

PROGRAMA

I - Oferta Académica

Espacio Curricular	Carrera	Plan	Departamento
Métodos Numéricos	Ingeniería en Alimentos	Ord. 16/2023 CS.	Física y Matemática

II - Equipo Docente

Docentes	Cargo	Dedicación
GARCÍA Guillermo Daniel	Profesor Titular	Simple
MARTÍNEZ Carlos Alberto	Jefe de Trabajos Prácticos	Simple
NOVAS José Ramón	Jefe de Trabajos Prácticos	Simple

III - Características del Curso

Distribución horaria

Teóricas	Prácticas de Aula	Resolución de problemas abiertos de ingeniería	Práct. De Lab/camp/planta piloto, etc.	Actividades de proyecto y diseño	Total
Hs.	Hs.	Hs.	Hs.	Hs.	Hs.
30	30	-	-	-	60

IV - Fundamentación

Justificación

En su ordenanza 16-2023 CS de la UNCuyo se establece bases para el plan de estudios de la Ingeniería en Alimentos y la formación del Ingeniero en Industrias de la Alimentación debe poseer una adecuada formación científica, técnica y profesional que habilite para ejercer, aprender, desarrollar y emprender nuevas tecnologías... en vista de esta afirmación y observando que en el presente y el previsible futuro, es innegable la ubicuidad que tienen los recursos digitales y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Ser capaz de alcanzar un manejo y comprensión de estas herramientas, es la misión del espacio de Métodos Numéricos.

Este manejo, formación y comprensión de este paradigma imperativo sienta las bases del funcionamiento de todas las tecnologías digitales en sus fundamentos. Esto prepara al egresado, no sólo a interactuar con soluciones informáticas existentes sino también a desarrollar soluciones tecnológicas digitales innovadoras que se adapten a sus necesidades o las necesidades que el contexto profesional demande del profesional. De esta manera podrá interactuar con especialistas del campo en desarrollos de herramientas informáticas conducentes a la optimización, regulación, automatización, etc. de procesos propios de la Ing. en Alimentos.

La preparación previa del estudiante, en línea con el perfil deseado del egresado, donde es deseable que este posea las capacidades de interactuar con soltura con desarrolladores específicos de aplicaciones y programas comerciales para una mejor implementación de soluciones digitales/tecnológicas. Sin embargo, el pensamiento algorítmico, en particular en su paradigma imperativo, ha probado ser un invaluable complemento del pensamiento analítico ha demostrado ser una herramienta invaluable en la visión del mundo de un ingeniero a la hora de resolver problemas tanto como para abordar, administrar y programar proyectos.

El espacio curricular (EC) de Métodos Numéricos, es una instancia en que el alumno comprende, internaliza y aplica los rudimentos del pensamiento algorítmico (coloquialmente denominado programar) a través de aplicaciones, como son el solucionar problemas de la ingeniería (de complejidad creciente), en este paradigma de algoritmización (programación en el paradigma imperativo) es en el que se basan la inmensa mayoría de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) por lo que desempeñan un papel fundamental en cualquier carrera de ingeniería y en particular en la Ingeniería en Alimentos, por varias razones:

