

MODELACIÓN DE PROCESOS Y SISTEMAS AMBIENTALES

ICYA 4102

Programa del Curso

Primer Semestre de 2018

Profesor: Luis Alejandro Camacho Botero Oficina ML629, Tel: 3394949 Extensión 1731

la.camacho@uniandes.edu.co

Horario Atención Estudiantes: Miércoles 10:00 am - 12:00 pm

Clase Magistral Martes – Lunes y Miércoles 6:30 am - 8:00 am

Objetivos y metas

El objetivo general del curso es lograr la familiarización del estudiante con modelos de procesos de transporte y transformaciones bioquímicas de contaminantes en el medio ambiente y de simulación de sistemas ambientales. Al final del curso el estudiante estará en capacidad de:

- Reconocer y aplicar en forma rigurosa el marco de modelación matemática de procesos en Ingeniería Ambiental.
- Formular y plantear ecuaciones y modelos matemáticos de procesos de transporte y reacción o transformación de determinantes o contaminantes en los diferentes medios y en sus interfaces, *i.e.* agua-aire-suelo, y solucionar las ecuaciones gobernantes mediante métodos analíticos o numéricos.
- Reconocer la importancia de contar con metodologías, protocolos, equipos y estaciones de medición de determinantes de calidad del agua y el aire específicas para la toma de datos de calibración y verificación de modelos de calidad del agua, de aire y el flujo en medios porosos y agua subterránea a nivel de cuenca o ecosistemas.
- Diseñar y conducir experimentos relacionados con la toma de datos útiles para la calibración de modelos de procesos de transporte y transformaciones de los contaminantes en el medio ambiente.
- Reconocer la utilidad y aplicar modelos matemáticos como herramientas de simulación, planificación, diseño, manejo y control ambiental de sistemas ambientales a nivel de cuenca hidrográfica, aguas superficiales continentales, ecosistemas, y el sistema climático a gran escala.

Metodología

El curso se basará en lecturas previas y explicaciones magistrales del material repartido con anterioridad a las clases, lecturas posteriores y solución de problemas en clase y fuera de ella. El curso tendrá un alto contenido de laboratorios computacionales guiados y tareas que buscarán la familiarización del estudiante con el marco de modelación y herramientas modernas de simulación y modelos de los procesos y sistemas ambientales bajo estudio. El curso tendrá una salida de campo opcional (no obligatoria) para la toma de datos en un río en la cual se realizará un ejercicio completo de modelación ambiental.

Referencias

- Wainwright J., Mulligan, M., (2004) Environmental modelling – Finding simplicity in complexity, John Wiley & Sons, Ltd.
- Chapra, S. C. (1997). Surface water quality modelling, Ed. McGraw-Hill, 1ª Ed., Nueva York
- Chapra, S.C. y Pellieter, G., (2003) Qual2k Documentation Manual, EPA.
- Martin, J., McCutcheon (1999) Hydrodynamics and transport for water quality modelling, Lewis, New York.
- Thibodeaux, L. J. (1996) Environmental chemodynamics, John Wiley & Sons, Inc., Nueva York.
- James, A., (1993) An Introduction to water quality modelling, John Wiley & Sons, Chichester
- Kadlec, R. H., Knight, R. (1996) Treatment Wetlands, CRC Press LLC, Lewis Publishers, Boca Ratón.
- Thomann, R. V. and Mueller, J. A. (1987). Principles of surface water quality modelling and control, Ed. Harper and Row, 1ª Ed., Nueva York.
- Levenspiel O. (1972) Chemical reaction engineering, 2a Ed., John Wiley & Sons, Nueva York
- Chapman, D. (1992). Water quality assessments, Ed. E & FN Spon, UNESCO/WHO/UNEP Londres.
- Bartram, J., and Ballance, R. (1996). Water quality monitoring, Ed. E & FN Spon, UNESCO/WHO/UNEP Londres.
- Rutherford, J. C. (1994). River mixing, Ed. John Wiley & Sons, Chichester
- Salazar, A. (1996). Contaminación de Recursos Hídricos – Modelos y Control, AINSA, 2a. Edición, Medellín
- Weiming W. (2008) Computational River Dynamics, Talor & Francis, London
- Zhen-Gang, J. (2008) Hydrodynamics and Water Quality, Wiley, New Jersey.
- Stull, R. B. (2000) Meteorology for Scientists and Engineers, Brooks/Cole, 2a. Edición, Estados Unidos
- Karamouz, M., Ahmadi, A., Akhbari, M., (2011) Groundwater Hydrology, Engineering, Planning and Management, CRC Press Taylor & Francis Group, 1a. Edición, Boca Ratón.
- Benedini, M., Tsakiris, G., (2013) Water quality modelling for rivers and streams, Springer, Dordrecht
- Tchobanoglous, G., Schroeder E., D. (1987) Water quality – Characteristics, Modelling, Modification, Addison Wesley Longman, Reading

