



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

PLATAFORMA DE MONITOREO DE LA DOCENCIA DE PREGRADO DEL DCC

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL EN COMPUTACIÓN

IGNACIO ARTURO VALLEJOS QUINSACARA

PROFESOR GUÍA:
SERGIO OCHOA DELORENZI
PROFESOR CO-GUÍA:
DANIEL PEROVICH GEROSA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
ÉRIC TANTER
PABLO GONZÁLEZ JURE

SANTIAGO DE CHILE
2021

Resumen

En el Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) de la Universidad de Chile, se imparte la carrera de Ingeniería Civil en Computación y diversos programas de postgrado, siendo la ingeniería su principal canal de formación de ingenieros en el área. A nivel departamental, la docencia en la carrera de ingeniería se monitorea y planifica apoyándose en la información que entrega la plataforma UCampus a través de su portal Web.

Dicha plataforma fue concebida con otros propósitos, y es usada principalmente para abordar aspectos administrativos en torno a la docencia. Por lo tanto, ésta brinda algunos servicios que sirven para el monitoreo de la docencia, pero no los suficientes como para facilitar el diagnóstico, la toma de decisiones y la planificación de la docencia. Debido a eso, el área de docencia del DCC debe hacer procesamiento manual de la información de UCampus para apoyar estas actividades. Este tipo de procesamiento es usualmente engorroso, lento, costoso y propenso a errores. Por esta razón, algunas de las actividades de monitoreo de la docencia (particularmente, el diagnóstico) se realizan un par de veces al año, lo cual es insuficiente y no permite anticiparse a los problemas.

Para abordar la falta de información de apoyo al monitoreo de la docencia, durante el 2020 se implementó una base de datos de docencia que obtiene datos desde la API de UCampus. Sin embargo, dicha herramienta no entrega información de fácil acceso al jefe docente y a los funcionarios del área, como para apoyar las actividades antes mencionadas. Por lo tanto, en este trabajo de memoria se diseñó e implementó un sistema que calcula diversos indicadores y los muestra a través de dashboards sobre una interfaz Web. La plataforma permite además realizar consultas por algunos criterios predefinidos.

Esta plataforma fue evaluada en términos de la correctitud del cálculo de los indicadores, y también en términos de la facilidad de uso y utilidad percibida por los usuarios. Respecto a lo primero, la información entregada por la plataforma fue comparada contra la información disponible a través del portal Web de UCampus. Los resultados fueron idénticos o casi idénticos, donde las pequeñas discrepancias detectadas no pudieron ser resueltas con la información disponible, requiriéndose para ello un análisis de la información en conjunto con los ingenieros del centro UCampus.

Respecto a la facilidad de uso y a la utilidad percibida, la plataforma fue evaluada por los tres jefes docentes anteriores al actual, quienes le asignaron una nota promedio de 6.7 (en una escala de 1 a 7) para ambas dimensiones. Esto indica que se alcanzaron los objetivos definidos en la memoria. De todas maneras, este software representa una primera etapa del desarrollo de una plataforma de monitoreo y planificación de la docencia de pregrado del DCC.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, mi mamá, mi hermano, a Indra y a mi más grande inversionista, mi papá, gracias por apoyarme siempre en todas las decisiones que he tomado y siempre estar ahí cuando los necesito. También quiero agradecer a mis hermanas peludas, Karlotta y Diana quienes siempre me ayudaron a desconectarme del mundo, aunque este se estuviera cayendo a pedazos.

En segundo lugar, quiero agradecer a mis amigos, tanto a mis amigos de colegio, como a mis amigos de plan común y del DCC con quienes sufrimos y peleamos juntos a lo largo de toda esta carrera, gracias por todos los terraceos, por todas las juntas, por todos los paseos, por todas las despedidas y todas las bienvenidas.

También, quiero agradecer tanto a Sergio Ochoa como a Daniel Perovich, mis profesores guía, los cuales siempre estuvieron ahí ayudándome y dándome ánimos, sin ustedes este trabajo no habría sido posible.

Y, finalmente, quiero agradecer a toda la gente que encontré a lo largo de este camino y que lo volvió un viaje inigualable que nunca voy a olvidar.

Gracias totales.

Tabla de Contenido

Capítulo 1: Introducción	1
1.1 Escenario de Trabajo	1
1.2 Justificación del Trabajo	3
1.3 Objetivos de la Memoria	4
1.4 Estructura de la Memoria	4
Capítulo 2: Marco de Trabajo	5
2.1 Situación Inicial y Final	5
2.2 Modelo de Datos de Entrada	6
2.3 Indicadores	7
2.3.1 Indicadores por carrera	9
2.3.2 Indicadores por track	10
2.3.3 Indicadores por ramo	12
Capítulo 3: Concepción de la Solución	15
3.1 Principales Requisitos de la Solución	15
3.2 Tecnologías Escogidas	15
3.3 Tipo de Usuarios Soportados	16
3.4 Arquitectura de la Solución	16
3.5 Extensión al Modelo de Datos	18
3.6 Cálculo de los Indicadores	22
3.7 Descripción de la API	22
3.7.1 Login (método POST)	22
3.7.2 Lista de ramos (método GET)	23
3.7.3 Ingresos, egresos y titulaciones semestrales (método GET)	23
3.7.4 Ingresos, egresos y titulaciones anuales (método GET)	25
3.7.5 Cantidad de docencia semestral en ingeniería, por track (método GET)	26
3.7.6 Cantidad de docencia anual en ingeniería por track (método GET)	28
3.7.7 Cantidad de docencia semestral por ramo (método GET)	30
3.7.8 Cantidad de docencia anual por ramo (método GET)	31
Capítulo 4: Implementación de la Solución	34

4.1	Mapa de Navegación	34
4.2	Principales Interfaces del Sistema	34
4.2.1	Login	34
4.2.2	Vista Home	35
4.2.3	Indicadores Generales	36
4.2.4	Docencia Impartida	38
4.2.5	Ramos Especialidad	38
4.3	Capacidades Embebidas en las Visualizaciones	40
4.4	Evolución del Sistema	40
4.4.1	Intervención del Backend	41
4.4.2	Intervención del Frontend	41
Capítulo 5: Evaluación de la Solución		43
5.1	Evaluación de la correctitud de los datos	43
5.1.1	Cantidad de cursos-sección y créditos dictados en cursos CC de plan común	43
5.1.2	Cantidad de ingresos a la carrera de ingeniería	43
5.1.3	Porcentaje de aprobación en ramos de especialidad	44
5.2	Evaluación de la utilidad de la plataforma	45
Capítulo 6: Conclusiones y Trabajo a Futuro		47
Bibliografía		49
Anexo A: Detalle del Cálculo de Indicadores		50
A.1	Indicadores de Nivel Departamental	50
A.2	Indicadores por Track	53
A.3	Indicadores por Ramo	56
A.3.1	Docencia por Ramo	57
A.3.2	Semestre en el que se Inscribe un Ramo	61

Capítulo 1: Introducción

1.1 Escenario de Trabajo

El Departamento de Ciencias de la Computación (DCC) de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile fue fundado en el año 1975, y es uno de los departamentos dedicados a las Ciencias de la Computación con más trayectoria del país. Si bien la labor del DCC aborda tres áreas, docencia, investigación y extensión, este trabajo de memoria se enfoca únicamente en el área de docencia, y específicamente en la docencia de pregrado.

Año a año entran nuevos estudiantes a la carrera Ingeniería Civil en Computación, y otros tantos egresan como ingenieros. El plan de estudio de esta carrera (o malla curricular) tiene varias versiones, donde más de una versión puede estar activa en un cierto período de tiempo. Las distintas versiones de las mallas comparten ramos, por lo que el dictado de un curso puede aportar créditos a más de una malla¹.

Los estudiantes se pueden encontrar en distintas etapas (o niveles de avance) en las mallas curriculares y, además, en distintas mallas. Dado que las mallas comparten ramos, la demanda de inscripciones de un curso se vuelve difícil de predecir. Sin embargo, es necesario predecir dicha demanda para poder planificar la docencia, asegurando que los cupos ofrecidos en los cursos van a ser suficientes para la demanda generada por los alumnos del DCC. De otra forma, los estudiantes se exponen a retrasos en su proceso de graduación, por un tema de limitaciones de cupos en los cursos.

Esto muestra una de las razones por las cuales se requiere monitorear la docencia de pregrado del DCC. Además, se requiere esto para anticiparse a las necesidades o eventuales problemas. Por ejemplo, durante el semestre otoño 2020 se tuvieron que revisar más de 100 informes de prácticas profesionales (muy por encima de la demanda histórica), también se tuvo que guiar el doble de alumnos memoristas respecto a otros años, y en algunos cursos se tuvieron que abrir nuevas secciones para hacerle frente a la demanda.

Hoy en día este tipo de situaciones se detectan al momento de la inscripción de los alumnos en los cursos (o en situaciones similares) que, en el mejor de los casos, es una semana antes del inicio de las clases. Esto claramente es una detección tardía, considerando todas las acciones que se deben tomar para crear una nueva sección de un curso (que van desde conseguir un profesor que lo dicte, en adelante). Por lo tanto, frente a esta situación sólo se pueden llevar a cabo acciones reactivas.

Este trabajo de memoria pretende abrir un espacio para detectar estas situaciones en forma temprana, prediciéndolas, y de esa manera, permitir que se planifique la oferta de actividades docentes sin tener que reaccionar ante demandas no previstas.

¹ Cuando se habla de un “curso”, en realidad se quiere indicar un “curso-sección”.

Actualmente, la plataforma UCampus² ofrece apoyo al área de docencia de cada Departamento, por medio de la gestión curricular (por ejemplo, para la toma de ramos, emisión de certificados, etc.). Esta plataforma disponibiliza información de alumnos y carreras, y ayuda a reducir tiempos en la toma de decisiones a nivel de Facultad. Sin embargo, a nivel de Departamento no permite una fácil obtención de datos de docencia para que se pueda lograr lo mismo.

Para usar esos datos, el DCC debe primero recuperarlos desde UCampus (previa autorización de unidad que administra dicha plataforma), vincularlos y procesarlos a través de un proceso manual típicamente apoyado por planillas de cálculo. Este es un trabajo repetitivo y lento, pero que requiere mucho expertise por parte de quien lo ejecuta, ya que es propenso a errores. Producto de todo lo anterior, dicho proceso se hace usualmente una vez al año, lo cual limita la capacidad de gestionar la docencia y detectar tempranamente problemas o anticiparse a necesidades futuras de los alumnos, docentes y del DCC como responsable de impartir dicho programa.

Para mitigar parte de este problema, entre 2019 y 2020 un memorista del DCC desarrolló su memoria titulada: “*Sistema de Alimentación de Información Docente para el DCC*” [1]. En dicho trabajo se desarrolló una solución de software, la cual se conecta a UCampus por medio de su API, y permite obtener los datos de docencia del DCC de forma automática. El sistema también prepara los datos y los deja disponibles para ser utilizados por el DCC, y así brindar diversos servicios principalmente al director, al jefe docente, a la jefa de estudio, a la secretaria docente y a los académicos de la unidad.

Como se ve en la siguiente figura, el sistema actualmente obtiene los datos desde UCampus, pero alimenta la base de datos de docencia del DCC, que es su principal objetivo. Además, permite generar unas pocas métricas, como una forma de mostrar la correctitud de los datos almacenados en la BD de docencia. Estas métricas no permiten atacar el problema planteado, por lo tanto, el objetivo de este trabajo de título es extender el sistema antes mencionado, agregándole métricas que ayuden al monitoreo de la docencia. Particularmente, se pretende que estas métricas ayuden a tomar decisiones informadas y a tiempo por parte de quienes están a cargo de la gestión de la docencia del DCC. De esa manera, se busca mejorar su calidad, y la capacidad de planificarla de cara al futuro.

² <https://ucampus.uchile.cl/>

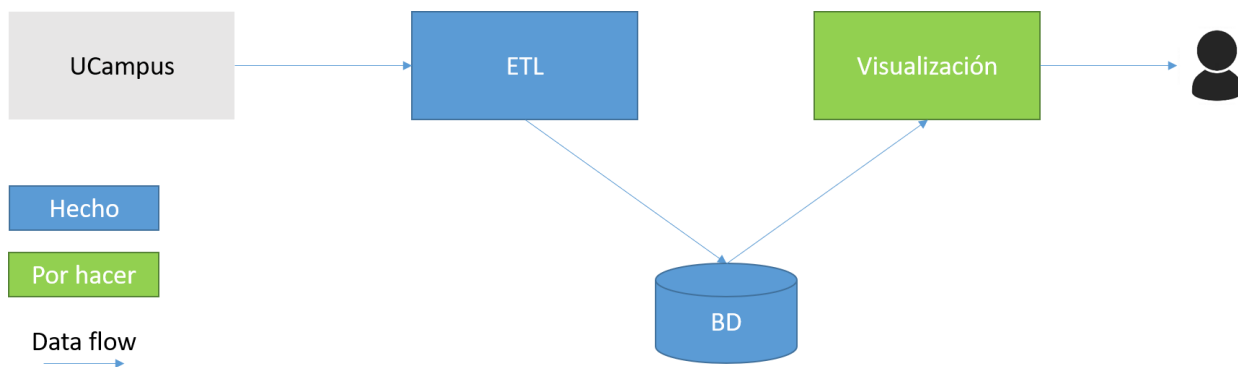


Figura 1. Escenario de trabajo de la memoria.

1.2 Justificación del Trabajo

Hasta el día de hoy, el prever problemas futuros en términos de la demanda de docencia, así como el monitoreo de la cantidad y calidad de docencia impartida, requiere de un esfuerzo manual significativo de múltiples personas. Dicho proceso es lento, costoso y propenso a errores.

Parte de este problema fue resuelto en una memoria anterior (trabajo reportado en [1]), obteniendo buenos resultados en términos de extracción y manipulación automática de información de los sistemas de facultad (particularmente desde UCampus). Sin embargo, dicho trabajo no entrega los indicadores que se requieren para monitorear la docencia de forma apropiada. Por este motivo, este trabajo continúa con el esfuerzo anterior proveyendo un conjunto de métricas que requiere el área de gestión docente del DCC, y que ha definido como prioritarias. En ese sentido, el trabajo aquí reportado debe interpretarse como un segundo paso en la dirección hacia una herramienta que permita gestionar todos los aspectos de la docencia del Departamento.

Un importante desafío afrontado en esta memoria fue la definición y validación de métricas, a partir de los datos que se tiene en la BD de docencia del DCC. Aunque algunos indicadores estaban claros a nivel conceptual, no estaba claro cómo calcularlos ni cómo reportarlos para que fueran fáciles de entender o usar por parte de los usuarios finales. A otros indicadores hubo que pensarlos desde cero, además de implementarlos y mostrar sus resultados.

Otro desafío es la creación de una aplicación Web con una interfaz de usuario clara y útil, que permita visualizar las métricas creadas anteriormente. Esta aplicación debe ser fácil de extender y mantener en el tiempo, pues se espera realizar más extensiones sobre ésta.

En lo que respecta al diseño de visualizaciones de las métricas, se utilizaron guías y conceptos de diseño que buscan incrementar la comprensibilidad de la información, reduciendo la carga cognitiva requerida para comprenderlas.

1.3 Objetivos de la Memoria

El objetivo general de este trabajo de memoria es mejorar las herramientas de apoyo al monitoreo de la docencia de pregrado en el DCC. Para ello, se extendió la base de datos de docencia agregando métricas consideradas como prioritarias por el Departamento y también se creó un sistema Web para el cálculo, consulta y creación de visualizaciones de dichas métricas. Si bien estas métricas no son todas las que el DCC quisiera en la versión final de la plataforma, son un segundo paso hacia una herramienta de gestión de la docencia de pregrado del Departamento.

Para lograr este objetivo general se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Definir un conjunto de métricas prioritarias, que ayuden al monitoreo de la docencia del DCC.
- Desarrollar una aplicación Web que apoye el diagnóstico, la toma de decisiones y la planificación en el ámbito de la docencia de pregrado.

1.4 Estructura de la Memoria

Este trabajo de memoria se estructura en 6 capítulos. En el Capítulo 2 se presenta el marco de trabajo, mostrando la situación inicial y final del trabajo, así como el modelo de datos de entrada utilizado. Además, allí se definen los indicadores a calcular por el sistema. En el Capítulo 3 se describe el trabajo de ingeniería que se llevó a cabo para el desarrollo del sistema. Particularmente, se presenta la definición de requisitos, la arquitectura del sistema y su modelo de datos, y también la forma de cálculo de los indicadores, entre otras cosas. En el Capítulo 4 se aborda la implementación de la solución, mostrando el mapa de navegación de la plataforma Web y sus principales interfaces. En este capítulo también se explica cómo extender el sistema descrito, por ejemplo, para agregar nuevos indicadores. En el Capítulo 5 se describe el proceso de validación del sistema y de los indicadores calculados por éste. Finalmente, en el Capítulo 6 se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

Capítulo 2: Marco de Trabajo

En este capítulo se expone el escenario de trabajo de esta memoria (situación inicial y final), el modelo de datos utilizado como entrada para los servicios del sistema, y el conjunto de métricas a entregar por el nuevo sistema. Particularmente, en la Sección 2.1 se presenta el análisis de la situación inicial, y se describe la situación final, la cual busca contribuir con una solución al problema planteado. Esta solución será parcial, en el sentido de que la necesidad de indicadores requeridos para dar solución al problema planteado excede con creces lo que es factible de realizar en el ámbito de esta memoria.

En la Sección 2.2 se presenta el modelo de datos de la plataforma actual (BD de docencia). Finalmente, en la Sección 2.3 se muestran las métricas definidas y acordadas con los usuarios del área de docencia.

2.1 Situación Inicial y Final

Como se mencionó antes, este trabajo de memoria extiende la memoria titulada: *Sistema de Alimentación de Información Docente para el DCC* [1]. La siguiente figura muestra la estructura general de la solución. En azul se muestran los componentes ya implementados, y en verde se presentan aquellos que fueron implementados como parte de este trabajo de memoria.

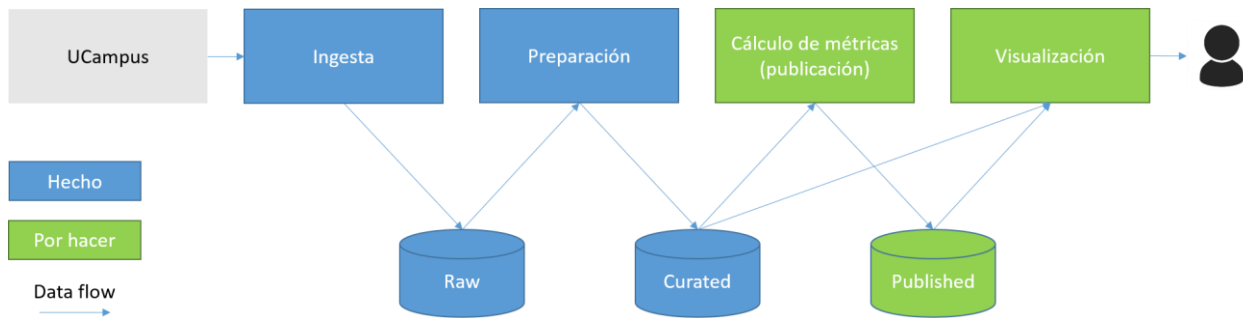


Figura 2. Escenario de trabajo de la memoria.

Como muestra la figura, antes de este trabajo de memoria se contaba una plataforma que extraía datos desde UCampus a través de una API, y realizaba el proceso de ingesta de forma periódica y automática. Estos datos se guardan en una base de datos (indicado como “raw”). Luego, esos datos son procesados y guardados en la base de datos de docencia (indicado como “curated”). Hasta ahí llega lo que se tenía implementado, y que representa la situación inicial de esta memoria.

