

MÉTODOS NUMÉRICOS EN FINANZAS



Código: 2026377

Primer semestre de 2026

Oscar Javier López Alfonso

ojlopeza@unal.edu.co

Horario de clase: lunes y miércoles de 5:00 p.m. a 7:00 p.m.

Salón: 216 sala de cómputo matemáticas – edificio 405.

Atención a estudiantes: Únicamente con cita previa concertada por correo electrónico.

Descripción del curso

Este curso ofrece una formación avanzada en los principales **métodos numéricos utilizados en la valoración de instrumentos financieros derivados**, con énfasis en la formulación de modelos bajo la medida neutral al riesgo y en la implementación computacional de algoritmos de valoración. A partir de un repaso estructurado de procesos estocásticos y modelos financieros fundamentales, el curso desarrolla de manera progresiva técnicas discretas y continuas para la solución de problemas de valoración, incluyendo árboles binomiales, simulación Monte Carlo, métodos basados en transformadas, ecuaciones diferenciales parciales (PDE) y ecuaciones integro-diferenciales parciales (PIDE).

El curso se apoya principalmente en el libro *Computational Methods in Finance* de Ali Hirsu y en los trabajos de investigación del profesor, complementándolo con contenidos no cubiertos explícitamente en el texto —como los modelos de árboles binomiales— y con extensiones contemporáneas basadas en simulación avanzada y redes neuronales. A lo largo del semestre, los estudiantes integran teoría y práctica mediante la programación de algoritmos en lenguajes de alto nivel (Python, MATLAB o R), el análisis crítico de resultados numéricos y la comparación entre distintos enfoques de valoración.

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de seleccionar, implementar y evaluar críticamente métodos numéricos apropiados para distintos tipos de derivados y modelos financieros, entendiendo tanto sus fundamentos matemáticos como sus limitaciones computacionales y de modelación.

Propósitos de formación del curso

Al finalizar el curso, el estudiante estará en capacidad de:

1. **Comprender y aplicar los fundamentos de la valoración neutral al riesgo**, reconociendo el papel de los procesos estocásticos y del cambio de medida en la modelación financiera.

2. **Formular problemas de valoración de derivados** bajo distintos modelos de precios de activos y tasas de interés.
3. **Implementar métodos numéricos discretos y continuos** para la valoración de instrumentos financieros, incluyendo árboles, simulación Monte Carlo, métodos de transformadas y esquemas de diferencias finitas.
4. **Resolver ecuaciones diferenciales parciales e integro-diferenciales** asociadas a problemas de valoración, analizando estabilidad, convergencia y precisión numérica.
5. **Comparar críticamente distintos métodos de valoración**, identificando ventajas, limitaciones y contextos de aplicación.
6. **Desarrollar habilidades computacionales avanzadas**, integrando teoría financiera, métodos numéricos y programación científica.
7. **Explorar metodologías modernas de valoración**, como técnicas basadas en aprendizaje automático, y evaluar su desempeño frente a métodos tradicionales.
8. **Comunicar de forma clara y rigurosa resultados numéricos**, tanto en informes escritos como en presentaciones técnicas.

Prerrequisitos

Para un adecuado aprovechamiento del curso, se espera que el estudiante cuente con:

- Conocimientos de **cálculo diferencial e integral**, incluyendo derivadas parciales.
- Conocimientos básicos de **álgebra lineal**, en particular sistemas de ecuaciones y operaciones matriciales.
- Fundamentos de **probabilidad y estadística**, incluyendo variables aleatorias, distribuciones y esperanza matemática.
- Conocimientos introductorios de **finanzas cuantitativas**, especialmente valoración básica de opciones y nociones de tasas de interés.
- Habilidad de **programación en un lenguaje de alto nivel** (Python, MATLAB o R), incluyendo manejo de arreglos, funciones y visualización de resultados.

Contenidos generales

A. Fundamentos de modelación financiera y procesos estocásticos

- Revisión de procesos estocásticos relevantes en finanzas.
- Movimiento browniano, procesos de Poisson y procesos con saltos.
- Modelos clásicos de precios de activos.
- Medida neutral al riesgo y principios de valoración sin arbitraje.
- Clasificación general de métodos de valoración de derivados.

B. Métodos discretos de valoración

- Árboles binomiales y su relación con modelos continuos.
- Valoración de opciones europeas y americanas mediante árboles.
- Convergencia de modelos discretos a modelos continuos.
- Comparación entre métodos discretos y analíticos.

C. Simulación Monte Carlo para valoración de derivados

- Fundamentos de simulación y generación de números aleatorios.
- Valoración de opciones europeas mediante Monte Carlo.
- Error de simulación y análisis estadístico de resultados.
- Extensiones a opciones dependientes de la trayectoria.
- Introducción a técnicas de reducción de varianza.

D. Métodos basados en transformadas

- Funciones características y su uso en valoración.
- Transformada de Fourier y Fast Fourier Transform (FFT).
- Métodos de valoración basados en transformadas.
- Aplicaciones a modelos con saltos y procesos de Lévy.

