



*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Facultad Regional Buenos Aires*

## PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Química

**CARRERA:** Ingeniería Química

**NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR:** MATEMÁTICA SUPERIOR APLICADA

Año Académico: 2023

Área: Matemática

Bloque: Ciencias básicas de la ingeniería

Nivel: 3

Tipo (obligatoria o electiva): Obligatoria

Modalidad: Cuatrimestral

**Cargas horarias totales:**

<i>Horas reloj</i>	<i>Horas cátedra</i>	<i>Horas cátedra semanales</i>
72	96	6

### FUNDAMENTACIÓN

La asignatura se fundamenta en la importancia de generar modelos matemáticos profundizando en la simulación de los mismos, mediante herramientas computacionales, que forma parte de las necesidades para un estudiante de Ingeniería Química. Dentro del plan de estudios, la asignatura constituye un nexo entre la formación básica y la formación aplicada suministrando las bases teóricas necesarias para la comprensión de los modelos que se estudiarán en asignaturas tales como Fenómenos de Transporte, Control Automático de Procesos e Ingeniería de las Reacciones Químicas, entre otras.

Dentro del desarrollo de la asignatura, se encuentra el estudio de los problemas de contorno modelizados mediante ecuaciones diferenciales en derivadas parciales que contribuirán al desarrollo de modelos de transferencia de calor y fluidos.

Otras herramientas como la Transformada de Laplace, se desarrolla con el fin de que se adquiera práctica en la resolución de problemas de valores iniciales lineales y posteriormente, el análisis de sistemas continuos que se estudiarán con profundidad en la asignatura Control Automático de Procesos.



Asimismo, la asignatura suministra las bases del cálculo numérico y la simulación computacional, lo que contribuye tanto a la mayoría de las asignaturas posteriores de especialidad como a la simulación de sistemas y procesos que pueden encontrarse en el desempeño profesional.

**COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:**

Competencia	Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
	Alta	Media	Baja	
<b>CE1 (COMPETENCIA ESPECÍFICA 1)</b>  Identificar, formular y resolver problemas relacionados a productos, procesos, sistemas, instalaciones y elementos complementarios correspondientes a la modificación física, energética, fisicoquímica, química o biotecnológica de la materia y al control y transformación de emisiones energéticas, de efluentes líquidos, de residuos sólidos y de emisiones gaseosas incorporando estrategias de abordaje, utilizando diseños experimentales cuando sean pertinentes, interpretando físicamente los mismos, definiendo el modelo más adecuado y empleando métodos apropiados para establecer relaciones y síntesis.			X	

**COMPETENCIAS DE EGRESO GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:**

Competencia	Alta	Media	Baja
<b>CT1 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 1)</b>  Identificar, Formular y resolver problemas de Ingeniería.			X
<b>CT4 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA TECNOLÓGICA 4)</b>  Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación de la ingeniería.			X
<b>CS6 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y APTITUDINAL 6)</b>  Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.			X
<b>CS7 (COMPETENCIA GENÉRICA ► COMPETENCIA SOCIAL, POLÍTICA Y APTITUDINAL 7)</b>  Comunicarse con efectividad.			X

**OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)**



*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Facultad Regional Buenos Aires*

- Formular modelos matemáticos para el análisis del comportamiento de sistemas en estado no estacionario mediante la aproximación numérica necesaria.
- Conocer la importancia del uso de funciones de variable compleja para modelar problemas en ingeniería.
- Interpretar la información brindada en una serie de Fourier para relacionarla con el comportamiento del sistema a modelar.
- Analizar sistemas mediante el uso de la transformada de Laplace con el objetivo de determinar su estabilidad y comportamiento a lo largo del tiempo.
- Identificar la necesidad de utilizar un modelo numérico y determinar su error con el fin de ampliar los modelos a analizar.

## **CONTENIDOS**

### **Contenidos mínimos**

- Funciones de variable compleja.
- Series y transformadas de Fourier.
- Transformada de Laplace.
- Solución de sistemas de ecuaciones diferenciales.

### **Contenidos analíticos**

#### **Unidad Temática 1: MODELOS MATEMÁTICOS EN INGENIERÍA**

Conceptualización de modelo. Clasificación según el fenómeno físico bajo estudio. Modelos lineales, no lineales, determinísticos y estocásticos, analíticos y numéricos, otras clasificaciones. Análisis de la necesidad de aplicación de cada tipo.