- **Resolución de problemas complejos:** En el campo de la ingeniería, es común enfrentarse a problemas complejos que requieren soluciones numéricas. Los Métodos Numéricos proporcionan herramientas y técnicas para aproximar y resolver problemas matemáticos que no poseen soluciones analíticas exactas. Estos métodos permiten obtener resultados numéricos aproximados que son fundamentales para la toma de decisiones y el diseño de sistemas y procesos en ingeniería.
- **Optimización y simulación:** En todas las ramas de la ingeniería, es necesario optimizar diseños y realizar simulaciones para evaluar el rendimiento y la eficiencia. Los Métodos Numéricos y las TIC proporcionan herramientas para realizar análisis de optimización y simulaciones numéricas que permiten evaluar diferentes escenarios, ajustar parámetros y mejorar diseños.
- **Modelado y análisis de datos:** La ingeniería moderna se basa cada vez más en el uso de modelos y análisis de datos. Los Métodos Numéricos y las TIC permiten crear modelos matemáticos y estadísticos que representan fenómenos y sistemas de ingeniería. Estos modelos pueden analizarse y validarse utilizando técnicas numéricas y herramientas de software específicas. El uso de TIC también facilita la manipulación y visualización de grandes conjuntos de datos, lo que ayuda a obtener información y conocimientos relevantes para la toma de decisiones. En el EC particular se desarrollan versiones elementales de estos modelados y se obtienen experiencias y competencias en cuanto al manejo de datos experimentales y de importancia en problemas aplicados a la vida profesional del egresado.
- **Automatización y programación:** En la actualidad, la mayoría de los problemas de ingeniería requieren el uso de software y programación para su resolución. Los Métodos Numéricos y las TIC implican el desarrollo y la implementación de algoritmos numéricos mediante la programación. El conocimiento de la programación es una competencia clave para los ingenieros, ya que les permite desarrollar herramientas personalizadas, automatizar procesos y manipular datos de manera eficiente.
- **Innovación tecnológica:** La incorporación de las TIC y la enseñanza de Métodos Numéricos impulsa la innovación tecnológica en la ingeniería. Las nuevas tecnologías y herramientas computacionales permiten el desarrollo de métodos numéricos más avanzados, la creación de modelos más complejos y la resolución de problemas más desafiantes. Al enseñar el uso de las TIC junto con los Métodos Numéricos, se prepara a los futuros ingenieros para utilizar y desarrollar tecnologías emergentes en su campo.

En resumen, el EC de Métodos Numéricos es fundamental en cualquier carrera de ingeniería porque proporciona las herramientas y habilidades necesarias para resolver problemas complejos, optimizar diseños, realizar simulaciones, analizar datos y desarrollar soluciones tecnológicas innovadoras. Estas competencias son esenciales para los ingenieros en su vida profesional y contribuyen al avance de la ingeniería en general.

Perfil del estudiante

El estudiante de tercer año de la Ingeniería en Alimentos ha alcanzado un manejo y comprensión cabales de las técnicas analíticas de solución de problemas provistas por los Ecs del bloque de ciencias básicas como Física 1, Física 2, Introducción a la Probabilidad y Estadística, Matemática 1 a 4, Estática, etc.

Estos ECs introducen los métodos analíticos de solución y las problemáticas más frecuentes (y sencillas) a situaciones tradicionalmente ubicadas en el espectro profesional del egresado, como así también introducen los marcos conceptuales de las teorías que permiten la solución de las situaciones problemáticas (tradicionales) planteadas en la bibliografía.

Además, los estudiantes, poseen unas nociones de programación dadas por el EC Informática y Programación; lo que hace que la interacción del estudiante con los medios digitales de solución de problemas tenga una mínima introducción. En contraste con los medios digitales para uso con fines de esparcimiento o lúdicos, con los que la mayor parte de los estudiantes están extremadamente familiarizados.

También, el estudiante ha abordado problemas cuya solución algebraica/analítica es abordable, pero la complejidad analítica hace impracticable la solución de estas situaciones problemáticas.

Es este tipo de situaciones problemáticas que suelen ser las ideales para introducir las técnicas numéricas de solución de problemas. Desde las ecuaciones trascendentales, hasta las ecuaciones en derivadas parciales, pasando por transformadas de Fourier y Laplace, algoritmos cuya implementación que ha cambiado la historia de la humanidad, haciendo posibles los desarrollos tecnológicos como la geolocalización, el cálculo y realización del diagnóstico por imágenes, los satélites geoestacionarios, el viaje a la luna y hasta la misma bomba atómica.

