

(MCD)²

LICENCIATURA EN MODELADO MATEMÁTICO-COMPUTACIONAL Y CIENCIA DE DATOS

PROPUESTA DE NUEVA CARRERA EN EXACTAS-UBA.

El siguiente documento es el fruto de más de tres años de trabajo. Este trabajo incluyó diferentes tareas: estudio del estado de situación; reuniones con matemáticos aplicados y computadores científicos, tanto del ámbito académico como del industrial, en Argentina y en el exterior; discusiones intra e inter claustros de los distintos departamentos e institutos involucrados; investigación acerca de carreras similares en la región y en el mundo y descripción y contextualización del plan propuesto.

ESTADO DE SITUACIÓN

En los últimos treinta años se produjeron fuertes avances en las Ciencias de la Computación, que se suman a cambios profundos en diversas disciplinas vinculadas con la Matemática Aplicada (por ejemplo, Estadística, Investigación Operativa, Análisis Numérico, Ecuaciones Diferenciales o Probabilidades). Todo esto, junto con la aparición de nuevas disciplinas como la de Ciencia de Datos, llevan a pensar que es el momento indicado para la creación de una nueva carrera adaptada a los nuevos tiempos.

PUNTOS SALIENTES DE LA PROPUESTA

Algunos puntos clave a la hora del armado de esta propuesta se detallan a continuación.

La nueva carrera debe ser más flexible que las actuales licenciaturas que ofrecen el Departamento de Matemática (DM) y el Departamento de Computación (DC). En esa dirección, se busca reducir el número de materias obligatorias y ampliar el requerimiento y la oferta de materias optativas.

La nueva carrera debe formar graduados que puedan continuar en la academia, pero que fundamentalmente se puedan insertar en el medio productivo, a través de organismos del Estado o de las diversas industrias que requieren profesionales especializados en estas áreas. En esta dirección, consideramos por un lado la necesidad de tener materias del plan de las actuales carreras de Matemática y Computación (e incluso de Física, Química o Biología). Por otro lado, juzgamos importante que la mayor cantidad de materias del plan posean prácticas en laboratorios.

La nueva carrera debe poseer una formación en matemática que distinga al egresado respecto de otras disciplinas. Consideramos que las materias básicas de la Lic. en Matemática incluidas en este plan otorgarán al egresado un nivel de abstracción y conceptualización acorde con este propósito.

La nueva carrera debe tener una sólida formación en programación. La inclusión en el plan de las tres materias obligatorias de Algoritmos y Estructuras de Datos de la carrera de Computación apunta a distinguir a los egresados de esta carrera de un matemático o un físico.

La nueva carrera debe fomentar la interacción con otros departamentos de la facultad, así como también con otras facultades y universidades. La inclusión de una materia obligatoria, con su respectivo laboratorio, de las carreras de Física, Química o Biología, pretende generar egresados con una visión amplia de las distintas disciplinas científicas y del trabajo interdisciplinario.

El plan propuesto prevé un título intermedio luego de los tres primeros años (más un año de CBC): Analista Universitario en Matemática Computacional.

En el armado de la carrera se buscó maximizar los recursos disponibles y las ofertas de materias del Departamento de Matemática, del Instituto de Cálculo, y de los Departamentos de Computación y de Física.

El nombre de la carrera aún está en evaluación. La sugerencia con más adeptos es la de Licenciatura en Modelado Matemático, Computacional y Ciencia de Datos (MCD)².

PERFIL DEL EGRESADO

El egresado de la nueva carrera será capaz de:

Insertarse en el ámbito laboral público/privado en instituciones del sector productivo en donde se requieren profesionales con alta formación en modelado matemático, computación y/o ciencia de datos - típicamente se buscan profesionales que cuenten con formación en las tres disciplinas y no existe aún en Argentina ninguna carrera que la ofrezca-.

