



<b>PROGRAMA DE LA ASIGNATURA MODELAMIENTO DINÁMICO</b>
Profesor: EFRAÍN ANTONIO DOMÍNGUEZ CALLE e-MAIL: <a href="mailto:e.dominguez@javeriana.edu.co">e.dominguez@javeriana.edu.co</a> ; <a href="mailto:edoc@mathmodelling.org">edoc@mathmodelling.org</a> Página Web del Curso: <a href="http://www.mathmodelling.org">http://www.mathmodelling.org</a>
<b>OBJETIVOS DE FORMACION</b>
Formar en los estudiantes las habilidades necesarias para afrontar la evaluación, simulación y pronóstico de procesos ambientales en sistemas naturales e intervenidos aplicando la modelación matemática como método cognoscitivo y herramienta para la solución de problemas inversos en tareas de optimización. Transferir las bases conceptuales del paradigma de la modelación matemática de procesos ambientales al estudiante y fortalecerlo en la construcción de modelos por medios propios o utilizando herramientas computarizadas desarrolladas por terceros. Para ello, éste curso deberá cumplir con los siguientes objetivos específicos:  Fundamentar las nociones de modelación matemática, en especial la clasificación de modelos matemáticos y los problemas directo e inverso; Adiestrar al estudiante en la aplicación del protocolo de modelación matemática; Facultar el estudiante con elementos de programación orientada a objetos y métodos numéricos.; Analizar la aplicación de modelos matemáticos construidos con operadores en derivadas ordinarias (modelamiento poblacional, decaimiento, interacción predador presa); Entender el funcionamiento de los autómatas celulares; Comprender las herramientas computacionales que facilitan el desarrollo de modelos matemáticos en el ordenador.
<b>CONTENIDOS MINIMOS DE CONOCIMIENTO</b>
<b>UNIDAD 1</b> <b>1.1 Nociones básicas de modelación matemática.</b> Modelación matemática como método cognoscitivo. Definición de Modelo matemático. Esquema general de la modelación. Trilogía modelo-algoritmo-programa. Principio del determinismo científico. Relaciones causa efecto. Esquema general de un modelo matemático. Ejemplos de operadores matemáticos. El problema directo y el problema inverso. Clasificación de modelos matemáticos. Ejemplos de modelos y su clasificación. Condiciones iniciales y de frontera. Métodos de solución. El protocolo de modelación matemática. Evaluación del desempeño de modelos matemáticos. <b>1.2. Nociones básicas de computación científica</b> Nociones de algoritmo y programa. Lenguajes de programación de alto y muy alto nivel. Paradigmas de programación. El lenguaje de programación Python. Elementos que componen el sistema de programación Python. Enfoque matricial de Python. Capacidades gráficas de Python. Ciclos en Python. Construcciones lógicas en Python. El primer programa en Python.
<b>UNIDAD 2</b> <b>2.1 Repaso de ecuaciones diferenciales.</b> Concepto de función. Formas de representar una función. Concepto de límite. Concepto de derivada. Diferencial. Reglas de diferenciación. Función multivariada. Derivadas parciales. Derivada total. Integral indefinida. Integral definida. Ecuaciones Diferenciales, Solución de ecuaciones diferenciales. Sistemas de ecuaciones diferenciales. <b>2.2. Introducción a los métodos numéricos.</b> Ecuaciones diferenciales ordinarias. Discretización. El problema de Cauchy. Método de Euler. Método de Runge-Kutta. Métodos numéricos para sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias. Programación del método de Euler en Python. Programación del método de Runge-Kutta en Python. Solución Sistemas de ecuaciones diferenciales en Python. Problemas de optimización.
<b>UNIDAD 3</b> <b>3.1 Modelos matemáticos en ecuaciones diferenciales ordinarias.</b> Modelo de población maltusiano. Modelo de población logístico. Aparición de la incertidumbre. Definición de estabilidad de Lyapunov. Definición de complejidad y caos. Diagrama de fase. Atractor extraño

del modelo depredador presa. Atractor de Lorenz. Solución numérica del modelo poblacional. Solución numérica del modelo climático de Lorenz. Solución numérica del modelo predador – presa.

### **3.2 Herramientas especializadas**

System-Solver. Stella. Automatas Celulares.

## **METODOLOGÍA**

El material del curso se desarrolla con una estrategia de aprendizaje colaborativo con clases magistrales, lecturas dirigidas y ejercicios en clase. En grupos de trabajo no numerosos los estudiantes construyen algoritmos y aplican métodos numéricos en Python, implementan modelos en sistemas automatizados y construyen conclusiones sobre los resultados obtenidos.

