

**Planificación de la Asignatura:** Ecuaciones Diferenciales - Bioingeniería

**Fecha:** 23/10/2024 13:02

**Código:** B0813

**Carrera:** Bioingeniería

**Departamento Académico:** Matemática

**Docente a cargo:**

**Correo del docente a cargo:** emiliano.ravera@uner.edu.ar

**Régimen de Dictado:** Cuatrimestral doble oferta

**Carga Horaria Semanal:** 8 horas semanales

**Carga Horaria Total:** 112 horas

---

**Contenidos Mínimos:**

Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO). Sucesiones y series reales. Sistemas de EDO lineales.

Ecuaciones y sistemas de EDO no lineales. Ecuaciones en derivadas parciales (EDP).

**Competencias Genéricas:**

CT1. Identificación, formulación y resolución de problemas de Bioingeniería. (Nivel de Dominio 1)

CT4. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en Bioingeniería. (Nivel de Dominio 1)

CS1. Fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo. (Nivel de Dominio 1)

CS2. Fundamentos para una comunicación efectiva. (Nivel de Dominio 1)

CS5. Fundamentos para el aprendizaje continuo y autónomo. (Nivel de Dominio 1)

**Competencias Específicas:****Argumentación de aportes marcados en la matriz de competencias:**

Mediante el espacio curricular Ecuaciones Diferenciales de la FI-UNER se buscará aportar en las siguientes competencias genéricas (con un nivel de dominio 1) tecnológicas como la resolución de problemas de Ingeniería y la utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la Ingeniería. Así también se buscará aportar en las siguientes competencias genéricas (con un nivel de dominio 1) sociales, políticas y actitudinales como fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo, fundamentos para la comunicación efectiva y fundamentos para el aprendizaje continuo y autónomo. Para mayor detalle de las actividades propuestas para el aporte a las competencias mencionadas referirce a la sección Metodología Didáctica.

---

**Correlativas Regulares para cursar:**

Física Mecánica

Cálculo Vectorial

Fundamentos de Programación.

**Correlativas Aprobadas para cursar:**

Cálculo en una variable

**Correlativas Aprobadas para promocionar o rendir el examen final:**

Cálculo Vectorial

**Insercion de la Asignatura en el plan de Estudios:**

En el plan de estudio de las carreras de Bioingeniería, Ing. en Transporte y Lic. en Bioinformática, la formación en Matemática se ha estructurado a través de los siguientes cursos:

Primer cuatrimestre | Segundo cuatrimestre

---

Primer año	Cálculo	Algebra Lineal y Geometría Analítica
Segundo año	Cálculo Vectorial	Ecuaciones Diferenciales, Probabilidad y Estadística.

---

A través de los mismos el estudiante adquiere los conceptos, métodos matemáticos y las destrezas necesarias para abordar diferentes problemas del área de Ingeniería, con los cuales tomará contacto al transcurrir la carrera. Además, los cursos de Matemática contribuyen a desarrollar en el alumno una mayor capacidad de abstracción y también a la formación de un pensamiento crítico y reflexivo para la consolidación del estudio independiente, que permitirá a futuro una actualización permanente.

Un curso de “Ecuaciones Diferenciales” elementales es un medio excelente para que el estudiante comprenda la relación que hay entre las matemáticas y las ciencias físicas o de la Ingeniería. Antes de que el ingeniero o científico pueda aplicar con confianza las ecuaciones diferenciales, debe dominar las técnicas de resolución y tener un mínimo de conocimiento de la teoría que las fundamenta. En este sentido, en estudiante de matemática recibe un gran beneficio al conocer algunas de las maneras en que el deseo de resolver problemas específicos ha estimulado un trabajo de naturaleza más abstracta. Por esta razón se hace necesario estudiar la teoría y los métodos básicos de las ecuaciones diferenciales, siendo estas una de las herramientas más potentes de las que se dispone para analizar el mundo real matemáticamente. Se utilizan para formular las leyes fundamentales de la naturaleza (desde las leyes de Newton a las ecuaciones de Maxwell y la leyes de la mecánica cuántica) y para modelar los más variados fenómenos físicos y también en diversos campos tales como la Economía, la Medicina y las Ciencias Sociales.

En este curso se abordarán conceptos y métodos matemáticos enfocados en el estudio de las ecuaciones diferenciales ordinarias (de primer y segundo orden) y parciales (como la ecuación unidimensional de la onda y del calor), sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de primer orden, sistemas autónomos (lineales y no lineales) y métodos cualitativos como el estudio del campo de direcciones y del plano de fase. Estos enfoques permitirán al estudiante ponerse en contacto con el proceso de modelar

matemáticamente un fenómeno físico o biológico a partir de las leyes que lo gobiernan y simular este comportamiento bajo diferentes condiciones en la computadora intentando comprenderlo, para luego poder predecir o controlar.

En síntesis, Ecuaciones Diferenciales se sustenta en los conceptos y métodos adquiridos por los alumnos en Cálculo de una y varias variables y en el curso de Álgebra Lineal y Geometría Analítica. Los conocimientos de Física y de Programación básica son necesarios para modelizar y simular computacionalmente.

De manera transversal se relaciona estrechamente con las asignaturas de Programación Avanzada y Probabilidad y Estadística. De manera longitudinal se relaciona con Termodinámica, Fisiología y Biofísica, Mecánica de Fluidos, Fundamentos de la Tecnología Cuántica, Radiodiagnóstico y Radioterapia y Señales y Sistemas entre otros.

Finalmente, mediante el espacio curricular Ecuaciones Diferenciales de la FI-UNER se buscará aportar en las siguientes competencias genéricas (con un nivel de dominio 1) tecnológicas como la resolución de problemas de Ingeniería y la utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la Ingeniería.

Así también se buscará aportar en las siguientes competencias genéricas (con un nivel de dominio 1) sociales, políticas y actitudinales como fundamentos para el desempeño en equipos de trabajo, fundamentos para la comunicación efectiva y fundamentos para el aprendizaje continuo y autónomo.

**Objetivo General:**

Que el alumno logre:

1. Comprender los conceptos y métodos fundamentales de la teoría de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales para resolver problemas aplicandos a la Ingeniería.
2. Trabajar con modelos matemáticos de fenómenos vinculados con la Física, Biología y otras disciplinas, expresados mediante ecuaciones diferenciales ordinarias lineales, no lineales y ecuaciones en derivadas parciales, con un grado de dificultad acorde a un segundo año para valorar sus alcances, limitaciones e interpretar los resultados obtenidos en el contexto considerado.
3. Simular, empleando software matemático adecuado, problemas del campo de la Física, la Biología y otros, que involucren ecuaciones diferenciales elementales para afianzar su capacidad de abstracción, de razonamiento lógico y reflexión crítica.
4. Desarrollar competencias de resolución de problemas y estrategias comunicacionales para el trabajo en equipo.
5. Utilizar de manera crítica y reflexiva las nuevas metodologías de la información para adquirir nuevos conocimientos en forma autónoma.

**Objetivos Particulares:**

Que el alumno logre:

1. Clasificar una ecuación diferencial dada para comprender el concepto de solución.
2. Identificar y resolver ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden con variables separables para resolver problemas con condiciones iniciales de fenómenos cuyos sean modelados con dichas ecuaciones.
3. Plantear y resolver problemas de diferentes áreas (Física, Biología y otras) cuyos modelos matemáticos son ecuaciones diferenciales ordinarias lineales de primer y segundo orden (caso homogéneo y no homogéneo).

4. Comprender el concepto de convergencia de una serie de funciones y aplicar series de potencias y series de Fourier para resolver ecuaciones diferenciales.
5. Aplicar conceptos del Álgebra Lineal para encontrar soluciones de los sistemas lineales de ecuaciones diferenciales de primer orden, homogéneos y no homogéneos.
6. Utilizar los sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias para modelar fenómenos físicos, biológicos y otros de interés, para luego interpretar las soluciones en el contexto del fenómeno que están representando.
7. Aplicar los métodos de la teoría cualitativa en el estudio de los sistemas autónomos para interpretar el espacio de soluciones de sistemas casi-lineales.
8. Estudiar el método de separación de variables aplicado a las ecuaciones diferenciales parciales para resolver modelos unidimensionales clásicos que permiten determinar los desplazamientos en una cuerda vibrante y la distribución de temperatura en una varilla delgada bajo determinadas condiciones iniciales y de frontera.
9. Usar software matemático para explotar su potencial numérico, simbólico y gráfico en la interpretación de problemas relacionados a la Ingeniería.

**Programa Analítico:**

Unidad Temática 1: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDOs) de Primer Orden.

Ecuaciones Diferenciales: Definiciones y terminología. Problemas con valores iniciales. Ecuaciones diferenciales como modelos matemáticos. Campos de dirección. Ecuaciones diferenciales de primer orden autónomas. Variables separables. Ecuaciones lineales de primer orden. Aplicaciones.

Unidad Temática 2: EDOs Lineales de Segundo Orden y Superior.