Sobre el trabajo anterior se desarrolló una aplicación Web que computa los datos de la base de datos de docencia (curated), genera un conjunto de métricas, y las guarda de forma separada en la base de datos de docencia (published). Además, se desarrollaron mecanismos de visualización y consulta de estas métricas, los cuales están disponibles, por el momento, para los funcionarios del área de docencia, así como las autoridades del Departamento.

Tal como se muestra en la Figura 2, esta arquitectura implementa un *data lake* [2, 3], que corresponde a un repositorio central donde se guarda toda la data (la cruda, la curada y la procesada). A partir de ésta se genera la información reportada a los usuarios.

2.2 Modelo de Datos de Entrada

Las principales entidades del modelo de datos de la plataforma de docencia son las siguientes:

- **Persona.** Contiene la información que identifica y caracteriza a una persona (típicamente, un estudiante, un profesor o un auxiliar, o combinaciones de estos roles).
- **Periodo.** Representa el semestre académico (por ejemplo, primavera 2020).
- **Ramo.** Contiene la información que identifica un ramo (por ejemplo, CC6909).
- **Curso.** Representa a una instancia de un ramo en un periodo (por ejemplo, CC6909 en el semestre primavera 2020).
- **AlumnoCurso.** Almacena información de los cursos tomados por un alumno.
- **ExamenGrado.** Guarda la información del Examen de Grado de un alumno.
- **AlumnoCarrera.** Almacena información sobre la relación entre un alumno y una carrera.
- **ProfesorCurso.** Almacena información de los profesores, auxiliares o ayudantes de un curso.
- **Carrera.** Guarda la información sobre una carrera impartida por la Universidad.
- **Comisión.** Almacena información sobre los miembros de una comisión de Examen de Grado particular.

El resto de las entidades corresponde a estados o roles de las entidades descritas, y sólo contienen un nombre o descripción.

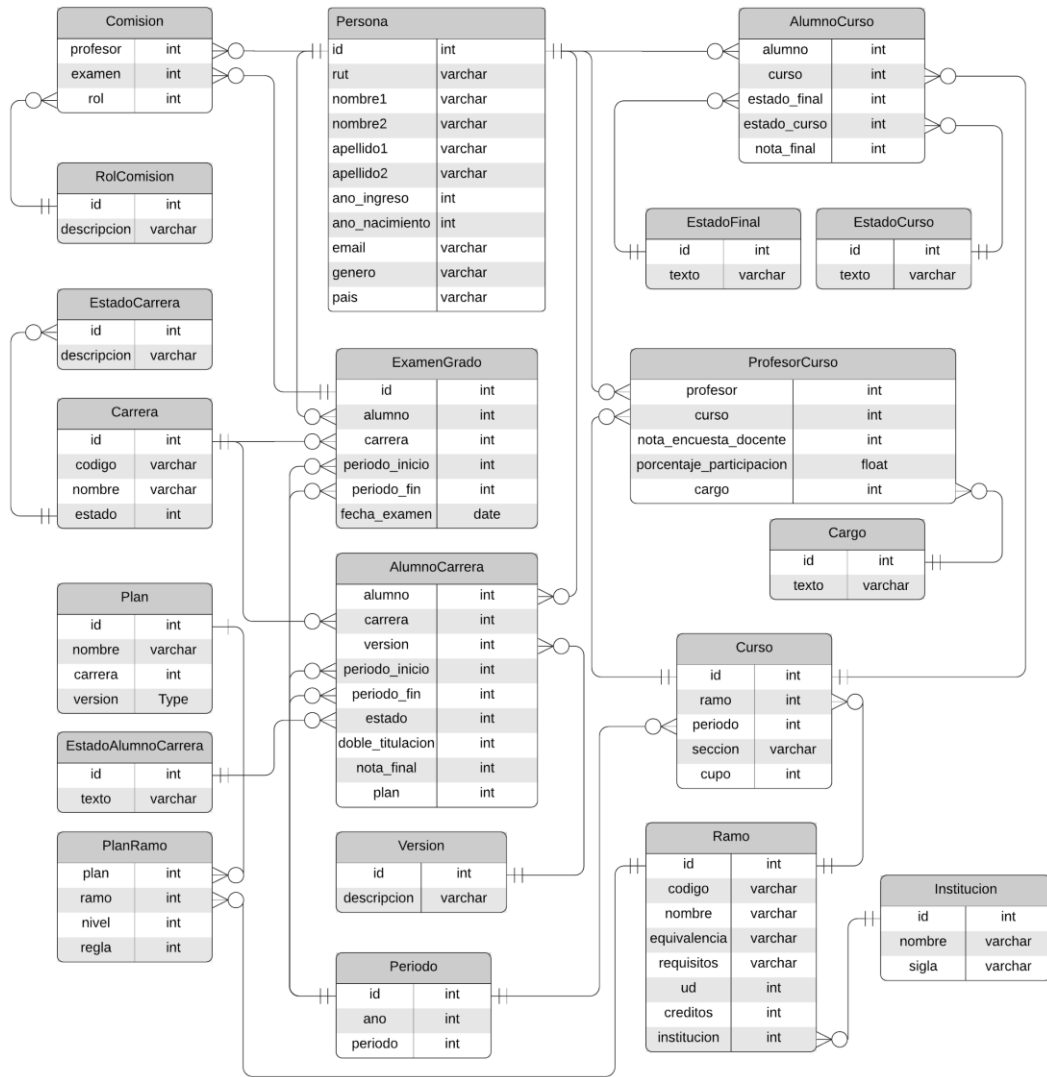


Figura 3. Diagrama del modelo de datos de entrada (reportado en [1]).

2.3 Indicadores

Para la creación de los indicadores (métricas) que se describen a continuación, se llevaron a cabo múltiples reuniones con los profesores guía y personal de docencia, para determinar cuáles eran los más prioritarios. Estas personas han estado involucradas en los procesos de acreditación de la carrera de Ingeniería Civil en Computación por bastante tiempo, y una de ellas es el actual coordinador docente del DCC. Por lo tanto, conocen bien las necesidades de indicadores para poder llevar a cabo el monitoreo y la planificación de la docencia de pregrado antes enunciada.

Es importante aclarar que las necesidades de definición de indicadores para el área, supera con creces lo que es factible realizar en un trabajo de memoria. Por lo tanto, fue necesario acotar este conjunto y priorizar el desarrollo de métricas. A partir de estas reuniones, se creó el siguiente modelo de dominio (Figura 3) que establece las entidades

participantes y la relación entre ellas. Este modelo permite agrupar los indicadores (o métricas) que se definen en esta sección.

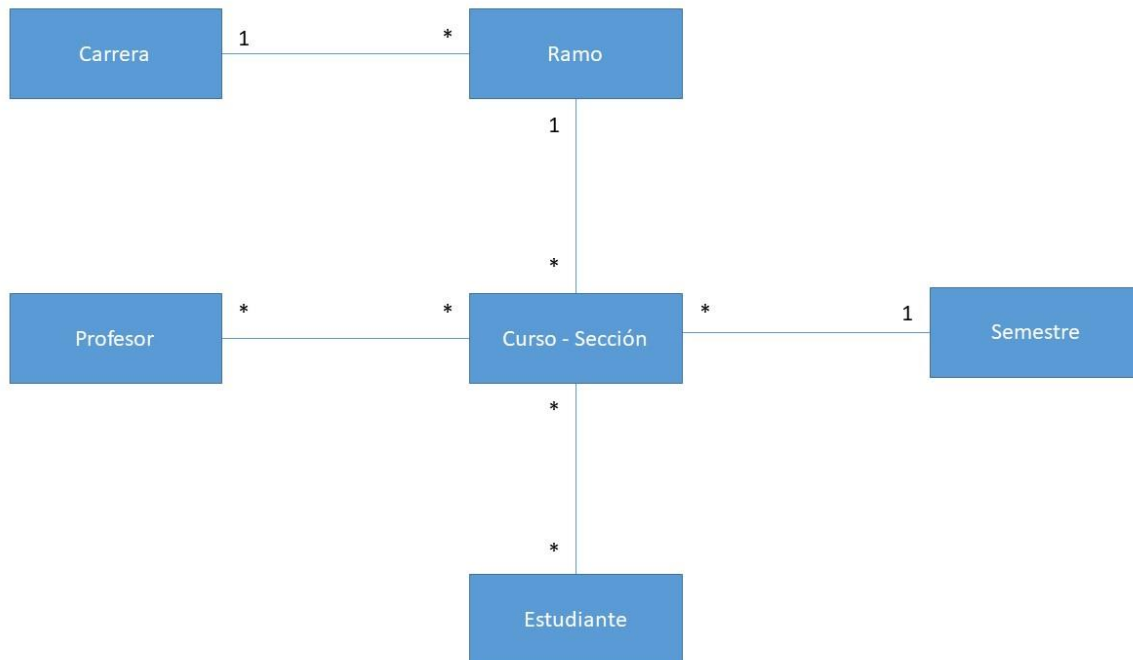


Figura 4. Modelo de dominio de la solución.

En el modelo de dominio mostrado en la Figura 4, se tienen carreras impartidas por la Universidad. Por simplicidad, se asume que en este caso la información corresponde a la carrera Ingeniería Civil en Computación, que se imparte a través del DCC. Una carrera tiene ramos (como por ejemplo CC6908), y las instancias de estos ramos (llamados cursos) se dictan en semestres específicos correspondientes al año lectivo.

Cada curso se identifica a través de una terna que incluye el código del ramo, el semestre en el cual se dicta, y la sección de dicha instancia para ese semestre (las secciones se enumeran en forma correlativa; el número por defecto de una sección es 1). De esa manera, una terna queda conformada por un identificador como el siguiente: "CC6908-1 2020, Otoño". A su vez estos cursos tienen asociados profesores que los dictan, y alumnos que los toman.

En base a esta concepción de entidades del modelo de dominio se ha definido un conjunto de indicadores. A continuación, se detallan los indicadores por carrera (en este caso, sólo se calculan para la Ingeniería Civil en Computación), por track (para plan común, especialidad, etc.) y por ramo. Para facilitar la interpretación de cada indicador, se muestra la forma de calcularlo, lo cual también sirve para apoyar las labores de mantenimiento correctivo y evolutivo del sistema desarrollado.

2.3.1 Indicadores por carrera

Los siguientes indicadores fueron definidos para monitorear la docencia a nivel de la Ingeniería Civil en Computación. Los resultados de estos indicadores se muestran con una desagregación anual o semestral.

- **Cantidad de ingresos de estudiantes a la carrera, mostrando el total general y su separación por género:** Este indicador corresponde a la cantidad de alumnos que ingresaron a la carrera de ingeniería en el período especificado (semestre o año), y también su separación por género. La forma de calcular este indicador es la siguiente:
 1. Obtener a todos los 'AlumnoCarrera' (Figura 3).
 2. Filtrarlos por la carrera de Ingeniería Civil en Computación.
 3. Filtrar todos los que su 'periodo_inicio' corresponde al período especificado.
 4. Se obtiene la cantidad total de alumnos:
 - i. Se cuentan los alumnos.
 5. Se obtienen los alumnos por género:
 - i. Filtrar por género ('Masculino', 'Femenino') y contarlos.
 - ii. Filtrar los que no son 'Masculino' o 'Femenino' y contarlos.

- **Cantidad de egresos de estudiantes a la carrera, indicando el total general y su separación por género:** Este indicador es similar al anterior, pero calcula la cantidad de alumnos que egresaron de la carrera de ingeniería en el período especificado (semestre o año); muestra el total y su separación por género. La forma de calcular este indicador es la siguiente:
 1. Obtener a todos los 'AlumnoCarrera' (Figura 3).
 2. Filtrarlos por la carrera de Ingeniería Civil en Computación.
 3. Filtrar todos los que su 'periodo_fin' corresponde al período especificado.
 4. Se obtiene la cantidad total de alumnos:
 - i. Se cuentan los alumnos.
 5. Se obtienen los alumnos por género:
 - i. Filtrar por género ('Masculino', 'Femenino') y contarlos.
 - ii. Filtrar los que no son 'Masculino' o 'Femenino' y contarlos.

- **Cantidad de titulaciones de estudiantes de ingeniería, indicando el total general y su separación por género:** Éste corresponde a la cantidad de alumnos que aprobaron su examen de grado para la carrera de Ingeniería Civil en Computación, en el período especificado (semestre o año). Se informa el número total y su separación por género, y se calcula de la siguiente manera:
 1. Obtener a todos los 'ExamenGrado' (Figura 3).
 2. Filtrarlos por la carrera de Ingeniería Civil en Computación.
 3. Utilizar 'fecha_examen' para filtrar por el período de tiempo especificado.
 4. Contar el número de alumnos.

2.3.2 Indicadores por track

A partir del análisis de las necesidades del área docente, surgió la necesidad de tener indicadores por tracks (o subconjuntos de ramos de la carrera), pues su monitoreo requiere de información distinta para cada track. Para ello se definieron los siguientes subconjuntos de ramos:

1. **Plan Común:** Corresponde a los ramos CC1000, CC1001 y CC1002.
2. **Práctica I:** Corresponde al ramo CC4901.
3. **Práctica II:** Corresponde al ramo CC5901
4. **Total Prácticas:** Corresponde a los ramos CC4951 y CC5901
5. **Memoria E:** Corresponde al ramo CC6908
6. **Memoria F:** Corresponde al ramo CC6909
7. **Total Memorias:** Corresponde a los ramos CC6908 y CC6909
8. **Especialidad:** Corresponde a todos los ramos que UCampus identifica como parte de la carrera de Ingeniería Civil en Computación, menos los ramos pertenecientes a los subconjuntos anteriores. O sea, son los ramos obligatorios y electivos, menos plan común, prácticas y memorias.

Luego, para cada uno de estos subconjuntos se calculan los siguientes indicadores, cuyos resultados son mostrados con una agregación semestral, y eventualmente anual. A continuación, se detallan los indicadores definidos:

- **Cantidad de cursos dictados:** Este indicador corresponde a la cantidad de cursos (ramo-sección) dictados en el período especificado (semestre o año), por cada uno de los tracks definidos. La forma de calcular el indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, para el track correspondiente.
 2. Contar la cantidad de cursos.
- **Cantidad de créditos dictados:** Corresponde a la cantidad de créditos dictados en el período especificado (semestre o año), por cada uno de los tracks definidos. La forma de calcular este indicador es la siguiente:
 1. Para un cierto track, obtener todos los cursos (ramo-sección) dictados en el período especificado.
 2. Sumar los créditos asociados a cada curso.
- **Cantidad de alumnos CC:** Este indicador corresponde a todos los alumnos que tomaron cursos con código CC, y tenían activa la carrera de Ingeniería Civil en Computación durante el período especificado (semestre o año). La forma de calcular el indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, para el track correspondiente.
 2. Obtener a todos los alumnos que están inscritos en esos cursos.
 3. Quitar los alumnos repetidos.
 4. Filtrar los que en ese periodo estaban en la carrera de Ingeniería Civil en Computación.

5. Contar la cantidad de alumnos resultantes.
- **Cantidad de alumnos que no son de computación:** Éste corresponde a todos los alumnos que tomaron cursos con código CC, y no tenían activa la carrera de Ingeniería Civil en Computación durante el período especificado (semestre o año). Típicamente, estos alumnos son de otros departamentos, que toman cursos de computación como electivos de sus carreras. La forma de calcular este indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, para el track correspondiente.
 2. Obtener a todos los alumnos que están inscritos en esos cursos.
 3. Quitar los alumnos repetidos.
 4. Filtrar los que en ese periodo no estaban inscritos en la carrera de Ingeniería Civil en Computación.
 5. Contar los alumnos resultantes.
 - **Cantidad de inscripciones en cursos CC:** Corresponde a todos los alumnos inscritos en ramos con código CC, en el período especificado (semestre o año). La forma de calcular el indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, para el track correspondiente.
 2. Obtener a todos los alumnos que están inscritos en esos cursos.
 3. Contar las inscripciones.
 - **Cantidad de profesores:** Corresponde al total de profesores que dictaron ramos con código CC, en el período especificado (semestre o año). La forma de calcular este indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, para el track correspondiente.
 2. Obtener a todos los profesores dictando esos cursos.
 3. Quitar los profesores repetidos.
 4. Contar los profesores resultantes.
 - **Cantidad de auxiliares:** Corresponde a todos los profesores auxiliares que participaron en ramos CC, en el período especificado (semestre o año). La forma de calcular dicho indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, para el track correspondiente.
 2. Obtener a todos los profesores auxiliares asociados a esos cursos.
 3. Quitar los auxiliares repetidos.
 4. Contar los auxiliares resultantes.
 - **Cantidad de ayudantes:** Corresponde a todos los ayudantes que participaron en ramos con código CC, en el período especificado (semestre o año). La forma de calcular este indicador es la siguiente:

1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, para el track correspondiente.
2. Obtener todos los ayudantes dictando esos cursos.
3. Quitar los ayudantes repetidos.
4. Contar los ayudantes resultantes.

2.3.3 Indicadores por ramo

Los siguientes indicadores son calculados por ramo, para la carrera de Ingeniería Civil en Computación, considerando una ventana de tiempo de un semestre o de un año.

- **Cantidad de cursos dictados por ramo:** Este indicador reporta la cantidad de cursos (ramo-sección) dictados de un cierto ramo, en el período especificado (semestre o año). La forma de calcular dicho indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, y que correspondan al ramo en cuestión.
 2. Contar los cursos resultantes.
- **Cantidad de créditos dictados por ramo:** Corresponde a la cantidad de créditos de un ramo en específico, dictados en el período especificado (semestre o año). La forma de calcular este indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, y que correspondan al ramo en cuestión.
 2. Sumar los créditos de los cursos resultantes.
- **Cantidad de inscripciones por ramo:** Este indicador corresponde a todos los alumnos inscritos en un ramo en particular, en el período especificado (semestre o año). La forma de calcular dicho indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos (ramo-sección) dictados en el período especificado, y que correspondan al ramo en cuestión.
 2. Obtener a todos los alumnos inscritos en ese ramo (inscripciones pasadas y actuales).
 3. Contar las inscripciones; es decir, contar alumnos considerando las repeticiones.
- **Cantidad de profesores por ramo:** Éste corresponde a todos los profesores que dictaron un ramo en particular, en el período especificado (semestre o año). La forma de calcular el indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, y que correspondan al ramo en cuestión.
 2. Obtener a todos los profesores que dictan o han dictado ese ramo.
 3. Quitar los profesores repetidos.
 4. Contar los profesores resultantes.

- **Cantidad de auxiliares por ramo:** Corresponde a todos los profesores auxiliares que participaron en un ramo en particular, en el período especificado (semestre o año). La forma de calcular este indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, y que correspondan al ramo en cuestión.
 2. Obtener a todos los profesores auxiliares que participan o han participado en ese ramo.
 3. Quitar los auxiliares repetidos.
 4. Contar los auxiliares resultantes.

- **Cantidad de ayudantes por ramo:** Similar al caso anterior, este indicador reporta el total de ayudantes que participaron en un ramo en particular, en el período especificado (semestre o año). La forma de calcular este indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, y que correspondan al ramo en cuestión.
 2. Obtener todos los ayudantes que participan o han participado en ese ramo.
 3. Quitar los ayudantes repetidos.
 4. Contar los ayudantes resultantes.

- **Porcentaje de aprobación por ramo:** Corresponde al porcentaje de aprobación de un ramo en un período especificado (semestre o año). La forma de calcular este indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, y que correspondan al ramo en cuestión.
 2. Obtener a todos los alumnos que están inscritos en ese ramo.
 3. Obtener los alumnos que aprobaron el ramo:
 - i. Filtrar a los alumnos usando los estados finales de aprobación ('Aprobado', 'Aprobado (T)').
 - ii. Contarlos.
 4. Obtener los alumnos que terminaron los cursos (ramo-sección):
 - i. Filtrar a los alumnos usando los estados finales de término de curso ('Aprobado', 'Aprobado (T)', 'Nota en Blanco', 'Pendiente', 'Pendiente Reprobado', 'Reprobado', 'Inscrito').
 - ii. Contarlos.
 5. Tomar los alumnos que aprobaron y dividirlos por el total de alumnos que terminaron el curso.
 6. Multiplicar por 100 y aproximar a la centena (61.78%).