Journals

Water Resources Research, AGU; Journal of Hydrology, Elsevier; Journals de la ASCE., e.g. Journal of Environmental Engineering, Earth System Sciences, Water Science and Technology, IAWQ, Environmental Fluid Mechanics (Springer), Environmental Modelling & Software (Elsevier).

Sistema de Evaluación

Examen Parcial 1: 30% y Examen Parcial 2: 30%

Laboratorios computacionales, tareas individuales y proyectos en grupo: 40%

Exámenes: evaluarán el aprendizaje, alcance de metas y habilidades de modelación mediante ejercicios de planteamiento de ecuaciones gobernantes y/o implementación y solución de modelos ambientales. Los exámenes contendrán dos partes, una de conceptos y control de lecturas mediante preguntas abiertas o de selección múltiple, y otra de ejercicios con calculadora programable y/o computador.

Laboratorios computacionales y tareas: El curso tendrá un componente importante de tareas y laboratorios computacionales individuales o en grupos de dos personas que **deben entregarse en medio físico impreso únicamente en clase al profesor**. Después de la fecha acordada se recibirán solamente laboratorios a lo sumo con una semana de retraso y éstos se calificarán sobre 4.0.

Proyectos: se desarrollarán en grupo de máximo 4 estudiantes proyectos de modelación de sistemas ambientales. Se realizarán entregas de informes parciales calificables, un informe final de ingeniería el cual deberá sustentarse oralmente al profesor. Después de la fecha acordada se recibirán entregas de proyectos máximo con una semana de retraso y se calificarán sobre 4.0. Para la sustentación deberá solicitarse por parte del grupo una cita por escrito al profesor en las fechas establecidas para la misma. La no asistencia de un integrante a la sustentación se calificará con nota de 0.0 a esta persona.

Lecturas y asistencia: durante el desarrollo del curso se plantearán ejercicios dentro y fuera de clase que se deben entregar, a manera de tarea individual o en grupos de dos personas, únicamente en las fechas indicadas o máximo con una clase de retraso. El curso tendrá una alta asignación de lecturas previas y posteriores a las clases. Las lecturas que se indiquen como obligatorias podrán ser evaluadas en los exámenes mediante preguntas de selección múltiple o preguntas abiertas. La asistencia a clase se controlará en los términos indicados en el reglamento estudiantil.

Material de clases: en SICUA-PLUS estarán disponibles las presentaciones de clase en PowerPoint. Éstas son para uso exclusivo de los estudiantes del curso. En SICUA-PLUS habrá material de soporte y lecturas obligatorias (evaluables) y opcionales adicionales. La filmación o grabación de clases no está autorizada.

Aproximación notas: la Nota Definitiva será la nota final ponderada según los anteriores porcentajes, expresada con décimas y centésimas (por ejemplo, si la la nota final es 3.6783, la nota definitiva será 3.68; si la nota final es 3.6743, la nota definitiva será 3.67). La nota mínima aprobatoria será 3.00.

Excusas: se recibirán excusas por inasistencia a los exámenes parciales de acuerdo con el artículo 43 del RGEPr las cuales deberán ser entregadas a la secretaria de la coordinación del Departamento y al profesor para su verificación y aprobación.