## **EVALUACIÓN**

Trabajo Autónomo 25%  
Primer Examen Parcial 25%  
Segundo Examen Parcial 25%  
Tercer Examen Parcial 25%

## **FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

#### **DIRECCIONES ELECTRÓNICAS (URL):**

Grupo de modelación matemática y computacional de la UNAM

<http://www.mmc.igeofcu.unam.mx/>

Recursos sobre modelación de libre acceso en Internet del MIT

<http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Nuclear-Engineering/22-00JSpring-2006/CourseHome/index.htm>

COMAP's new modeling forum

<http://www.mathmodels.org/about/>

Wikipedia

[http://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical\\_model](http://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_model)

The connected curriculum Project

<http://www.math.montana.edu/frankw/ccp/modeling/topic.htm>

Web-server de modelación ecológica

<http://www.wiz.uni-kassel.de/ecobas.html>

The International Society for Ecological Modeling

<http://www.isemna.org/Pages/publications.htm>

Lista de libros sobre modelos ecológicos

<http://homepage.ruhr-uni-bochum.de/Michael.Knorrenschild/embooks.html>

Lista de enlaces adicionales en modelación ecológica

<http://web.unbc.ca/~ackerman/mod-res.htm>

NACSE - Northwest Alliance for Computational Science and Engineering – Curso de simulación

<http://www.csi.uoregon.edu/nacse/ecosim/page1.html>

Recurso electrónico sobre modelos hidrológicos y ambientales

<http://hydrologyweb.pnl.gov/links.asp?id=Computing>

Página del USGS sobre modelación del movimiento y la calidad del agua

<http://smig.usgs.gov/SMIC/SMIC.html>

Página de la EPA sobre modelación

<http://www.epa.gov/ceampubl/>

#### **TEXTOS:**

B.P. Demidowitsch, I.A. Maron y E.S. Schuwalowa 1980: Métodos numéricos de análisis. Madrid. Paraninfo. 483 p.

Bertalanffy, L. V. 1976: Teoría general de los sistemas, fondo de cultura económica, México, 311 pags.

Boris G. Gnedenko. 1977: Theory of probability. Gordon and Breach Science Publisher. Netherland.

E.A. Volkov. 1990: Métodos numéricos. Moscú. Editorial Mir. 255 p.

Gabriel Velasco Sotomayor y Piotr Marian Wisniewski. 2001: Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Thomson, México. 326 p.

Gardiner C. W. 1985: Handbook of stochastic methods. Springer-Verlag. 442 p.

Jim Caldwell, Douglas K.S. Ng. 2004: Mathematical Modelling Case Studies and Projects. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 266 p.

John H. Vandermeer and Deborah E. Goldberg. 2003: Population Ecology. Princeton. New Jersey. 280 p.

Michael Alder. 2001: An introduction to mathematical modeling. Heaven for books. 209 p.

Moodie, Anthony Robert: 1979: Modelling of water quality and hydrology in an urban watercourse. Canberra. Australian Government Publishing Service. 146 p.

Myron B. Allen, Ismael Herrera, George F. Pinder. 1988: Numerical modelling in science and engineering. Mexico. 424 p.

N. Bakhvalov. 1980: Métodos numéricos: Análisis, álgebra, ecuaciones diferenciales ordinarias. Madrid. Paraninfo. 734 p.

P. T. Cochrane, G. Collicutt, P. D. Drummond, and J. J. Hope. 2004: xmds: eXtensible MultiDimensional Simulator. An open source numerical simulation package.  
[http://www.xmds.org/documentation/xmds\\_doc\\_1.5.3.pdf](http://www.xmds.org/documentation/xmds_doc_1.5.3.pdf)

Rainer Ansorger. 2003: Mathematical Models of Fluid Dynamics, Modelling, Theory, Basic Numerical Facts – An Introduction. WILEY-VCH GmbH & Co. KGaA. Berlin. 181 p.

Sam Howison. 2003: Practical Applied Mathematics. Modelling, Analysis, Approximation. Oxford University. 285 p.

Singh, Vijay P. 1996: Kinematic wave modeling in water resources : surface - water hydrology. New York : John Wiley & Sons, 1399 p.

Slavco Velickov. 2004: Nonlinear dynamics and chaos with applications to hydrodynamics and hydrological modeling. London : Balkema Publishers. 317 p.

U.S. Department of Commerce, NOAA/NWS. 1999: The modernized end to end forecast process for quantitative precipitation information: Hydrometeorological requirements, scientific issues, and service concepts. 189 p. NWS, Silver Spring MD.

Vicente S. Fuertes Miguel, Fco. Javier Martínez Solano, Rafael Pérez García, Pedro L. Iglesias Rey. 2002: Flujo en lámina libre. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia. 233 p.

W.L. Wood 1993: Introduction to numerical methods for water resources. Oxford. Clarendon press. 255 p.