- **Promedio de nota de aprobación:** Corresponde al promedio de notas de los alumnos que aprobaron un ramo, en un período especificado (semestre o año). La forma de calcular dicho indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, y que correspondan al ramo en cuestión.
 2. Obtener a todos los alumnos que están inscritos en ese ramo.
 3. Obtener los alumnos que aprobaron dicho ramo, filtrando a los alumnos usando los estados finales de aprobación ('Aprobado', 'Aprobado (T)').

4. Calcular el promedio de los alumnos que aprobaron, y aproximarlos a la decena (6.5).
- **Semestre en el que los alumnos inscriben un ramo:** Este indicador indica el semestre de la carrera en que los alumnos toman el ramo, independiente de lo que diga la malla curricular. Particularmente se computa el semestre que estaba cursando cada alumno al momento de inscribir un ramo, y se totaliza por semestre. Respecto al cómputo del semestre en el que el alumno toma un ramo, se hace de la siguiente manera: si un alumno ingresa a la carrera de ingeniería (plan común) en el semestre otoño 2013, e inscribe el curso CC3001 en el semestre primavera 2015, entonces ese alumno habrá inscrito dicho curso en el semestre 6 de su carrera. La forma de calcular este indicador es la siguiente:
 1. Obtener todos los cursos dictados en el período especificado, y que correspondan al ramo en cuestión.
 2. Obtener a todos los alumnos que están inscritos en ese ramo.
 3. Para cada alumno, obtener su 'AlumnoCarrera' más antiguo (con el que ingresaron).
 4. Para cada alumno, calcular cuántos semestres hay entre su 'periodo_inicio' y el período especificado. Ese dato representa el semestre en cuestión.

Capítulo 3: Concepción de la Solución

En este capítulo se presentan los principales requisitos de la solución, así como su diseño y las tecnologías escogidas para la implementación del sistema.

3.1 Principales Requisitos de la Solución

Los requisitos de la solución surgieron a partir de múltiples reuniones con el jefe docente del DCC, donde se analizaron las necesidades internas del área, así como los indicadores que se requieren reportar a la Comisión Nacional de Acreditación (CNA Chile) en los procesos de acreditación de carreras de pregrado. A continuación, se presentan los principales requisitos asociados a las capacidades del sistema desarrollado:

- Utilizar la información extraída desde la BD de docencia para calcular indicadores que sean útiles para el monitoreo de la docencia de pregrado que imparte el DCC.
- Calcular el conjunto de indicadores definidos como prioritarios. El cálculo de estos indicadores debe realizarse de manera periódica y automática.
- Definir una estructura para el manejo de usuarios, que permita a futuro soportar diversos perfiles de estos. Por el momento se requiere un solo perfil de usuario, que es “funcionario del área de docencia” (no público).
- La estructura para el manejo de usuarios debe permitir la consulta de indicadores, considerando los derechos de acceso de los distintos perfiles de usuario (actuales y futuros).
- Crear una plataforma Web que permita consultar y visualizar los indicadores a través de dashboards.
- Diseñar e implementar visualizaciones de las métricas, que sean versátiles y comprensibles para los funcionarios del área de docencia.
- Sentar las bases para el desarrollo de la plataforma de apoyo a la docencia del DCC.
- Lograr que tanto el proceso de creación de indicadores, como el de dashboards, sea lo más simple y extensible posible.

3.2 Tecnologías Escogidas

Como se mencionó anteriormente, la solución se divide en 2 partes, el backend y el frontend. Para el backend se utilizó un framework de Python, llamado Django³, junto a su

³ <https://www.djangoproject.com/>

librería Django Rest Framework (DRF)⁴. Se utilizó esta tecnología debido a que el trabajo previo a esta memoria (reportado en [1]), se encuentra desarrollado en esa plataforma. Además, esta tecnología tiene buenas capacidades para ayudar a lograr los objetivos planteados en este trabajo de memoria, así como los trabajos a futuro.

El framework Django sigue el patrón de diseño Model-View-Controller (MVC) [4], aunque en este caso se lo llama Model-View-Template (MVT) [5]. Además, se eligió usar este framework también porque el memorista tiene bastante experiencia en su uso.

Para el frontend se decidió utilizar un framework de Vue.js⁵, llamado Quasar⁶, esto porque es de fácil uso. Además, cuenta con muchos componentes predefinidos, y tiene una estructura que permite programar de manera ordenada.

3.3 Tipo de Usuarios Soportados

Actualmente el sistema de usuarios de la plataforma es simple ya que, como se mencionó anteriormente, por el momento solo se tiene un tipo de usuario: *funcionario del área docente*. Estos usuarios deben loguearse para obtener un token y poder así utilizar la API. En una versión posterior se planea tener diversos perfiles de usuario, por ejemplo, profesores de cursos, coordinadores de prácticas y titulación, etc. Estos usuarios deberán tener acceso a distintas partes de la API, y también a distintas vistas de la aplicación Web. Esta segmentación del acceso se puede lograr fácilmente a través del uso del framework Django.

3.4 Arquitectura de la Solución

La Figura 5 muestra la arquitectura de la aplicación, la cual es bastante simple. Como indica el diagrama, el usuario interactúa con la plataforma Web, que es quien manda un request a la API de Django. Luego, Django traduce los patrones URL a una vista, la cual se encarga de obtener los datos de los modelos desde la base de datos. Después de eso, los serializa en formato JSON para ser entregados en una respuesta a Quasar. Finalmente, el framework Quasar toma los datos de la respuesta, los procesa y los muestra en dashboards al usuario.

⁴ <https://www.django-rest-framework.org/>

⁵ <https://vuejs.org/>

⁶ <https://quasar.dev/>

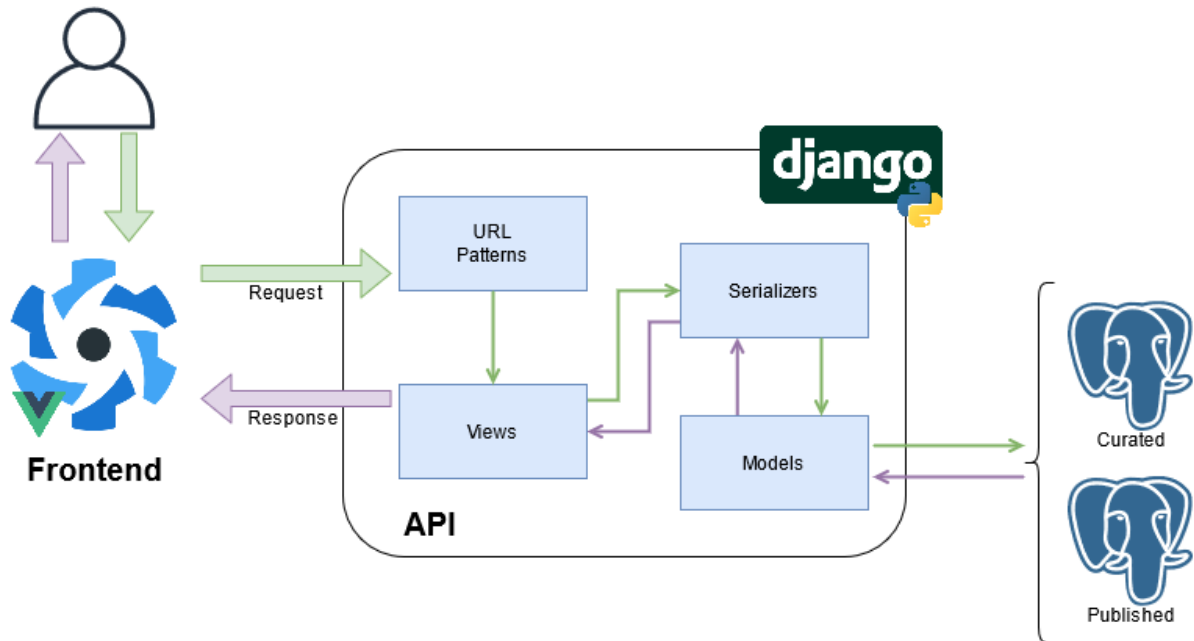


Figura 5. Arquitectura de la solución.

Para el cálculo de los indicadores se tenían 2 opciones: 1) calcular los indicadores en la vista (view en la Fig. 5) o 2) crear tablas (models) y precalcular los indicadores para guardarlos en éstas. Se decidió hacer lo segundo por los siguientes motivos:

1. **Simplificar el trabajo de la vista:** En vez de tener que calcular todos los datos en ésta, simplemente se hace una query a la base de datos.
2. **Reducir los tiempos de respuesta de la API:** Al no tener que calcular nada, y solo tener que hacer una query a la base de datos, se reducen los tiempos entre que el usuario hace el Request y recibe la Response.
3. **Simplificar el código:** Se pasó de tener vistas de más de 100 líneas de código a vistas de 5 a 10 líneas de código, lo cual ayuda a la mantenibilidad futura del sistema.
4. **Extensibilidad y mantención:** Al simplificar las vistas, se puede hacer uso de las funciones básicas de Django, lo que hace que el código quede más limpio, legible, fácil de extender y mantener.
5. **Organización:** Se llevó la lógica de cálculo de indicadores a comandos de Django⁷, teniendo así un archivo por grupo de indicadores.

Esta forma de operar requiere ir precalculando y almacenando los indicadores en diferentes tablas, las cuales extienden el modelo de datos original (mostrado de la Figura 3). A continuación, se muestra dicha extensión al modelo de datos original.

⁷ <https://docs.djangoproject.com/en/3.1/howto/custom-management-commands/>

3.5 Extensión al Modelo de Datos

Cabe destacar que, para cada grupo de indicadores, el sistema cuenta con una tabla semestral y otra anual. Esto se hace debido a la naturaleza de algunos cálculos, donde para obtener el valor anual de algo, no basta con sumar el valor semestral.

En las figuras que se muestran a continuación, las tablas de la izquierda corresponden a aquellas que formaban parte del modelo de datos original (BD de docencia), y las de la derecha corresponden a las extensiones hechas en el marco de esta memoria. En el lado derecho de la Figura 6 se ven dos tablas iguales (en términos de estructura), las cuales almacenan los indicadores mostrados como atributos de estas; es decir, el total de ingresos, egresos y titulaciones de alumnos a la carrera, y su desagregación por género.

Una de estas tablas almacena los valores del indicador a nivel semestral, y la otra anual. Se decidió implementar dos tablas distintas por diversas razones, por ejemplo, para evitar confusiones en futuras extensiones al sistema, pues como estos son datos precalculados, al momento de usarlos podría no estar claro (para quien los consulte) si el dato almacenado está actualizado o no. Además, estos indicadores tienen distinta frecuencia de actualización, cantidad de registros en un año, y son actualizados por componentes distintos.

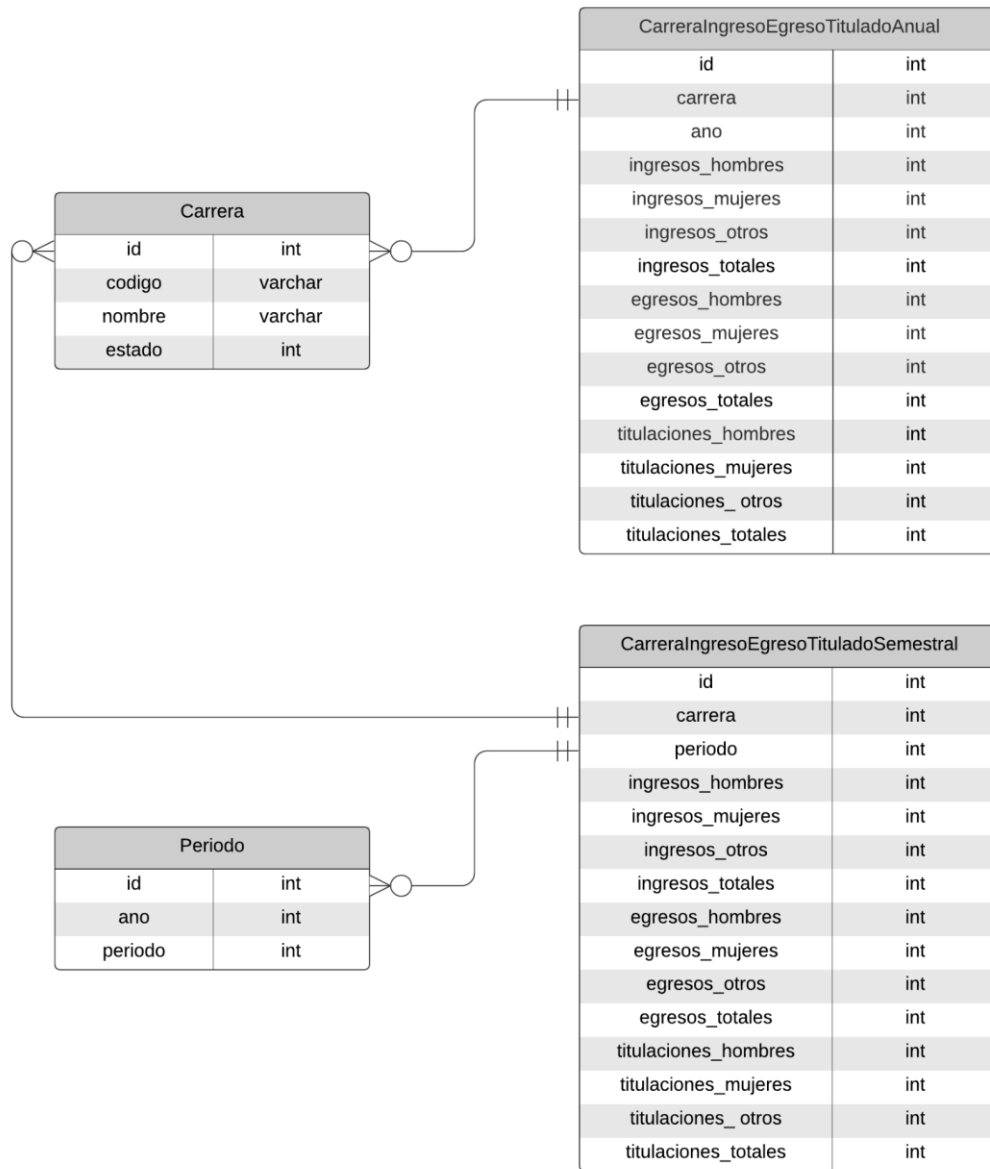


Figura 6. Indicadores de ingreso, egreso y titulaciones por carrera.

La Figura 7 sigue el mismo esquema que la figura anterior, por lo tanto, las tablas que almacenan los indicadores se encuentran del lado derecho de dicha figura. En este caso, los indicadores que allí se guardan (con agrupación semestral y anual respectivamente) tienen que ver con la cantidad de docencia impartida por el DCC en el período observado, y considerando los track de cursos ya definidos (ver Sección 2.3.2). Particularmente, se registra la cantidad de cursos y créditos dictados correspondientes a la carrera. Para esos cursos se registra el total de alumnos, considerando los que tienen código de carrera de computación, y los que no. Finalmente, se guarda el total de inscripciones, profesores, ayudantes y auxiliares involucrados en esos cursos.

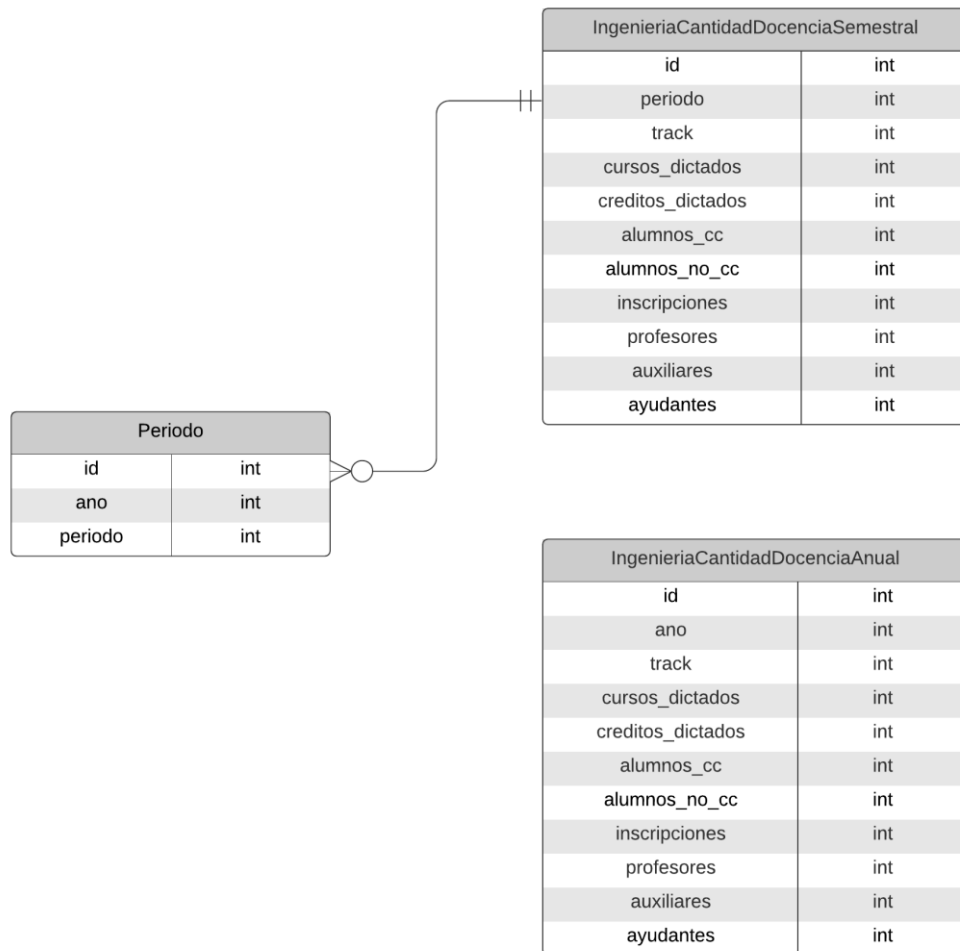


Figura 7. Indicadores de docencia impartida por track.

Si siguiendo la misma estructura, la Figura 8 muestra varios indicadores por ramo (es decir, varios “curso-sección” del ramo), también agrupados de forma semestral y anual. Al estar estos indicadores a nivel de ramo, pueden separarse entre aquellos correspondientes a ramos obligatorios y los que no lo son. Particularmente estas tablas almacenan la cantidad de curso-sección dictados, y la cantidad de créditos que eso significa. Además, registran la cantidad de inscripciones, profesores, auxiliares y ayudantes asociados a la ventana de tiempo analizada. Finalmente, se guarda también el porcentaje de aprobación y la nota promedio de aprobación del ramo para cada año y semestre.

La Figura 9 muestra las tablas que se usan para almacenar el número del semestre de la carrera, en el cual un alumno toma un cierto ramo. Allí también se guarda el porcentaje de alumnos que toma el ramo en dicho semestre, con agrupaciones semestrales y anuales. Estos indicadores permiten saber qué tan alejados están los alumnos respecto de la malla de su carrera.