Realizar trabajos de consultoría de manera independiente, en el ámbito público o privado, para instituciones que por sus actividades requieran profesionales con la formación mencionada en el punto anterior.

Formar recursos humanos en las disciplinas involucradas en la carrera.

Ejercer la docencia, transmitiendo el conocimiento y el manejo de distintas herramientas matemático-computacionales en un gran número de materias para diversas carreras.

Iniciar estudios académicos de posgrado y hacer investigación en distintas áreas de Matemática y Computación así como en grupos interdisciplinarios que trabajen en áreas de Física, Química, Biología, las diversas Ingenierías, Economía o Ciencias Sociales.

PLAN PROPUESTO

Se propone el siguiente formato.

Ciclo inicial.

El ciclo inicial consta de 2952 horas de cursada durante los primeros 4 años. La estructura de este ciclo es la siguiente.

CBC (2 cuatrimestres)
Ciclo inicial (6 cuatrimestres)

Materias núcleo: 3 materias de introducción al ciclo superior a cursar en sexto cuatrimestre del ciclo inicial.

En este punto se propone un título intermedio (nombre posible: Analista Universitario en Matemática Computacional). Este título no habilita a hacer doctorados en la FCEN.

Ciclo superior.

Contempla 640 hs. de cursada a lo largo de un año lectivo y un trabajo de Tesis de licenciatura de un cuatrimestre de duración.

Duración total de la carrera: 5,5 años incluyendo el CBC.

Ciclo Inicial

Cuat	Asignatura	Hs Sem	Hs Tot	Comentarios	Mod
1	Análisis Matemático A	9	144	CBC	T/P
1	Álgebra	9	144	CBC	T/P
1	Física	6	96	CBC	T/P
2	Química	6	96	CBC	T/P
2	Introducción al Conocimiento de la Sociedad y el Estado	4	64	CBC	T/P
2	Introducción al Pensamiento Científico	4	64	CBC	T/P
3	Análisis I	10	160	Mat. actual DM	T/P/L
3	Álgebra I	13	208	Mat. actual DM	T/P/L
4	Introducción a las Ciencias Naturales*	10-15	160-240	Ver *	T/P/L
4	Algoritmos y Estructuras de Datos I	15	240	Mat. actual DC	T/P/L
5	Algoritmos y Estructuras de Datos II	15	240	Mat. actual DC	T/P/L
5	Análisis II	10	160	Mat actual DM	T/P/L

6	Análisis Avanzado	10	160	Materia nueva. Ver programa abajo.	T/P
6	Álgebra Lineal Numérica	12	192	Materia nueva. Ver programa abajo.	T/P/L
7	Algoritmos y Estructura de Datos III	15	240	Mat. actual DC	T/P/L
7	Probabilidad	10	160	Mat. Probabilidades y Estadística del DM para matemáticos.	T/P/L
8	Intr. a la Investigación Operativa y Optimización	8	128	Nueva Materia – Similar a la actual, ampliando el espectro de herramientas y técnicas de modelado. Ver programa abajo.	T/L
8	Intr. al Modelado Continuo.	8	128	Nueva Materia. Ver programa abajo.	T/L
8	Intr. a la Estadística	8	128	Nueva materia. Ver programa abajo.	T/L

*Una materia a elección del siguiente grupo

(A) Física I, II o III y 1 Laboratorio, (B) Introducción a la Biología Molecular y Celular, (C) Química General e Inorgánica (D) Física para Cs. Químicas, (E) Mecánica Clásica.

Materias núcleo

El plan propuesto prevé el dictado de tres materias troncales, que denominamos *materias núcleo*: Introducción a la Investigación Operativa y Optimización, Introducción al Modelado Continuo e Introducción a la Estadística y Ciencia de Datos. Para entender estas materias caben las siguientes aclaraciones.