#### **Unidad Temática 2: VARIABLE COMPLEJA**

Análisis del conjunto de los números complejos y sus operaciones para resolver diferentes situaciones. Análisis y Clasificación de Funciones de variable compleja y sus propiedades. Interpretación los conceptos de Límite y Continuidad tanto puntual como local con el fin de analizar diferentes situaciones. Estudio de Funciones Analíticas y su importancia en la teoría de la variable compleja. Clasificación de Singularidades de funciones. Introducción a los conceptos de Derivación e Integración en el plano complejo y su relación con los modelos en ingeniería. Análisis de Series en el Campo



*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Facultad Regional Buenos Aires*

complejo y su importancia a la hora de realizar aproximaciones. Estudio del Teorema de los residuos como técnica de resolución de integrales. Cálculo de residuos y su aplicación a problemas propuestos. Aplicación de la teoría de variable compleja al cálculo de algunas integrales reales. Integrales reales. Aplicación a problemas de física.

### **Unidad Temática 3: ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES Y ANÁLISIS DE FOURIER**

Introducción a la serie trigonométrica de Fourier continua. Representación de señales periódicas. Aplicaciones a la resolución de ecuaciones diferenciales derivadas parciales de la Física Matemática. Análisis de Problemas estacionarios y transitorios. Estudio de las Ecuaciones del Calor, de la Onda y de Laplace. Estudio de la Transformada de Fourier en tiempo continuo como técnica para analizar señales no periódicas. Aplicaciones a problemas de física.

### **Unidad Temática 4: ECUACIONES DIFERENCIALES A COEFICIENTES VARIABLES**

Presentación de la forma general de las ecuaciones diferenciales a coeficientes variables. Resolución en un entorno de un punto regular. Resolución en un entorno de punto singular. Análisis del Método de Frobenius e introducción a las series fraccionarias. Estudio de la Ecuación de Bessel e interpretación de resultados. Aplicación a fenómenos Físicos.

### **Unidad Temática 5: TRANSFORMADA DE LAPLACE**

Introducción a la Transformada de Laplace. Definiciones principales. Análisis de las Propiedades operacionales. Presentación de los Teoremas fundamentales y su aplicación en distintos casos. Presentación de la Transformada inversa de Laplace y sus propiedades. Aplicaciones a la resolución de ecuaciones diferenciales. Modelización de sistemas físicos. Definición de Función de Transferencia. Aplicaciones al Análisis de la Estabilidad de sistemas lineales. Introducción a los sistemas a lazo abierto y a lazo cerrado. Introducción al método de las variables de estado.

### **Unidad Temática 6: SISTEMAS EN TIEMPO DISCRETO**



*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Facultad Regional Buenos Aires*

Introducción a la discretización de sistemas a tiempo discreto. Definición de Transformada  $z$  y Antitransformada. Definición de Función de transferencia de un sistema discreto. Análisis de la Estabilidad.

#### **Unidad Temática 7: ANÁLISIS NUMÉRICO MATRICIAL**

Introducción a los métodos numéricos y su importancia en la resolución de los problemas de ingeniería. Introducción a Teoría del error y análisis de estabilidad numérica. Análisis de sistemas de ecuaciones lineales. Clasificación en Métodos directos e iterativos. Estudio de los métodos de Jacobi, Gauss Seidel, Relajación, Gradiente conjugado y otros. Aplicación a situaciones reales. Estudio de algoritmos con software de cálculo.

#### **Unidad Temática 8: RESOLUCIÓN DE ECUACIONES Y SISTEMAS DE ECUACIONES**

Introducción a la Resolución de ecuaciones en una variable e interpretación de resultados. Análisis de error y convergencia. Presentación de los métodos de Bisección. Punto Fijo y Newton Raphson. Comparación y estudio de su aplicabilidad. Resolución de sistemas de ecuaciones no lineales. Generalización de los métodos de punto fijo y Newton-Raphson. Aplicación a problemas de ingeniería e interpretación de resultados. Estudio de algoritmos con software de cálculo.

#### **Unidad Temática 9: INTERPOLACIÓN Y AJUSTE DE CURVAS**

Introducción al concepto de Interpolación. Desarrollo de modelos polinómicos. Presentación de los Polinomios de Lagrange, Newton y Hermite. Introducción al Ajuste por mínimos cuadrados y su diferencia con la interpolación. Aplicación al ajuste de funciones. Estudio y análisis de algoritmos con software de cálculo. Aplicación al análisis de datos.

#### **Unidad Temática 10: INTEGRACIÓN Y DERIVACIÓN NUMÉRICA**

Introducción al concepto de derivada discreta y sus aplicaciones. Definición de Integración Numérica. Presentación de las Fórmulas de Cuadratura, estudio de las Reglas del Trapecio, Simpson y Cuadratura de Gauss. Estudio de algoritmos con software de cálculo.



