

Plan de Estudio Doctorado en Ingeniería **Mención: Ambiental**

MATEMÁTICA APLICADA

Objetivos

El objetivo central del curso es poner en contacto a los alumnos con las ecuaciones diferenciales, que constituyen el tipo de ecuación fundamental en que resultan numerosos modelos de la Física, Química, Biología, etc. Se pretende que los alumnos conozcan el comportamiento cualitativo de las soluciones de las ecuaciones diferenciales, tanto ordinarias, como en derivadas parciales, siendo capaces de determinarlo dependiendo del tipo de ecuación (elíptica, parabólica, hiperbólica). También se pretende que los alumnos se familiaricen con algunos métodos analíticos de resolución, que en algunas circunstancias permiten hallar formas cerradas de las mismas, y en otras permiten obtener conclusiones acerca de su comportamiento cualitativo. El programa que se propone está diseñado de modo que modelización, teoría y métodos de resolución participen de manera balanceada en el desarrollo del curso.

Programa sintético

Repaso de los teoremas de la divergencia y del rotor y rudimentos de la teoría de potencial. Modelos matemáticos. Leyes de conservación. Relaciones constitutivas. Transporte. Difusión. La ecuación del calor y la de Laplace. La ecuación de ondas. Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden. Aplicaciones. La ecuación del calor. Problemas con condición inicial y condiciones de borde. Separación de variables. Principio de máximo y unicidad. Condiciones de borde independientes del tiempo. Estado estacionario. Condiciones de borde dependientes del tiempo, el Teorema de Duhamel. Series de Fourier. Transformada de Fourier. Transformada de Laplace. Aplicaciones a EDP en dominios infinitos. Problema de Sturm-Liouville. Separación de variables para ecuaciones del calor, Laplace y ondas en dimensiones superiores. Funciones especiales. Coordenadas generalizadas. Función de Green.

Conocimientos previos requeridos

Matemática de grado.

Carga horaria: Teoría: 60 horas. Coloquio y/o práctica en aula o laboratorio: 30 horas. Total: 90 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: trabajos prácticos, 2 exámenes parciales y examen final.

Bibliografía básica

- Arfken G.B., Weber H.J., "Mathematical Methods For Physicists", HARCOUT-Academic Press, 2001.
- Bleecker D., Csordas G., "Basic Partial Differential Equations", International Press, Cambridge, Massachusetts, 1996.
- Courant R., Hilbert D., "Methods of Mathematical Physics", Vols. I y II, John Wiley and Sons, 1953.
- Haberman R., "Elementary Applied Partial Differential Equations", Prentice Hall, Upper Saddle Rver, NJ, 1998.
- Larsson S., Thomée V., "Partial Differential Equations with Numerical Methods", Springer, 2009.
- Logan J. D. "Applied Partial Differential Equations", Springer, New York, 2004.

MECÁNICA DE FLUIDOS

Objetivos

El curso está orientado a proveer una base común de transferencia de cantidad de movimiento para alumnos provenientes de distintas carreras de ingeniería. El núcleo del curso reside en el estudio de flujos de fluidos Newtonianos. La ecuación de Navier- Stokes es analizada en detalle, en particular, los casos límite de bajos y altos números de Reynolds que se traducen en flujos reptantes por un lado, y por el otro, en flujo potencial (solución externa) y capa límite (solución interna). Se enfatizan los principios gobernantes más que la práctica ingenieril, sin embargo, también se hace uso de balances macroscópicos para obtener soluciones aproximadas.

Programa sintético

Principios de mecánica. Sistemas aislados y no aislados. Sistemas no inerciales. Estática de fluidos. Tensión superficial. Ecuaciones de transporte. Teorema del transporte. Ecuaciones diferenciales e integrales. Tensor de tensiones y tensor de deformaciones. Ecuación del movimiento. Fluido Newtoniano. Ecuación de Navier Stokes. Vorticidad. Flujo irrotacional. Ecuaciones de la energía y entropía. Adimensionalización de las ecuaciones de Navier Stokes. Casos particulares y números adimensionales significativos. Flujos viscosos y flujos a altos números de Reynolds. Flujos unidireccionales. Soluciones de similaridad. Flujos cuasi unidireccionales. Flujos alrededor de cuerpos sumergidos. Capa límite laminar. Solución de Blasius. Método de Karman y Pholhausen. Capa límite turbulenta. Ondas superficiales. Teoría de ondas de pequeña amplitud. Trayectoria de partículas. Aproximación de aguas poco profundas.

Conocimientos previos requeridos

Mecánica de fluidos de grado.