Estas tres materias serán la introducción al ciclo superior y ayudarán al alumno a orientar su programa de optativas. El objetivo de estas materias es presentar un abanico de herramientas matemático-computacionales fundamentales para afrontar distintos problemas. Las tres grandes áreas propuestas implícitamente a partir de estas tres materias están alineadas a la composición actual de grupos de trabajo tanto del Instituto de Cálculo como de los Departamentos de Matemática y Computación.

Las materias tendrán trabajos finales de laboratorio en alguna herramienta elegida y trabajada en los cursos. Además, introducirán o profundizarán algún lenguaje de programación (R, Matlab, Python, etc.)

A continuación detallamos los programas de estas tres materias.

Introducción a la Estadística

La Estadística y la Ciencia de Datos han adquirido un notable espacio en la actualidad brindando una vasta gama de herramientas que posibilitan la comprensión del comportamiento de diversos fenómenos. El desarrollo de métodos sumamente flexibles con alta capacidad predictiva revoluciona ambas disciplinas, impactando a su vez en diversas áreas del conocimiento.

La materia propone introducir diversos tópicos fundamentales de Estadística Matemática mediante la aplicación y el análisis de datos con un paquete computacional estadístico de amplia difusión. Se presentan diferentes modelos, especificando en cada uno de ellos los parámetros de interés y sus diferentes formas de estimarlos. Presentados los estimadores, se enfatiza en la necesidad de conocer o aproximar la distribución de los mismos para realizar inferencia, ya sea cálculo de p-valores, intervalos de confianza, etc.

A lo largo del curso se presentan diferentes aplicaciones de casos de estudio en diferentes disciplinas. En todos los casos, se estimulará que los alumnos implementen computacionalmente los procedimientos que se introduzcan a lo largo de la materia. Estas implementaciones permitirán entender y articular los diferentes conceptos involucrados en cada método, así como estudiar el comportamiento de las distintas técnicas presentadas, su comparación y la aplicación a datos reales.

Contenidos

1. **Análisis exploratorio de datos:** Visualización y resumen de datos. Función de distribución empírica. Estimación no paramétrica de la densidad. Árboles de decisión.
2. **Estimación puntual.** Estimación. Sesgo, varianza y Error Cuadrático Medio. Compromiso sesgo-varianza. Estimación plug-in utilizando el enfoque funcional. Estimación en modelos paramétricos: máxima verosimilitud, momentos, M y Z estimadores. Propiedades asintóticas: consistencia y distribución asintótica. Método delta.
3. **Regiones de confianza.** Intervalos de confianza para la media de una distribución normal con varianza conocida. Intervalos de confianza para la media de una distribución normal con varianza desconocida: Distribución t de Student. Intervalos de confianza de nivel asintótico basados en estadísticos asintóticamente normales. Intervalo para proporciones. Intervalos de confianza para dos muestras.
4. **Técnicas de remuestreo:** Métodos Bootstrap para la estimación de la varianza de un estimador asintóticamente normal. Métodos Bootstrap para la estimación de la distribución de un estimador. Intervalo de confianza Bootstrap: percentil y asintóticamente normal. Comparación con métodos clásicos. Bootstrap no paramétrico y paramétrico.
5. **Tests de hipótesis:** Presentación del problema de test de hipótesis. Hipótesis nula y alternativa. Tipos de errores. Nivel y potencia de un test. Valor "p". Test para la media de una población normal con varianza conocida y con varianza desconocida. Tests de Wald (basados en estadísticos asintóticamente normales). Tests e intervalos de confianza para dos muestras. Relación entre tests e intervalos de confianza. El problema de comparaciones múltiples o cubrimiento simultáneo.
6. **Modelo lineal:** Regresión lineal simple. Mínimos cuadrados. Supuesto. Inferencia para los parámetros del modelo: bajo normalidad y teoría asintótica. Regresión lineal múltiple. Predicción.
7. **Modelos de Regresión:** Función de regresión. Estimación de la función de regresión. Estimadores no paramétricos: Nadaraya, kNN. Regresión no lineal. Ajuste y sobreajuste. Métodos de regularización (Ridge, Lasso, etc). Técnicas y métricas de evaluación de modelos-métodos (validación cruzada, etc.)
8. **Clasificación:** La regla de Bayes. Regresión logística, estimación de parámetros por máxima

verosimilitud. Modelos generativos: LDA, QDA, Bayes Naive. Modelos discriminativos: kNN, clasificación logística. Técnicas y métricas de evaluación de modelos-métodos.