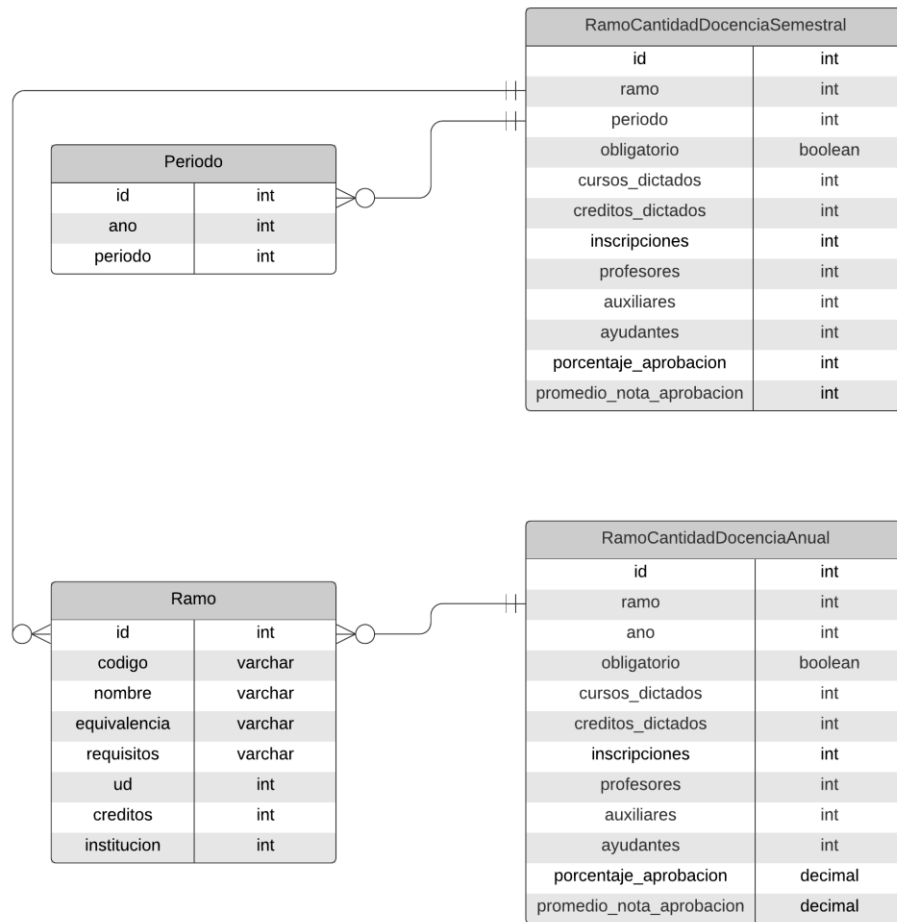


Figura 8. Indicadores por ramo.

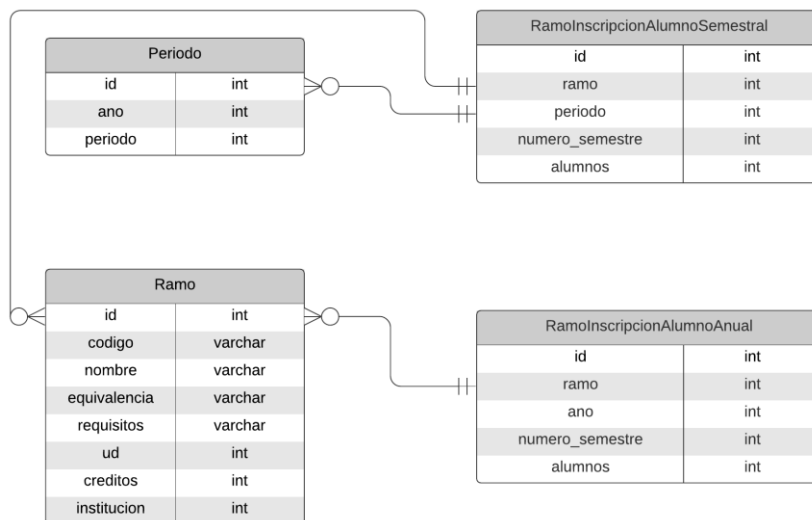


Figura 9. Semestre en el que un curso es inscrito por los alumnos.

3.6 Cálculo de los Indicadores

Por un tema de extensión de la explicación, el detalle del cálculo de los indicadores se presenta en el Anexo A. Para efectuar el cálculo de estos indicadores se crearon diversos comandos de Django⁸ (scripts). Se decidió hacer el cálculo de esa manera, pues porque para poblar la base de datos desde UCampus también se ocupan estos comandos. Por lo tanto, para mantener los indicadores actualizados, basta con ejecutar estos comandos unos después de otros.

3.7 Descripción de la API

En la Figura 10 se puede apreciar la interacción de los distintos componentes de la plataforma, a un alto nivel de abstracción. Para poder acceder a los endpoints de la API (especificados desde la Sección 3.7.2 en adelante), hay que agregar un header “Authorization” cuyo contenido corresponde a “Token token_del_usuario”. Cabe destacar que como parte de la memoria se implementó también una interfaz para interactuar con la API utilizando Swagger UI⁹. A continuación, se explican los endpoints implementados.

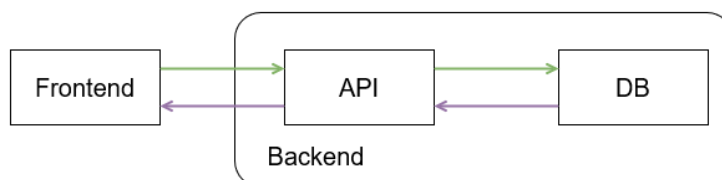


Figura 10. Interacción entre la API y los otros macrocomponentes del sistema.

3.7.1 Login (método POST)

Este endpoint se utiliza para obtener el token que se debe usar en el resto de las vistas de la plataforma. Su URL es `/accounts/login/`. Se deben entregar los siguientes campos como parámetros:

- **Username:** El nombre de usuario.
- **Password:** La contraseña del usuario.

Se retornan los siguientes datos:

- **Token:** El token correspondiente al usuario.
- **Username:** El nombre de usuario.
- **Full_name:** El nombre completo del usuario.

Por ejemplo:

```
{
  "token": "vcx8s21xc6",
  "username": "user",
```

⁸ <https://docs.djangoproject.com/en/3.1/howto/custom-management-commands/>

⁹ <https://swagger.io/tools/swagger-ui/>

```
"full_name": "Nombre Apellido"
}
```

3.7.2 Lista de ramos (método GET)

Este endpoint sirve para obtener la lista de ramos para una carrera. La URL para acceder a este endpoint es *'/indicadores/carrera/lista-ramos'*, y permite filtrar información por los siguientes atributos (criterios):

- **Carrera (obligatorio):** El ID de la carrera a utilizar.
- **Versiones (obligatorio):** Los números de las versiones a utilizar, separados por una coma.
- **Modo:** 'Obligatorios' o nada. Esto especifica si se deben entregar sólo los ramos obligatorios o todos los ramos.
- **Exclude:** Los códigos de los ramos a excluir (por ejemplo, CC3001) separados por coma.

Se retorna una lista de ramos, donde por cada ramo se tiene:

- **Código:** El código del ramo.
- **Nombre:** El nombre del ramo.
- **Nombre_verboso:** El código más el nombre del ramo.

Por ejemplo:

```
{
  "ramos": [
    {
      "codigo": "CC1000",
      "nombre": "Herramientas Computacionales para Ingeniería y Ciencias",
      "nombre_verboso": "CC1000 - Herramientas Computacionales para Ingeniería y Ciencias"
    },
    {
      "codigo": "CC1002",
      "nombre": "Introducción a la Programación",
      "nombre_verboso": "CC1002 - Introducción a la Programación"
    },
    ...
  ]
}
```

3.7.3 Ingresos, egresos y titulaciones semestrales (método GET)

Este endpoint sirve para obtener los datos de la tabla "CarreraIngresoEgresoTituladoSemestral" (Fig. 6). La url para acceder a este endpoint es la siguiente: *'/indicadores/carrera/ingresos-egresos-titulaciones/semestral'*. Este endpoint permite filtrar la información por el siguiente criterio:

- **Semestres:** Los semestres a consultar (por ejemplo, 2015-1), separados por una coma.

Se retorna una lista con los datos consultados separados por semestre, donde por cada semestre se tiene:

- **Semestre:** El semestre en cuestión.
- **Ingresos_hombres:** Los alumnos de género masculino que ingresaron ese semestre.
- **Ingresos_mujeres:** Los alumnos de género femenino que ingresaron ese semestre.
- **Ingresos_otros:** Los alumnos que no reportan género y que ingresaron ese semestre.
- **Ingresos_totales:** El total de alumnos que ingresaron ese semestre.
- **Egresos_hombres:** Los alumnos de género masculino que egresaron ese semestre.
- **Egresos_mujeres:** Los alumnos de género femenino que egresaron ese semestre.
- **Egresos_otros:** Los alumnos que no reportan género y que egresaron ese semestre.
- **Egresos_totales:** El total de alumnos que egresaron ese semestre.
- **Titulaciones_hombres:** Los alumnos de género masculino que se titularon ese semestre.
- **Titulaciones_mujeres:** Los alumnos de género femenino que se titularon ese semestre.
- **Titulaciones_otros:** Los alumnos que no reportan género y que se titularon ese semestre.
- **Titulaciones_totales:** El total de alumnos que se titularon ese semestre.

Por ejemplo:

```
[
  {
    "semestre": "2015-1",
    "ingresos_hombres": 19,
    "ingresos_mujeres": 5,
    "ingresos_otros": 0,
    "ingresos_totales": 24,
    "egresos_hombres": 18,
    "egresos_mujeres": 3,
    "egresos_otros": 0,
    "egresos_totales": 21,
    "titulaciones_hombres": 18,
    "titulaciones_mujeres": 1,
    "titulaciones_otros": 0,
    "titulaciones_totales": 19
  },
  {
    "semestre": "2016-2",
    "ingresos_hombres": 34,
    "ingresos_mujeres": 3,
    "ingresos_otros": 0,
    ...
  },
  ...
]
```

3.7.4 Ingresos, egresos y titulaciones anuales (método GET)

Este endpoint sirve para obtener los datos de la tabla "CarreraIngresoEgresoTituladoAnual" (Fig. 6). La URL para acceder a este endpoint es la siguiente: *'/indicadores/carrera/ingresos-egresos-titulaciones/anual'*. Este endpoint permite filtrar la información por el siguiente criterio:

- **Ano:** Los años a consultar (por ejemplo, 2015) separados por una coma.

Se retorna una lista con los datos consultados, separados por año, donde por cada año se tiene:

- **Ano:** El año en cuestión.
- **Ingresos_hombres:** Los alumnos de género masculino que ingresaron ese año.
- **Ingresos_mujeres:** Los alumnos de género femenino que ingresaron ese año.
- **Ingresos_otros:** Los alumnos que no reportan género y que ingresaron ese año.
- **Ingresos_totales:** El total de alumnos que ingresaron ese año.
- **Egresos_hombres:** Los alumnos de género masculino que egresaron ese año.
- **Egresos_mujeres:** Los alumnos de género femenino que egresaron ese año.
- **Egresos_otros:** Los alumnos que no reportan género y que egresaron ese año.
- **Egresos_totales:** El total de alumnos que egresaron ese año.
- **Titulaciones_hombres:** Los alumnos de género masculino que se titularon ese año.
- **Titulaciones_mujeres:** Los alumnos de género femenino que se titularon ese año.
- **Titulaciones_otros:** Los alumnos que no reportan género y que se titularon ese año.
- **Titulaciones_totales:** El total de alumnos que se titularon ese año.

Por ejemplo:

```
[
  {
    "ano": "2015",
    "ingresos_hombres": 57,
    "ingresos_mujeres": 8,
    "ingresos_otros": 0,
    "ingresos_totales": 65,
    "egresos_hombres": 41,
    "egresos_mujeres": 6,
    "egresos_otros": 0,
    "egresos_totales": 47,
    "titulaciones_hombres": 30,
    "titulaciones_mujeres": 4,
    "titulaciones_otros": 0,
    "titulaciones_totales": 34
  },
  {
    "ano": "2016",
    "ingresos_hombres": 65,
    "ingresos_mujeres": 10,
    "ingresos_otros": 0,
    ...
  }
]
```

```
},  
...  
]
```

3.7.5 Cantidad de docencia semestral en ingeniería, por track (método GET)

Este endpoint sirve para obtener los datos de la tabla "IngenieriaCantidadDocenciaSemestral" (Fig 7). La URL para acceder a este endpoint es la siguiente: *'/indicadores/carrera/ingenieria/cantidad-docencia/semestral'*. Este endpoint permite filtrar la información por los siguientes criterios:

- **Track:** Los números de los tracks (indicados en la Sección 2.3.2) que se quieren consultar, separados por coma.
- **Semestres:** Los semestres a consultar (por ejemplo, 2015-1), separados por una coma.

Se retorna una lista con los datos consultados, separados por semestre y track, donde por cada semestre y track se tiene:

- **Semestre:** El semestre en cuestión.
- **Track:** El track en cuestión.
- **Track_verboso:** El nombre del track en cuestión.
- **Cursos_dictados:** La cantidad de cursos dictados durante ese semestre, que pertenecen a ese track.
- **Creditos_dictados:** La cantidad de créditos dictados durante ese semestre, que pertenecen a ese track.
- **Alumnos_cc:** La cantidad de alumnos pertenecientes a la carrera de Ingeniería Civil en Computación, que tomaron ramos pertenecientes a ese track durante ese semestre.
- **Alumnos_no_cc:** La cantidad de alumnos no pertenecientes a la carrera de Ingeniería Civil en Computación, que tomaron ramos pertenecientes a ese track durante ese semestre.
- **Inscripciones:** La cantidad de inscripciones de ramos pertenecientes a ese track durante ese semestre.
- **Profesores:** La cantidad de profesores que impartieron ramos pertenecientes a ese track durante ese semestre.
- **Auxiliares:** La cantidad de auxiliares que impartieron ramos pertenecientes a ese track durante ese semestre.
- **Ayudantes:** La cantidad de ayudantes que impartieron ramos pertenecientes a ese track durante ese semestre.

Por ejemplo:

```
[  
  {  
    "semestre": "2015-1",  
    "track": 1,  
    "track_verboso": "Plan común",  
    ...  
  }  
]
```

```

    },
    {
      "semestre": "2015-1",
      "track": 2,
      "track_verboso": "Especialidad",
      "cursos_dictados": 44,
      "creditos_dictados": 252,
      "alumnos_cc": 177,
      "alumnos_no_cc": 158,
      "inscripciones": 846,
      "profesores": 35,
      "auxiliares": 27,
      "ayudantes": 28
    },
    {
      "semestre": "2015-1",
      "track": 3,
      "track_verboso": "Práctica I",
      ...
    },
    {
      "semestre": "2015-1",
      "track": 4,
      "track_verboso": "Práctica II",
      ...
    },
    {
      "semestre": "2015-1",
      "track": 5,
      "track_verboso": "Práctica total",
      ...
    },
    {
      "semestre": "2015-1",
      "track": 6,
      "track_verboso": "Memoria E",
      ...
    },
    {
      "semestre": "2015-1",
      "track": 7,
      "track_verboso": "Memoria F",
      ...
    },
    {
      "semestre": "2015-1",
      "track": 8,
      "track_verboso": "Memoria Total",
      ...
    },
    {
      "semestre": "2015-2",
      "track": 1,
      "track_verboso": "Plan común",
      ...
    },
    },
    ...

```


]

3.7.6 Cantidad de docencia anual en ingeniería por track (método GET)

Este endpoint sirve para obtener los datos de la tabla "IngenieriaCantidadDocenciaAnual" (Fig 7). La url para acceder a este endpoint es la siguiente: *'/indicadores/carrera/ingenieria/cantidad-docencia/anual'*. Este endpoint permite filtrar la información por los siguientes criterios:

- **Track:** Los números de los tracks (mostrados en la Sección 2.3.2) que se quieren consultar, separados por coma.
- **Ano:** Los años a consultar (por ejemplo, 2015), separados por una coma.

Se retorna una lista con los datos consultados, separados por año y track, donde por cada año y track se tiene:

- **Ano:** El año en cuestión.
- **Track:** El track en cuestión.
- **Track_verboso:** El nombre del track en cuestión.
- **Cursos_dictados:** La cantidad de cursos dictados pertenecientes a ese track durante ese año.
- **Creditos_dictados:** La cantidad de créditos dictados pertenecientes a ese track durante ese año.
- **Alumnos_cc:** La cantidad de alumnos pertenecientes a la carrera de Ingeniería Civil en Computación, que tomaron ramos pertenecientes a ese track durante ese año.
- **Alumnos_no_cc:** La cantidad de alumnos no pertenecientes a la carrera de Ingeniería Civil en Computación, que tomaron ramos pertenecientes a ese track durante ese año.
- **Inscripciones:** La cantidad de inscripciones de ramos pertenecientes a ese track durante ese año.
- **Profesores:** La cantidad de profesores que impartieron ramos pertenecientes a ese track durante ese año.
- **Auxiliares:** La cantidad de auxiliares que impartieron ramos pertenecientes a ese track durante ese año.
- **Ayudantes:** La cantidad de ayudantes que impartieron ramos pertenecientes a ese track durante ese año.

Por ejemplo:

```
[
  {
    "ano": "2015",
    "track": 1,
    "track_verboso": "Plan común",
    ...
  },
  {
    "ano": "2015",
    "track": 2,
```

```

    "track_verboso": "Especialidad",
    "cursos_dictados": 88,
    "creditos_dictados": 498,
    "alumnos_cc": 225,
    "alumnos_no_cc": 309,
    "inscripciones": 1834,
    "profesores": 44,
    "auxiliares": 42,
    "ayudantes": 45
  },
  {
    "ano": "2015",
    "track": 3,
    "track_verboso": "Práctica I",
    ...
  },
  {
    "ano": "2015",
    "track": 4,
    "track_verboso": "Práctica II",
    ...
  },
  {
    "ano": "2015",
    "track": 5,
    "track_verboso": "Práctica total",
    ...
  },
  {
    "ano": "2015",
    "track": 6,
    "track_verboso": "Memoria E",
    ...
  },
  {
    "ano": "2015",
    "track": 7,
    "track_verboso": "Memoria F",
    ...
  },
  {
    "ano": "2015",
    "track": 8,
    "track_verboso": "Memoria Total",
    ...
  },
  {
    "ano": "2016",
    "track": 1,
    "track_verboso": "Plan común",
    ...
  },
  ...
]

```

3.7.7 Cantidad de docencia semestral por ramo (método GET)

Este endpoint sirve para obtener los datos de las tablas “RamoCantidadDocenciaSemestral” (Fig. 8) y “RamoInscripcionAlumnoSemestral” (Fig. 9). La URL para acceder a este endpoint es la siguiente: */indicadores/ramo/docencia-e-inscripciones/semestral*. Este endpoint permite filtrar la información por los siguientes criterios:

- **Ramo (requerido):** El código del ramo a consultar (por ejemplo, CC3001).
- **Semestres:** Los semestres a consultar (por ejemplo, 2015-1), separados por una coma.

Se retorna una lista con los datos separados por semestre, donde por cada semestre se tiene:

- **Semestre:** El semestre en cuestión.
- **Ramo:** Un diccionario que contiene:
 - **Código:** El código del ramo
 - **Nombre:** El nombre del ramo
- **Cantidad_docencia:** Un diccionario que contiene:
 - **Obligatorio:** Si el ramo es obligatorio o no.
 - **Cursos_dictados:** La cantidad de cursos dictados para ese ramo durante ese semestre.
 - **Creditos_dictados:** La cantidad de créditos dictados para ese ramo durante ese semestre.
 - **Inscripciones:** La cantidad de inscripciones para ese ramo durante ese semestre.
 - **Profesores:** La cantidad de profesores que impartieron ese ramo durante ese semestre.
 - **Auxiliares:** La cantidad de auxiliares que impartieron ese ramo durante ese semestre.
 - **Ayudantes:** La cantidad de ayudantes que impartieron ese ramo durante ese semestre
 - **Porcentaje_aprobacion:** El porcentaje de aprobación para ese ramo durante ese semestre.
 - **Promedio_nota_aprobacion:** El promedio de nota de aprobación para ese ramo durante ese semestre.
- **Inscripcion_alumno:** Un diccionario que contiene una lista con la cantidad de alumnos que inscribieron el ramo, mientras cursaban su semestre X en la facultad. Agrupa los datos resultantes por los siguientes criterios (en ese orden):
 - **Numero_semestre:** El número de semestre que cursaban en la facultad durante el semestre en cuestión.
 - **Alumnos:** Los alumnos que cursaban ese semestre.