Introducción a las EDOs Lineales de orden  $n$ : caso homogéneo, no homogéneo, problemas con valores iniciales, teorema de existencia y unicidad. La EDO lineal de segundo orden, caso homogéneo: principio de superposición, solución general. Solución General de la EDO lineal de segundo orden, homogénea a coeficientes constantes. La EDO lineal de segundo orden, caso no homogéneo: solución general. Superposición para el caso no homogéneo. Método de los coeficientes indeterminados. Método de Variación de los Parámetros. Aplicaciones.

Unidad Temática 3: Solución de Ecuaciones Diferenciales por medio de Series.

Sucesiones. Suma de series infinitas. Convergencia de series con términos positivos. Convergencia absoluta y condicional o puntual. El criterio de la razón y la raíz. Series de potencias. Convergencia de las series de potencias. Desarrollo de funciones en series de potencias. Series de Taylor y de Maclaurin. Resolución de Ecuaciones Diferenciales mediante series de potencias.

Unidad Temática 4: Sistemas de Ecuaciones Diferenciales de Primer Orden.

Definiciones y terminología. Sistemas lineales homogéneos. Método de los autovalores y autovectores. Sistemas lineales no homogéneos. Método de los Coeficientes indeterminados. Variación de parámetros. Matriz exponencial. Aplicaciones. Sistemas autónomos planos. Estabilidad de sistemas lineales. Sistemas No lineales: Linealización y estabilidad local. Sistemas autónomos como modelos matemáticos.

Unidad Temática 5: Ecuaciones Diferenciales Parciales.

Funciones ortogonales. Series de Fourier. Series de Fourier de cosenos y senos. Problema de



Sturm-Liouville. Ecuaciones diferenciales parciales (EDP) separables. EDP clásicas y problemas con valores en la frontera. Ecuación del calor. Ecuación de la onda.

Fundamentación de la organización y secuenciación de los contenidos

Los contenidos se han organizado y secuenciado teniendo en cuenta los conocimientos previos del alumnado, la lógica interna de la asignatura y la presentación gradual de nuevos conceptos y procedimientos. El análisis de la bibliografía propuesta para el curso también ha influido en la secuenciación de contenidos. El concepto más general considerado es el de “función solución de la ecuación diferencial” y el estudio de las consideraciones a cumplir correspondiente a cada caso, siguiendo el orden que se indica en la figura.

**Metodología Didáctica:****A) Metodología didáctica**

La rápida evolución de la tecnología ha propiciado que los jóvenes estudiantes acostumbrados a recibir información únicamente en un salón de clases, se han transformados en jóvenes activos que cuestionan e indagan provocando que la experiencia educativa se vuelva mucho más retadora para los docentes. De esta manera surge la necesidad de crear un nuevo modelo educativo interdisciplinar basado en la ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas llamado STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) por sus siglas en inglés, donde el pensamiento computacional aparece como un pilar fundamental para la producción de recursos didácticos adaptados y el diseño de herramientas informáticas para el desarrollo nuevas oportunidades curriculares.

En particular, la Ingeniería y carreras afines son profesiones en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de restricciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales y culturales. Además, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) sugirió diez competencias genéricas de egreso del ingeniero argentino, entre las cuales se destacan:

- 1) Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- 2) Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- 3) Comunicarse con efectividad.
- 4) Aprender en forma continua y autónoma.

En este contexto, se destacan diversas competencias específicas para el área matemática:

- 1) Utilizar modelos matemáticos simples, como aproximación de la realidad física, para el abordaje de situaciones problemáticas.
- 2) Planificar y ejecutar estrategias para la resolución de problemas aplicando los conceptos y métodos del Álgebra Lineal, del Cálculo en una y varias variables y de las Ecuaciones diferenciales.
- 3) Utilizar, interpretar y elaborar diferentes representaciones utilizando distintos registros y lenguajes: tablas numéricas a partir de conjuntos de datos, gráficas o expresiones funcionales, teniendo en cuenta el fenómeno al que se refieren.
- 4) Utilizar tecnología informática para el análisis y la resolución de problemas vinculados con conceptos y

métodos matemáticos.

Asimismo, la Bioingeniería, Lic en Bioinformática y la Ing. en Transporte son una profesión que se basa en las disciplinas, es decir es interdisciplinaria por naturaleza. Sin embargo, es conveniente dar una mirada al concepto de interdisciplinariedad en un sentido más amplio en el contexto de la formación de los ingenieros. Así que la interdisciplinariedad no es simplemente el enfoque fundamental en la educación de los ingenieros sino la clave del cambio en la misión y el estatus social de la universidad. Un “problema” dentro de la sociedad desencadena un enfoque interdisciplinario porque actúa como un foco que unifica varias disciplinas. El ambiente, el transporte, la salud, el planeamiento urbano, etc. son todos problemas propuestos por la sociedad que abren la puerta a la combinación de varias disciplinas, en particular a la ingeniería y las ciencias humanas.

Sin dudas que las incógnitas del mundo real no son las que comúnmente se presentan en los libro de texto; saber resolver ejercicios no garantiza en absoluto la provisión de criterio para obtener respuestas a problemas reales. Es más, pueden darse muchas soluciones a un mismo problema y es el ingeniero, interactuando con otros profesionales, quien deberá elegir la solución más adecuada considerando diferentes aspectos (económicos, sociales, ambientales, etc.). Precisamente, en la realidad donde debe actuar el ingeniero, las situaciones a resolver pueden no tener una única solución, y en ese caso el acierto está en elegir cuál de todas las posibles es la óptima. Aparece entonces el concepto situación problemática. De aquí que un enfoque mediante la resolución de problemas abiertos requiere que los estudiantes deban contextualizar el problema llevándolos a elaborar hipótesis que permitan la toma de decisiones en la búsqueda de la o las soluciones. La selección de una de ellas implica una justificación, la propuesta de diferentes soluciones debe ir acompañada de las correspondientes ventajas y desventajas.

Desde el aspecto disciplinar, hay que enseñar Matemática para formar criterio y dar los instrumentos necesarios para que, partiendo de lo que ya se sabe, se logre en el futuro profesional una evolución para actuar en un mundo de complejidad creciente y cada vez más incierto. Para ello, el estudiante debe prepararse para adquirir la capacidad de adaptarse a la sociedad en la cual va a trabajar, siendo al mismo tiempo un usuario calificado que valore adecuadamente las nuevas herramientas tecnológicas puestas a su disposición. Así, enseñar Matemática en Ingeniería es transmitir al estudiante las herramientas lógico-formales que la disciplina proporciona a fin de lograr un nivel de abstracción suficiente que permita actuar sobre una porción de la realidad aplicando una teoría. La idea es mostrar una perspectiva de mayor generalidad que permita apreciar el valor y la potencia del conocimiento. La Matemática es una actividad de modelización y ésta a su vez conlleva la idea de producción de conocimiento.

#### A.1) Recursos Didácticos:

La cátedra confecciona y pone a disposición de los alumnos diferentes recursos o materiales didácticos para el desarrollo de las actividades planificadas con el objetivo de brindar una comunicación fluida ente los estudiantes y docentes, propiciar la autogestión por parte de los estudiantes dentro de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje y así lograr estudiantes con habilidades análisis crítico y reflexión independiente. A continuación se detallan los recursos didácticos que la cátedra desarrolla:

a) Bibliografía de referencia, la cátedra desarrolla todas sus actividades con el apoyo de un Texto de Referencia y la bibliografía de consulta detalladas. Este material bibliográfico es continuamente revisado y actualizado en función de las necesidades de los alumnos.

b) Sitio web de la cátedra, la misma posee dos espacios en la web. Uno dentro del sitio web propio de la FI-UNER (<http://ingenieria.uner.edu.ar/> ) que sólo contiene información general y otro espacio dentro del el Campus Virtual Institucional bajo la plataforma MOODLE (<http://campus.ingenieria.uner.edu.ar/> ). Mediante este segundo espacio, la cátedra mantiene una fluida comunicación con los alumnos facilitando el seguimiento del proceso de formación continua centrada en el estudiante. El sitio web de la cátedra dentro del Campus Virtual presenta la siguiente organización general:

b.1) Biblioteca Digital, en este espacio se pone a disposición de los alumnos diversos materiales digitales desarrollados por la cátedra; como por ejemplo, criterios de evaluación basado en competencias, información de referencia para el cursado, material que orientan el uso de Software Matemático, tablas de identidades y relaciones trigonométricas, tablas de integrales, material de lectura complementaria y reflexiva, informes de las actividades de adscripción desarrolladas en la cátedra, publicaciones científicas desarrolladas por el equipo de cátedra, etc.

b.2) Preguntas frecuentes, en este espacio se pone a disposición de los alumnos una serie de preguntas (con sus respectivas respuestas) presentadas por los estudiantes de años previos relacionadas con aspectos relevantes dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje abordado por la cátedra.

b.3) Autoevaluaciones, en este espacio se pone a disposición de los alumnos una herramienta que permite a los estudiantes ir evaluándose a medida que evoluciona su proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto brinda a los alumnos ventanas de observación de su estado actual en su proceso de formación continua.