### **Unidad Temática 11: RESOLUCIÓN DE ECUACIONES DIFERENCIALES**

Introducción a la Resolución de Ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales. Estudio de análisis numérico de problemas de valor inicial. Presentación de los métodos de Euler, y Runge Kutta. Estudio de problemas de valor frontera. Presentación del Método de Diferencias Finitas. Aplicación a problemas de fluidos y de transferencia de calor.

### **DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS**

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	<b>Horas totales</b>
<b>Teórica</b>	36	0	36
<b>Formación práctica</b>	36	0	36

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Lugar donde se desarrolla la práctica
Formación experimental	0	0	
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)	0	0	
Proyecto y diseño	0	0	
Resolución de Problemas Estructurados:	36	0	Aula
Práctica supervisada	0	0	
<b>Total de horas</b>	36	0	

### **ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE**

Las clases son teórico-prácticas promoviendo la participación activa de los estudiantes mediante clases de exposición dialogada (CS7). Las exposiciones se orientan al abordaje de los diferentes temas de la asignatura en forma integradora, no sólo como herramientas aisladas de cálculo sino también, para incentivar el cálculo computacional como un complemento permanente de la asignatura, provocando un acercamiento con la realidad ingenieril (CT4). Dentro de la parte práctica se incluye el uso de software para modelado y simulación elegido de modo tal, que no solo le sea útil al estudiante dentro



del ámbito académico sino también en el ámbito profesional (CE1). Durante la cursada, se desarrollarán una serie de actividades en las que el alumno debe adquirir la capacidad de identificar el nivel de dificultad de la misma, para decidir el uso o no de la herramienta computacional (CT1).

Con respecto a los trabajos prácticos obligatorios, se planifican dos actividades en las que se deberán resolver problemas similares a los desarrollados en las clases, pero mediante la utilización de software. La primera actividad se denomina Estudio de funciones de variable compleja y cálculo operacional y abarca desde la unidad temática 1 a la 6 y la segunda actividad se denomina Análisis Numérico y abarca desde la unidad temática 7 a la 11 (CT4). Ambos trabajos prácticos se desarrollan en el ámbito elegido por el alumno pudiendo ser en forma domiciliaria o utilizando los laboratorios que la universidad dispone para tal fin.

### **MODALIDAD DE EVALUACIÓN**

La evaluación de los conocimientos adquiridos se lleva a cabo a través de dos (2) exámenes parciales teórico- prácticos, que integran los temas desarrollados en la cursada de la asignatura. El primer parcial consiste en una evaluación escrita donde se evalúan las unidades temáticas 1 y 2. El segundo parcial consiste en una evaluación escrita donde se evalúan las unidades temáticas 3 a 6.

Por otro lado, el estudiante deberá desarrollar dos (2) trabajos prácticos en forma escrita, que consisten en el desarrollo de una serie de ejercicios que deberán realizarse con las herramientas computacionales elegidas para cada uno de ellos, donde se evalúan todas las unidades temáticas de la asignatura y el manejo de un software de cálculo simbólico (Maxima) y otro de cálculo numérico (Octave).

La cátedra ha decidido la utilización de dichos softwares debido a que son libres.

La accesibilidad a los resultados de las evaluaciones, como complemento del proceso de enseñanza y proceso de aprendizaje está garantizado por las normativas institucionales vigentes.



#### Modalidad de Examen final:

La metodología propuesta para el examen final consiste en que el estudiante tenga la opción de elegir entre rendir un examen escrito o realizar un trabajo de modelización matemática.

En el examen escrito se evaluarán los contenidos de la cursada mediante ejercicios integradores que evidencian los conceptos comprendidos por el estudiante. Asimismo, el trabajo de modelización evidenciará la integración de los contenidos con tópicos de aplicación en Ingeniería Química que involucren modelos matemáticos de sistemas donde sea necesario aplicar conceptos de la asignatura.

El método de evaluación se informa al inicio del curso, con la presentación de las pautas de la asignatura.

#### **Requisitos de aprobación directa (Promoción)**

Para acceder a la promoción el estudiante deberá aprobar ambos parciales con nota mayor o igual a ocho (8) pudiendo recuperar sólo uno de ellos reemplazando indefectiblemente la calificación obtenida previamente en caso que tuviera el parcial aprobado con nota menor que ocho (8) en primera instancia.

Asimismo, deberá aprobar los dos (2) trabajos prácticos mencionados anteriormente.

Por último, deberá contar con el porcentaje de asistencia según lo establecido por la normativa institucional vigente.

#### **Requisitos de regularidad**

El alumno que apruebe las instancias de evaluaciones parciales con nota igual o superior a seis (6) e inferior a ocho (8), los trabajos prácticos mencionados y cuenta con el requisito de asistencia necesario según lo establecido por la reglamentación vigente, aspira a la regularización de la asignatura.