Es este novedoso instrumento de alcanzar soluciones, aportado por las técnicas numéricas que el EC de Métodos Numéricos expone, desarrollan al estudiante, para transformarlo en un individuo capaz de afrontar problemas mucho más realistas, abordando modelos mucho más complejos para la solución de los mismos, potenciando las capacidades de modelado obtenidas en otros ECs para su aplicación (casi) directa a problemas de la vida profesional del Ingeniero en Alimentos.

Relación de la asignatura con las competencias de egreso de la carrera

Competencias específicas de la carrera (CE)	Competencias genéricas tecnológicas (CT)	Competencias genéricas sociales, políticas y actitudinales (CS)
CE1: 1. 1. Proyecto, diseño, cálculo, optimización y control de instalaciones, maquinarias e instrumental de establecimientos	CT1: 8. Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería en alimentos.	CS1: Desempeño en equipos de trabajo, MEDIO

<p>industriales y/o comerciales en los que se realice la fabricación, manipulación, fraccionamiento, envasado, almacenamiento, expendio, comercialización de alimentos y productos alimenticios.</p> <p>MEDIO</p>	<p>BAJO</p>	
<p>CE2:</p> <p>2. Análisis, diseño, simulación, optimización, implementación, dirección y supervisión de sistemas de procesamiento industrial, conservación y comercialización de alimentos y bebidas.</p> <p>MEDIO</p>	<p>CT2:</p> <p>9. Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería en alimentos.</p> <p>BAJO</p>	<p>CS2: Comunicación efectiva.</p> <p>MEDIO</p>
<p>CE3:</p> <p>3. Proyecto, supervisión, dirección de ensayos y comprobaciones para determinar la aptitud de materias primas, insumos, productos intermedios, productos finales y sus envases.</p> <p>MEDIO</p>	<p>CT3:</p> <p>10. Gestión, planificación, ejecución y control de proyectos de ingeniería en alimentos.</p> <p>BAJO</p>	<p>CS3: Actuación profesional ética y responsable.</p> <p>MEDIO</p>
	<p>CT4:</p> <p>11. Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería en alimentos.</p> <p>MEDIO</p>	<p>CS4: Aprendizaje continuo,</p> <p>MEDIO</p>
		<p>CS5: Evaluación y actuación en relación con el impacto social de su actividad profesional en el contexto global y local.</p> <p>MEDIO</p>

V - Objetivos

Objetivo General

Lograr comprensión del paradigma algorítmico y un manejo de las herramientas digitales y de programación imperativa con el propósito de ser capaz de obtener soluciones numéricas aproximadas, desarrollar herramientas digitales propias, optimizar procesos y diseños en el ámbito de los problemas de la ingeniería.

Resultados de Aprendizaje:

RA1. Desarrolla un manejo de los métodos elementales del cálculo numérico como herramienta fundamental para abordar problemas complejos de la ingeniería.

RA2. Posee los rudimentos del pensamiento algorítmico de programación imperativa como forma de implementar los métodos estudiados.

RA3. Desarrolla un pensamiento teórico-práctico que le permite afrontar problemas, que, por su naturaleza, tornan su abordaje analítico extremadamente complejo y se prestan para un abordaje numérico.

RA4. Desarrolla un criterio fundamentado que le permite discernir las ventajas/desventajas de cada método numérico.

RA5. Desarrolla el pensamiento crítico para con los métodos numéricos de manera de valorar a los mismos como una visión complementaria a los métodos analítico y experimental.

VI – Contenidos

Unidad Temática 1: Resolución numérica de ecuaciones no lineales

Obtención de raíces de ecuaciones no-lineales: método de Bisección, método de aproximaciones sucesivas, método de la Falsa Posición (Regula Falsi), método de Newton-Raphson, método de la Secante y Secante Mejorado. Método de Punto Fijo y criterios de convergencia. Órdenes de convergencia. Robustez de los métodos. Comparación entre los métodos.