b.4) Foro de discusión entre pares, en este espacio se pone a disposición de los alumnos un foro de discusión coordinado por un docente de la cátedra a cargo. Cada estudiante, inmerso dentro del Medio Ambiente de enseñanza-aprendizaje, es parte no sólo de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje sino también del propio proceso de sus compañeros. En este sentido el foro de discusión es un espacio

adecuado para fomentar la apropiación de este proceso por parte de los estudiantes, y es el docente es el encargado de coordinar el medio para su óptimo aprovechamiento.

b.5) Portafolio del estudiante, en este espacio se pone a disposición de los alumnos un portafolio o carpeta del estudiante como el elemento que sirve para organizar su trabajo continuo. En esta carpeta se debe incluir toda la documentación que generen los estudiantes (individualmente o en grupo) cuando estudien la asignatura. El material debe estar ordenado temáticamente. En la asignatura los estudiantes deberán realizar diversas actividades, algunas de ellas incluirán la realización de una entrega que es registrada y revisada. Estas entregas para ser incluidos en el portafolio deben estar corregidas, es decir, si se les devuelve algún material con anotaciones deben corregir lo que está mal, mejorar lo que se sugiere, etc. Este sistema ayuda a los estudiantes a trabajar continuamente y tener una visión conjunta de las diferentes actividades de la asignatura.

c) Guía de actividades semanales, la cátedra semanalmente presenta un material didáctico para facilitar la formación continua de los estudiantes con el objetivo de coordinar todas las actividades que se desarrollarán por todos los intérpretes (estudiantes y docentes) involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En la misma se detallan los temas a tratar durante en las distintas actividades de trabajo planificadas por la cátedra (presenciales o virtuales), presentando claramente los objetivos, contenidos y bibliografía necesaria para cada una de las actividades. Los diferentes aspectos, habilidades y competencias a desarrollar dentro de las actividades planificadas semanalmente son:

c.1) Desarrollo de habilidades para una lectura reflexiva y crítica, se incorporan preguntas, indicaciones y sugerencias para dirigir una lectura comprensiva (obligatoria) del material bibliográfico de referencia.

c.2) Desarrollo de habilidades para el manejo de un lenguaje matemático preciso, mediante el uso de terminología matemática, especialmente en el estudio y demostración de los teoremas analizando detalles de lógica, útiles y necesarios, para entender y aplicar los mismos correctamente.

c.3) Desarrollo de habilidades para la expresión oral y escrita, se incorporan indicaciones para confeccionar los informes escritos de resolución de problemas y de que manera ejercitar la participación oral en los encuentros entre docentes y alumnos.

c.4) Desarrollo de competencias, se planifican diferentes propuestas dentro del proceso de formación continua de los estudiantes. Todas estas actividades se enmarcan dentro del desarrollo de diferentes aspectos capaces de acreditar el desarrollo de competencias. Las actividades que se abordan son:

c.4.1) Resolución de Problemas (con lápiz y papel): Los ejercicios y problemas propuestos se seleccionan siguiendo un orden de complejidad creciente y adecuada para un segundo año. Así, se presentan ejercicios o problemas básicos que facilitan la comprensión de conceptos y métodos, ejercicios que exigen demostrar

que un enunciado es verdadero o falso, problemas que implican seleccionar métodos, conjeturar un tipo de solución, validar una solución encontrada, rechazar una conjetura realizada, entre otros.

c.4.2) Resolución de Problemas (con software): Los problemas propuestos tienen como objetivo aplicar conceptos del Cálculo Vectorial en diferentes contextos de interés para la Ingeniería. De esta manera se busca involucrar a los estudiantes en su aprendizaje activo trabajando en grupo (grupos de tres alumnos) sobre problemas interdisciplinarios que requieran el uso de recursos informáticos para su resolución.

Mediante esta actividad se busca mostrar los beneficios de usar Software específico y desarrollar las habilidades para utilizar estas herramientas de forma crítica.

c.4.3) Actividades recomendadas: Se seleccionan ejercicios y problemas del texto de referencia, correspondientes a los temas desarrollados, para brindar a los alumnos un conjunto de actividades que complementen su formación continua mediante su resolución.

c.4.4) Informes Integradores: Cada dos semanas (ver cronograma) se propone una actividad de resolución de problema grupal (grupos de tres alumnos). En esta actividad los grupos discuten sobre la formulación de la resolución de la actividad y cada integrante del mismo, individualmente, deben realizar un informe escrito de la actividad propuesta para ser presentado al docente. Este informe será discutido entre sus pares y con un docente como mediador, en uno de los encuentros semanales con los docentes. El principal objetivo de esta actividad es brindar, a todos los intérpretes dentro del proceso de enseñanza-evaluación (alumnos y docentes), ventanas de observación del su estado actual en el proceso de formación continua de los estudiantes. En esta actividad, el docente incorpora la evaluación con un sentido formativo dado que nunca se evalúa la resolución de la actividad sino que luego de su presentación por parte de los alumnos, el docente a cargo realimenta de manera oral y escrita al grupo de estudiantes mediante una evaluación cualitativa de los aspectos implicados en la resolución de problemas guiándolos mediante interrogantes.

c.4.5) Trabajo Práctico de Laboratorio Computacional (TPLC): Se propone un TPLC a ser realizado en grupos de tres alumnos. Consiste en problemas integradores abiertos de aspecto interdisciplinar con un nivel de complejidad y adecuación para ser resuelto mediante software matemático. Esta actividad persigue facilitar la interconexión de conceptos, promover la aplicación de propiedades y métodos del Cálculo Vectorial en contextos interdisciplinarios, comprender los beneficios de usar Software específico en estas actividades mediante un análisis creativo, crítico y de reflexión independiente.

En las distintas actividades se utilizan diversos recursos didácticos como pizarrón, marcadores, textos de referencia, proyector, computadoras, tabletas digitalizadoras e Internet. En particular, las actividades de que requieran la interacción de los estudiantes con computadoras se desarrollan en los Laboratorios de Computación de la Facultad.

**B) Actividades:****B.1 Fundamentación Pedagógica:**

En un contexto donde conjugamos las habilidades artísticas y creativas con la educación STEM ponemos en valor aspectos como el diseño, la innovación, el desarrollo de la curiosidad, la imaginación o la búsqueda de soluciones diversas a un único problema. Mientras que gran parte de los estudiantes presentan un perfil mecanicista, afrontando el estudio de forma superficial, sin intención de profundizar en la comprensión de los fenómenos estudiados y con una dedicación en tiempo muy limitada. Inmersos en esta realidad, como docentes de Matemática nos planteamos diversos interrogantes tales como: ¿Qué valor tiene la Matemática en el desarrollo profesional? ¿Para qué y por qué enseñamos Matemática? ¿Cómo se logra aprender Matemática con un correcto balance entre lo teórico y lo práctico? ¿Qué importancia tiene la resolución de problemas en la formación de un alumno de Ingeniería? ¿Cómo adaptamos nuestras clases para evidenciar de manera natural la formalidad y rigurosidad del pensamiento matemático?.

Asimismo, los cursos de Matemática brindan el espacio para que los alumnos desarrollen procesos cognitivos tales como abstracción, creatividad, comprensión y el uso de los conocimientos adquiridos en un contexto formal y riguroso. Por esto, es fundamental que los estudiantes valoren adecuadamente de los conceptos teóricos que dan sustento a la práctica, más aún cuando el principal objetivo es lograr que el estudiante se apropie de la forma en que se hace y se piensa la Matemática en un contexto de pensamiento crítico basado en un discurso matemático formal.

En este contexto actual, es que se presenta una nueva propuesta pedagógica que busca romper con los prejuicios que presentan los alumnos en cuanto a la distribución “clásica” de encuentros entre los docentes y alumnos (Teoría, Coloquio y Práctica). En esta distribución, considerando un encuentro semanal de cada instancia, representa una distribución de actividades discretas en el tiempo. Así, comúnmente en la Teoría se debían incluir todos los conceptos teóricos a desarrollar en la semana; en el Coloquio, se profundizaban aplicaciones con alguna resolución de ejercitación; mientras que en las Prácticas, se tenía que abordar el enfoque práctico y la resolución de problemas de todos los conceptos desarrollados tanto en el encuentro de Teoría como de Coloquio de la semana. En este sentido, esta distribución muchas veces no logra alinearse con una metodología de formación continua del estudiante.

De esta manera, para propiciar un ambiente adecuado para la formación continua de los alumnos con el objetivo de brindar de manera natural la formalidad y rigurosidad del pensamiento matemático relacionado con los conceptos teóricos y prácticos, se implementará una distribución de encuentros semanales entre docentes y alumnos con el objetivo de proporcionar un desarrollo continuo de los contenidos teóricos y prácticos (a diferencia de la versión discreta “clásica”). De esta manera, se desarrollan 4 (cuatro) sesiones

Teóricas-Prácticas semanales de trabajo áulico o de laboratorio de computación denominadas STeP: Sesiones Teóricas-Prácticas como se muestra en la figura.