Bibliografía

1. James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). An introduction to statistical learning. New York: springer.
2. Dalgaard, P. (2008). Introductory statistics with R. Springer Science & Business Media.
3. Hothorn, T., & Everitt, B. S. (2014). A handbook of statistical analyses using R. CRC press.
4. Lock, R. H., Lock, P. F., & Morgan, K. L. (2012). Statistics: Unlocking the power of data. Wiley Global Education.
5. Rice, J. (2006). Mathematical statistics and data analysis. Nelson Education.
6. Wasserman, L. (2004). All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference. Springer Science & Business Media.
7. Wasserman, L. (2013). All of statistics: a concise course in statistical inference. Springer Science & Business Media.

Introducción a la Investigación Operativa y la Optimización: (IO)²

El objetivo de la materia es brindar herramientas para el modelado y resolución de problemas de optimización. Estudiar las propiedades básicas de diferentes tipos de problemas y presentar los principales algoritmos que existen en la literatura analizando teórica y experimentalmente la performance de los mismos.

Por otro lado, se enfatizará en el modelaje de problemas aplicados con la finalidad de que el alumno entre en contacto con las dificultades y las diferentes alternativas de resolver un problema mediante una formulación matemática. Se contemplarán aspectos que surgen en la resolución de problemas aplicados, como la obtención, depuración y manejo de datos, el desarrollo de herramientas informáticas e interfaces de usuario y el diseño de modelos relajados y técnicas heurísticas.

El curso tendrá una fuerte componente de laboratorio computacional donde se resolverán los problemas planteados. En este marco, se busca además desarrollar capacidades en el análisis de la performance, alcances prácticos y limitaciones de las herramientas informáticas que se presentarán durante el curso.

El programa de la materia está estructurado en tres módulos.

1. Modelos y técnicas de programación lineal.
2. Modelos y técnicas de programación lineal entera.
3. Modelos y técnicas de programación no lineal.

Módulo 1. Definición de problema de programación lineal. Problemas de planificación de la producción, transporte, logística, portfolio, etc. Método simplex. Dualidad, holgura complementaria y análisis de sensibilidad. Método de generación de columnas. Modelos en redes: máximo flujo, camino mínimo, etc.

Módulo 2. Definición de problema de programación lineal entera. Versatilidad y técnicas de modelado. Problemas clásicos: viajante de comercio, ruteo de vehículos, coloreo de grafos, mochila.

Técnicas de resolución: Branch&Bound, planos de corte, Branch&Cut y Branch&Price.

Módulo 3. Conceptos básicos de problemas de optimización no lineal. Aplicaciones en finanzas, negocios e ingeniería. Optimización sin restricciones. Óptimos locales y globales. Método de descenso, Newton, Quasi-Newton y direcciones conjugadas. Análisis de convergencia. Conceptos básicos de problemas de optimización con restricciones. Aplicaciones. Métodos barrera y penalidad. Programación cuadrática y convexa.

Bibliografía

V. Chvatal, Linear Programming, Freeman (1981)

W. Winston, Operations Research: Applications and Algorithms, Cengage Learning (2003)

G. Nemhauser and L. Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, Wiley -Interscience (1999)

M. S. Bazaraa, H. D. Sherali, C. Shetty, Nonlinear Programming: Theory and Algorithms, Wiley-Interscience (2006)

S. Boyd and L. Vanderberghe, Convex optimization, Cambridge University Press (2004)

Introducción al Modelado Continuo (IMC)

El objetivo del curso es introducir a los estudiantes a las técnicas de análisis más usadas en la mayoría de las aplicaciones de la matemática a diferentes problemas continuos. Estos problemas provienen de disciplinas tan diversas como la física, la ingeniería, la biología, la química y, más recientemente, la economía y las ciencias sociales.