Unidad Temática 2: Integrales definidas

Regla del Trapecio. Reglas de Simpson. Segmentos desiguales. Integración múltiple. Fórmulas de Newton-Cotes. Integración de Romberg. Cuadratura de Gauss. Integración de alta precisión.

Unidad Temática 3: Ajuste de datos

Teoría de la aproximación. Aproximación de funciones. Aproximación con polinomios. Problema general de aproximación y optimización. Aproximación lineal. Método de mínimos cuadrados. Aproximación discreta con funciones trigonométricas: series de Fourier.

Unidad Temática 4: Derivación numérica y Ecuaciones Diferenciales Ordinarias

Diferenciación hacia adelante, hacia atrás y centrada. Métodos de diferenciación de alta precisión. Métodos de un paso. Método de Euler, trapezoidal y sus variantes, de la serie de Taylor y de Runge-Kutta. Orden de un método. Error de truncamiento. Error de discretización local y global. Convergencia, consistencia y estabilidad: su relación. Acotación a priori del error. Método de extrapolación al límite de Richardson. Estabilidad. Problemas sencillos de valores de contorno en EDO. Método de tiro. Método de diferencias finitas. Método de Lieberman.

Unidad Temática 5: Sistemas de Ecuaciones lineales



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD DE
CIENCIAS APLICADAS
A LA INDUSTRIA

Repaso de álgebra lineal: producto matriz-vector, matrices y vectores ortogonales, normas. Métodos directos: eliminación de Gauss. Elección de pivotes. Descomposición LU. Costo computacional. Matrices ralas (sparse). Métodos iterativos: Planteo general. Convergencia. Método de Gauss-Seidel. Autovalores, autovectores y Polinomio característico.



VII - Plan de Actividades

Resultado de aprendizaje	Actividad de aprendizaje	Tipo de actividad ¹	Tiempo aproximado de realización		Criterios de evaluación de la competencia	Recursos necesarios
			Horas de clase Prof. ²	Horas Estud. ³		
RA1 Desarrolla un manejo de los métodos elementales del cálculo numérico como herramienta fundamental para abordar problemas complejos de la ingeniería.	Exposición de comandos elementales del paradigma imperativo en el caso particular de Octave. Discusión de los métodos dados por la bibliografía e implementación de casos sencillos de manera abstracta. Se implementan los métodos para solucionar problemas de la ingeniería de complejidad creciente. Se plantean y reconocen las posibilidades de solución que habría en los problemas abiertos de la ingeniería.	Laboratorio informático	12	12	Reconoce el problema y completa su planteo tradicional (analítico). Reconoce la problemática a resolver con algún método numérico. Elige justificadamente el método numérico adecuado. Reconoce la interrelación entre métodos varios y la necesidad de actualizarse y mejorara mediante la investigación. Es capaz de entender métodos que no han sido explícitamente desarrollados en el EC pero que se han desarrollado en otros ámbitos de desarrollo académico y técnico. Logra comprender rudimentariamente el lenguaje en que se están comunicados los	Computadora (una por estudiante o una cada dos estudiantes) con Octave instalado y funcionando. Papel y lápiz. Proyector y pizarrón.