Por ejemplo:

```
[
  {
    "semestre": "2015-1",
    "ramo": {
```

```

        "codigo": "CC3001",
        "nombre": "Algoritmos y Estructuras de Datos"
    },
    "cantidad_docencia": {
        "obligatorio": true,
        "cursos_dictados": 2,
        "creditos_dictados": 12,
        "inscripciones": 86,
        "profesores": 2,
        "auxiliares": 2,
        "ayudantes": 6,
        "porcentaje_aprobacion": "91.89",
        "promedio_nota_aprobacion": "5.5"
    },
    "inscripcion_alumno": [
        {
            "numero_semestre": 1,
            "alumnos": 0
        },
        {
            "numero_semestre": 2,
            "alumnos": 0
        },
        ...
    ]
},
{
    "semestre": "2015-2",
    "ramo": {
        "codigo": "CC3001",
        "nombre": "Algoritmos y Estructuras de Datos"
    },
    "cantidad_docencia": {
        ...
    },
    "inscripcion_alumno": [
        ...
    ]
}
]

```

3.7.8 Cantidad de docencia anual por ramo (método GET)

Este endpoint sirve para obtener los datos de las tablas “RamoCantidadDocenciaAnual” (Fig. 8) y “RamoInscripcionAlumnoAnual” (Fig. 9). La url para acceder a este endpoint es la siguiente: */indicadores/ramo/docencia-e-inscripciones/anual*. Este endpoint permite filtrar la información por los siguientes criterios:

- **Ramo (requerido):** El código del ramo a consultar (por ejemplo, CC3001).
- **Ano:** Los años a consultar (por ejemplo, 2015), separados por una coma.

Se retorna una lista con los datos separados por año, donde por cada año se tiene:

- **Ano:** El año en cuestión.

- **Ramo:** Un diccionario que contiene:
 - **Código:** El código del ramo
 - **Nombre:** El nombre del ramo
- **Cantidad_docencia:** Un diccionario que contiene:
 - **Obligatorio:** Si el ramo es obligatorio o no.
 - **Cursos_dictados:** La cantidad de cursos dictados para ese ramo durante ese año.
 - **Creditos_dictados:** La cantidad de créditos dictados para ese ramo durante ese año.
 - **Inscripciones:** La cantidad de inscripciones para ese ramo durante ese año.
 - **Profesores:** La cantidad de profesores que impartieron ese ramo durante ese año.
 - **Auxiliares:** La cantidad de auxiliares que impartieron ese ramo durante ese año.
 - **Ayudantes:** La cantidad de ayudantes que impartieron ese ramo durante ese año.
 - **Porcentaje_aprobacion:** El porcentaje de aprobación para ese ramo durante ese año.
 - **Promedio_nota_aprobacion:** El promedio de nota de aprobación para ese ramo durante ese año.
- **Inscripcion_alumno:** Un diccionario que contiene una lista con la cantidad de alumnos que inscribieron el ramo, mientras cursaban su semestre X en la facultad. Agrupa los resultados por los siguientes criterios (en ese orden):
 - **Numero_semestre:** El número de semestre que cursaban en la facultad durante el año en cuestión.
 - **Alumnos:** Los alumnos que cursaban ese semestre.

Por ejemplo:

```
[
  {
    "ano": "2015",
    "ramo": {
      "codigo": "CC3001",
      "nombre": "Algoritmos y Estructuras de Datos"
    },
    "cantidad_docencia": {
      "obligatorio": true,
      "cursos_dictados": 4,
      "creditos_dictados": 24,
      "inscripciones": 180,
      "profesores": 4,
      "auxiliares": 4,
      "ayudantes": 10,
      "porcentaje_aprobacion": "86.25",
      "promedio_nota_aprobacion": "5.5"
    },
    "inscripcion_alumno": [
      {
        "numero_semestre": 1,
        "alumnos": 1
      }
    ]
  }
]
```

```
        {
            "numero_semestre": 2,
            "alumnos": 4
        },
        ...
    ]
},
{
    "ano": "2016",
    "ramo": {
        "codigo": "CC3001",
        "nombre": "Algoritmos y Estructuras de Datos"
    },
    "cantidad_docencia": {
        ...
    },
    "inscripcion_alumno": [
        ...
    ]
}
]
```

Capítulo 4: Implementación de la Solución

En este capítulo se muestra el mapa de navegación del sitio Web y las principales interfaces del mismo.

4.1 Mapa de Navegación

El mapa de navegación es jerárquico (Figura 11). Primero se tiene el Login (nivel 1), donde al ingresar los datos de usuario estos se validan, y si son válidos entonces se llega al home (nivel 2). Desde ahí se puede ingresar a cualquier dashboard (nivel 3), según los cuatro tracks definidos. Cabe destacar que todos los dashboards son accesibles desde cualquier vista representada en el nivel 3.

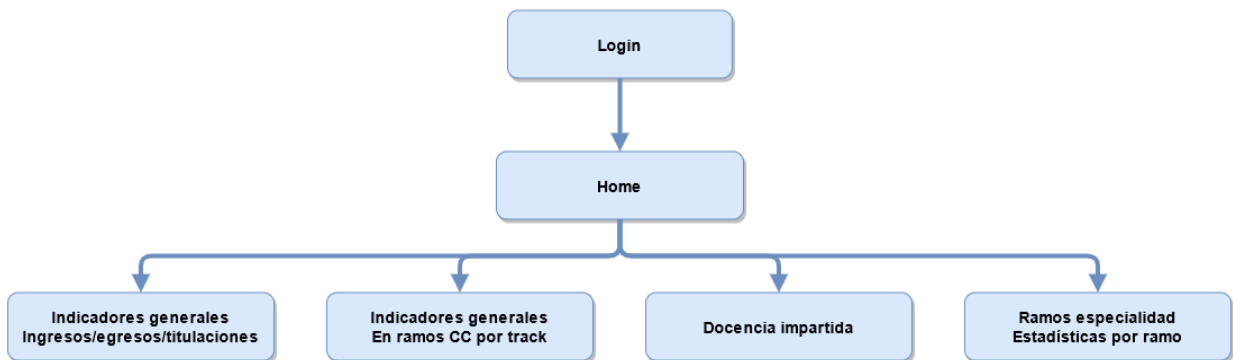


Figura 11. Mapa de navegación de la aplicación Web.

4.2 Principales Interfaces del Sistema

A continuación, se muestran y explican las principales interfaces del sistema, partiendo por la ventana de login.

4.2.1 Login

Como cualquier ventana de login, ésta muestra una vista donde se ingresan los datos del usuario para poder autenticarse (Fig. 12), y luego ingresar a la plataforma.



Figura 12. Pantalla de Login.

4.2.2 Vista Home

La Figura 13 muestra el landing page al que llega el usuario luego de autenticarse. El nombre del usuario logueado se muestra en la interfaz arriba a la derecha.

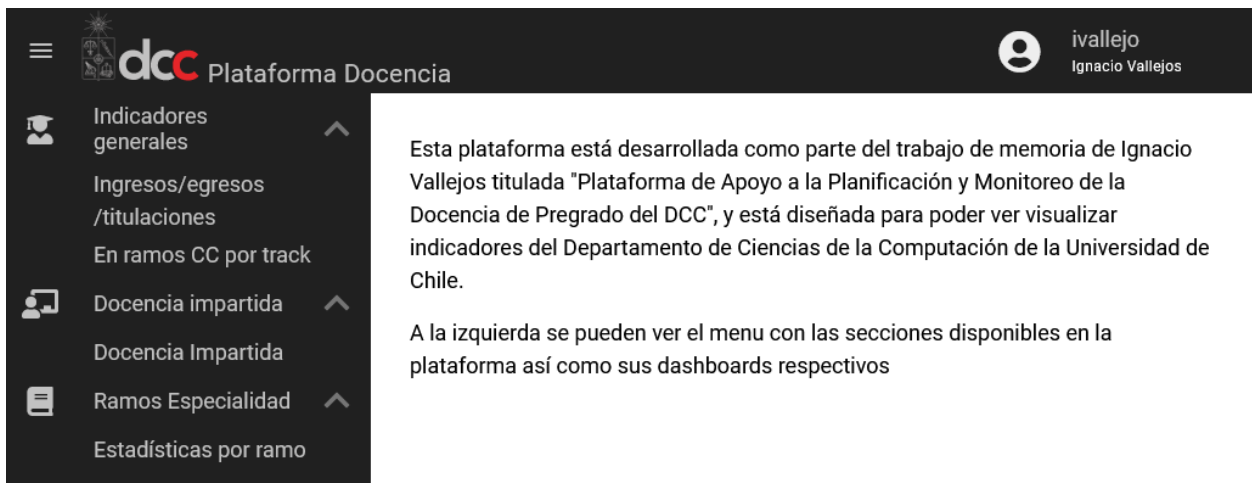


Figura 13. Vista principal del sistema.

En el lado izquierdo, el sistema muestra las opciones de menú para acceder a los diferentes dashboards que ofrece el sistema. Estos indicadores se agrupan en tres categorías; cada una incluye uno o más dashboards. A continuación, se presentan estos dashboards por categoría.

4.2.3 Indicadores Generales

En este dashboard (Figura 14) se muestran los ingresos, egresos y titulaciones de la carrera de Ingeniería Civil en Computación. Esto corresponde a los indicadores definidos en la Sección 2.3.1. El dashboard se compone de los siguientes cuatro gráficos:

1. Ingresos, egresos y titulaciones totales (arriba a la izquierda)
2. Ingresos por género (arriba a la derecha)
3. Egresos por género (abajo a la izquierda)
4. Titulaciones por género (abajo a la derecha)

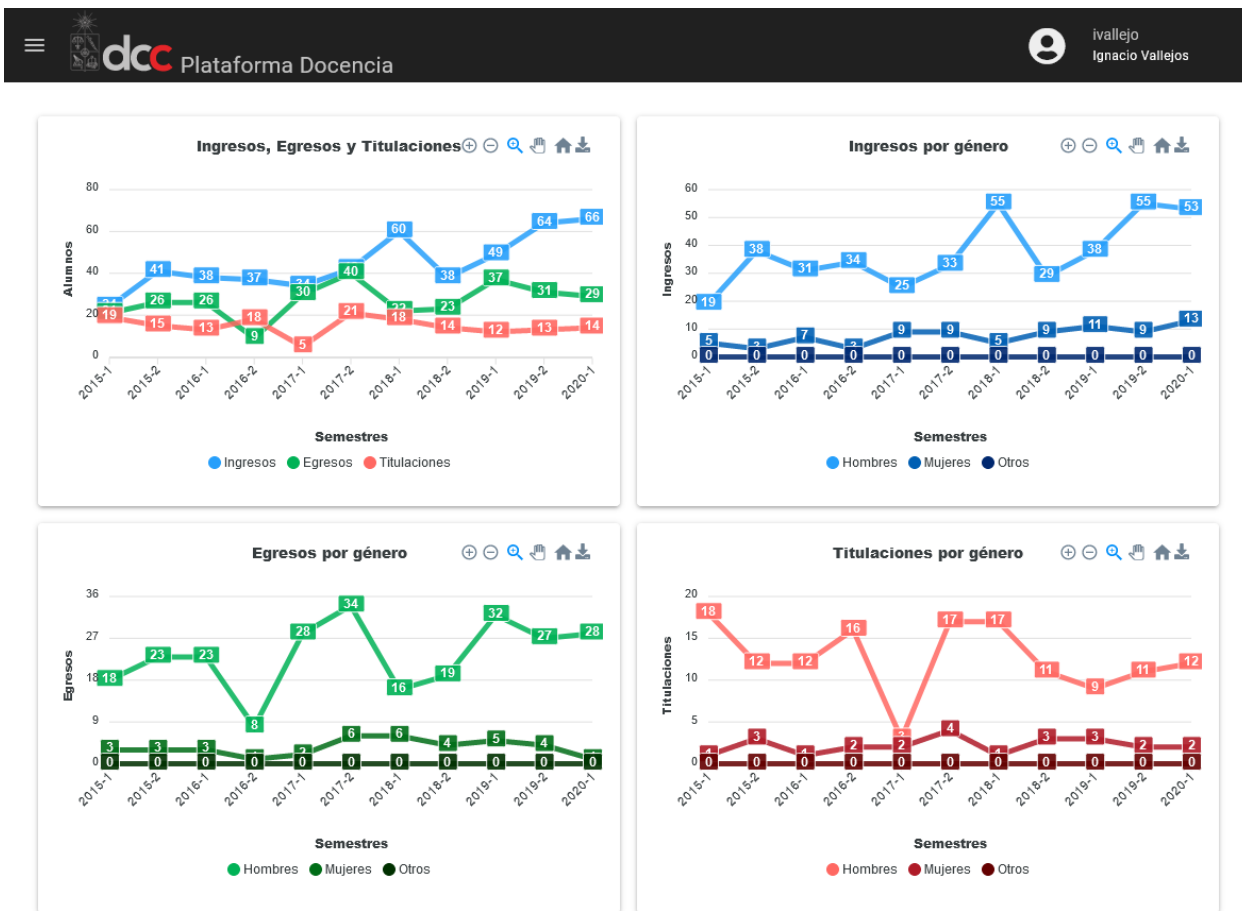


Figura 14. Dashboard de ingresos, egresos y titulaciones por semestre.

A modo de ejemplo, y para ilustrar la utilidad de los gráficos, se puede mencionar que en el primero de ellos (arriba a la izquierda) se puede ver que hay una tendencia al alza de ingresantes a la carrera. Además, se puede ver que los egresos y las titulaciones se han mantenido relativamente estables. Esto significa que la brecha entre los ingresantes a la carrera y los titulados está aumentando. Si bien este es un problema frecuente en casi todos los programas de pre y postgrado, también es un aspecto que se revisa con mucha atención en los procesos de acreditación de las carreras, por lo tanto, es bueno saber que existe, y de qué tamaño es esa brecha para poder tomar medidas paliativas al respecto.

Como parte de los indicadores generales también se calcula y muestra el número de alumnos semestrales por track, según lo definido en la Sección 2.3.2, que corresponde a lo siguiente (Figura 15):

1. Total de alumnos de plan común que tomaron ramos con código CC en un determinado semestre (arriba a la izquierda).
2. Total de alumnos de especialidad que tomaron ramos con código CC en un determinado semestre (arriba a la derecha).
3. Total de alumnos que inscribieron sus prácticas profesionales en un determinado semestre (abajo a la izquierda).
4. Total de alumnos realizando su memoria en un determinado semestre (abajo a la derecha).

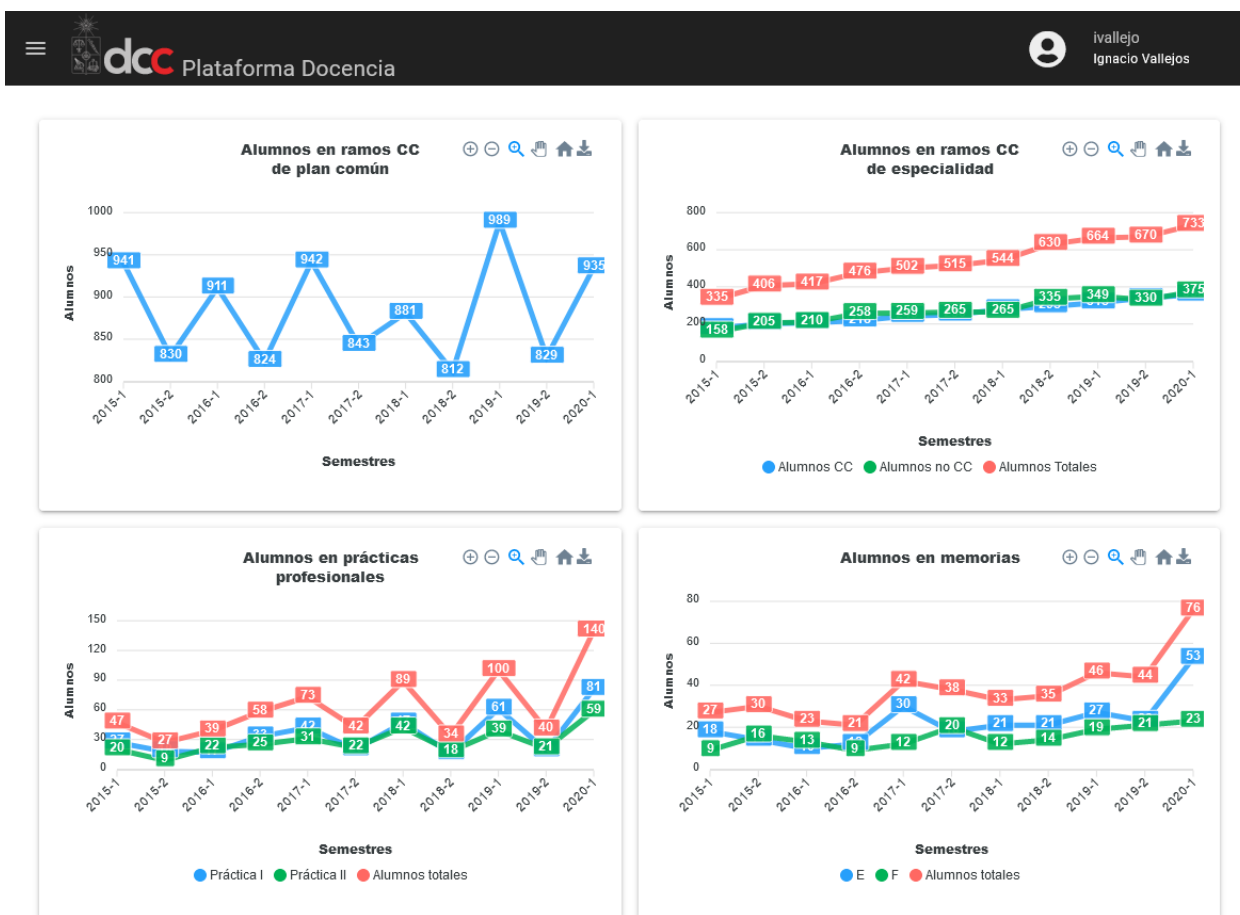


Figura 15. Dashboard de alumnos en ramos CC, desglosados por track.

Los gráficos correspondientes a estos indicadores se muestran en la Figura 15. A modo de ejemplo de la utilidad de estos gráficos, respecto a los alumnos memoristas (gráfico abajo a la derecha), se puede ver los alumnos que realizan el segundo curso de titulación (rotulado como “F”) son considerablemente menos de los que toman el primer curso (rotulado como “E”). Esto muestra una especie de cuello de botella en los cursos de titulación.

4.2.4 Docencia Impartida

En la categoría “docencia impartida” el sistema muestra la cantidad de cursos y créditos impartidos para los tracks de plan común, y especialidad definidos, según lo definido en la Sección 2.3.2. Allí la interfaz de usuario muestra cuatro gráficos (Figura 16):

1. Cursos dictados en ramos CC de plan común (arriba a la izquierda); en realidad siempre se computa la cantidad de curso-sección, tal como se indicó en la Sección 1.1.
2. Cursos dictados en ramos CC de especialidad (arriba a la derecha).
3. Créditos dictados en ramos CC de plan común (abajo a la izquierda).
4. Créditos dictados en ramos CC de especialidad (abajo a la derecha).