Para lograr una secuencia lógica de la asignatura contemplando los aspectos didácticos, la bibliografía básica a utilizar y con el foco en una formación continua de los estudiantes, cada Unidad Temática se distribuyen en Unidades Didácticas que se desarrollan semanalmente (ver cronograma). Las actividades semanales tienen una distribución horaria (detalladas a continuación cuando se describen cada una de las actividades) como objetivo brindar y fortalecer la formación continua del alumnado y de esta manera permitir superar las dificultades observadas por todos los intérpretes del proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, se brindarán actividades de asesoramiento y apoyo optativas a través de diferentes espacios de consulta semanales bajo la tutoría de un docente de la cátedra.

## B.2 Descripción de las actividades:

Cada STeP es un espacio orientado a la formación continua mediante la participación activa de los alumnos. En estos espacios los alumnos utiliza la Guía de actividades semanales para organizar su trabajo individual o en grupo, leyendo y discutiendo ejemplos, aplicaciones o demostraciones asignadas y guiadas por el docente responsable con el objetivo de contribuir al desarrollo de las habilidades matemáticas necesarias para un futuro ingeniero favoreciendo su estudio independiente. De esta manera, los objetivos generales de los STePs son:

- a) Favorecer el aprendizaje continuo, relacionando inmediatamente un contenido y su fundamento teórico con la aplicación práctica.
- b) Lograr una adecuada comprensión de conceptos, utilizando las definiciones presentadas por el docente con el trabajo que realiza el alumno.
- c) Presentar los tópicos a través de ejemplos o aplicaciones que sirvan de disparadores para el tratamiento del tema.
- d) Poner a los propios alumnos como protagonistas de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje intercambiando constantemente el protagonismo entre docente y alumno, y entre los alumnos.
- e) Variar los tiempos de atención en una clase, generando diálogo y debate, y promoviendo que el estudiante sea protagonista de todas las actividades.

En forma general, en cada STeP se presentan las definiciones y conceptos fundamentales de la Unidad Didáctica, destacando su vinculación horizontal y vertical con la misma asignatura, con otras relacionadas con la Ingeniería y con espacios curriculares previos. Se enuncian propiedades y teoremas fundamentales, y



se realizan las demostraciones consideradas de importancia conceptual o por su valor formativo. El docente, a cargo de generar un ambiente propicio para la formación continua del alumno, mediante la técnica de interrogación didáctica expone, interroga y dialoga continuamente con los alumnos. En este proceso el docente hace uso del pizarrón y presentaciones visuales de apoyo (especialmente en lo que se refiere a gráficos obtenidos con software matemático), esquemas o mapas conceptuales, como recursos didácticos imprescindibles en la enseñanza del lenguaje matemático.

En todos los STePs se busca generar un momento de producción intelectual y creativa por parte de todos los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje (docentes y alumnos), por lo que mediante el análisis de las definiciones, el razonamiento sobre las secuencias lógicas usadas en una demostración, la discusión de ejemplos y el estudio de contraejemplos, el docente plantea una estrategia didáctica para generar espacios que hagan explícito el sentido y la importancia de los conceptos matemáticos. Se pretende que el alumno exprese con precisión y formalidad los procedimientos utilizados, por lo que la propuesta apunta a desarrollar capacidades en el educando que le permitan utilizar términos, conceptos y métodos, justificar y argumentar de forma solvente, deducir e inducir, y comprender todo aquello que lee y escribe. De esta forma se procura que el alumno alcance el dominio de estas destrezas para la elaboración de su producción escrita y exposición oral.

Considerando la distribución de cada Unidad Didáctica, cada STeP se desarrolla siguiendo la metodología presentada a continuación:

#### B.2.1) Metodología adoptada en el primer cuatrimestre para cada uno de las STePs:

##### B.2.1.1) Metodología de la STeP1 (Virtual asincrónico obligatorio + presencial síncrono no obligatorio):

Corresponderá a un espacio asincrónico mediado por la herramienta LECCIÓN (aproximadamente 1 hora semanal) más un espacio presencial síncrono (1 hora semanal) para atender las dudas y obstáculos que surjan de la realización de las lecciones propuestas en el campus y no serán de asistencia obligatoria. Será obligatorio llevar adelante el desarrollo de la LECCIÓN, la cuál está desarrollada con actividades de autoevaluación de los contenidos desarrollados. Con una distribución del 80 % de contenido teórico y 20 % de contenido práctico, en este primer encuentro semanal entre los alumnos y docentes se planifican actividades donde se introducen los principales conceptos y definiciones teóricas que formarán las bases sobre las que se irán construyendo los siguientes escalones del proceso de formación continua planificado en el siguientes STeP. Se trabajará sobre el análisis crítico y reflexivo de los teoremas abordados en la asignatura, construyendo de manera conjunta (docente y alumnos) las demostraciones con la rigurosidad matemática acorde a las necesidades de un alumno de Ingeniería. Además, se presentan ejercicios o

problemas básicos que facilitan la comprensión de los conceptos y métodos abordados en este encuentro y ejercicios del tipo que exigen demostrar afirmaciones. Se ofrece 1 (un) STeP 1.

B.2.1.2) Metodología de la STeP 2 (Presencial síncrono no obligatorio): Con una duración de 2 horas semanales y una distribución del 60 % de contenido teórico y un 40 % de contenido práctico en este segundo encuentro semanal entre los alumnos y docentes se planifican actividades donde se introducen algunos conceptos y definiciones teóricas en una fluida relación entre los conceptos abordados en el STeP 1 y los que se van incorporando en este encuentro. Si es necesario, al igual que en el STeP 1, se trabajará sobre el análisis crítico y reflexivo de los teoremas abordados en la asignatura, construyendo de manera conjunta (docente y alumnos) las demostraciones abordando también aplicaciones prácticas de los conceptos abordados tanto en el STeP 1 como en este encuentro. También se presentan ejercicios o problemas básicos para facilitar la comprensión de los conceptos y ejercicios del tipo que exigen la demostración de enunciados. Se ofrece 1 (un) STeP 2.

B.2.1.3) Metodología de la STeP 3 (Presencial síncrono obligatorio): Con una duración de 2 horas semanales y una distribución del 30 % de contenido teórico y un 70 % de contenido práctico en este tercer encuentro semanal entre los alumnos y docentes se planifican actividades donde se introducen unos pocos conceptos y definiciones teóricas principalmente relacionadas a aplicaciones de los conceptos abordados en todos los encuentros anteriores. Además, se planifica conformar un espacio de trabajo grupal con el principal objetivo de abordar la resolución de problemas matemáticos que impliquen la selección del método de resolución mas adecuado, la elaboración de conjeturas sobre un tipo de solución, la validación de la solución encontrada o el rechazo de la conjetura realizada. También se propondrán problemas que consideren adecuados para que los estudiantes realicen en la clase en forma individual o grupal, con el objetivo de afianzar conceptos y métodos, discutiendo de manera grupal los que presenten más dificultades. En particular, en estos encuentros (de manera semanal) se encuentra enmarcada la actividad descripta como Informes Integradores. En estas ocasiones, el docente a cargo brindará primeramente un espacio para que los estudiantes expongan en el pizarrón su planteo y resolución del problema propuestos, indicando la justificación teórica correspondiente. Si un estudiante no pudo resolver la propuesta indicada en el Informe Integrador, deberá indicar cuáles fueron los obstáculos que le impidieron llegar al objetivo. El docente tiene la tarea de crear un clima de apertura, diálogo y respeto entre pares, que permita expresar dudas y exponer sin temor las limitaciones, para poder de esta manera hacer aclaraciones, examinar errores, efectuar correcciones y, si es necesario, hacer sugerencias sobre la claridad y organización de la exposición realizada. Estos Informes Integradores son revisados por el docente a cargo con el fin de detectar dificultades, considerando al error como una oportunidad de aprendizaje. Se ofrece 1 (un) STeP 3.

B.2.1.4) Metodología de la STeP 4, Laboratorio Matemático de Computación (Presencial síncrono no obligatorio): Con una duración de 1 hora semanal y distribución del 10 % de contenido teórico y un 90 % de contenido práctico en este cuarto encuentro semanal entre los alumnos y docentes se planifican actividades de trabajo grupal a desarrollarse en el Laboratorio de Computación. Dentro de las actividades planificadas para este encuentro se centran en la resolución de problemas con apoyo de Software de aplicación matemática. Este encuentro persigue dos objetivos fundamentales: i) Dar una mirada holística de reflexión y cierre de todos los contenidos abordados por cada STeP correspondiente a la Unidad Didáctica; y ii) introducir a los alumnos en el conocimiento y manejo crítico de un Software específico de aplicación matemática. Se ofrecen 1 (un) STeP 4.

B.2.2) Metodología adoptada en el segundo cuatrimestre para cada uno de las STePs:

B.2.2.1) Metodología de la STeP1 (Presencial síncrono no obligatorio): Con una duración de 2 horas semanales y una distribución del 80 % de contenido teórico y 20 % de contenido práctico, en este primer encuentro semanal entre los alumnos y docentes se planifican actividades donde se introducen los principales conceptos y definiciones teóricas que formarán las bases sobre las que se irán construyendo los siguientes escalones del proceso de formación continua planificado en el siguientes STeP. Se trabajará sobre el análisis crítico y reflexivo de los teoremas abordados en la asignatura, construyendo de manera conjunta (docente y alumnos) las demostraciones con la rigurosidad matemática acorde a las necesidades de un alumno de Ingeniería. Además, se presentan ejercicios o problemas básicos que facilitan la comprensión de los conceptos y métodos abordados en este encuentro y ejercicios del tipo que exigen demostrar afirmaciones. Se ofrece 1 (un) STeP 1.