Carga horaria: Teoría: 60 horas. Coloquio y/o práctica en aula o laboratorio: 30 horas. Total: 90 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: Trabajos prácticos, 1 examen parcial y examen final.

Bibliografía básica

Batchelor G. K., "An Introduction to Fluid Dynamics", Cambridge University Press, 1972.

Schlichting H., "Boundary layer Theory", Mc. Graw - Hill, 1979.

Slattery J. C., "Momentum, Energy and Mass Transfer in Continua", Mc Graw- Hill, 1972.

Whitaker S., "Introduction to Fluid Mechanics", Krieger Publishing Company, Prentice Hall, 1968.

White F. M., "Viscous - Fluid Flow", Mc Graw- Hill, 1974.

HIDRODINÁMICA DE CUERPOS DE AGUA

Objetivos

El curso introduce los conceptos básicos que rigen el flujo a superficie libre en canales naturales y/o artificiales. Para ello se examinan los principios que rigen el movimiento de un fluido incompresible, empezando con las ecuaciones de Navier-Stokes hasta llegar a la simplificación de Saint Venant, pasando por la promediación de Reynolds de un flujo turbulento. Parte de la teoría es acompañada con ensayos prácticos en canales de laboratorio, con el propósito de lograr una adecuada transferencia de la teoría a la práctica.

Programa sintético

Introducción: Motivación del Curso: Fenómenos de Transporte, Dispersión de un Poluente en un Río, Transporte de Vorticidad, Contaminación Ambiental, Transporte de Solutos en Agua Subterránea. Breve repaso de conceptos básicos de la mecánica de fluidos: Tensores cartesianos. Cinemática de los fluidos, Teorema del transporte, Leyes de conservación, Las ecuaciones de Navier-Stokes, Escalas, Adimensionalización de las ecuaciones de movimiento, Semejanza geométrica, Cinemática y dinámica, Función de corriente, Interpretación física del concepto de circulación y vorticidad, Teorema de Helmholtz, Teorema de Stokes, Ecuación de Bernoulli, Dinámica de la vorticidad 2D y 3D, Familia de flujos simples. Flujos turbulentos en canales abiertos (2D): Conceptos básicos, Ecuaciones promediadas en el sentido de Reynolds, Turbulencia isotrópica y homogénea 2D, Velocidad de corte, Distribución vertical de tensiones totales, Consideración de lechos hidrodinámicos lisos y rugosos, Resistencia hidráulica, Concepto de longitud de mezcla, Distribución vertical del gradiente de velocidades, Ley de la pared, Viscosidad de remolino de Engelund-Hansen. Física elemental de ondas de superficie: Teoría lineal de ondas de pequeña amplitud motorizadas por gravedad, Condiciones de borde para un flujo irrotacional no viscoso, Escalas, Relación de dispersión, Función de fase 2D, Conservación del número de ondas, Ondas hiperbólicas y difusivas, Ondas dispersivas, Concepto cinemático de la celeridad de un grupo de ondas, Variación continua de la frecuencia, Método de la fase estacionaria. Aproximación de ondas largas: Aproximación hidrostática de aguas poco profundas, Condiciones de borde, Tensor de tensiones laterales medias, Soluciones exactas, Expansión singular de Stokes, Cuadro comparativo entre ambas teorías (lineal y no-lineal), Teoría de ondas cinemáticas, Condiciones de Rankine-Hugoniot, Invariantes de Riemann, Resalto hidráulico, Problemas físicos con muchas escalas de longitud, Implicancia de la presencia de pequeños parámetros en las ecuaciones de gobierno (breve noción del método de las perturbaciones).

Laboratorio: i) medición en canal de ensayo con ADV-Acoustic Doppler Velocimeter, ii) medición de la deflexión de la superficie libre de un fluido en rotación uniforme, iii) medición y cálculo de la posición de la superficie libre ante la presencia de obstáculos en el lecho (curvas de remanso). Prácticas de laboratorio: a) determinación de parámetros estadísticos en un flujo turbulento 2D, b) cálculo de la deflexión de la superficie libre en rotación uniforme, c) determinación de curvas de remanso en canal de ensayo.

Conocimientos previos requeridos

Hidrodinámica de grado. Lenguajes de programación.

Carga horaria: Teoría: 48 horas. Coloquio y/o Práctica en el aula o laboratorio: 12 horas. Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: 1 examen parcial y examen final. Resolución de problemas. Prácticas de laboratorio.

Bibliografía básica

Batchelor G. K., "An Introduction to Fluid Dynamic", Cambridge Univ. Press, 1967.

Stoker J. J., "Water Waves: The Mathematical Theory with Applications", Interscience, 1957.