Modelación de procesos y sistemas ambientales - Contenido Detallado y Cronograma
- Clases Magistrales

Clase	Fecha	Tema
1	Enero 22	Introducción al curso. Importancia y utilidad de modelos de procesos y sistemas ambientales como ríos, cuencas, acuíferos, atmósfera.
2	Enero 24	Introducción al marco general de modelación ambiental. Ejemplo de aplicación del marco de modelación hidrológica y de la calidad del agua en cuencas y ríos. Protocolos de modelación.
3	Enero 29	Modelación Movimiento y transformación de contaminantes en el ambiente. Fundamentos de modelación. Conservación de la masa e introducción a la cinética de reacciones de orden n . Balance de masa en un reactor bien mezclado.
4	Enero 31	Soluciones a las ecuaciones diferenciales simples y acopladas de un reactor bien mezclado y de reactores en serie CSTRs o CIS. Métodos numéricos de Euler, Heun y Runge-Kutta.
5	Febrero 5	Laboratorio computacional solución ODEs simples y acopladas en MATLAB y SIMULINK
6	Febrero 7	Métodos de calibración y análisis de incertidumbre paramétrica de modelos
7	Febrero 12	Laboratorio computacional de calibración de parámetros y análisis de incertidumbre paramétrico de un modelo de reactores en serie CSTRs o CIS
8	Febrero 14	Procesos de transporte de solutos: Advección, Difusión, Dispersión longitudinal y transversal en agua y aire. Procesos de reacción y transformación de contaminantes acoplados a procesos de transporte
9	Febrero 19	Longitud de mezcla. Experimentos con trazadores en ríos, aguas subterráneas y en la atmósfera. Mediciones de longitud de mezcla y transporte en el Eje Ambiental
10	Febrero 21	Modelos de transporte de solutos. Modelo ADE-R 1D, 2D, 3D. Métodos numéricos de solución de la ecuación ADE-R.
11	Febrero 26	Modelos alternativos de transporte de solutos en ríos. Modelo TS-R
12	Febrero 28	Modelos alternativos de transporte de solutos en ríos, CIS-R y ADZ-R.
13	Marzo 5	Laboratorio de simulación y calibración de modelos de transporte en ríos. OTIS y Transporte de solutos versión 1.0. Modelo de tiempos de viaje en planes de contingencia.
14	Marzo 7	Parcial No. 1 (30%) Clases 1 – 13
	Marzo 10	Salida de campo (Sábado – opcional).
15	Marzo 12	Transformación de contaminantes. Determinantes convencionales y sustancias tóxicas. Reacciones de decaimiento natural. Organismos patógenos
16	Marzo 14	Laboratorio computacional – simulación y calibración de un modelo de organismos patógenos. Entrega notas del 30% - Marzo 16

17	Marzo 21	Procesos y modelos de transferencia de contaminantes a través de interfaces. Transferencia aire-agua: Volatilización, y absorción de gases. Reaireación de oxígeno disuelto y volatilización de sustancias tóxicas orgánicas. Retiro de materias - Marzo 23
	Marzo 26-30	SEMANA DE RECESO
18	Abril 2	Transformación de contaminantes: Oxidación de la materia orgánica en condiciones aerobias y anaerobias. Modelación de procesos agua-sedimentos.
19	Abril 4	Transformación de contaminantes: Reacciones de Hidrólisis, Amonificación, nitrificación, des-nitrificación, e hidrólisis de fósforo. Fotosíntesis y respiración. Introducción a la cinética y modelo QUAL2kw
20	Abril 9	Laboratorio computacional modelo QUAL2kw, calibración y simulación de escenarios.
21	Abril 11	Asimilación de nutrientes. Modelación de pH y del crecimiento de plantas acuáticas. Cadenas alimenticias simples. Introducción a la cinética modelo LAKE2k
22	Abril 16	Laboratorio computacional modelo LAKE 2K – Simulación de escenarios y calibración
23	Abril 18	Modelos y procesos de transferencia agua-suelo: Adsorción
24	Abril 23	Transformación de contaminantes: Fotólisis, Conversión bacterial. Modelación de cadenas alimenticias más complejas
25	Abril 25	Modelación del transporte de sustancias tóxicas orgánicas y metales pesados. Introducción a la cinética y modelo WASP
26	Abril 30	Laboratorio computacional de sustancias tóxicas WASP.
27	Mayo 2	Ecuaciones gobernantes del flujo y del transporte de solutos en medios porosos.
28	Mayo 7	Introducción a la cinética y modelo Visual MODFLOW.
29	Mayo 9	Modelación del clima y el sistema climático. Introducción a la modelación del impacto del cambio climático. Modelos Climáticos Globales (MCG) o Modelos de Circulación General. Modelación del impacto del cambio climático a nivel de cuenca
30	Periodo Ex. Finales	Examen Parcial 2 (30%) Clases 15- 29 Ojo. El examen se realiza en la fecha oficial del Examen Final definida por la oficina de registro entre el 15 y el 30 de Mayo.