					problemas abiertos de la ingeniería. Es capaz de encontrar los desarrollos más recientes en la bibliografía universal y las publicaciones a un nivel internacional	
RA2 Posee los rudimentos del pensamiento algorítmico de programación imperativa como forma de implementar los métodos estudiados.	Exposición de comandos elementales del paradigma imperativo en el caso particular de Octave. Ejemplificación abstracta y aplicada de los métodos más sencillos. Resolución de situaciones más complejas con varios métodos.	Laboratorio informático	12	12	Encuentra los errores de sintaxis más comunes. Utiliza las estructuras elementales de programación (variables, ciclos y condiciones) de una manera formalmente correcta y las aplica en las situaciones problemáticas propicias. Anida estructuras de forma adecuada para producir los algoritmos estudiados.	Computadora (una por estudiante o una cada dos estudiantes) con Octave instalado y funcionando. Papel y lápiz. Proyector y pizarrón.
RA3 Desarrolla un pensamiento teórico-práctico que le permite afrontar problemas, que, por su naturaleza, tornan su abordaje analítico extremadamente complejo y se prestan para un abordaje numérico.	Se utilizan casos sencillos derivados de ECs que tributan a Métodos Numéricos y con los que el estudiante está familiarizado. Se resuelve de forma analítica y se analizan las suposiciones realizadas para lograr una solución más general.	Laboratorio informático	12	12	Plantea el problema de forma correcta para el enfoque analítico. Resuelve el problema hasta reconocer la dificultad analítica que es posible de ser solucionada mediante la aplicación de algún método numérico. Plantea las distintas posibilidades de solución, con los vicios y virtudes de cada una de ellas. Realiza una elección	Computadora (una por estudiante o una cada dos estudiantes) con Octave instalado y funcionando. Papel y lápiz. Proyector y pizarrón.



<p>Estos problemas no poseen solución analítica, pero pueden ser abordados por métodos numéricos.</p> <p>Se solucionan, numéricamente, casos particulares de la problemática más general y se <i>verifica</i> que la solución numérica para el caso menos general coincide con la solución analítica.</p> <p>De esta coincidencia (o no) resulta el análisis y crítica de los métodos numéricos estudiados y sus errores intrínsecos.</p>				<p>adecuadamente justificada para el abordaje numérico.</p> <p>Implementa el método seleccionado de forma adecuada.</p> <p>Realiza una investigación sobre la problemática particular para determinar si se han realizado desarrollos numéricos novedosos que permitiesen soluciones mejores (en alguna de las dimensiones de la correctitud numérica).</p>	
---	--	--	--	---	--



<p>RA4</p> <p>Desarrolla un criterio fundamentado que le permite discernir las ventajas/desventajas de cada método numérico.</p>	<p>Se desarrolla una serie de unos pocos problemas que por su naturaleza pueda ser abordada utilizando varios métodos numéricos.</p> <p>Se sientan las bases de lo que se reconocería como situaciones en los que es deseable en una solución numérica a un problema puntual.</p> <p>Se discuten alternativas.</p> <p>Los estudiantes, de forma individual, o en grupos implementan los algoritmos propuestos para dar soluciones (múltiples) a la situación problemática sugerida.</p> <p>Se contrastan los resultados de las simulaciones implementadas por los estudiantes con los resultados de la bibliografía.</p> <p>Se extraen conclusiones mediante el contraste de estas soluciones.</p>	Laboratorio informático	12	12	<p>Para cada tipo de situación problemática conoce los algoritmos de cada método.</p> <p>Implementa los métodos y halla una/varias formas adecuadas de evaluar su correctitud.</p> <p>Saca conclusiones.</p> <p>Expresa las ventajas/desventajas de cada método tanto de forma cuantitativa como mediante ejemplos y contraejemplos</p>	<p>Computadora (una por estudiante o una cada dos estudiantes) con Octave instalado y funcionando.</p> <p>Papel y lápiz.</p> <p>Proyector y pizarrón.</p>
--	--	-------------------------	----	----	---	---



<p>RA5</p> <p>Desarrolla el pensamiento crítico para con los métodos numéricos de manera de valorar a los mismos como una visión complementaria a los métodos analítico y experimental.</p>					<p>Para todas las situaciones problemáticas planteadas halla alguna solución numérica.</p> <p>Justifica su elección de método/s.</p> <p>Logra comprender la importancia de validar el método numérico con su contraparte analítica.</p> <p>Aprecia la potencia de generalizar el modelo para potenciar los alcances de la solución numérica.</p> <p>Utiliza la potencia numérica para lograr resultados de simulaciones que de forma experimental serían inalcanzables.</p> <p>Utiliza los algoritmos numéricos para potenciar los resultados hallados en laboratorio experimental.</p>	
			60	60		