B.2.2.2) Metodología de la STeP 2 (Presencial síncrono no obligatorio): Con una duración de 2 horas semanales y una distribución del 60 % de contenido teórico y un 40 % de contenido práctico en este segundo encuentro semanal entre los alumnos y docentes se planifican actividades donde se introducen algunos conceptos y definiciones teóricas en una fluida relación entre los conceptos abordados en el STeP 1 y los que se van incorporando en este encuentro. Si es necesario, al igual que en el STeP 1, se trabajará sobre el análisis crítico y reflexivo de los teoremas abordados en la asignatura, construyendo de manera conjunta (docente y alumnos) las demostraciones abordando también aplicaciones prácticas de los conceptos abordados tanto en el STeP 1 como en este encuentro. También se presentan ejercicios o problemas básicos para facilitar la comprensión de los conceptos y ejercicios del tipo que exigen la

demostración de enunciados. Con el mismo objetivo del STeP 1, se ofrecen 2 (dos) STeP 2 donde los alumnos deben optar por una de ellas manteniendo una relación equilibrada entre las ofertas (aprox. 50 % en cada STeP 2).

B.2.2.3) Metodología de la STeP 3 (Presencial síncrono obligatorio): Con una duración de 2 horas semanales y una distribución del 30 % de contenido teórico y un 70 % de contenido práctico en este tercer encuentro semanal entre los alumnos y docentes se planifican actividades donde se introducen unos pocos conceptos y definiciones teóricas principalmente relacionadas a aplicaciones de los conceptos abordados en todos los encuentros anteriores. Además, se planifica conformar un espacio de trabajo grupal con el principal objetivo de abordar la resolución de problemas matemáticos que impliquen la selección del método de resolución mas adecuado, la elaboración de conjeturas sobre un tipo de solución, la validación de la solución encontrada o el rechazo de la conjetura realizada. También se propondrán problemas que consideren adecuados para que los estudiantes realicen en la clase en forma individual o grupal, con el objetivo de afianzar conceptos y métodos, discutiendo de manera grupal los que presenten más dificultades.

En particular, en estos encuentros (de manera quincenal) se encuentra enmarcada la actividad descripta como Informes Integradores. En estas ocasiones, el docente a cargo brindará primeramente un espacio para que los estudiantes expongan en el pizarrón su planteo y resolución del problema propuestos, indicando la justificación teórica correspondiente. Si un estudiante no pudo resolver la propuesta indicada en el Informe Integrador, deberá indicar cuáles fueron los obstáculos que le impidieron llegar al objetivo. El docente tiene la tarea de crear un clima de apertura, diálogo y respeto entre pares, que permita expresar dudas y exponer sin temor las limitaciones, para poder de esta manera hacer aclaraciones, examinar errores, efectuar correcciones y, si es necesario, hacer sugerencias sobre la claridad y organización de la exposición realizada. Estos Informes Integradores son revisados por el docente a cargo con el fin de detectar dificultades, considerando al error como una oportunidad de aprendizaje. Con el mismo objetivo de los STePs anteriores, se ofrecen 3 (tres) STeP 3 donde los alumnos deben optar por una de ellas manteniendo una relación equilibrada entre las ofertas (aprox. 33 % en cada STeP 3).

B.2.2.4) Metodología de la STeP 4, Laboratorio Matemático de Computación (Presencial síncrono obligatorio): Con una duración de 1 hora semanal y distribución del 10 % de contenido teórico y un 90 % de contenido práctico en este cuarto encuentro semanal entre los alumnos y docentes se planifican actividades de trabajo grupal a desarrollarse en el Laboratorio de Computación. Dentro de las actividades planificadas para este encuentro se centran en la resolución de problemas con apoyo de Software de aplicación matemática. Este encuentro persigue dos objetivos fundamentales: i) Dar una mirada holística de reflexión y cierre de todos los contenidos abordados por cada STeP correspondiente a la Unidad Didáctica; y ii)

introducir a los alumnos en el conocimiento y manejo crítico de un Software específico de aplicación matemática. Con el mismo objetivo de los STePs anteriores, se ofrecen 2 (dos) STeP 4 donde los alumnos deben optar por una de ellas manteniendo una relación equilibrada entre las ofertas (aprox. 50 % en cada STeP 4).

**Formación Práctica:****Listado de Actividades de Formación Práctica:****A) Listado de Trabajos Prácticos:**

TP 1: Ecuaciones diferenciales de primer orden y sus aplicaciones.

TP 2: Ecuaciones diferenciales de segundo orden y sus aplicaciones.

TP 3: Series de potencias y resolución de ecuaciones diferenciales.

TP 4: Sistemas de Ecuaciones Diferenciales lineales de primer orden y sus aplicaciones.

TP 5: Sistemas autónomos y sus aplicaciones.

TP 6: Funciones ortogonales. Series de Fourier.

TP 7: Ecuaciones diferenciales parciales y sus aplicaciones.

**B) Listado de Trabajos Prácticos de Laboratorio Computacional:**

En la asignatura Ecuaciones Diferenciales se desarrolla un trabajo práctico de laboratorio computacional de resolución grupal bajo el enfoque de afrontar un problema matemático interdisciplinar de resolución abierta.

El mismo incluirá alguno de los siguientes contenidos:

Ecuaciones diferenciales ordinarias, modelos y simulación (Comprende los temas correspondientes a las unidades temáticas 1, 2 y 3).

**Intensidad de la formación práctica**

Detalle de la carga horaria total prevista para cada una de las siguientes actividades:

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 1: 0 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 2: 0 horas

Actividades prácticas que aportan a las competencias específicas en el Nivel de dominio 3: 0 horas

Horas totales de actividades de formación práctica: 50 horas

**Metodología de Evaluación Durante el cursado:**

En un proceso de enseñanza-aprendizaje continuo basado en competencias, la evaluación es el medio que aporta las evidencias relevantes sobre el desempeño de los estudiantes, el profesor y el entorno. Además, la evaluación debe poner atención en los contenidos matemáticos desarrollados en la asignatura, siendo justa para los estudiantes, los profesores y la institución.

Entonces, con el objetivo de formar personas capaces de desenvolverse con autonomía y responsabilidad; se opta por un modelo de evaluación que promueve el aprendizaje de contenidos pero que también influye en procesos de pensamiento crítico.

En esta asignatura se han planificado actividades de formación continua del estudiante donde el proceso de evaluación está alineada con esto. Así, se llevará a cabo una evaluación continua basado en los enfoques de evaluación formativa y evaluación sumativa:

a) Evaluación Formativa: Permite revisar las actuaciones en los procesos de enseñanza y de aprendizaje regulándolas de acuerdo al desarrollo personal y social del alumnado. En especial se contribuye al proceso de aprendizaje, orientándolo, corrigiéndolo y estimulándolo, favoreciéndolo tanto en el aspecto significativo como en el metacognitivo, ya que introduce la posibilidad de reflexionar sobre sí mismo y sobre el par en un ambiente democrático.

En este proceso de evaluación, la actividad planificada en la asignatura es:

1) La elaboración personal del portafolio o carpeta de competencias en formato electrónico con el soporte de la plataforma MOODLE. En esta instancia no se evalúa si se llega al resultado correcto, sino el compromiso y la honestidad en la realización del mismo y la participación en la discusión entre pares, dado que en estas instancias se busca evaluar el compromiso y la honestidad de los alumnos en la realización de los Informes Integradores, acompañado de la presentación de cada uno de ellos una evaluación entre los miembros del grupo de trabajo.

Los docentes corrigen estos informes realizando un seguimiento de los errores y dificultades, realimentando al grupo de estudiante. Al finalizar el curso, los docentes evalúan la calidad del portafolio elaborado por cada alumno.

b) Evaluación Sumativa: Permite relevar información del proceso de enseñanza-aprendizaje en instantes de tiempo prefijado. En este sentido, las instancias de evaluación sumativa son instantáneas del proceso de formación continua del estudiante, proporcionando calificaciones a través de las cuales se mide el nivel alcanzado por el estudiante con respecto a los objetivos del curso en esos instantes de tiempo. Esta



evaluación se realiza mediante 2 (dos) instancias de trabajo individual y 1 (una) instancia de trabajo grupal como se describe a continuación:

1) Dos Exámenes Individuales: Cada uno de ellos consiste en una producción individual donde se evalúa la producción integrada en cuanto a contenidos teóricos y prácticos de la asignatura.

Cada uno de ellos consiste en una producción individual donde se evalúa la producción integrada en cuanto a contenidos teóricos y prácticos de la asignatura.

