

PROGRAMA DE CURSO

CÁLCULO NUMÉRICO PARA INGENIERÍA CIVIL

A. Antecedentes generales del curso:

Departamento	Ingeniería Civil (DIC)					
Nombre del curso	Cálculo numérico para ingeniería civil	Código	CI3251	Créditos	6	
Nombre del curso en inglés	<i>Numerical methods for civil engineering</i>					
Horas semanales	Docencia	3	Auxiliares	1,5	Trabajo personal	5,5
Carácter del curso	Obligatorio	X		Electivo		
Requisitos	MA2002: Cálculo Avanzado y Aplicaciones					

B. Propósito del curso:

El curso tiene como propósito que los y las estudiantes utilicen los métodos analíticos y numéricos más empleados en la solución de problemas asociados a mecánica de sólidos y mecánica de fluidos en el contexto de la ingeniería civil.

A través de la implementación, comparación y selección de diferentes métodos analíticos y numéricos, los y las estudiantes evalúan, si la solución encontrada en la resolución de problemas de ingeniería civil, presenta correspondencia con la naturaleza del problema propuesto. Lo anterior, implica la validación, verificación y cuantificación de incertidumbres presentes en dicha solución.

El o la docente es un mediador que guía y dirige el análisis y discusión sobre la idoneidad de diferentes métodos numéricos, para resolver el mismo problema físico.

El curso tributa a las siguientes competencias específicas (CE) y genéricas (CG):

CE2: Interpretar y evaluar los métodos, herramientas y tecnologías utilizadas y sus resultados, siendo estas computacionales, experimentales, numéricas o analíticas, en la resolución de problemas asociados a obras y sistemas de ingeniería civil.

CE4: Identificar e incorporar los elementos de incertidumbre inherentes a todo proyecto de ingeniería civil, en la concepción, diseño, ejecución y administración de los proyectos.

CG1: Comunicación académica y profesional

Comunicar en español de forma estratégica, clara y eficaz, tanto en modalidad oral como escrita, puntos de vista, propuestas de proyectos y resultados de investigación fundamentados, en situaciones de comunicación compleja, en ambientes sociales,

académicos y profesionales.

CG4: Trabajo en equipo

Trabajar en equipo, de forma estratégica y colaborativa, en diversas actividades formativas, a partir de la autogestión de sí mismo y de la relación con el otro, interactuando con los demás en diversos roles: de líder, colaborador u otros, según requerimientos u objetivos del trabajo, sin discriminar por género u otra razón.

C. Resultados de aprendizaje:

Competencias específicas	Resultados de aprendizaje
CE2	RA1: Evalúa si la solución encontrada en la resolución de problemas de ingeniería civil, presenta correspondencia con la naturaleza del problema propuesto, considerando el uso de métodos analíticos y numéricos.
	RA2: Selecciona y utiliza métodos analíticos y numéricos para resolver problemas, principalmente, asociados a ejemplos de mecánica de sólidos y mecánica de fluidos en el contexto de la ingeniería civil.
CE4	RA3: Cuantifica el efecto de la incertidumbre presente en problemas de ingeniería civil, típicamente asociado a la variabilidad presente en las propiedades de los materiales y en las excitaciones.
Competencias genéricas	Resultados de aprendizaje
CG1	RA4: Argumenta por escrito, de forma clara y precisa, qué método o métodos son los más adecuados (por sus ventajas y limitaciones) para resolver problemas específicos de ingeniería civil.
CG4	RA5: Resuelve, de manera responsable, con su equipo diversos problemas de ingeniería civil, discutiendo y concordando, de manera respetuosa, con sus pares la elección de métodos numéricos acordes al tipo de problema.

D. Unidades temáticas:

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
1	RA1	Aspectos generales del modelamiento numérico	1 semana
Contenidos		Indicador de logro	
1.1. Diferencias entre Sistema físico y modelo matemático. 1.2. Definición de errores: error del modelo, Error Numérico, error de datos. 1.3. Introducción de conceptos de verificación, validación y cuantificación de incertidumbres. 1.4. Necesidad de utilizar métodos aproximados en ingeniería (Diferencias entre Analítico y Numérico).		El/la estudiante: 1. Determina y analiza las diferencias entre un sistema físico y un modelo matemático. 2. Identifica y define tipos de errores tales como error del modelo, error numérico y error de datos. 3. Determina como un sistema físico puede ser descrito, a través de diferentes modelos matemáticos (analítico y numérico) con sus respectivas limitaciones.	
Bibliografía de la unidad		(1)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
2	RA2, RA4, RA5	Solución a Sistemas de Ecuaciones Algebraicas Lineales	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
2.1. Eliminación gaussiana. 2.2. Método Gauss Jordan. 2.3. Factorización de Cholesky. 2.4. Método de Gauss Seidel. 2.5. Aplicaciones: cálculo de deflexión. Estática de Estructuras, hidrograma unitario.		El/la estudiante: 1. Aplica diferentes métodos analíticos y/o numéricos para resolver problemas de la mecánica de sólidos y de la mecánica de fluidos. 2. Utiliza ecuaciones algebraicas lineales para obtener una solución a problemas de aplicaciones en ciencias e ingeniería. 3. Compara la solución obtenida para diversos problemas, mediante diferentes métodos numéricos. 4. Argumenta por escrito sobre la solución para problemas de mecánica de sólidos y de fluidos, justificando con conceptos disciplinares sobre el uso de métodos correspondientes y algoritmos utilizados. 5. Trabaja con su equipo en la resolución de problemas de mecánica de sólidos y de fluidos, discutiendo con sus pares, sobre el tipo métodos numérico y/o analítico seleccionado.	