VIII - Régimen de Aprobación

A - METODOLOGÍA DE DICTADO DEL CURSO:

Las clases presenciales serán de una índole **teórico-laboratorio** o **práctico-laboratorio**. El *laboratorio*¹, es un laboratorio digital/informático. Es muy deseable que cada alumno posea su propia computadora con Octave (o en su defecto Matlab) instalado y funcionando. Esto es debido a que el lenguaje elegido para el curso es el denominado *lenguaje.m*. En las clases teórico-laboratorio, se introducirán y discutirán los métodos que luego se implementarán, mientras que, en las segundas, las prácticas-laboratorio, no se introducirán nuevos conceptos ni métodos y se focalizará en el desarrollo por parte del estudiante de sus capacidades de desarrollar y evaluar algoritmos aplicados a problemas tanto abstractos como concretos de problemas de la ingeniería.

Durante el desarrollo de las clases teórico prácticas se realizarán evaluaciones de proceso de forma oral, a los estudiantes. Estas versarán sobre los problemas que haya desarrollado cada estudiante/grupo de estudiantes. Estas entrevistas serán personales o grupales según el modo de trabajo de cada grupo de trabajo estudiantil. En estas se hará énfasis en la comprensión, por parte del estudiante, de los algoritmos implementados, su forma de expresión de estos conceptos y la forma en que el grupo llegó a esta solución. En caso de haber un mal desempeño en estas entrevistas, se programará una nueva entrevista para la próxima clase para repetirla. Este proceso se repetirá tanto como sea necesario para lograr la comprensión/expresión/ejecución correcta de los ejercicios sugeridos por parte de los grupos estudiantiles. Siendo la única limitación, el final del dictado del EC

Esta modalidad implica que en todas las clases (en cualquiera de sus modalidades) se **hará uso de la computadora**, ya sea para introducir algún método, para profundizar en él, para compararlo con otros, etc. De esta manera, el estudiante construirá sus producciones digitales y sus implementaciones de los métodos numéricos estudiados. Si bien la parte digital podría haber sido copiada de internet o construida en grupo, se valorará únicamente como *resultados de aprendizaje las comprensiones que el estudiante alcanzare de los mismos de forma individual*. El valor de poseer los métodos implementados únicamente es prácticamente nulo ya que lo que se persigue es un criterio sobre los mismos y una capacidad para contrastarlos, los programas y algoritmos que implementen métodos numéricos son meramente la herramienta para alcanzar el objetivo de desarrollar las competencias en los estudiantes.

En el curso habrá 2 o 3 **evaluaciones parciales** con modalidad digital + escrita en el que el estudiante dispondrá de sus producciones propias digitales realizadas durante el cursado para la parte de desarrollo digital y para la parte escrita serán únicamente saberes y conceptos que el estudiante debe haber incorporado. Ambas partes se ponderarán y se obtendrá una nota entre 1 y 10. Como lo indican las ordenanzas de la FACAII.

¹ Es común que en numerosos establecimientos educativos se refiera a la sala donde están disponibles las computadoras como *laboratorio de informática*. Siendo que los estudiantes desarrollarán competencias similares a las que se desarrollan en un laboratorio experimental, es que haremos referencia a este ámbito-actividad como *laboratorio*.

Cada una de estas 2 o 3 instancias de evaluación parcial tendrán una instancia de recuperación. Donde la modalidad de la evaluación será la misma que la instancia parcial.

Considerando que la participación en las clases y la confección + comprensión + manejo de las producciones digitales individuales no constituyen un *resultado del aprendizaje* en sí mismos sino una herramienta para alcanzarlos es que la **evaluación continua**, generalmente implementada de manera informal y oral durante el desarrollo del EC, formará una calificación imponderable sobre el estudiante que, nunca irá en desmedro de los alcances que realizará en las instancias **parciales** de evaluación pero, podrán influir de alguna manera positiva en estos resultados cuantificables.