Vreugdenhil C. B., "Numerical Methods for Shallow-water Flow", Kluwer Academic Pub., 1998.

Witham G. B., "Linear and Nonlinear Waves", Interscience, 1974.

MODELACIÓN AMBIENTAL

Objetivos

Que el alumno adquiera una formación avanzada basada en principios de la fisicoquímica, la termodinámica, la química y la biología, que le permitan cuantificar mediante las herramientas del modelado el destino y el transporte de contaminantes en ambientes naturales, teniendo en cuenta sus reacciones, especiación y movimiento.

Programa sintético

Hidrodinámica ambiental: Leyes de conservación: transporte. Ecuaciones de Navier Stokes. Análisis de derrames. Transporte de sedimentos: propiedades de los sedimentos. Sedimentación, resuspensión y efecto del viento, transporte de fondo. Sedimentos cohesivos y no cohesivos. Sedimentos de fondo. Modelación de metales pesados en sedimentos de fondo. Absorción, partición e interfases. Acumulación de solutos en interfases. Isotermas de absorción. Equilibrio entre dos fases. Partición y separación en sistemas de fluidos. Oxígeno disuelto y patógenos: DBO y saturación de oxígeno. Teoría de transferencia de gases y reareación de oxígeno. Streeter Phelps para fuentes puntuales y difusas. Nitrógeno en aguas naturales: su modelación. Fotosíntesis y respiración. Demanda de oxígeno por sedimentos de fondo. Patógenos. Métodos computacionales aplicados a modelación en ríos. Calidad de aguas, eutrofización y temperatura: Ciclo del nitrógeno y del fósforo en aguas naturales. Balances de calor. Estratificación térmica. Modelación de sustrato/microbios. Crecimiento de plantas. Eutrofización en aguas corrientes. Modelos dinámicos. Transporte de masa en medios porosos saturados y no saturados. Soluciones analíticas a la ecuación de transporte. Retardo.

Conocimientos previos requeridos

Ecuaciones diferenciales, análisis numérico, Fisicoquímica.

Carga horaria: Teoría: 45 horas. Coloquio y/o práctica en aula, laboratorio o campo: 45 horas. Total: 90 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: Trabajos prácticos, 1 examen parcial, examen final. Los alumnos deberán resolver ecuaciones de gobierno de procesos ambientales mediante el desarrollo de sus propios códigos numéricos.

Bibliografía básica

- Barnsley M. J., "Environmental Modeling, a practical introduction", CRC Press, 2007.
- Clark, M. M., "Transport Modeling for Environmental Engineers and Scientists", J. Wiley, 1996.
- Zhen-Gang Ji, "Hydrodynamics and water quality. Modeling rivers, lakes and estuaries". 1ra Edición, Wiley, 2008.
- Weiner E.R., "[Applications of Environmental Aquatic Chemistry](#)", CRC Press 2008

PROCESOS DE DESCONTAMINACIÓN DE AIRE Y AGUA

Objetivos

Son objetivos del curso: a) Profundizar los conocimientos sobre los fundamentos de los distintos procesos de descontaminación de agua y aire. b) Desarrollar habilidades para el modelado físicoquímico y matemático de los equipos y procesos de remediación, para la resolución de los modelos matemáticos resultantes, el análisis de los resultados y para su aplicación a casos concretos. c) Estudiar y asimilar tecnologías avanzadas y/o emergentes aplicables a la resolución de problemas de contaminación de agua y aire.

Programa sintético

Fundamentos del tratamiento físicoquímico y biológico de aguas y aire contaminados con materia orgánica y con sustancias peligrosas. Contaminantes emergentes. Procesos físicoquímicos para tratamiento de aguas. Membranas: microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa. Eliminación de contaminantes específicos. Procesos avanzados de oxidación: fotocatalisis, foto-Fenton, UV con agua oxigenada, etc. Procesos biológicos especiales de tratamiento: reactores UASB (Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket), reactores de lecho expandido y de lecho fluidizado, humedales artificiales, reactores de membrana. Procesos de biorremediación de aguas subterráneas contaminadas. Combinación de procesos avanzados con procesos biológicos. Procesos avanzados y especiales para la descontaminación de aire: Purificación de aire con ozono. Purificación de aire con radiación UV. Procesos avanzados de oxidación. Biofiltración de aire.

Conocimientos previos requeridos

Matemática Aplicada, Física y Química de grado.

Carga horaria: Teoría: 45 horas. Coloquio y/o práctica en aula, laboratorio o campo: 60 horas. Total: 105 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: Trabajos prácticos, 1 examen parcial y examen final.