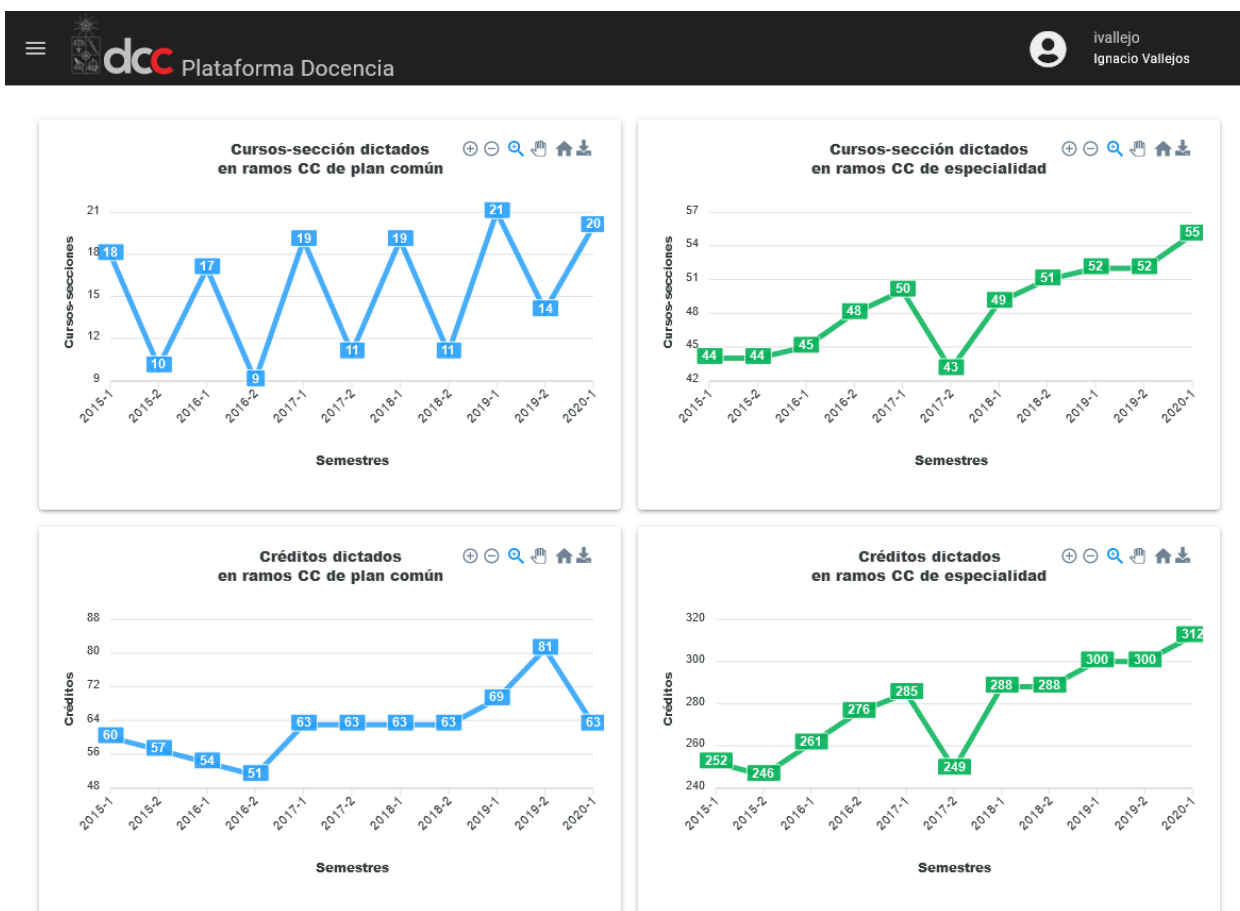


Figura 16. Dashboard de docencia impartida.

4.2.5 Ramos Especialidad

Respecto a la categoría “estadísticas por ramo”, el dashboard muestra un selector de ramos, el cual sirve para buscar un ramo particular entre los ramos de la carrera. Allí el sistema muestra los indicadores calculados según lo definido en la Sección 2.3.3, los cuales corresponden a cinco gráficos y una tabla (Figuras 17 y 18).

1. Cantidad de alumnos en el ramo (Figura 17, arriba a la izquierda).
2. Tasa de aprobación de alumnos del ramo (Figura 17, arriba a la derecha).
3. Promedio de notas de aprobación (Figura 17, abajo a la izquierda).
4. Cantidad de secciones dictadas (Figura 17, abajo a la derecha).
5. Cantidad de docentes participando del dictado del ramo (Figura 18, arriba a la izquierda).
6. Semestre en el que los alumnos toman el ramo (tabla) (Figura 18).

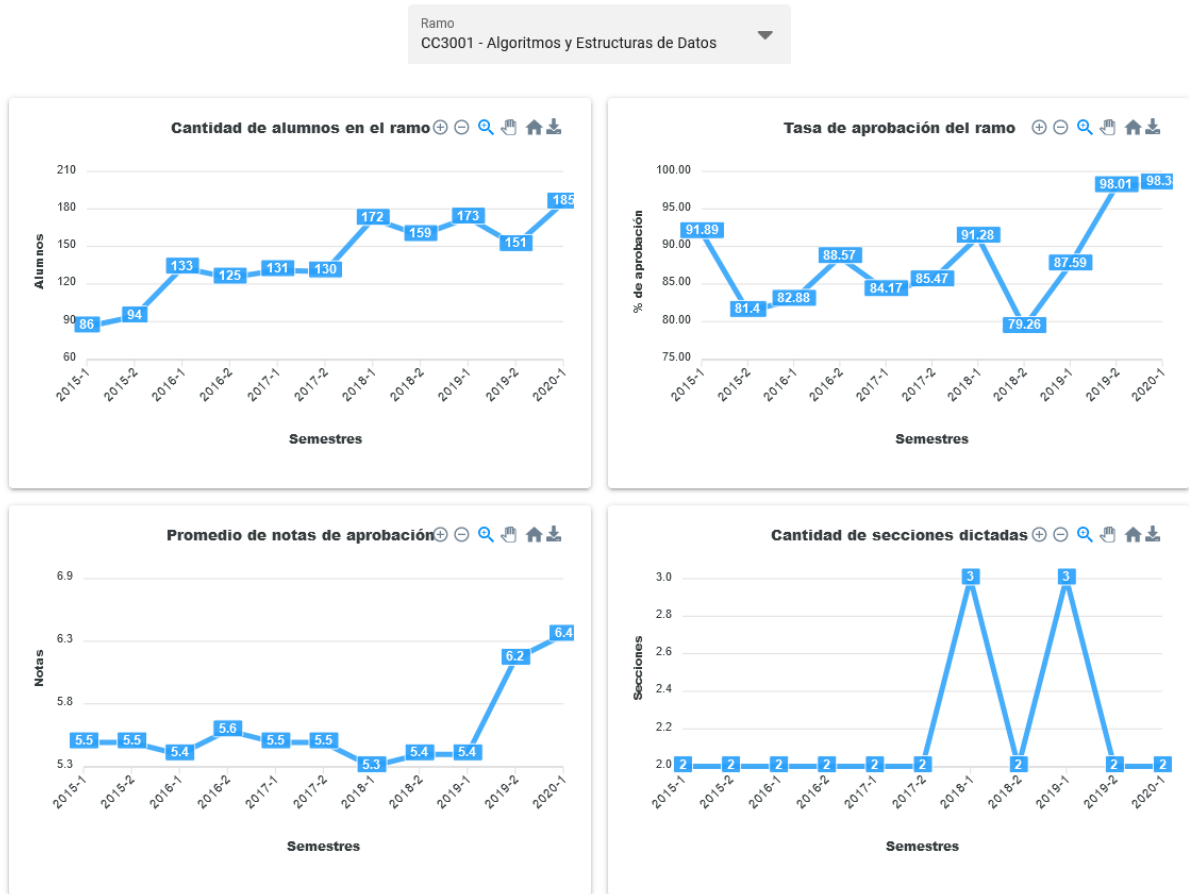
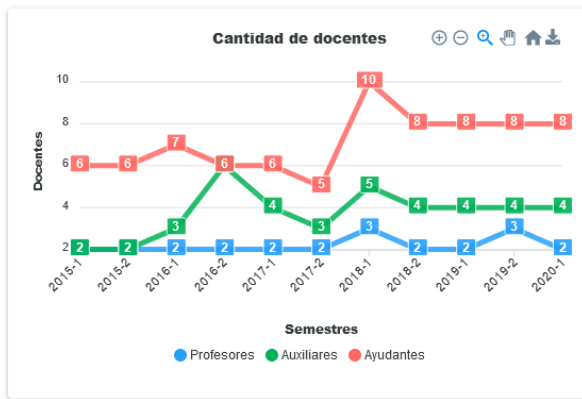


Figura 17. Indicadores por ramo, para ramos de especialidad (parte 1).



Semestre toma ramo	2015-1	2015-2	2016-1	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	promedio
Semestre 1	-	1.1%	2.3%	-	0.8%	-	0.6%	-	0.6%	-	-	0.5%
Semestre 2	-	4.3%	-	4%	-	3.1%	0.6%	1.9%	-	0.7%	-	1.3%
Semestre 3	11.8%	-	25.6%	-	26%	-	15.4%	-	14.7%	-	1.9%	8.7%
Semestre 4	-	33%	-	23.4%	-	27.7%	-	26.4%	0.6%	24%	-	12.3%
Semestre 5	43.5%	-	36.1%	-	35.9%	-	43.8%	0.6%	38.2%	-	51.3%	22.7%

Records per page: 5 1-5 of 17

Figura 18. Indicadores por ramo, para ramos de especialidad (parte 2).

4.3 Capacidades Embebidas en las Visualizaciones

Los gráficos que se muestran en las distintas categorías del dashboard tienen un conjunto de servicios comunes, los cuales sirven para manipular las visualizaciones y descargar los datos allí mostrados. Estos servicios se muestran en la parte superior derecha de cada gráfico, y son los siguientes:

- Capacidad de hacer zoom-in y zoom-out para ver rangos acotados de datos.
- Capacidad para moverse dentro de los gráficos, al hacer zoom por medio de una mano.
- Capacidad para descargar los gráficos en formatos PNG, SVG y CSV.

4.4 Evolución del Sistema

Tal como se mencionó antes, este sistema se estructuró pensando en que iba a crecer a futuro. Debido a eso se construyó un backend y un frontend. En esta sección se indica cómo agregar nuevos indicadores al sistema, considerando estas dos partes del sistema.

4.4.1 Intervención del Backend

El backend se encarga del manejo, cálculo y consulta de datos. Por lo tanto, para agregar un nuevo indicador al sistema se debe intervenir el backend, y para ello se deben seguir los siguientes pasos:

1. Se crea una nueva tabla o modelo (Models en la Fig. 5). Esto se hace en ``indicadores\models.py``.
2. Se ejecutan las migraciones de Django¹⁰ para generar la tabla definida en el punto 1 en la base de datos. Esto se hace en la consola de Django.
3. Se crea un Serializer¹¹ para el modelo creado en el punto 1. El serializer se encarga de convertir la data extraída de los modelos, en este caso, a un formato JSON. Esto se hace en ``indicadores\serializers.py``.
4. Se crea un FilterSet¹² en caso de necesitar uno nuevo. El FilterSet se encarga de procesar los parámetros que se agregan a la llamada a la API, y luego los utiliza para filtrar la información de la base de datos. Esto se hace en ``indicadores\filterclass.py``.
5. Se crea la vista (Views en la Fig. 5). Ésta se encarga de obtener los datos de la base de datos, serializarlos y enviarlos al usuario que los pide. Aquí es donde se utiliza el serializer y el FilterSet creados en el punto 3 y 4. Esto se hace en ``indicadores\views.py``.
6. Se asocia la vista (creada en el punto 5) con una ruta. Esto se hace en el archivo ``indicadores.urls.py``.
7. Finalmente, se crea un script para el cálculo del indicador, el cual se hace por medio de un comando de Django¹³. Para ello se crea un archivo en la carpeta ``indicadores\management\commands\``.

Estos pasos son los que siempre se siguen para crear tablas y consultarlas utilizando el framework Django¹⁴, junto con su librería Django REST framework¹⁵. Particularmente, el paso 4 fue agregado debido al uso de la librería `django-filter`¹⁶, y el paso 7 fue agregado para el llenado de la tabla del indicador. La versión actual del sistema está configurada para que (por defecto) el usuario que hace una request a la API, tenga que estar logueado al sistema.

4.4.2 Intervención del Frontend

El frontend se encarga de procesar y mostrar los datos consultados a la API, esto lo hace por medio de Dashboards¹⁷. Para agregar un dashboard nuevo se tienen que seguir los siguientes pasos:

¹⁰ <https://docs.djangoproject.com/en/3.1/topics/migrations/>

¹¹ <https://www.django-rest-framework.org/api-guide/serializers/>

¹² <https://django-filter.readthedocs.io/en/stable/guide/usage.html#declaring-filters>

¹³ <https://docs.djangoproject.com/en/3.1/howto/custom-management-commands/>

¹⁴ <https://www.djangoproject.com/>

¹⁵ <https://www.django-rest-framework.org/>

¹⁶ <https://django-filter.readthedocs.io/en/stable/index.html>

¹⁷ [https://en.wikipedia.org/wiki/Dashboard_\(business\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Dashboard_(business))

1. Se crea un archivo para la vista (page) dentro de la carpeta `src/pages`. Dentro de este archivo es donde se hace el llamado a la API correspondiente, y se procesa la respuesta para generar los datos necesarios, que luego serán pasados como parámetro al componente que genera los gráficos `LineChart`. En este archivo se crea el layout que se desea para mostrar los gráficos.
2. Se asocia un path al archivo creado en el punto 1. Esto se hace en el archivo `src/router/routes.js`.
3. Se agrega el dashboard al layout de la plataforma. Esto se hace en el archivo `src/layouts/MainLayout.vue`.

Cabe destacar que se implementó el componente `LineChart`, el cual se encarga de generar los gráficos. Esto se hace por medio de la librería `Vue-ApexCharts`¹⁸, la cual es un wrapper para la librería `ApexCharts`¹⁹. Este componente genera un gráfico de líneas, pero en caso de necesitar otro tipo de gráfico, se pueden agregar nuevos componentes a la carpeta `src/components`. La documentación de Quasar se encuentra disponible en su sitio Web, donde también se explica cómo utilizarlo para poder desarrollar en él²⁰.

¹⁸ <https://apexcharts.com/docs/vue-charts/>

¹⁹ <https://apexcharts.com/>

²⁰ <https://quasar.dev/start/how-to-use-vue>

Capítulo 5: Evaluación de la Solución

En este capítulo se describen las evaluaciones hechas al sistema para determinar la correctitud de los datos reportados, así como su utilidad para los jefes docentes.

5.1 Evaluación de la correctitud de los datos

Para determinar la correctitud de los datos, se compararon los valores de algunos indicadores reportados por la plataforma, contra la información que entrega UCampus a través de su página Web (disponible sólo para funcionarios del área de docencia). En esta comparación se consideró sólo hasta el semestre otoño 2020 (desde el 2015), pues al momento de realizar esta evaluación la información del semestre primavera 2020 estaba incompleta. A continuación, se muestran algunas de las comparaciones realizadas y los resultados obtenidos.

5.1.1 Cantidad de cursos-sección y créditos dictados en cursos CC de plan común

A continuación se comparan dos tablas; en la Tabla 1 se pueden ver los datos extraídos de UCampus, mientras que en la Tabla 2 se aprecian los datos obtenidos por el sistema para estos indicadores. Los resultados son idénticos; se muestra en verde las coincidencias y en rojo las (eventuales) discrepancias.

Tabla 1. Datos de cursos-sección y créditos dictados en ramos CC de plan común (UCampus).

Indicador	2015 Otoño	2015 Primavera	2016 Otoño	2016 Primavera	2017 Otoño	2017 Primavera	2018 Otoño	2018 Primavera	2019 Otoño	2019 Primavera	2020 Otoño
Cursos-Sección	18	10	17	9	19	11	19	11	21	14	20
Créditos	60	57	54	51	63	63	63	63	69	81	63

Tabla 2. Datos de cursos-sección y créditos dictados en ramos CC de plan común (sistema).

Indicador	2015 Otoño	2015 Primavera	2016 Otoño	2016 Primavera	2017 Otoño	2017 Primavera	2018 Otoño	2018 Primavera	2019 Otoño	2019 Primavera	2020 Otoño
Cursos-Sección	18	10	17	9	19	11	19	11	21	14	20
Créditos	60	57	54	51	63	63	63	63	69	81	63

5.1.2 Cantidad de ingresos a la carrera de ingeniería

En las Tablas 3 y 4 se pueden ver los datos respecto a la cantidad de alumnos que ingresan a la carrera, tal como se presentaron los indicadores en la sección anterior. En la Tabla 3 están los datos que informa UCampus a través de su portal Web, y en la Tabla 4 se aprecian los datos obtenidos por el sistema para este indicador. Los resultados idénticos se muestran en la tabla inferior con verde y las discrepancias con rojo.

Tabla 3. Datos de ingresos a la carrera de ingeniería por género (UCampus).

Género	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Hombres	66	40	62	58	54	58	66	67	83	95
Mujeres	4	9	7	8	6	8	11	22	14	21
Sin Información	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1
Total	70	49	69	66	60	66	77	91	99	117

Tabla 4. Datos de ingresos a la carrera de ingeniería por género (sistema).

Género	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Hombres	66	39	61	56	53	57	65	69	84	93
Mujeres	4	9	7	8	6	8	10	22	14	20
Sin Información	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	70	48	68	64	59	65	75	91	98	113

Se aprecian pequeñas discordancias, las cuales no pudieron ser resueltas porque no se tiene acceso al algoritmo que usa UCampus para determinar los ingresos de alumnos a una carrera. Por ejemplo, hay estudiantes de programas de co-tutela, y también hay estudiantes de intercambio que no está claro cómo son computados por UCampus. Debido a que UCampus no provee esta información a través de su API, es imposible saber cuáles alumnos son de co-tutela o de intercambio, como para que el sistema aquí reportado pueda darles un tratamiento diferenciado a esos casos. Por lo tanto, se asume que, debido a esos casos particulares, se generan las discrepancias mostradas en la Tabla 4.

5.1.3 Porcentaje de aprobación en ramos de especialidad

Respecto al porcentaje de aprobación de alumnos en ramos de especialidad, los resultados son idénticos en la amplia mayoría de los casos. Las Tablas 5 y 6 muestran un extracto de ellos.

Tabla 5. Porcentaje de aprobación de alumnos en ramos de especialidad (UCampus).

Ramo	2016 Otoño	2016 Primavera	2017 Otoño	2017 Primavera	2018 Otoño	2018 Primavera	2019 Otoño	2019 Primavera	2020 Otoño
CC3002 Metodologías de Diseño y Programación	72.3%	81.6%	71.7%	81.4%	73.1%	86.1%	72.2%	89.2%	88.7%
CC3101 Matemáticas Discretas para la Computación	74.7%	82.4%	66.2%	65.8%	56.3%	81.2%	88.2%	96.6%	96.7%
CC3102 Teoría de la Computación	78.6%	75.5%	87.3%	87.5%	85.1%	87.5%	76.7%	92.9%	97.1%
CC4101 Lenguajes de Programación	77.5%	71.1%	87.5%	82.1%	73.1%	79.1%	73.5%	98.5%	80.4%
CC4102 Diseño y Análisis de Algoritmos	71.4%	64.6%	65.6%	88.5%	82.6%	72.7%	79.6%	97.4%	100.0%
CC6908 Introducción al Trabajo de Título	80.0%	50.0%	66.7%	83.3%	63.6%	81.0%	81.5%	73.9%	90.6%

Tabla 6. Porcentaje de aprobación de alumnos en ramos de especialidad (sistema).