El primer examen comprende una producción escrita con producción en software matemático de las Unidades Temáticas 1, 2 y 3, y se desarrolla en un espacio generado en el campus de la FI-UNER correspondiente la asignatura en la fecha programada en el cronograma. Este examen tendrá la siguiente estructura:

El cuestionario del examen individual estará constituido por 5 (cinco) actividades de resolución secuencial constituidas por 15 (quince) preguntas en total SELECCIONADA ALEATORIAMENTE PARA CADA ESTUDIANTE. Cada una de estas actividades tendrán un tiempo de resolución acorde a la complejidad de las preguntas. El tiempo de resolución de cada actividad es independiente de las 2 (dos) horas en las que estará disponible el cuestionario (por ejemplo: el examen está habilitado de 8:00 a.m. a 10:00 a.m y la actividad 1 del examen tiene un período de tiempo para contestarla de 10 minutos).

El cuestionario estará constituido por 5 tipos de actividades:

1.1) Actividades con preguntas de opción múltiples o verdadero y falso.

1.2) Actividades con preguntas de interpretación gráfica. Por ejemplo, señalar elementos en la gráfica, identificar trazas con gráfica y funciones, relacionar puntos críticos con curvas de nivel, etc.

1.3) Actividades con preguntas de justificación de pasos. Arrastrar y soltar las opciones con justificaciones de ejercicios resueltos o de demostraciones teóricas.

1.4) Actividades con preguntas donde deben encontrar el error. Se brinda un procedimiento donde se indica que tiene un error y tienen que decir en pocas palabras cuál es el error y en qué parte está.

1.5) Actividades con preguntas de realización de cálculos. Se generó un espacio interactivo y con posibilidad de navegación interna que consiste en dos ejercicios donde cada estudiante deberá demostrar destrezas de resolución Matemática. Además, en actividades que requieran la resolución de cálculos y/o justificaciones se brindará un espacio para que cada estudiante suba un documento escaneado de su desarrollo en formato .pdf, el cuál será cotejado con la letra de cada estudiante presentada en los Informes Integradores. En el caso particular de los exámenes finales el documento presentado con su

resolución deberá estar firmado en cada hoja escaneada y se deberá incluir una imagen de la parte frontal de su DNI.

El segundo examen comprende una producción escrita de las Unidades Temáticas 4 y 5, y se desarrolla en los Laboratorios de Computación de la FI-UNER. En cada examen individual se obtiene un puntaje de 0 a 100 siguiendo los criterios de evaluación consensuados.

2) Un trabajo práctico de laboratorio computacional (TPLC): Como se mencionó anteriormente, la realización del TPLC es grupal (tres alumnos por grupo) y consiste en la resolución de un problema interdisciplinario con enfoque abierto a resolver con software matemático. El TPLC se califica de 0 a 100 puntos, el cuál se construye mediante una evaluación entre integrantes del grupo y una evaluación del docente.

Además, se ofrece a los alumnos la opción de recuperar todas las instancias de evaluación sumativa en las fechas estipuladas por el calendario académico. La calificación obtenida en las instancias recuperatorias sólo se tienen en cuenta si supera la calificación alcanzada previamente en cada instancia, sustituyéndola en ese caso.

Al igual que la evaluación formativa, las calificaciones obtenidas en las instancias de evaluación sumativa son parámetros que se tendrán en cuenta en la condición final lograda en la asignatura por cada alumno.

En este proceso de enseñanza-aprendizaje basado en el alumno planificado en esta asignatura, la condición final del estudiante (CF) se construye en función de todas las instancias de evaluación (Formativa y Sumativa) siguiendo la siguiente ecuación:

$$CF = 70\% \text{ (promedio de las evaluaciones individuales)} + 20\% \text{ (calificación obtenida en el trabajo práctico de laboratorio computacional)} + 10\% \text{ (índice de formación continua obtenida de la calidad del portafolio del alumno)}$$

### **Metodología de Evaluación en Exámenes Finales:**

El Examen Final de la asignatura consiste en la evaluación de una producción escrita, integradora de contenidos teóricos y prácticos de todas las Unidades Temáticas. En el examen final se obtiene un puntaje de 0 a 100 siguiendo los criterios de evaluación de competencias adoptados por la cátedra. Este examen se aprueba si se cumplen las siguientes condiciones:

Para el alumno Regular:

1) Obtener un puntaje mayor o igual a 60 puntos.

La condición final de la asignatura se obtiene siguiendo la ecuación:

$$CFRegular = 70\% (\text{Puntos Examen Final}) + 30\% (\text{TPLC}).$$

Para el alumno Libre:

1) Obtener un puntaje mayor o igual a 70 puntos.

2) Obtener un puntaje mayor o igual a 50 puntos en la resolución de ejercitación con software matemático

La condición final de la asignatura se obtiene siguiendo la ecuación:

$$CFLibre = 70\% (\text{Puntos Examen Final}) + 30\% (\text{Puntos Examen Software}).$$

**Condiciones de Regularidad :**

En términos generales, la condición de regularidad de esta asignatura implica que el alumno haya alcanzado un nivel de conocimientos, destrezas y habilidades mínimas necesarias para continuar su camino en la carrera permitiéndole cursar las asignaturas correlativas y lograr un aprendizaje crítico que le permitirá preparar sin mayores dificultades su examen final de esta asignatura.

Teniendo en cuenta esto, un alumno al final del cursado de la asignatura puede lograr cuatro condiciones (Promocionado, Regular, Libre por evaluación y Libre por inasistencia) que se describen a continuación:

**a) Condiciones para ser considerado alumno Promocionado:**

- 1) Acreditar un mínimo de asistencia del 60 % a cada una de los STePs y,
- 2) obtener una condición final mayor o igual de 80 puntos en su proceso de formación continua.

**b) Condiciones para ser considerado alumno Regular:**

- 1) Acreditar un mínimo de asistencia del 60 % a cada una de los STePs y,
- 2) obtener una condición final mayor o igual de 50 puntos en su proceso de formación continua.

**c) Condiciones para ser considerado alumno Libre por evaluación:**

- 1) Acreditar un mínimo de asistencia del 60 % a cada una de los STePs pero,
- 2) no logra obtener una condición final mayor o igual de 50 puntos en su proceso de formación continua.

**d) Condiciones para ser considerado alumno Libre por inasistencia:**

- 1) No acreditar un mínimo de asistencia del 60 % a cada una de los STePs o,
- 2) no asistir a las diferentes instancias de evaluación de la asignatura.

Ecuaciones Diferenciales es una asignatura que brinda la opción de Promoción directa, lo cual implica que un alumno que obtuvo la condición de Promoción no debe presentarse rendir un examen final de la asignatura. En este caso la calificación final de la asignatura se obtendrá siguiendo el criterio descripto y

siempre será Muy Bueno 8 (ocho) o superior.

**Cronograma de parciales durante el primer Cuatrimestre:**

**Primer Examen Parcial:** 23 de Abril de 2024

**Segundo Examen Parcial:** 14 de Junio de 2024

**Recuperatorio 01:** 19 de Junio de 2024

**Recuperatorio 02:** 27 de Junio de 2024

---

**Cronograma de parciales durante el segundo Cuatrimestre:**

**Primer Examen Parcial:** 17 de Septiembre de 2024

**Segundo Examen Parcial:** 08 de Noviembre de 2024

**Recuperatorio 01:** 13 de Noviembre de 2024

**Recuperatorio 02:** 21 de Noviembre de 2024

**Bibliografía Principal:**

Boyce, William y DiPrima Richard. Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera (Cuarta edición), Ed. impresa Limusa-Wiley, Ed. digital Educación para todos, UNAM, 2000.

Rogawski, Jon. Cálculo: una variable (Segunda versión original), Ed. Reverté, 2012.

**Bibliografía Complementaria:**

Cengel, Yunus y Palm, William. Ecuaciones diferenciales para ingeniería y ciencias (Primera edición), Ed. McGraw Hill Education, 2014.

Cornejo Serrano, Ma. del Carmen; Villalobos Oliver, Eloísa Bernabett y Quintana Hernández, Pedro Alberto. Métodos de solución de ecuaciones diferenciales y aplicaciones (Primera edición), Ed. Reverté, 2008.

Edwards, Henry y Penney, David. Ecuaciones diferenciales, Ed. Pearson Education, 2005.

Kaplan, Wilfred. Matemática avanzada para estudiantes de ingeniería, Ed. Addison-Wesley, 1985.

Stewart, James. Cálculo de varias variables: transcendentales tempranas (Sexta edición), Ed. Cengage Learning, 2008.

Zill, Dennis y Cullen, Michael. Ecuaciones diferenciales con problemas de valores en la frontera (Octava edición), Ed. Cengage Learning, 2015.

Oliver Knill y Elizabeth Slavkovsky. Ilustrar las Matemáticas Usando Impresoras 3D, Harvard University, Cambridge, 2013.

Golubitsky, Martin y Dellnitz, Michael. Álgebra lineal y ecuaciones diferenciales, con uso de MATLAB (Primer edición), Ed. Thomson Learning, 1999.

**Equipo de Cátedra:**

A) Equipo de cátedra (cargos, comisiones asignadas, cargas horarias y distribución de tareas en ambos cuatrimestres)

A.1) Dr. Bioing. Emiliano Pablo Ravera Profesor Titular con Dedicación Parcial (cargo ordinario, Res. "C.D." 375/17)

Carga horaria: 20 horas dedicadas a las actividades que se detallan a continuación.

