antonio J. Conejo, Pablo Pedregal, Ricardo García y Natalia Alguacil (2002). Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia. Páginas 461-483. Recuperado de: <http://www.dia.fi.upm.es/~jafernán/teaching/operational-research/LibroCompleto>
- [3] Jorge A. Baier y Sheila A. McIlraith (2008). Planning with Preferences. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence, Volumen 29 (4)*, páginas 25-36. <https://doi.org/10.1609/aimag.v29i4.2204>
- [4] Shirin Sohrabi, Jorge A. Baier y Sheila A. McIlraith (2009). HTN Planning with Preferences. *Proceedings of the 21st international joint conference on Artificial intelligence*, páginas 1790-1797. Recuperado de: <https://www.ijcai.org/Proceedings/09/Papers/298.pdf>
- [5] Nan Li, William Cushing, Subbarao Kambhampati y Sungwook Yoon (2014). Learning Probabilistic Hierarchical Task Networks as Probabilistic Context-Free Grammars to Capture User Preferences. *ACM Transactions on Computational Logic, Volumen V*, páginas 1-32. Recuperado de: <http://rakaposhi.eas.asu.edu/nan-tist.pdf>
- [6] Nan Li, William Cushing, Subbarao Kambhampati y Sungwook Yoon (2013). Learning Probabilistic Hierarchical Task Networks to Capture User Preferences *Preprint submitted to Artificial Intelligence*, páginas 1-30. Recuperado de: <https://arxiv.org/pdf/1006.0274.pdf>
- [7] «*Linear Programming with Python and PuLP*»
BEN ALEX KEEN
<http://benalexkeen.com/linear-programming-with-python-and-pulp/>
- [8] «*Optimization with PuLP*»
STUART MITCHELL, ANITA KEAN, ANDREW MASON, MICHAEL O'SULLIVAN, ANTONY PHILLIPS
<https://pythonhosted.org/PuLP/>
- [9] «*The Flask Mega-Tutorial*»
MIGUEL GRINBERG
<https://blog.miguelgrinberg.com/post/the-flask-mega-tutorial-part-i-hello-world>