Ramo	2016 Otoño	2016 Primavera	2017 Otoño	2017 Primavera	2018 Otoño	2018 Primavera	2019 Otoño	2019 Primavera	2020 Otoño
CC3002 Metodologías de Diseño y Programación	72.3%	81.6%	71.7%	80.3%	73.1%	86.1%	72.2%	89.3%	88.7%
CC3101 Matemáticas Discretas para la Computación	73.7%	82.4%	66.2%	65.8%	57.0%	81.2%	88.2%	96.6%	96.7%
CC3102 Teoría de la Computación	78.6%	75.5%	87.3%	87.5%	85.1%	87.5%	76.7%	92.9%	97.1%
CC4101 Lenguajes de Programación	77.5%	71.1%	87.5%	82.1%	73.1%	79.1%	73.5%	98.5%	80.4%
CC4102 Diseño y Análisis de Algoritmos	71.4%	64.6%	65.6%	88.5%	82.6%	72.7%	79.6%	97.4%	100.0%
CC6908 Introducción al Trabajo de Título	80.0%	50.0%	70.0%	83.3%	66.7%	81.0%	85.2%	73.9%	90.6%

Respecto a las discrepancias en el porcentaje de aprobación, se puede ver que (excepto en un caso) los porcentajes de aprobación reportados por el sistema son (levemente) mayores que los que establece UCampus. Esto puede deberse a que la cantidad de alumnos que entra en el cómputo para determinar el indicador es distinta en un sistema y en otro. Por ejemplo, no está claro en qué momento UCampus realiza este cómputo, aunque sí sabemos que lo hace en forma batch. Tampoco se sabe cómo dicha plataforma considera a los alumnos que, una vez cerrado el semestre, continúan con calificación pendiente. Estas situaciones son probablemente la fuente de las discrepancias, pero para estar seguros se requiere realizar un trabajo conjunto con UCampus, lo cual es parte del trabajo a futuro a abordar.

5.2 Evaluación de la utilidad de la plataforma

Para complementar la evaluación anterior, se realizó una evaluación basada en expertos, para determinar la utilidad de la información entregada por la herramienta. Para dicha evaluación se convocó a tres académicos del DCC, quienes habían sido jefes docentes antes que el jefe actual, los cuales actuaron como evaluadores. Con cada uno de ellos se llevó a cabo una reunión individual, donde se explicó en qué consistía el trabajo de memoria, se mostró la plataforma desarrollada y la información que ésta entrega como apoyo a la gestión docente.

Los académicos revisaron cada gráfico de cada categoría, y tuvieron la chance de preguntar sobre situaciones que se percibían a partir de los datos que mostraban los gráficos; por ejemplo, el aumento sostenido de estudiantes que ingresan al DCC, y también de estudiantes de otros departamentos que toman cursos con código CC.

Después de la etapa de preguntas, se les pidió a los académicos que calificaran la “facilidad de uso percibida” y la “utilidad percibida” respecto del sistema, asumiendo para estas variables la semántica dada por el modelo TAM (Technology Adoption Model) [6]. Para ello, los evaluadores usaron una escala entre 1.0 y 7.0 para calificar ambas dimensiones, donde 4.0 es lo mínimo aceptable, de forma similar a como se califica en los cursos que ellos dictan.

Para el ítem “facilidad de uso percibida”, se obtuvieron las siguientes notas: 7.0, 6.0 y 7.0, que da un promedio de 6.7. Para el caso de la “utilidad percibida”, se obtuvieron las siguientes notas: 7.0, 6.0, 7.0, dando un promedio de 6.7. El evaluador que calificó con 6.0 a la herramienta en ambos casos, indicó que la penalización se debía a que el sistema no indicaba razones por las cuales podría darse una cierta situación o problema docente. Aunque eso es correcto, ese requisito está fuera del alcance de esta primera versión de la herramienta.

Cabe destacar que se midió “facilidad de uso y utilidad percibida” en lugar de la “usabilidad y utilidad real” puesto que, por un tema de tiempos, no fue posible que los evaluadores pudieran usar la herramienta de forma autónoma para responder incógnitas asociadas a diversas situaciones que aparecen en la docencia. Este tipo de evaluación está pendiente, y es parte del trabajo a futuro que ya se tiene planificado abordar.

Tanto al finalizar la reunión, como durante las reuniones, los evaluadores emitieron muy buenos comentarios sobre la plataforma, así como sobre la utilidad que ésta hubiera tenido para ellos cuando realizaron la labor de Jefe Docente del DCC. Estas personas también entregaron comentarios menores respecto a las visualizaciones, los cuales ya fueron incluidos en el sistema y en este documento.

Capítulo 6: Conclusiones y Trabajo a Futuro

Este trabajo de memoria se enfocó en desarrollar un sistema que permite utilizar el repositorio de información de docencia del DCC, como entrada para realizar el cálculo y posterior visualización de indicadores para el área de pregrado. La necesidad de desarrollar este sistema surge a partir del gran esfuerzo manual que se requería (y en parte aún se sigue necesitando) para poder monitorear la cantidad y calidad de la docencia de pregrado impartida por el Departamento. Las limitaciones para realizar esta labor surgen de la poca información que entrega el portal Web de UCampus, para realizar el monitoreo de la docencia de un Departamento.

Para tratar de mitigar esta limitación, en una memoria anterior a ésta se implementó un repositorio de información de docencia que extrae datos de UCampus por medio de su API (reportado en [1]). Si bien ese trabajo mejoró el acceso a los datos de docencia del Departamento, pues ahora toda la información (o la mayoría de ella) está almacenada en servidores del DCC, no es suficiente para mitigar las necesidades del personal del área docente. Esto ocurre particularmente porque no se contaba con una plataforma en la que se pudieran visualizar estos datos, ni calcular indicadores o hacer consultas ad hoc sobre los datos.

Como un segundo paso en la resolución del problema planteado, se extendió el sistema anterior para permitirle calcular indicadores a partir de la data existente, y así permitir monitorear la docencia de pregrado del DCC. Además, se creó un sistema de usuarios para poder proteger esta data de accesos no autorizados y finalmente, se implementó una plataforma Web que hace uso de la API creada y muestra los datos a través de dashboards.

Para poder realizar esta tarea, primero se tuvo que revisar qué es lo que se necesitaba poder ver con mayor urgencia como indicadores de docencia, y también se analizó la base de datos de docencia implementada en [1]. Una vez hecho esto, se procedió a definir los requisitos que debía abordar el sistema, y se estableció una lista corta de indicadores, los cuales eran prioritarios y además representaban una cantidad razonable como para implementar en el tiempo disponible. Luego de definir el algoritmo de cálculo para cada uno de estos, se prosiguió con la implementación de la API.

Una vez lista la implementación de la API, se definió el layout que se iba a tener en la plataforma Web, en conjunto con el actual jefe docente. Finalmente, se implementó la plataforma Web y se juntó con la API, obteniéndose así el sistema mostrado en este documento.

El sistema obtenido fue inicialmente validado en términos de la correctitud de la información que entrega. Para ello, se contrastó la información del sistema, contra aquella provista por UCampus a través de su portal Web. La coincidencia en los datos es muy alta, y en el caso de las discordancias, éstas son muy poco frecuentes y pequeñas en

términos de las diferencias de valores que reportan. Para clarificar estas diferencias se requiere realizar un trabajo de análisis en conjunto con el Centro UCampus.

Por otra parte, y de forma complementaria a la evaluación anterior, se evaluó la “facilidad de uso percibida” y la “utilidad percibida”. En dicha evaluación participaron los tres jefes docentes anteriores al actual, quienes determinaron que, desde su percepción respecto a la herramienta, ésta sería altamente usable y útil (calificada con 6,7 sobre 7,0).

En lo que respecta al trabajo futuro, en primer lugar, está el profundizar en la evaluación del sistema actual, para determinar más exactamente sus límites. En segundo lugar, está extender la plataforma, y para ello hay varias líneas de trabajo; por ejemplo, agregar más indicadores que ayuden al monitoreo y gestión de la docencia. También se tiene que mejorar el sistema de usuarios para poder manejar grupos, que tengan permisos para acceder a las distintas views implementadas y a las futuras.

En lo que respecta al frontend del sistema, hubo algunas cosas que no se alcanzaron a implementar por temas de tiempo, por ejemplo, un switch que permitiera pasar las vistas de semestres a años, y viceversa. También se dejó como trabajo a futuro la implementación de un componente que permita ingresar los rangos de tiempo por los que se desea buscar (ventana de tiempo observada).

Bibliografía

- [1] Caracci, Nicolás. *Sistema de Alimentación de Información Docente para el DCC. Memoria de Ingeniería Civil en Computación. Departamento de Ciencias de la Computación, FCFM, Universidad de Chile. 2020.*
- [2] Amazon. *What is a data lake? Disponible en:*
<https://aws.amazon.com/es/big-data/datalakes-and-analytics/what-is-a-data-lake/>.
Última visita: Mayo de 2021.
- [3] Talend. *What is a Data Lake? Disponible en:*
<https://www.talend.com/resources/what-is-data-lake/>. *Última visita: Mayo de 2021.*
- [4] Wikipedia. *Model–view–controller Disponible en:*
<https://en.wikipedia.org/wiki/Model-view-controller>. *Última visita: Mayo de 2021.*
- [5] Data Flair. *Django Architecture Disponible en:*
<https://data-flair.training/blogs/django-architecture/>. *Última visita: Mayo de 2021.*
- [6] Davis, Fred D. *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly 13(3): 319-340. 1989.*

Anexo A: Detalle del Cálculo de Indicadores

En este anexo se explica en detalle el cálculo de cada uno de los indicadores, referenciando a las entidades del modelo de datos presentado. A continuación, se describe el cálculo de indicadores de acuerdo a los tracks definidos.

A.1 Indicadores de Nivel Departamental

Tal como se mencionó antes, los indicadores a nivel departamental incluyen los ingresos, egresos y titulaciones de estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil en Computación, y su desagregación utilizando distintos criterios, por ejemplo, el género. Para el cálculo de estos indicadores se utilizan los siguientes argumentos de entrada:

- ID de la 'Carrera'
- Años a calcular

El proceso general de cálculo de estos indicadores considera los siguientes cuatro pasos, en la secuencia que se presenta a continuación:

1. Se obtiene la 'Carrera' utilizando el ID provisto como entrada en la query correspondiente.
2. Se obtienen todos los periodos cuyo 'periodo' sea 1 o 2, para todos los años provistos. Esto significa, los semestres otoño y primavera respectivamente.
3. Se obtienen todos los 'AlumnoCarrera' y 'ExamenGrado' que pertenezcan a la 'Carrera' obtenida en el punto 1.
4. Por cada año correspondiente a la ventana de tiempo observada (es decir, los años ingresados como parámetros), se calcula cada indicador. A continuación, se describe la forma de cálculo de cada uno de ellos.

- **Para calcular la cantidad anual de ingresos de estudiantes a la carrera, mostrando el total general y su separación por género, se deben realizar los siguientes pasos:**

- 4.1. Filtrar los 'AlumnoCarrera' obtenidos en el punto 3, cuyo 'periodo_inicio' corresponda al año en cuestión.
- 4.2. Obtener los 'AlumnoCarrera' del punto 4.1 cuyo 'género' de 'alumno' sea "Masculino"; esto corresponde a los ingresos de varones en un cierto año.
- 4.3. Obtener los 'AlumnoCarrera' del punto 4.1 cuyo 'género' de 'alumno' sea "Femenino", esto corresponde a los ingresos de mujeres en un cierto año.
- 4.4. Obtener los 'AlumnoCarrera' del punto 4.1, cuyo 'género' de 'alumno' no sea ni "Masculino" ni "Femenino", esto corresponde a los ingresos de alumnos con género "otro" en un cierto año.
- 4.5. Contar los 'AlumnoCarrera' del punto 4.1. Esto corresponde a los ingresos totales de estudiantes en el año.

- **Para calcular la cantidad anual de egresos de estudiantes a la carrera, indicando el total general y su separación por género, se deben realizar los siguientes pasos:**

- 4.6. Filtrar los 'AlumnoCarrera' obtenidos en el punto 3, cuyo 'periodo_fin' corresponda al año observado.
- 4.7. Obtener los 'AlumnoCarrera' del punto 4.6, cuyo 'género' de 'alumno' sea "Masculino". Esto corresponde a los egresos de varones en un cierto año.
- 4.8. Obtener los 'AlumnoCarrera' del punto 4.6, cuyo 'género' de 'alumno' sea "Femenino". Esto corresponde a los egresos de mujeres en el año.
- 4.9. Obtener los 'AlumnoCarrera' del punto 4.6, cuyo 'género' de 'alumno' no sea ni "Masculino" ni "Femenino". Esto corresponde a los egresos de género "otro" en el año.
- 4.10. Contar los 'AlumnoCarrera' del punto 4.6. Esto corresponde al total de egresos en el año.

- **Para calcular la cantidad anual de titulaciones de estudiantes de ingeniería, indicando el total general y su separación por género, se deben realizar los siguientes pasos:**

- 4.11. Obtener los rangos de fecha que correspondan al año (desde el primero de marzo del año correspondiente, hasta el último día de febrero del año que sigue al observado).
- 4.12. Filtrar los 'ExamenGrado' obtenidos en el punto 3, cuya 'fecha_examen' sea mayor o igual al primero de marzo del año correspondiente, y menor o igual al último día de febrero del año siguiente.
- 4.13. Obtener los 'ExamenGrado' del punto 4.11, cuyo 'género' de 'alumno' sea "Masculino". Esto corresponde a las titulaciones de género masculino en el año.
- 4.14. Obtener los 'ExamenGrado' del punto 4.11, cuyo 'género' de 'alumno' sea "Femenino". Esto corresponde a las titulaciones de género femenino en el año.
- 4.15. Obtener los 'ExamenGrado' del punto 4.11, cuyo 'género' de 'alumno' no sea ni "Masculino" ni "Femenino". Esto corresponde a las titulaciones de género "otro" en el año.
- 4.16. Contar los 'ExamenGrado' del punto 4.11. Esto corresponde al total de titulaciones del año.
- 4.17. Se ingresan a la tabla anual de Indicadores departamentales todos los totales de ingresos, egresos y titulaciones de alumnos calculados en las subsecciones del punto 4, junto con la 'Carrera' y el año correspondiente.
- 4.18. Luego, por cada uno de los semestres 1 y 2 del año (otoño y primavera respectivamente) se calculan los mismos indicadores, pero ahora a nivel semestral. A continuación, se indica el cálculo de los indicadores semestrales.

- **Para calcular la cantidad semestral de ingresos de estudiantes a la carrera, mostrando el total general y su separación por género, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 4.18.1. Filtrar los 'AlumnoCarrera' obtenidos en el punto 4.1, cuyo 'periodo_inicio' corresponda al 'Periodo' observado (un semestre específico).
 - 4.18.2. Obtener los 'AlumnoCarrera' del punto 4.18.1, cuyo 'género' de 'alumno' sea "Masculino". Esto corresponde a los ingresos de género masculino en el semestre.
 - 4.18.3. Obtener los 'AlumnoCarrera' del punto 4.18.1, cuyo 'género' de 'alumno' sea "Femenino". Esto corresponde a los ingresos de género femenino en el semestre.
 - 4.18.4. Obtener los 'AlumnoCarrera' del punto 4.18.1, cuyo 'género' de 'alumno' no sea ni "Masculino" ni "Femenino". Esto corresponde a los ingresos de género "otro" en el semestre.
 - 4.18.5. Contar los 'AlumnoCarrera' del punto 4.18.1, lo cual corresponde a los ingresos totales del semestre.

- **Para calcular la cantidad semestral de egresos de estudiantes a la carrera, indicando el total general y su separación por género, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 4.18.6. Filtrar los 'AlumnoCarrera' obtenidos en el punto 4.6 cuyo 'periodo_fin' corresponda al 'Periodo'.
 - 4.18.7. Obtener los 'AlumnoCarrera' del punto 4.18.6, cuyo 'género' de 'alumno' sea "Masculino". Esto corresponde a los egresos de género masculino en el semestre.
 - 4.18.8. Obtener los 'AlumnoCarrera' del punto 4.18.6, cuyo 'género' de 'alumno' sea "Femenino". Esto corresponde a los egresos de género femenino en el semestre.
 - 4.18.9. Obtener los 'AlumnoCarrera' del punto 4.18.6, cuyo 'género' de 'alumno' no sea ni "Masculino" ni "Femenino". Esto corresponde a los egresos de género "otro" en el semestre.
 - 4.18.10. Contar los 'AlumnoCarrera' del punto 4.18.6. Esto corresponde a los egresos totales del semestre.

- **Para calcular la cantidad semestral de titulaciones de estudiantes de ingeniería, indicando el total general y su separación por género, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 4.18.11. Obtener los rangos de fecha que correspondan al periodo. Para el semestre 1 se considera desde el primero de marzo del año actual, hasta el último día de julio del año. Para el semestre 2 se considera desde el primero de agosto del año, hasta el último día de febrero del año siguiente.
 - 4.18.12. Filtrar los 'ExamenGrado' obtenidos en el punto 3 cuya 'fecha_examen' sea mayor o igual a la fecha correspondiente al inicio

- del semestre (punto 4.18.11) y menor e igual a la fecha correspondiente al fin del semestre (punto 4.18.11).
- 4.18.13. Obtener los 'ExamenGrado' del punto 4.18.11, cuyo 'género' de 'alumno' sea "Masculino", esto corresponde a las titulaciones de género masculino en el semestre.
 - 4.18.14. Obtener los 'ExamenGrado' del punto 4.18.11, cuyo 'género' de 'alumno' sea "Femenino". Esto corresponde a las titulaciones de género femenino en el semestre.
 - 4.18.15. Obtener los 'Exam'ExamenGrado' del punto 4.18.11, cuyo 'género' de 'alumno' no sea ni "Masculino" ni "Femenino". Esto corresponde a las titulaciones de género "otro" en el semestre.
 - 4.18.16. Contar los 'ExamenGrado' del punto 4.18.11. Esto corresponde a las titulaciones totales del semestre.
5. Se ingresan a la tabla semestral de indicadores departamentales, el total de ingresos, egresos y titulaciones de alumnos, calculados en las subsecciones del punto 4.18, junto con la 'Carrera' y el 'Periodo' correspondiente.

A.2 Indicadores por Track

Los indicadores por track (es decir, por conjunto de ramos) incluyen la cantidad de 'cursos-sección' y créditos dictados, la cantidad de alumnos participantes en estos cursos, y la cantidad de miembros del equipo docente desagregados por categoría (profesor, auxiliar y ayudante). Para el cálculo de estos indicadores se utiliza como argumento de entrada únicamente el período (en años) sobre el cual se va a calcular los indicadores.