A.1.1) Actividades a desarrollar en el segundo cuatrimestre:

Profesor responsable de la asignatura Ecuaciones Diferenciales y doble cursado de Cálculo Vectorial.

Organización de la cátedra y planificación de la asignatura.

Elaboración del material didáctico para los STeP 1, 2 y 3.

Responsable a cargo de la conducción de una Clase Encuentro para las carreras Bioingeniería, Ing. en Transporte y Lic. en Bioinformática, en dos STeP de dos horas semanales cada uno.

Coordinación del plan de transición para estudiantes inscriptos en Matemática II (plan 93).

Responsable de seminarios internos de formación docente.

Preparación de material y supervisión de la página web de la asignatura y del espacio en la plataforma Moodle.

Preparación y corrección de evaluaciones.

Atención de consultas.

Elaboración de material didáctico para los STePs.

A.1.1) Actividades a desarrollar en el primer cuatrimestre:

Profesor responsable de la asignatura Cálculo Vectorial y a cargo de otras actividades (ver planificación de esta asignatura).

A.1.3) Actividades Anuales:

Investigación:

Investigador Adjunto CONICET: Miembro del "Grupo de Análisis, modelado, procesamiento e implementación clínica de señales y sistemas biomecánicos" (IBB, CONICET-UNER).

Integrante del Laboratorio de Investigación del Movimiento Humano (LIMH). Res CD N° 385/18.

Participante un proyecto PID-UNER.

Director un proyecto PICT Agencia.



Director un proyecto PICT-RO Agencia.

Director un proyecto PIBAA CONICET.

Co-Director un proyecto PIP CONICET.

Director un proyecto Fundación Sadosky.

Se continuará con la implementación de las innovaciones pedagógicas iniciadas en ciclos anteriores y en la presentación de nuevos proyectos de innovación en las próximas convocatorias.

Gestión:

Director del Doctorado en Ingeniería de la UNER.

Miembro Titular de la Comisión de Seguimiento de Plan de Estudios de la FI-UNER.

Miembro Titular de la Comisión Directiva del Departamento Matemática en representación de las asignaturas Cálculo Vectorial y Ecuaciones Diferenciales.

Consejero Directivo suplente de la FIUNER

Posgrado:

Encargado de la elaboración de propuesta de curso de posgrado de la FI-UNER.

Prof. responsable del curso de posgrado "Elementos de Matemática Aplicada" correspondiente al ciclo básico de la Maestría en Ingeniería de la FIUNER y del ciclo optativo del Doctorado en Ingeniería de la UNER.

Formación de recursos humanos:

Dirección y Co-Dirección de tesis de grado y posgrado.

Coordinar el trabajo y la formación de todos los integrantes del equipo de cátedra.

Responsable de las actividades desarrolladas por el Tutor alumno de la asignatura.

A.2) Prof. Gustavo de Dios PITA. Profesor Adjunto con Dedicación Simple (cargo interino con cargo ordinario, Res. "CS" N° 352/13 bajo licencia)

Carga horaria: 20 horas dedicadas a las actividades que se detallan a continuación.

A.2.1) Actividades a desarrollar en el segundo cuatrimestre:

Colaboración en la organización Ecuaciones Diferenciales y planificación de la asignatura.

Responsable a cargo de la conducción de una Clase Encuentro para las carreras Bioingeniería, Ing. en Transporte y Lic. en Bioinformática, en dos STeP de dos horas semanales cada uno.

Cooperación en la coordinación del plan de transición para estudiantes inscriptos en Matemática II (plan 93).

Colaboración en la elaboración del material didáctico para los STeP 2.

Preparación y corrección de evaluaciones.

Colaborar con las actividades desarrolladas por el Grupo GIDEI.

Atención de consultas.

Elaboración de material didáctico para los STePs.

Corrección de evaluaciones.

A.2.2) Actividades a desarrollar en el primer cuatrimestre:

Actividades correspondientes a la asignatura Cálculo Vectorial y otras actividades (ver planificación de esta asignatura).

A.2.3) Actividades Anuales:

Investigación:

Se continuará con la implementación de las innovaciones pedagógicas iniciadas en ciclos anteriores.

Gestión:

Co-Director del Dpto Matemática.

Posgrado:

Estudios correspondientes a la Especialización en Docencia Universitaria Facultad de Ciencias de la Educación de la UNER.

Participación en la elaboración de propuesta de curso de posgrado de la FIUNER.

A.3) Ing. Alberto MIYARA. Jefe de Trabajos Prácticos Dedicación Simple (cargo ordinario reducido de dedicación parcial a simple, Resolución "CD" N° 181/15).

Carga horaria: 10 horas semanales dedicadas a las actividades que se detallan a continuación.

A.3.1) Actividades a desarrollar en el segundo cuatrimestre:

Responsable a cargo de la conducción de una Clase Encuentro (Laboratorio de Matemática) para las carreras Bioingeniería, Ing. en Transporte y Lic. en Bioinformática, en un STeP de dos horas semanales.

Atención de consultas.

Elaboración y corrección de los Informes Integradores de acuerdo a las actividades de Evaluación Formativa planificadas.

Participación en la preparación y corrección de evaluaciones.

Participación en "Proyectos de Innovación e Incentivo a la Docencia - Sec. Académica, Rectorado, UNER".

Formación de recursos humanos a través del trabajo conjunto con Auxiliares Alumnos y Jefes de trabajos prácticos que inicien sus actividades en este cargo.

A.3.2) Actividades a desarrollar en el primer cuatrimestre:

Actividades correspondientes a la asignatura Cálculo Vectorial y otras actividades (ver planificación de esta asignatura).

#### A.3.3) Actividades Anuales:

Investigación:

Se continuará con la implementación de las innovaciones pedagógicas iniciadas en ciclos anteriores.

Formación de recursos humanos:

Formación de recursos humanos a través del trabajo conjunto con Auxiliares Alumnos.

A.4) Dra. Mg. Bioingeniera Carolina CARRERE. Profesor Adjunto con Dedicación Exclusiva (cargo interino con cargo ordinario, Resolución "CD" N° 408/14 licenciado).

Carga horaria: 40 horas semanales dedicadas a las actividades que se detallan a continuación.

#### A.4.1) Actividades a desarrollar en el segundo cuatrimestre:

Responsable a cargo de la conducción de las Clases Encuentro para las carreras Bioingeniería, Ing. en Transporte y Lic. en Bioinformática, correspondiente al doble cursado de Cálculo Vectorial.

Atención de consultas.

Preparación de las evaluaciones correspondientes a la aplicación de Software.

Participación en "Proyectos de Innovación e Incentivo a la Docencia - Sec. Académica, Rectorado, UNER".

Colaboración en la preparación de material y supervisión de la página web de la asignatura y del espacio en la plataforma Moodle.

Participación en la preparación y corrección de evaluaciones.

Corrección de los Informes Integradores de acuerdo a las actividades de Evaluación Formativa planificadas.

Docente responsable de diseñar y coordinar los Trabajos Prácticos de Laboratorio para ambas carreras con un enfoque de problemas abiertos interdisciplinarios.

#### A.4.2) Actividades a desarrollar en el primer cuatrimestre:

Responsable a cargo de la conducción de las Clases Encuentro para las carreras Bioingeniería, Ing. en Transporte y Lic. en Bioinformática, correspondiente al doble cursado de Ecuaciones Diferenciales.

#### A.4.3) Actividades Anuales:

Investigación:

Integrante del grupo de investigación y desarrollo en enseñanza de la ingeniería (GIDEI).

Integrante del Centro de Ingeniería en Rehabilitación e Investigaciones Neuromusculares y Sensoriales

(CIRINS). Res CD N° 238/14.

Participante en un proyecto PID-UNER

Se continuará asesorando en la implementación de las innovaciones pedagógicas iniciadas en ciclos anteriores y se colaborará en la presentación de nuevos proyectos de innovación en las próximas convocatorias.

Gestión:

Directora de la Maestría en Educación en Ingeniería de la FI-UNER.

Miembro Suplente de la Comisión Directiva del Dpto Matemática.

Miembro Suplente de la Comisión de Posgrado de la FI-UNER.

Posgrado:

Colaboración en la elaboración de propuesta de curso de posgrado de la FIUNER.

A.5) Bioingeniero Leandro ESCHER. Jefe de Trabajos Prácticos con Dedicación Parcial. (Res CD N° 224/18)  
- CON LICENCIA -

Carga horaria: 20 horas semanales dedicadas a las actividades que se detallan a continuación.

A.5.1) Actividades a desarrollar en el segundo cuatrimestre:

Responsable a cargo de la conducción de una Clase Encuentro (Laboratorio Matemático de Computación) para las carreras Bioingeniería, Ing. en Transporte y Lic. en Bioinformática, en dos STePs de una hora semanal.

Colaboración en la elaboración del material didáctico para los STeP 3.

Atención de consultas.

Corrección de los Informes Integradores de acuerdo a las actividades de Evaluación Formativa planificadas.

Participación en la preparación y corrección de evaluaciones.