El programa está estructurado en tres módulos

1. Modelos que involucran ecuaciones diferenciales ordinarias.
2. Análisis de Fourier y procesamiento de señales.
3. Modelos que involucran ecuaciones en derivadas parciales.

En cada una de esas unidades se dará a los estudiantes un desarrollo matemático junto con herramientas computacionales que le permitirán tratar los diferentes problemas tanto desde un punto de vista teórico como de su resolución numérica.

Módulo 1. Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Repaso de la teoría general. Métodos de Runge-Kutta. Aplicaciones en mecánica, biología y química. Introducción a la teoría de bifurcaciones.

Módulo 2. Análisis de Fourier. Estudio de Series de Fourier, Transformada de Fourier y Transformada de Laplace. Aplicación a la resolución de problemas de contorno y a problemas de compresión de señales.

Módulo 3. Ecuaciones en Derivadas Parciales (EDPs). Presentación de diferentes problemas que resultan ser modelados por EDPs. Estudio de los 3 ejemplos centrales de la teoría: (a) Ecuación de Laplace; (b) Ecuación de Ondas; (c) Ecuación del Calor. Métodos de diferencias finitas y espectrales para la resolución numérica.

Bibliografía.

Steven Strogatz, "Nonlinear Dynamics and Chaos", Westview Press (1994).

Sandro Salsa, "Partial Differential Equations in Action", Springer (2008).

Randall LeVeque, "Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations", SIAM (2007).

Lloyd Trefethen, "Spectral Methods", SIAM (2000).

Otras materias nuevas

Análisis avanzado

Esta nueva materia incorpora algunos contenidos de las materias Taller de cálculo avanzado, Cálculo avanzado y Medida y probabilidad. Permite adquirir el grado de formalización matemática necesario para esta carrera en temas como espacios métricos y teoría de la medida.

Contenidos

1. Cardinalidad. Equivalencia de conjuntos. Conjuntos finitos, numerables y no numerables. No-numerabilidad de los números reales.
2. Espacios métricos. Noción de distancia. Propiedades topológicas, Conjuntos abiertos y cerrados en \mathbb{R}^n . Clausura, interior, frontera. Puntos de acumulación y puntos aislados. Compacidad. Teorema de Heine-Borel. Completitud. Continuidad. Teorema del punto fijo.
3. Funciones Continuas. Límite funcional. Continuidad por sucesiones. Propiedades de las funciones continuas sobre compactos. Continuidad uniforme. Discontinuidades de las funciones monótonas. Sucesiones de funciones. Convergencia puntual y uniforme.
4. Rudimentos de la teoría de espacios normados. Espacios de Banach. Aplicaciones lineales continuas. Sucesiones y series de funciones. Espacios de Hilbert.
5. Introducción a la teoría de la medida. Integral de Lebesgue en la recta. Conjuntos medibles. Teorema de convergencia monótona y mayorada. Medida abstracta.

Bibliografía

Kolmogorov, A.N., S.V. Fomin,. Elementos de la teoría de funciones y del análisis funcional. 1972.

Pedersen, Gert K. Analysis now. Vol. 118. Springer Science & Business Media, 2012.

Jost, Jürgen. Postmodern analysis. Springer Science & Business Media, 2006.

Álgebra lineal computacional

El objetivo de esta materia es brindar las principales herramientas del álgebra lineal con una perspectiva netamente computacional.