E. Valoración mediante ecuaciones diferenciales parciales

- Derivación de ecuaciones PDE en finanzas.
- Métodos de diferencias finitas:
 - esquemas explícitos,
 - implícitos,
 - Crank–Nicolson.
- Condiciones de frontera y estabilidad numérica.
- Valoración de opciones americanas y exóticas.

F. Valoración mediante ecuaciones integro-diferenciales parciales

- Motivación de las PIDEs en modelos con saltos.
- Estructura general de una PIDE de valoración.
- Discretización del término integral.
- Ejemplos de modelos de salto-difusión.

G. Métodos avanzados y enfoques modernos

- Simulación avanzada de ecuaciones diferenciales estocásticas.
- Métodos de regresión para opciones americanas.
- Redes neuronales para valoración de derivados.
- Comparación entre métodos tradicionales y basados en aprendizaje automático.

H. Calibración y extensiones

- Introducción a la calibración de modelos financieros.
- Formulación de problemas de calibración.
- Discusión sobre riesgo de modelo.
- Integración de métodos y aplicaciones prácticas.

Metodología y Evaluación

Metodología

El curso se desarrollará bajo un **enfoque teórico-práctico**, combinando exposiciones conceptuales con sesiones de laboratorio orientadas a la implementación computacional de métodos numéricos para la valoración de derivados financieros. Los ejemplos y casos de estudio se basarán

principalmente en el texto de Hirsu y en literatura académica reciente. Se promoverá el trabajo colaborativo mediante talleres y un proyecto final integrador.

Evaluación

La evaluación será **continua y acumulativa**, y contemplará la comprensión teórica, la implementación computacional y el análisis crítico de los métodos estudiados. Los componentes y ponderaciones serán:

Componente	Peso
Talleres computacionales (3)	30%
Evaluación intermedia (teórico-práctica)	20%
Proyecto final	40%
Participación académica	10%
Total	100%

Nota final y recomendaciones para el éxito en el curso

Una vez publicada, **la nota final es definitiva**. Solo se aceptarán reclamaciones por errores estrictamente numéricos en el registro de calificaciones. Solicitudes de reconsideración basadas en apreciaciones personales o situaciones no académicas no serán atendidas.

Cualquier duda o solicitud relacionada con las calificaciones deberá ser enviada exclusivamente por **correo electrónico**, de forma clara, respetuosa y debidamente sustentada. Peticiones sin justificación académica, que busquen “alternativas” para mejorar la nota obtenida sin el respaldo de un trabajo riguroso durante el semestre, serán consideradas improcedentes.

La verdadera fórmula del éxito en este curso:

- Participar activamente en las sesiones presenciales.
- Preparar con seriedad el material asignado (videos, lecturas, casos, etc.).
- Realizar los ejercicios y tareas con disciplina y compromiso.
- Estudiar al menos **8 horas semanales** por fuera del aula.
- Asumir la responsabilidad personal del proceso de aprendizaje y de los resultados obtenidos.
- Comprender que en este curso **no existen atajos**: solo se logra un buen desempeño con esfuerzo, constancia y dedicación durante TODO el semestre.

Otros aspectos

Puntualidad:

Las clases presenciales comenzarán puntualmente. En caso de fuerza mayor que impida al profesor dictar una sesión, esta será reprogramada en un horario diferente, de común acuerdo con los estudiantes.

Fechas importantes para tener en cuenta

- Cancelación de asignaturas con pérdida de créditos: Desde el 16 febrero 2026 hasta el 27 marzo 2026. (A través del portal académico del SIA.)

- Finalización de clases: 30 de mayo de 2026 (Resolución [1231](#) de 2025 de Rectoría).
- Reporte del 100% de calificaciones al SIA: Hasta las 8:00 p.m. del 9 de junio de 2026 (Resolución [1231](#) de 2025 Rectoría).

Finalización del semestre

El semestre culmina oficialmente cuando la nota final del curso sea registrada en el SIA, a más tardar el 9 de junio de 2026, siempre y cuando todo transcurra con normalidad. Los estudiantes no deben programar vacaciones ni compromisos académicos o laborales antes de esta fecha, ya que el profesor podrá utilizar este periodo para programar evaluaciones, entregas de talleres, exposiciones o cualquier otra actividad pendiente.

Bibliografía básica y complementaria

Básica:

- **Ali Hirsa.** *Computational Methods in Finance*. 2. ed. Boca Raton, FL: CRC Press (Taylor & Francis Group), 2024.

Complementaria:

- **Paolo Brandimarte.** *Numerical Methods in Finance and Economics: A MATLAB-Based Introduction*. 2. ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- **Daniel J. Duffy.** *Numerical Methods in Computational Finance: A PDE/FDM Approach*. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd., 2022.
- **Rituparna Sen y Sourish Das.** *Computational Finance with R*. Indian Statistical Institute Series. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2023.
- Artículos y trabajos de investigación recientes (p. ej., métodos para opciones con barreras y modelos de saltos).

Cursos en línea recomendados

- [Coursera – Financial Engineering and Computational Methods](#)