Asimismo, cuenta con dos instancias de recuperación por cada una de las evaluaciones parciales, tal como lo especifica el Reglamento de Estudios vigente.

#### **Requisitos de Aprobación**





Aprobar el examen final

### **ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS**

La asignatura se articula en forma horizontal con Física II y Fenómenos de Transporte.

Matemática Superior Aplicada desarrolla estrategias para interpretar modelos matemáticos aplicados a problemas de electromagnetismo y resolución de circuitos.

Asimismo, brinda las herramientas necesarias para la resolución de problemas de transferencia de y física de fluidos.

Con respecto a la articulación vertical se profundiza mucho el estudio de la transformada de Laplace y el análisis de estabilidad, lo que la relaciona de una forma muy sólida con la asignatura Control Automático de Procesos, asignatura del quinto nivel de la carrera.

Por último, en la asignatura, se desarrollan tópicos de análisis numérico y simulación que aplican en diferentes materias a lo largo de la carrera.

El equipo docente participa frecuentemente de reuniones intercátedras convocadas por el departamento o quien tenga a cargo la coordinación de la cátedra, con el fin de generar acuerdos temáticos que faciliten la interacción necesaria en un proceso de articulación.

### **CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES**

<b>Clase</b>	<b>Tema</b>	<b>Modalidad de dictado (presencial/virtual)</b>
1	Presentación de la asignatura. Explicación de modalidad y aprobación. Introducción a los números complejos. Ejemplos y Ejercicios de aplicación	Presencial
2	Funciones de Variable Compleja. Propiedades. Clasificación. Ejemplos y práctica	Presencial
3	Presentación de los conceptos de Límite y Continuidad. Introducción a la derivabilidad. Ejemplos y práctica	Presencial
4	Funciones Analíticas. Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Funciones Armónicas. Ejercitación y práctica.	Presencial
5	Introducción a la Integración compleja. Teorema de Cauchy y Consecuencias. Ejemplos y práctica.	Presencial
6	Singularidades. Clasificación. Fórmulas de Cauchy y sus consecuencias. Ejemplos y Ejercitación Práctica	Presencial



7	Presentación de Series de Taylor y de Laurent. Residuos. Clasificación de singularidades. Ejemplos y Ejercicios	Presencial
8	Resolución de Integrales Reales. Repaso General	Presencial
9	Primera Evaluación Parcial	Presencial
10	Definición de Serie de Fourier. Desarrollo de Funciones Periódicas. Introducción a las ecuaciones diferenciales a derivadas parciales	Presencial
11	Resolución de Ecuaciones Diferenciales a derivadas parciales. Introducción a las ecuaciones diferenciales a coeficientes variables. Ejemplos. Ejercicios de aplicación.	Presencial
12	Introducción a la Transformada de Laplace. Propiedades y Aplicaciones. Ejemplos	Presencial
13	Aplicaciones de la Transformada de Laplace. Análisis de Sistemas continuos y discretos. Repaso y Ejercitación de apoyo	Presencial
14	Segunda Evaluación Parcial	Presencial
15	Introducción a los Métodos Numéricos. Cálculo de raíces de ecuaciones y sistemas de ecuaciones. Algoritmos. Interpolación y Ajuste de Curvas	Presencial
16	Presentación de la Integración numérica. Fórmulas de Cuadratura. Resolución de Ecuaciones Diferenciales. Algoritmos.	Presencial

### BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

Capilla, R. F., & Giménez, I. (2021). *Variable compleja y ecuaciones diferenciales*. Reverté.  
Churchill, R. V., Brown, J. W., (2004). *Variable compleja y aplicaciones* (pp. 14-22). McGraw-Hill.

Derrick, W. R., (1987). *Variable compleja con aplicaciones*. Grupo Editorial Iberoamericana.

Levinson, N., & Redheffer, R. M. (1990). *Curso de variable compleja*. Reverté.

Spiegel, M. R., (1983). *Ecuaciones diferenciales aplicadas* (No. 04; QA371, S6.). Prentice Hall.

Spiegel, M. R., (1998). *Transformadas de laplace*. McGraw-Hill

Soto, F. G., Pérez, J. G., Gil, J. S., (2019). *Guía práctica de variable compleja y aplicaciones*. Universidad de León.

Zill, D. G., Hernández, A. E. G., (2015). *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado* (No. 970-686-487-3.). Thomson Learning.



*Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Buenos Aires*

## **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Contreras, M., (2019). *Introducción a la teoría de funciones de variable compleja*.  
Universidad del Bío-Bío- Chile

Ross, S. L. (2021). *Ecuaciones diferenciales*. Reverté.

Wunsch, A. D., (1997). *Variable compleja con aplicaciones*. Addison-Wesley  
Iberoamericana