En esta **evaluación continua** será de fundamental importancia la responsabilidad del estudiante para con el trabajo emprendido y la cooperación con otros para realizar los trabajos asignados sin caer en actitudes inéticas (por ejemplo el plagio).

B - CONDICIONES PARA REGULARIZAR EL CURSO

El estudiante que alcancare los siguientes objetivos será acreedor de la regularidad al espacio curricular.

- Deberá tener un 60% de presentismo a las actividades del tipo presenciales (tanto teórico-laboratorio como práctico-laboratorio).
- Aprobar ambos parciales con una calificación de 6 (60%) o mayor ya sea en la instancia de parcial o en la instancia de recuperación.
- Poseer una producción digital propia de aproximadamente un 40% de las actividades de aplicación propuestas.

C – RÉGIMEN DE APROBACIÓN CON EXÁMEN FINAL

El **examen final** tendrá una modalidad únicamente presencial e individual. En este examen constará de (al menos) 2 partes:

- **parte escrita** en donde el alumno, sin acceso a internet ni a su material de estudio, desarrollará preguntas de conocimiento de los diversos métodos. (esta instancia será un 30% de la calificación final)
- **parte digital** en donde el estudiante, con acceso a sus producciones personales y a la bibliografía principal (pero sin acceso a internet ni otras fuentes externas) resolverá situaciones problemáticas de aplicación en la ingeniería de los métodos estudiados (esta instancia representará un 70% de la calificación final)

Se podrá incluir, a criterio del tribunal evaluador una instancia de **evaluación oral complementaria** sobre resultados de las partes anteriores de la evaluación fina y sobre otros contenidos en general del EC.

D – RÉGIMEN DE PROMOCIÓN SIN EXAMEN FINAL

Este tipo de aprobación será aplicada en función de las evaluaciones parciales y la evaluación continua e integral del estudiante.

El criterio general será:

- Compleción y entrega de las actividades prácticas signadas por el equipo docente
- Aprobación de las instancias de evaluación parcial (en sus instancias de evaluación o en su instancia de recuperación) con un porcentaje de 75% o superior.
- Alcance intachable de los logros actitudinales y de convivencia en el curso.

Este criterio y su implementación particular será explicitado al estudiantado al inicio de las actividades curriculares del cuatrimestre. Toda modificación será comunicada oportunamente a los mismos.

E – RÉGIMEN DE APROBACIÓN PARA ESTUDIANTES LIBRES

Aquellos estudiantes que estén en condición de **libre** pueden acceder a un **examen final** en condiciones análogas a las de los alumnos regulares, simplemente tendrán **que presentar un trabajo especial adicional a coordinar con el docente previamente al examen**. Este trabajo será presentado de forma digital y deberá realizar una exposición oral sobre el mismo donde el estudiante deberá responder, oralmente, a preguntas sobre este trabajo y preguntas generales sobre la asignatura.

IX - Bibliografía Básica

Steven C. Chapra & Raymond P. Canale (2015). 7ma Ed. McGraw-Hill Interamericana.
Steven C. Chapra & Raymond P. Canale (2007). 5ta Ed. McGraw-Hill Interamericana

X - Bibliografía Complementaria

- Burden R.L. & Faires J.D. *Numerical Analysis*
- Conte S. & Boor D. *Elementary Numerical Analysis*
- Elden L. & Wittmeyer-Koch, L. *Introduction to Numerical Computation-analysis and Matlab Illustrations*
- Nakamura S. *Applied numerical methods with software*
- Mathews J. & Walker R.L. *Mathematical Methods of Physics*
- Boyce W.E. & Di Prima R.C. *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems*
- Coddington E.A. *An Introduction to Ordinary Differential Equations*