1. Espacios vectoriales y bases. Espacios vectoriales reales. Subespacios, sistemas de generadores e independencia lineal, bases, dimensión. Transformaciones lineales, representación matricial de una transformación lineal, subespacios fundamentales asociados a una matriz; núcleo, imagen, conúcleo y coimagen. Formas bilineales, representación matricial. Aplicaciones.
2. Productos internos y normas. Productos internos. Desigualdad de Cauchy-Schwarz, vectores

ortogonales, desigualdad triangular. Normas, equivalencia de normas, normas matriciales. Matrices definidas positivas.

3. Sistemas lineales. Solución de sistemas lineales. Eliminación Gaussiana (caso regular), factorización LU. Factorización de matrices simétricas: Cholesky. Matrices ortogonales, factorización QR. Error y condicionamiento de matrices. Aplicaciones.
4. Autovalores. Autovalores y autovectores, propiedades básicas de los autovalores. Teorema de Gerschgorin. Bases de autovectores y diagonalización. Autovalores de matrices simétricas, el teorema espectral. El método de la potencia, el algoritmo QR. Valores singulares, la descomposición SVD. Descomposición de Schur. Forma canónica de Jordan. Aplicaciones. Matrices positivas, cadenas de Markov y Teorema de Perron-Frobenius.
5. Métodos iteración para sistemas lineales. Resolución iterativa de sistemas lineales, los métodos de Jacobi y Gauss-Seidel, SOR. Subespacio de Krylov. Gradiente conjugado. Aplicaciones.
6. Aproximación e Interpolación. Problemas de cuadrados mínimos. Interpolación funcional. Aplicaciones.

Bibliografía.

- J. Demmel, Applied numerical linear algebra, SIAM, 1997.
G. Golub, C. Van Loan, Matrix Computations, Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, 1989.
P. Olver, C. Shakiban. Applied linear algebra. Pearson Education, 2006.
G. Strang, Linear Algebra and its applications, Third Ed., Harcourt, Brace, Jovanovich, San Diego, 1988.
Ll. Trefethen, D. Bau III, Numerical Lineal Algebra, SIAM, 1997.

Ciclo Superior

El Ciclo Superior será propuesto por el alumno con el aval de un profesor guía (consejero de estudios) y la aprobación de la Comisión de Carrera. Deberá incluir al menos 640 hs. de cursada (lo que lleva el total de la carrera a 3592 hs., sin contar el Trabajo Final), contemplando no más de 8 cursos, ni menos de 4. Se fomentará fuertemente el cursado de materias basadas en otras disciplinas. Se buscará que las materias electivas ofrecidas tengan laboratorio y entregas de trabajo final.

Se espera que el alumno elija un área de las definidas por las tres materias núcleo y se especialice en ella. Aunque esto no es excluyente, se brindará una oferta de cursos que le permita hacerlo. A continuación se listan algunos posibles ciclos superiores a modo de ejemplo. Estos son netamente orientativos ya que cada alumno armará su propio ciclo superior con la orientación de su consejero de estudios. Las materias se listan en grupos y en rojo se marcan las materias núcleo de cada uno de los grupos. La lista no es en absoluto exhaustiva (sino más bien orientativa) ya que los alumnos podrán optar también por las diversas materias que dictan/dictarán el DM, DC, IC así como también otros departamentos de la facultad y otras dependencias académicas e instituciones.

Algunos ciclos superiores sugeridos

Modelado continuo

- Método de elementos finitos y aplicaciones.
- **Análisis numérico.**
- Ecuaciones diferenciales ordinarias.

- Ecuaciones diferenciales no lineales
- Elementos de análisis funcional.
- Ecuaciones ordinarias y en derivadas parciales.
- Mecánica clásica.
- Procesos estocásticos.
- Análisis complejo/Matemática 4 (de Físicos, solo la parte de complejo).
- Matemática Industrial.