El proceso general de cálculo de estos indicadores considera los siguientes pasos, en la secuencia que se presenta a continuación:

1. Se obtienen todos los 'Periodos', cuyo 'periodo' sea 1 o 2 (o sea, semestre otoño o primavera) para todos los años provistos.
 2. Se obtiene la 'Carrera' correspondiente a Ingeniería Civil en Computación (ID = 41).
 3. Se obtiene el 'Plan' que se desea utilizar, en este caso las versiones 3 y 5 de la carrera de Ingeniería Civil en Computación.
 4. Por cada año (dentro de la ventana de tiempo especificada como parámetro), y para cada uno de los tracks definidos en 2.3.2, se debe calcular lo siguiente:
 - 4.1. Se obtienen los 'Ramos' correspondientes al track.
 - 4.2. Se obtienen los 'Cursos' correspondientes al año, y a los ramos obtenidos en el punto 4.1.
 - 4.3. Se obtienen los 'AlumnoCurso', de los 'Cursos' obtenidos en el punto 4.2.
 - 4.4. Se obtienen los 'ProfesorCurso', de los 'Cursos' obtenidos en el punto 4.2.
- **Para calcular la cantidad de cursos dictados, se deben realizar los siguientes pasos:**

- 4.5. Se cuentan los 'Cursos' obtenidos en el punto 4.2.
- **Para calcular la cantidad de créditos dictados, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 4.6. Se toman los 'Curso' obtenidos en el punto 4.2.
 - 4.7. Se obtienen sus 'Ramos' correspondiente.
 - 4.8. Se suman sus 'créditos'.
 - **Para calcular la cantidad de alumnos CC, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 4.9. Se obtienen los 'AlumnoCarrera' correspondientes a los 'alumnos' de los 'AlumnoCurso' obtenidos en el punto 4.3, que además estén cursando la carrera obtenida en el punto 2.
 - 4.10. Se obtienen los 'AlumnoCarrera' cuyo 'periodo_inicio' sea menor o igual al segundo semestre del año, y cuyo 'periodo_fin' sea mayor o igual al primer semestre del año, o bien que sea nulo. Esto último indicaría que el alumno aún no termina la carrera.
 - 4.11. Se sacan los alumnos repetidos.
 - 4.12. Se cuenta el conjunto resultante.
 - **Para calcular la cantidad de alumnos que no son de Computación, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 4.13. Se obtienen los 'alumnos' del conjunto de 'AlumnosCurso' obtenidos en el punto 4.3, se sacan los repetidos y se cuentan los elementos del conjunto resultante.
 - 4.14. Se le resta la cantidad de alumnos que tiene un código de carrera correspondiente a la Ingeniería Civil en Computación.
 - **Para calcular la cantidad de inscripciones en cursos CC, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 4.15. Se toman los 'AlumnosCurso' obtenidos en el punto 4.3 y se cuentan los elementos del conjunto.
 - **Para calcular la cantidad de profesores, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 4.16. Se toman los 'ProfesoresCurso' obtenidos en el punto 4.4, y se filtran los que tengan 'Cargo' de "Profesor de Cátedra".
 - 4.17. Se sacan los elementos repetidos.
 - 4.18. Se cuentan los elementos del conjunto resultante.
 - **Para calcular la cantidad de auxiliares, se deben realizar los siguientes pasos:**

- 4.19. Se toman los 'ProfesoresCurso' obtenidos en el punto 4.4, y se filtran los que tengan 'Cargo' "Profesor Auxiliar".
 - 4.20. Se sacan los elementos repetidos.
 - 4.21. Se cuentan los elementos del conjunto resultante.
- **Para calcular la cantidad de ayudantes, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 4.22. Se toman los 'ProfesoresCurso' obtenidos en el punto 4.4, y se filtran los que tengan 'Cargo' "Ayudante".
 - 4.23. Se sacan los repetidos.
 - 4.24. Se cuentan los elementos del conjunto resultante.
5. Se ingresan a la tabla anual de indicadores por track los indicadores calculados, junto con el año y el identificador del track correspondientes.
 6. Por cada uno de los semestres 1 y 2 del año:
 - 6.1. Se obtienen los 'Cursos' correspondientes al 'Periodo' y a los ramos obtenidos en el punto 4.1.
 - 6.2. Se obtienen los 'AlumnosCurso' de los 'Cursos' obtenidos en el punto 6.1.
 - 6.3. Se obtienen los 'ProfesoresCurso' de los 'Cursos' obtenidos en el punto 6.1.
- **Para calcular la cantidad de cursos dictados, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.4. Se cuentan los 'Cursos' obtenidos en el punto 6.1.
- **Para calcular la cantidad de créditos dictados, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.5. Se toman los 'Cursos' obtenidos en el punto 6.1.
 - 6.6. Se obtienen sus 'Ramos' correspondiente.
 - 6.7. Se suman los 'créditos' de los ramos (curso-sección) dictados.
- **Para calcular la cantidad de alumnos CC, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.8. Se obtienen los 'AlumnosCarrera' (correspondientes a los 'alumnos') de entre los 'AlumnoCurso' obtenidos en el punto 6.2, y se seleccionan aquellos que tengan asociada la carrera obtenida en el punto 2.
 - 6.9. Se obtienen los 'AlumnosCarrera' cuyo 'periodo_inicio' sea menor o igual al semestre, y cuyo 'periodo_fin' sea mayor o igual al semestre, o bien que sea nulo (es decir, el alumno aún no termina la carrera).
 - 6.10. Se sacan los elementos repetidos.
 - 6.11. Se cuentan los elementos del conjunto resultante.
- **Para calcular la cantidad de alumnos que no son de Computación, se deben realizar los siguientes pasos:**

- 6.12. Se obtienen los 'alumnos' de los 'AlumnoCurso' obtenidos en el punto 6.2, se sacan los repetidos y se cuentan los elementos del conjunto resultante.
 - 6.13. Se le restan la cantidad de alumnos que tienen inscrita la Ingeniería Civil en Computación.
- **Para calcular la cantidad de inscripciones en cursos CC, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.14. Se toman los 'AlumnosCurso' obtenidos en el punto 6.2 y se cuentan las inscripciones.
 - **Para calcular la cantidad de profesores, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.15. Se toman los 'ProfesoresCurso' obtenidos en el punto 6.3, y se filtran los que tengan el 'Cargo' de "Profesor de Cátedra".
 - 6.16. Se sacan los elementos repetidos.
 - 6.17. Se cuentan los elementos del conjunto resultante.
 - **Para calcular la cantidad de auxiliares, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.18. Se toman los 'ProfesoresCurso' obtenidos en el punto 6.3, y se filtran los que tengan el 'Cargo' de "Profesor Auxiliar".
 - 6.19. Se sacan los repetidos.
 - 6.20. Se cuentan los elementos del conjunto resultante.
 - **Para calcular la cantidad de ayudantes, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.21. Se toman los 'ProfesoresCurso' obtenidos en el punto 6.3, y se filtran aquellos que tengan el 'Cargo' de "Ayudante".
 - 6.22. Se sacan los repetidos.
 - 6.23. Se cuentan los elementos del conjunto resultante.
 - 6.24. Los indicadores calculados son ingresados a la tabla semestral de "Indicadores por track", junto con el 'Periodo' y el identificador del track correspondiente.

A.3 Indicadores por Ramo

El cálculo de este grupo de indicadores se divide en dos bloques, los cuales se explican a continuación:

1. **Docencia por ramo**, donde se agrupan los siguientes indicadores:
 - 1.1. Cantidad de cursos-sección dictados por ramo.
 - 1.2. Cantidad de créditos dictados por ramo.

- 1.3. Cantidad de inscripciones por ramo.
 - 1.4. Cantidad de profesores por ramo.
 - 1.5. Cantidad de auxiliares por ramo.
 - 1.6. Cantidad de ayudantes por ramo.
 - 1.7. Porcentaje de aprobación por ramo.
 - 1.8. Promedio de nota de aprobación.
2. **Inscripción semestral de Ramo**, donde se tiene el siguiente indicador:
- 2.1. Semestre de la carrera en el que los alumnos (según la ejecución de la malla) inscriben un cierto ramo.

A.3.1 Docencia por Ramo

Los indicadores respecto a la docencia por ramo incluyen la cantidad de ‘cursos-sección’ y créditos dictados, y las inscripciones hechas por ramo. Además, se calcula la cantidad de profesores, auxiliares y ayudantes por ramo. Finalmente, se determina el porcentaje de aprobación y la nota promedio de aprobación para cada ramo. Para el cálculo de estos indicadores se utiliza como entrada los siguientes argumentos:

- ID de la ‘Carrera’.
- Versiones de los planes de la ‘Carrera’.
- Años a calcular.

El proceso general de cálculo de estos indicadores considera los siguientes pasos, en la secuencia que se presenta a continuación:

1. Se obtienen todos los ‘Periodos’ cuyo ‘periodo’ sea 1 o 2 (otoño o primavera), para todos los años dentro de la ventana de tiempo observada.
2. Se obtiene la ‘Carrera’ correspondiente utilizando el ID provisto como entrada.
3. Se obtiene el (los) ‘Plan(es)’ que se desean computar, utilizando la ‘Carrera’ obtenida en el punto 2, y las versiones de los planes provistas como entrada.
4. Se obtienen todos los ‘PlanesRamo’, cuyos planes corresponden a los obtenidos en el punto 3.
5. Se obtienen los ‘Ramos’ a partir de los ‘PlanesRamo’ obtenidos en el punto 4.
6. Por cada ramo obtenido en el punto 5, y por cada año de los años ingresados como parámetros:
 - 6.1. Se obtienen los ‘Cursos’ correspondientes al ramo y al año.
 - 6.2. Se obtienen los ‘AlumnosCurso’ de los cursos obtenidos en el punto 6.1.
 - 6.3. Se obtienen los ‘ProfesoresCurso’ de los ‘Curso’ obtenidos en el punto 6.1.
 - 6.4. Se obtienen los ‘AlumnosCurso’ que terminaron el curso para todos los cursos obtenidos en el punto 6.1. Estos corresponden a los que tienen ‘estado_final’ “Aprobado”, “Aprobado (T)”, “Nota en Blanco”, “Pendiente”, “Pendiente Reprobado”, “Reprobado” o “Inscrito”.
 - 6.5. Se obtienen los ‘AlumnosCurso’ que aprobaron el curso a partir de los obtenidos en el punto 6.4. Estos corresponden a los alumnos que tienen ‘estado_final’ “Aprobado” o “Aprobado (T)”.

- **Para calcular la cantidad de cursos dictados por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.6. Se cuentan los cursos obtenidos en el punto 6.1.
- **Para calcular la cantidad de créditos dictados por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.7. Se cuentan los cursos obtenidos en el punto 6.1.
 - 6.8. Se obtienen sus 'créditos' correspondientes.
 - 6.9. Se suman los 'créditos' del conjunto resultante.
- **Para calcular la cantidad de inscripciones por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.10. Se toman los 'AlumnosCurso' obtenidos en el punto 6.2, y luego se cuentan.
- **Para calcular la cantidad de profesores por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.11. Se toman los 'ProfesoresCurso' obtenidos en el punto 6.3, y se filtran los que tengan el 'Cargo' de "Profesor de Cátedra".
 - 6.12. Se sacan los repetidos.
 - 6.13. Se cuentan los elementos del conjunto resultante.
- **Para calcular la cantidad de auxiliares por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.14. Se toman los 'ProfesoresCurso' obtenidos en el punto 6.3, y se filtran los que tengan el 'Cargo' de "Profesor Auxiliar".
 - 6.15. Se sacan los repetidos.
 - 6.16. Se cuentan los elementos del conjunto resultante.
- **Para calcular la cantidad de ayudantes por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.17. Se toman los 'ProfesorCurso' obtenidos en el punto 6.3, y se filtran los que tengan el 'Cargo' de "Ayudante".
 - 6.18. Se sacan los repetidos.
 - 6.19. Se cuentan los elementos del conjunto resultante.
- **Para calcular el porcentaje de aprobación por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.20. Del conjunto de alumnos obtenidos en 6.4 (es decir, alumnos que terminaron el curso), se revisa si la cantidad es 0. De ser así, significa que no hay alumnos en el curso, y por lo tanto, no se realizan los pasos que se muestran a continuación.

- 6.21. Si ese número es mayor que 0, entonces se cuentan los alumnos que aprobaron (obtenidos en el paso 6.5) y se divide ese número por la cantidad de alumnos que terminaron (obtenidos en el paso 6.4).
 - 6.22. El resultado se multiplica por 100 y se aproxima a la centena.
- **Para calcular el promedio de nota de aprobación, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 6.23. Se revisa si la cantidad de alumnos que terminaron el curso (conjunto obtenido en el paso 6.4) es 0. De ser así, significa que no hay alumnos en el curso, y por lo tanto, no se realizan los pasos que se muestran a continuación.
 - 6.24. Si ese número es mayor que 0, entonces se cuentan los alumnos que aprobaron (conjunto obtenido en el paso 6.5). Si el número resultante es 0, significa que nadie aprobó el curso.
 - 6.25. Si hay alumnos aprobados, entonces se suma la 'nota_final' de los alumnos que aprobaron (obtenidos en 6.5).
 - 6.26. A la suma resultante se la divide por la cantidad de alumnos que aprobaron el curso (obtenido en 6.24), se la aproxima a la decena.
7. Los indicadores calculados son ingresados a la tabla anual de "indicadores por ramo", junto con el año y el ramo correspondiente.
 8. Por cada uno de los semestres 1 y 2 del año (otoño y primavera):
 - 8.1. Se obtienen los 'Cursos' correspondientes al ramo y al semestre.
 - 8.2. Se obtienen los 'AlumnosCurso' de los cursos obtenidos en el punto 8.1.
 - 8.3. Se obtienen los 'ProfesoresCurso' de los cursos obtenidos en el punto 8.1.
 - 8.4. Se obtienen los 'AlumnosCurso' que terminaron el curso para todos los cursos obtenidos en el punto 8.1. Estos corresponden a los que tienen 'estado_final' "Aprobado", "Aprobado (T)", "Nota en Blanco", "Pendiente", "Pendiente Reprobado", "Reprobado" o "Inscrito".
 - 8.5. A partir del conjunto obtenido en el punto 8.4, se obtienen los 'AlumnosCurso' que aprobaron el curso. Estos corresponden a los que tienen 'estado_final' "Aprobado" o "Aprobado (T)".
- **Para calcular la cantidad de cursos dictados por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 8.6. Se cuentan los cursos obtenidos en el punto 8.1.
- **Para calcular la cantidad de créditos dictados por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 8.7. Se toman los cursos obtenidos en el punto 8.1.
 - 8.8. Se obtienen sus 'Ramos' y créditos correspondientes.
 - 8.9. Se suman los 'créditos' de esos cursos.

- **Para calcular la cantidad de inscripciones por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 8.10. Se toman los 'AlumnosCurso' obtenidos en el punto 8.2 y se cuentan.
- **Para calcular la cantidad de profesores por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 8.11. Se toman los 'ProfesoresCurso' obtenidos en el punto 8.3, y se filtran los que tengan el 'Cargo' de "Profesor de Cátedra".
 - 8.12. Se sacan los elementos repetidos.
 - 8.13. Se cuentan los elementos del conjunto resultante.
- **Para calcular la cantidad de auxiliares por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 8.14. Se toman los 'ProfesoresCurso' obtenidos en el punto 8.3, y se filtran los que tengan el 'Cargo' de "Profesor Auxiliar".
 - 8.15. Se sacan los repetidos.
 - 8.16. Se cuentan los elementos del conjunto resultante.
- **Para calcular la cantidad de ayudantes por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 8.17. Se toman los 'Profesores Curso' obtenidos en el punto 8.3 y se filtran los que tengan el 'Cargo' de "Ayudante".
 - 8.18. Se sacan los repetidos.
 - 8.19. Se cuentan los elementos del conjunto resultante.
- **Para calcular el porcentaje de aprobación por ramo, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 8.20. Se ve si la cantidad de alumnos que terminaron el curso (conjunto obtenido en el paso 8.4) es 0, de ser así aprobó el 0%.
 - 8.21. Si es mayor que 0, se cuentan los alumnos que aprobaron (obtenido en 8.5), y se divide por la cantidad de alumnos que terminaron el curso (obtenido en 8.4).
 - 8.22. El resultado se multiplica por 100 y se aproxima a la centena (para pasarlo a porcentaje).
- **Para calcular el promedio de nota de aprobación, se deben realizar los siguientes pasos:**
 - 8.23. Se ve si la cantidad de alumnos que terminaron el curso (obtenida en 8.4) es 0, de ser así la nota promedio de aprobación es 0.
 - 8.24. Si es mayor que 0, entonces se cuentan los alumnos que aprobaron (obtenida en 8.5), nuevamente si es 0, significa que nadie aprobó el curso, y por lo tanto no se realiza el resto de los pasos indicados a continuación.

- 8.25. Si el número de alumnos aprobados es mayor que 0, entonces se suma la 'nota_final' de los alumnos que aprobaron (obtenida en 8.5).
 - 8.26. La suma resultante se divide por la cantidad de alumnos que aprobaron (obtenida en 8.5) y se aproxima a la decena.
9. Los indicadores antes calculados son ingresados a la tabla semestral de "Indicadores por ramo", junto con el 'Periodo' y el ramo correspondientes.

A.3.2 Semestre en el que se Inscribe un Ramo

Tal como se ha indicado previamente, este indicador muestra cuándo (en qué semestre) los alumnos inscriben un cierto ramo durante su carrera. Esto permite saber la desviación que los alumnos tienen respecto de la malla. Para el cálculo de este indicador se utiliza como entrada los siguientes argumentos:

- ID de la 'Carrera'
- Versiones de la 'Carrera'
- Años a calcular

El proceso general de cálculo de este indicador considera los siguientes pasos, en la secuencia que se presenta a continuación:

1. Se obtienen todos los 'Periodos' cuyo 'periodo' sea 1 o 2 para todos los años provistos como entrada (ventana de tiempo observada).
2. Se obtiene la 'Carrera' correspondiente, utilizando el ID provisto como entrada.
3. Se obtiene el (los) 'Plan' que se desea utilizar, considerando la 'Carrera' obtenida en el punto 2 y las versiones del plan de estudio provistas como entrada.
4. Se obtienen todos los 'PlanesRamo' cuyos planes de estudio correspondan a los obtenidos en el punto 3.
5. Se obtienen los 'Ramos' a partir de los 'PlanesRamo' del punto 4.
6. Se crea un diccionario vacío para llevar los datos anuales.
7. Por cada ramo obtenido en el punto 5, y por cada año de los años ingresados como parámetros se realiza lo siguiente:
 - 7.1. Por cada uno de los semestres 1 y 2 del año (otoño y primavera):
 - 7.1.1. Se crea un diccionario vacío para llevar los datos semestrales.
 - 7.1.2. Se obtienen los 'Cursos' correspondientes al ramo y al 'Periodo'.
 - 7.1.3. Se obtienen los 'AlumnosCurso' de los cursos obtenidos en el punto 7.1.2.
 - 7.1.4. Por cada 'AlumnoCurso' de los obtenidos en el punto 7.1.3:
 - 7.1.4.1. Se obtiene el registro 'AlumnoCarrera' más antiguo del alumno.
 - 7.1.4.2. Se obtiene el 'periodo_inicio' de dicho registro, el cual será considerado el primer semestre del alumno en la facultad.
 - 7.1.4.3. Se calcula la diferencia (en términos de cantidad de semestres) entre el semestre de ingreso y el que se está iterando; al resultado se le suma 1. El número resultante corresponde al semestre que el alumno está cursando en la facultad.

- 7.1.4.4. Si el diccionario de datos semestrales no tiene como llave el semestre que el alumno está cursando en la facultad, se crea esa llave en el diccionario con valor 1, si el diccionario tiene la llave, entonces se modifica el valor asociado a esa llave sumándole 1. Esto corresponde a la cantidad de alumnos que estaban cursando su semestre número X (donde X corresponde al número de semestre calculado en el punto 7.1.4.3) cuando tomaron ese ramo.
- 7.1.5. Una vez completado este cálculo, se procede a llenar los huecos en el diccionario. Por ejemplo, si hay 7 alumnos que tomaron un ramo en el semestre 1, y 5 alumnos que lo tomaron en el semestre 3, se crea la llave correspondiente al semestre 2 con valor 0.
- 7.1.6. Se guarda este diccionario en el diccionario de datos anuales, usando como llave el número de semestre iterado.
- 7.1.7. Se obtiene el valor de la llave más alta que corresponde al semestre más alto que un alumno estaba cursando al inscribir el ramo.
- 7.1.8. Por cada 'número de semestre' desde 1 hasta el número obtenido en el punto 7.1.7 (incluido):
 - 7.1.8.1. Se ingresan a la tabla semestral de "inscripción semestral de ramo" el 'Ramo', el 'Periodo', el número de semestre y el valor del diccionario de datos semestrales para la llave 'número de semestre'. Este último valor corresponde a la cantidad de alumnos que inscribieron ese ramo en ese semestre, y que estaban cursando su semestre X (donde X es el 'número de semestre').
- 7.2. Se obtiene el mayor 'número de semestre' entre los diccionarios correspondientes al primer y segundo semestre del año.
- 7.3. Por cada 'número de semestre', desde 1 hasta el número obtenido en el punto 7.2 (incluido):
 - 7.3.1. Se suma el valor correspondiente a esa llave en los 2 diccionarios, si en uno no existe, se toma como 0. Este valor corresponde a la cantidad de alumnos que estaban en el semestre 'número de semestre' al momento de inscribir ese ramo en ese año.
 - 7.3.2. Se ingresa a la tabla anual de inscripción semestral de ramo el 'Ramo', el año, el 'número de semestre' y el valor obtenido en el punto 7.3.1.