Bibliografía básica

- Blesa M. A. (Editor), "Eliminación de contaminantes por fotocatalisis heterogénea", Red CYTED VIII-G. Digital Grafic, 2001.
- Clark M. M., "Transport Modeling for Environmental Engineers and Scientists", Wiley-Interscience Series, John Wiley, 1996.
- Deviny J. S., Deshusses M. A., Webster T. S., "Biofiltration for Air Pollution Control", CRC Press, 1999.
- García J., Corzo A., "Depuración con humedales construidos", 2008, <http://www-ambiental.upc.es>
- Grady C. P. L., Daigger G. y Lim H. C., "Biological Wastewater Treatment", 2da. Edición, Marcel Dekker Inc., N.Y., 1999.

Hinchee R. E., Alleman B. C., Miller R. N., Hoeppe R. E., "Hydrocarbon Bioremediation", CRC Press, 1994.

Kennes C., Veiga M. C., "Bioreactors for Waste Gas Treatment", Kluwer Academic Publishers, 2001.

La Grega M. y otros, "Hazardous Waste Management", Mc Graw Hill, 2001.

Leeson, A., "In Situ Bioremediation of Petroleum Hydrocarbon and Other Organic Compounds", Battelle Press, 1999.

Montgomery Watson Harza, "Water Treatment. Principles and Design", John Wiley & Sons, 2nd edition, 2005.

Norris R. D., "Handbook of Bioremediation", Boca Raton, FL: CRC Press, 1994.

Shareefdeen Z., Singh A., "Biotechnology for Odor and Air Pollution Control", Springer, 2007.

US/EPA, "Handbook of Advanced Photochemical Oxidation Processes", EPA/625/R-98/004.

Artículos de revistas especializadas.

Tesis doctorales realizadas sobre temas específicos del curso.

FUNDAMENTOS DE REMEDIACIÓN DE SUELOS

Objetivos

Son objetivos del curso: a) Profundizar los conocimientos sobre la teoría de mecánica del transporte en medios porosos trifásicos y su influencia en el transporte y acumulación de un amplio espectro de contaminantes en el ambiente. b) Desarrollar habilidades para la cuantificación y diagnóstico del grado de contaminación y acumulación de contaminantes en suelos mediante modelación numérica y observaciones de campo. c) Realizar en estudio comparativo de tecnologías de remediación, bioremediación, y remediación natural asistida de contaminantes inorgánicos y orgánicos en medios porosos bi y tri-fásicos.

Programa sintético

Mecánica del transporte en medios porosos trifásicos. Potenciales y termodinámica del agua en el suelo. Ecuaciones de flujo y transporte reactivo acoplado en medios trifásicos. Coeficientes de partición. Procesos biológicos asociados. Mecánica de fluidos inmiscibles en el suelo. Procesos que controlan la acumulación y transformación de contaminantes en medios porosos trifásicos. Fuentes de energía y estados ambiental del suelo. Ensamblado de ecuaciones fundamentales para su tratamiento. Modelos numéricos y información de campo para la identificación de procesos y cuantificación de la acumulación de contaminantes inorgánicos, orgánicos, e hidrocarburos en suelos. Técnicas de remediación, bioremediación, y remediación natural asistida en suelos. Estudio comparativo de casos de remediación de compuestos orgánicos (DOC,VOCs), inorgánicos nitrogenados, BTEX, LNAPL, y DNAPLs en medios porosos bifásico y trifásico. Identificación de factores limitantes, procesos involucrados, y eficiencias de las diferentes técnicas. Problemas de efectos residuales de la remediación.

Conocimientos previos requeridos

Mecánica de fluidos. Métodos numéricos y conocimientos de programación. Fundamentos de Procesos Biológicos. Química general. Fundamentos de química orgánica.

Carga horaria: Teoría: 50 horas. Coloquio y/o práctica en aula, laboratorio o campo: 55 horas. Total: 105 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: Trabajos prácticos, 1 examen parcial y examen final.

Bibliografía básica

American Society For Testing and Materials E1943-98, "Standard Guide for Remediation of Ground Water by Natural attenuation at petroleum", Releases Sites. E50.04 Book of Standards, Volume:11.05, 2004.

Domenico P. A. and Schwartz F., "Physical and Chemical Hydrology, Wiley & Sons, 1990.