Participación en "Proyectos de Innovación e Incentivo a la Docencia - Sec. Académica, Rectorado, UNER".

Colaboración con las actividades correspondientes al laboratorio de Computación y en la elaboración de guías de laboratorio computacional.

A.5.2) Actividades a desarrollar en el primer cuatrimestre:

Actividades correspondientes a la asignatura Cálculo Vectorial y otras actividades (ver planificación de esta asignatura).

A.5.3) Actividades anuales:

Posgrado:

Estudios correspondientes al cursando de la Especialización en Sistemas Embebidos en la FI –UNER.

A.6) Sr. Iván Lapyckyj. Jefe de Trabajos Prácticos con Dedicación Simple. (RES CD N° xxxx/xx)

Carga horaria: 10 horas semanales dedicadas a las actividades que se detallan a continuación.

A.6.1) Actividades a desarrollar en el segundo Cuatrimestre:

Responsable a cargo de la conducción de una Clase Encuentro para las carreras Bioingeniería, Ing. en Transporte y Lic. en Bioinformática, en un STePs de dos horas semanales cada una.

Atención de consultas, junto a los profesores, sobre temas relacionados con los Trabajos Prácticos en el Laboratorio de Computación.

Colaboración en la elaboración de Guías de Trabajos Prácticos de Laboratorio Computacional.

Colaboración con el Jefe de Trabajos Prácticos en la atención de alumnos durante dos STePs 4.

Participación en seminarios internos de formación docente y disciplinar.

A.6.2) Actividades a desarrollar en el primer Cuatrimestre:

Actividades correspondientes a la asignatura Cálculo Vectorial y otras actividades (ver planificación de esta asignatura).

A.6.3) Actividades anuales:

Formación:

Finalizando el proyecto final para obtener el título de grado de Bioingeniero.

A.7) Bioing. Joaquín Victorio Ruiz. Jefe de Trabajos Prácticos con Dedicación Simple. (RES CD N° xxxx/xx)

Carga horaria: 10 horas semanales dedicadas a las actividades que se detallan a continuación.

A.7.1) Actividades a desarrollar en el segundo Cuatrimestre:

Responsable a cargo de la conducción de una Clase Encuentro para las carreras Bioingeniería, Ing. en Transporte y Lic. en Bioinformática, en un STePs de dos horas semanales cada una.

Atención de consultas, junto a los profesores, sobre temas relacionados con los Trabajos Prácticos en el Laboratorio de Computación.

Colaboración en la elaboración de Guías de Trabajos Prácticos de Laboratorio Computacional.

Colaboración con el Jefe de Trabajos Prácticos en la atención de alumnos durante dos STePs 4.

Participación en seminarios internos de formación docente y disciplinar.

**A.7.2) Actividades a desarrollar en el primer Cuatrimestre:**

Actividades correspondientes a la asignatura Cálculo Vectorial y otras actividades (ver planificación de esta asignatura).

**A.7.3) Actividades anuales:**

Formación:

Realizando estudios de doctorado en el marco de una beca CONICET.

**A.8) Auxiliares Docentes Alumnos Rentados**

Sra. Solange Milesi (Promovida a JTP con dedicación simple para cubrir la licencia de Escher)

Primer Cuatrimestre: asignada al doble cursado de la asignatura Ecuaciones Diferenciales.

Segundo Cuatrimestre: asignada al doble cursado de la asignatura Cálculo Vectorial.

Actividades:

Atención, junto a los profesores, de consultas sobre Trabajos Prácticos en el Laboratorio de Computación.

Colaboración con el Prof. Titular en la atención de alumnos durante el STeP1.

Participación en seminarios internos de formación docente y disciplinar.

**A.9) Auxiliares Docentes Alumnos Rentados**

Sra. Solange Gualpa (Promovida a Auxiliar de primera categoría con dedicación simple para cubrir la licencia de Escher)

Primer Cuatrimestre: asignados a la asignatura Cálculo Vectorial.

Segundo Cuatrimestre: asignados a la asignatura Ecuaciones Diferenciales.

Actividades:

Atención, junto a los profesores, de consultas sobre Trabajos Prácticos en el Laboratorio de Computación.

Colaboración con el Prof. Titular en la atención de alumnos durante el STeP1.

Participación en seminarios internos de formación docente y disciplinar.

**Actividades de Investigación Gestión y Extensión:****1) Investigación:**

Se trabajará en la formulación de un nuevos proyectos de investigación, desarrollo y de innovación pedagógica bajo las siguientes características. En estos proyectos participarán todos los docentes de la cátedra para propiciar un espacio de trabajo y desarrollo colaborativo con todos los miembros del equipo.

**Objetivo:** Desarrollar espacios y herramientas pedagógicas para el desarrollo de competencias de futuros ingenieros utilizando TICs y nuevas tecnologías como impresoras 3D como pilares fundamentales en la resolución de problemas mediante un enfoque de problemas abiertos interdisciplinarios.

**Resumen:** Debido a la rápida evolución que la tecnología ha propiciado que los jóvenes estudiantes acostumbrados a recibir información únicamente en un salón de clases; se hayan transformados en jóvenes activos que cuestionan e indagan, y que provocan que la experiencia educativa se vuelva mucho más retadora para los docentes.

De esta manera surge la necesidad de crear un nuevo modelo educativo interdisciplinar basado en la ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas llamado STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) por sus siglas en inglés, donde el pensamiento computacional aparece como un pilar fundamental para la producción de recursos didácticos adaptados y el diseño de herramientas informáticas para el desarrollo nuevas oportunidades curriculares. La Bioingeniería, Ingeniería en Transporte y Licenciatura en Bioinformática son profesiones que se basa en las disciplinas, es decir es interdisciplinaria por naturaleza. Sin embargo, es conveniente dar una mirada al concepto de interdisciplinariedad en un sentido más amplio en el contexto de la formación de los ingenieros.

Así que la interdisciplinariedad no es simplemente el enfoque fundamental en la educación de los ingenieros sino la clave del cambio en la misión y el estatus social de la universidad.

Sin dudas que las incógnitas del mundo real no son las que comúnmente se presentan en los libro de texto; saber resolver ejercicios no garantiza en absoluto la provisión de criterio para obtener respuestas a problemas reales. Es más, pueden darse muchas soluciones a un mismo problema y es el ingeniero, interactuando con otros profesionales, quien deberá elegir la solución más adecuada considerando diferentes aspectos (económicos, sociales, ambientales, etc.). Aparece entonces el concepto situación problemática. De aquí que un enfoque mediante la resolución de problemas abiertos requiere que los estudiantes deban contextualizar el problema llevándolos a elaborar hipótesis que permitan la toma de decisiones en la búsqueda de la o las soluciones.

En este contexto, el profesor aparece entonces como un potencial innovador en la medida en que indague sistemáticamente e incremente sus conocimientos del ámbito en el cual desarrolla su práctica. Esto motiva la

formulación del proyecto enmarcado en los principios metodológicos de una “Investigación Acción”. Inicialmente se trabajará en describir y analizar críticamente las propuestas interdisciplinarias que se ajusten a las asignaturas “Cálculo Vectorial” y “Ecuaciones Diferenciales” de la carrera de la FI-UNER. A partir de esto y de la construcción de marco que propicie los enfoques de resolución de problemas abiertos se diseñarán e incorporarán nuevas tecnologías (como impresoras 3D) en las prácticas y actividades realizadas por los alumnos en el cursado de las asignaturas para favorecer el desarrollo de competencias (como trabajo en equipos, resolución de situaciones problemáticas mediante un desarrollo colaborativo, creativo, reflexivo y crítico) en la formación del futuro Ingeniero.

Palabras clave: STEAM, Educación Interdisciplinar, Problemas Abiertos, Competencias en Ingeniería, Educación Matemática, Nuevas Tecnologías, Investigación Acción Participativa.

## 2) Actividades de Gestión:

2.1) Los integrantes de la cátedra participan en diferentes actividades de Gestión: Comisión de Posgrado (Dr. Bioing. Emiliano Ravera y Mg. Bioing. Carolina Carrere, Consejeros por el claustro de Profesores Adjuntos).

2.2) Integrantes de la Comisión Directiva del Departamento (Dr. Bioing. Emiliano Ravera, Prof. Gustavo Pita y Bioing. Leandro Escher).

2.3) Participación en Concursos Docentes (como Jurados o Veedores).

3) Dictado de un curso de posgrado en la disciplina Matemática para la carrera de Maestría y Doctorado de la FIUNER.

---

## Requisitos de admisión para alumnos oyentes:

---

## Infraestructura, equipamiento y recursos necesarios:

Aulas con pizarrones grandes para teoría, coloquios y práctica, computadora, cañón proyector, proyector de transparencias, laboratorio de computación.

## Otros:

1. Esta Planificación se ha realizado considerando que la asignatura Ecuaciones Diferenciales en los Planes



de Estudios vigente de las carreras Bioingeniería, Ingeniería en Transporte y Licenciatura en Bioinformática es una asignatura del ciclo básico común a todas. Esto ha posibilitado ofrecer diferentes horarios de clases compartidos, ya que toda la cátedra cumple funciones en ambas carreras a través de las distintas actividades planificadas.