Bibliografía de la unidad		(1)	
Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
3	RA2, RA4, RA5	Solución a Ecuaciones Algebraicas No-Lineales	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
3.1. Método de Newton Raphson. 3.2. Métodos Incrementales iterativos y no iterativos. 3.3. Aplicaciones: Problema de pandeo, deformación de estructuras no-lineales.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Resuelve problemas de mecánica de sólidos y de fluidos, mediante diferentes métodos numéricos. Compara los resultados obtenidos según el método numérico elegido. Reporta de forma clara la solución obtenida a problemas para mecánica de sólidos y de fluidos, según el método numérico seleccionado, justificando con argumentos precisos acordes a la naturaleza del problema y del resultado. Trabaja de manera responsable con su equipo para cumplir de forma efectiva la tarea emprendida. 	
Bibliografía de la unidad		(1)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
4	RA1, RA3, RA4, RA5	Métodos de Interpolación y Ajuste	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
4.1. Interpolación lineal. 4.2. Polinomios de Lagrange. 4.3. Ajuste de curvas por mínimos cuadrados. 4.4. Aplicaciones: ajuste a leyes constitutivas. 4.5. Ajuste de leyes de atenuación.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Analiza y selecciona el modelo más adecuado para describir un fenómeno físico, considerando la variabilidad presente en sus parámetros. Selecciona y utiliza métodos de interpolación y ajuste para describir un fenómeno físico asociado a la variabilidad de las propiedades en los materiales y excitaciones. Expone, de manera clara, los resultados obtenidos al analizar y seleccionar un modelo para describir un fenómeno físico. Comparte al equipo información, conocimientos y experiencias de forma clara y precisa para aportar al logro de los objetivos comunes. 	
Bibliografía de la unidad		(1)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
5	RA2, RA4, RA5	Derivación e Integración Numérica	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
5.1. Diferencias Finitas. 5.2. Método del Trapecio y Simpson. 5.3. Integrales probabilísticas. 5.4. Aplicaciones: perfiles de presiones en estanques, derivación de desplazamientos.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Resuelve derivadas e integrales, seleccionando cuál método numérico debe ser utilizado según el tipo de problema. Escribe textos breves sobre la elección de los métodos utilizados, y los resultados asociados a problemas de la mecánica de sólidos y de fluidos. Realiza con su equipo las tareas y ejercicios, planteando, de manera precisa y constructiva, su posición para cumplir con la tarea. 	
Bibliografía de la unidad		(1)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
6	RA1, RA4, RA5	Solución a Problemas de Valores Iniciales para Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	2 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
6.1. Método de Euler. 6.2. Método de Runge-Kutta. 6.3. Método de Newmark. 6.4. Aplicaciones: solución de estructuras ante excitaciones sísmicas. Ecuación de balance hidrológico.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> Resuelve problemas de valores iniciales, aplicando un método numérico. Verifica la precisión de la solución obtenida por la ecuación diferencial, considerando rangos admisibles impuestos por la naturaleza del problema. Escribe reportes sobre la solución a problemas de valores iniciales para ecuaciones diferenciales ordinarias. Trabaja con su equipo, estableciendo acuerdos para resolver los diversos problemas planteados. 	
Bibliografía de la unidad		(1)	

Número	RA al que tributa	Nombre de la unidad	Duración en semanas
7	RA1, RA4, RA5	Problemas con Ecuaciones Diferenciales Parciales	3 semanas
Contenidos		Indicador de logro	
7.1. Método de diferencias finitas para ecuaciones elípticas, parabólicas e hiperbólicas. 7.2. Aplicaciones: ecuaciones de difusión. 7.3. Introducción al método de elementos finitos.		El/la estudiante: <ol style="list-style-type: none"> 1. Selecciona y aplica métodos numéricos para resolver problemas, considerando rangos admisibles según la naturaleza del problema. 2. Comprueba que la precisión de la solución obtenida por la ecuación diferencial, se encuentra acotada, según rangos admisibles por la naturaleza del problema. 3. Reporta, usando argumentos claros y concisos, la aplicación de métodos numéricos y la solución obtenida a problemas de valores iniciales para ecuaciones diferenciales ordinarias. 4. Comparte al equipo información, conocimientos y experiencias de forma clara y precisa para aportar al logro de las tareas. 	
Bibliografía de la unidad		(1)	

E. Estrategias de enseñanza – aprendizaje:

El curso considera las siguientes estrategias:

- **Clase expositiva:** en esta instancia de trabajo se presentan los principales conceptos a trabajar, considerando la participación activa del y las estudiantes al analizar y ver problemas o desafíos que pueden ser resueltos por métodos numéricos.
- **Resolución de problemas:** los y las estudiantes trabajarán en tareas y actividades académicas donde resolverá problemas que se le presenten.

F. Estrategias de evaluación:

El curso considera las siguientes instancias de evaluación:

- Tareas con sus respectivos informes o reportes, cuando corresponda.
- Controles.
- Examen.

G. Recursos bibliográficos:

Bibliografía obligatoria:

(1) Chapra, S. y Canale, R.P. (2010). Métodos Numéricos para Ingenieros. Mc Graw Hill.

Bibliografía Complementaria:

(2) Burden, R.L. y J. D. Faires (2001). Análisis Numérico. Brooks.

(3) Material complementario (artículos científicos propuestos por el académico) y subidos a Ucursos.

H. Datos generales sobre elaboración y vigencia del programa de curso:

Vigencia desde:	Primavera, 2021
Elaborado por:	Rafael Ruiz
Validado por:	Validación CTD Civil (DIC)
Revisado por:	Área de Gestión Curricular