Sistemas estocásticos y complejos

- Teoría de probabilidades.
- Límites de escala para procesos Markovianos y aplicaciones
- Simulación de procesos estocásticos
- Ecuaciones diferenciales estocásticas
- Modelos matemáticos en sistemas sociales complejos
- Procesos Markovianos para aprendizaje automático
- Teoría de redes y colas
- Procesos estocásticos
- Teoría de juegos
- Sistemas de partículas interactuantes.
- Física computacional

Ciencia de Datos

- Modelos de Regresión
- Herramientas de Visualización de datos
- Estimación no paramétrica aplicada
- Aprendizaje automático
- Procesamiento del Lenguaje Natural
- Bases de Datos

Estadística Matemática-computacional

- Modelo Lineal
- Herramientas de Visualización de datos
- Estimación no paramétrica aplicada
- Modelo lineal generalizado
- Métodos de Estadística Robusta
- Series de Tiempo
- Estadística para datos funcionales
- Taller de consultoría estadística

Investigación operativa y Optimización

- Programación lineal entera avanzada
- Programación no lineal avanzada
- Optimización estocástica
- Simulación y Teoría de Colas
- Seminario Avanzado de Teoría de Grafos

- **Metaheurísticas**

Análisis Armónico Aplicado y Computacional

- **Frames, Descomposiciones atómicas y teoría de muestreo**
- **Teoría de wavelets, sistemas de Gabor, análisis de tiempo-frecuencia y tiempo-escala**
- **Análisis de señales e imágenes (Teoría y Práctica)**
- **Aproximación y Modelos en procesamiento de señales (Teoría y Laboratorio)**
- **Compresión de datos, Learning theory y Algoritmos**

Cabe destacar que la Licenciatura en matemática prevé la suma de 3296 horas entre el CBC y las 16 materias obligatorias, requiriendo además 15 puntos en materias optativas, que suman alrededor de 480 horas extras, sumando un total de 3776 horas sin contar la Tesis de Licenciatura.

Trabajo final

El Trabajo Final consistirá en la *Resolución de un problema aplicado utilizando las herramientas vistas en la carrera*. Lo que se busca es poner en práctica conocimientos adquiridos durante la carrera para resolver un problema aplicado. El origen de este problema podría venir de diversas fuentes:

- Grupos de investigación del IC, DM o DC.
- Grupos de investigación de otros Departamentos de FCEN
- Grupos de investigación otras Facultades/Universidades
- Propuestas de entes públicos (Ministerios, Secretarías, etc)
- Propuestas de entidades privadas

El tiempo estipulado para la realización del trabajo final es de un cuatrimestre con carga horaria similar a una materia de 10 horas.

La Comisión de Carrera deberá establecer un Reglamento de Trabajo Final, que determine la modalidad de las instancias de evaluación (por ejemplo: propuesta inicial, informes periódicos de avance, entrega de documento escrito, defensa oral), así como sus plazos correspondientes, procurando que la concreción de los trabajos finales no se prolongue en el tiempo innecesariamente.

Comisión de carrera y director/a

Tanto el ciclo superior como el tema del Trabajo Final deberá ser aprobado por una Comisión de Carrera, integrada por 2 profesores del DM, 2 profesores del DC y 2 profesores del IC, 3 representantes de graduados/docentes auxiliares (uno del DM, uno del DC y uno del IC) y 3 representantes de estudiantes (uno del DM, uno del DC y uno del IC). Los integrantes serán propuestos por los respectivos claustros de los distintos Deptos/instituto y serán aprobados por el CD. Se renovarán cada 2 años en forma alternada de forma tal que se renueve por mitades. Uno de los profesores de la Comisión ejercerá como Director de la Carrera. Su rol será:

- Supervisar el dictado de todas las materias de la carrera.

Garantizar la asignación de docentes necesaria (que serán provistos principalmente por el DM, el DC y el IC).

Interactuar con las direcciones de DM, DC e IC para garantizar el correcto dictado de todas las materias.

En caso de empate en decisiones de comisión, el director tiene un segundo voto para desempatar.