Eiswirth M., Hotzl H., Reichbert B., Webwe K., "Field soil gas screening

- methods for delineation of subsurface contamination". In Gottlieb, J. Et al (Eds.) Field screening Europe. Kluwer Academic, 1997.
- Koorevaar P., Menelik G. and Dirksen C., "Elements of Soil Physics", Elsevier, 1983.
- Levenspiel O., "Chemical Reaction Engineering", 3ra. Edición, Wiley & Sons, 1999.
- Leeson, A., "In Situ Bioremediation of Petroleum Hydrocarbon and Other Organic Compounds", Battelle Press, 1999.
- Patterson B. M., Grassi M. E., Davis G. B., Roberston B. and McKinley A. J., "The use of polymer mats in series for sequential reactive barrier remediation of ammonium-contaminated groundwater: laboratory column evaluation". *Env. Sci. Technol.* 36 (15), 3439-3445, 2002.
- Rao P.S.C., Davis G.B., and Johnston C.D, "Technologies for enhanced remediation of contaminates soils and aquifers: overview, analysis and case studies. Contaminants and the soil environment in the Australasia-Pacific Region" (Naidu, R, et al. - Eds), Kluwer Academic Publ., Dordrecht, Chapt 12, 361-410, 1996.
- Artículos de revistas especializadas: *Soil Science*, *Am. Soc. of Soil Sci*, *Appl. Environ. Micro-biol*, *Journal of Env. Quality*, *Ground Water*, *Water Res. Research*.
- Tesis Doctorales en temas relacionadas a la temática, disponibles en formato digital.

CICLOS AMBIENTALES GLOBALES

Objetivos

Que el alumno aprenda aquellos procesos por los cuales los elementos son continuamente ciclados en varias formas entre los diferentes compartimientos del ambiente (hidrósfera, litósfera, biósfera y atmósfera). Se propone el estudio de los ciclos del carbono, nitrógeno, azufre y fósforo y el estudio de las interacciones entre estos ciclos y como cualquier modificación en estos puede producir cambios en el ambiente a nivel global.

Programa sintético

Introducción: Procesos y reacciones. Ciclos en biogeoquímica. Modelado de ciclos biogeoquímicos: Escalas de tiempo y sistemas de reservorios. Reservorios acoplados, Flujos, ciclos acoplados. Procesos de transporte. El sistema tierra: hidrósfera, litósfera, biósfera y atmósfera. Propiedades y transferencia entre reservorios. Hidrósfera: Agua y clima. Océanos: Circulación global. Procesos químicos y biológicos. La atmósfera: estructura y composición. Reacciones químicas en la troposfera y estratosfera. Procesos físico químicos. Procesos químicos y biológicos en suelos. Ciclos Globales: Ciclo global del agua. Modelos del ciclo hidrológico. Ciclo global del carbono reservorios y flujos. Modelado y tendencias.- interacción con otros ciclos. Ciclos globales del nitrógeno: transformaciones químicas y biológicas. variaciones temporales. Ciclo global del fósforo: interacción entre los ciclos del C, N y P. Ciclo del azufre: reservorios, ciclos en la atmósfera y en la hidrósfera. Interacción entre los ciclos y clima: Dinámica del sistema. Forzamientos y retroalimentación. Cambios globales.

Conocimientos previos requeridos

Física y Química de grado.

Carga horaria: Teoría: 45 horas. Coloquio y/o práctica en aula, laboratorio o campo: 45 horas. Total: 90 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: 1 examen parcial y examen final.

Bibliografía básica

- Schlesinger W. H., "Biogeochemistry: An Analysis of Global Change". Academic Press, 2 edition, 1997.
- Jacobson M, Charlson R. L. and Orians G. H., "Earth System Science From Biogeochemical Cycles to Global Changes" (International Geophysics), Academic Press, 1st edition, 2000.
- Charlson R. J. and Orians G. H., "Global Biogeochemical Cycles" (International Geophysics Series, Vol 50), Butcher S. S. and Wolfe G. V. (Editors), Academic Press, 1992.
- Kondratyev K., Krapivin V. F., Varotsos C. A., "Global Carbon Cycle and Climate Change". Springer; 1 edition, 2003.
- Krapivin V. F. and Varotsos, C., "Biogeochemical Cycles in Globalization and Sustainable Development". Springer; 1 edition, 2008.

Manahan S. E., "Environmental Chemistry", CRC; 8 edition, 2004.

QUÍMICA ORGÁNICA AMBIENTAL

Objetivos

Se estudiarán los procesos que sufren los compuestos orgánicos en el ambiente. Se utilizarán propiedades fisicoquímicas para predecir la transferencia de compuestos entre los compartimientos ambientales (aire, agua, sedimentos y biota). Se utilizarán relaciones estructura molecular-reactividad para estimar las velocidades de transformación química, fotoquímica y bioquímica. Los modelos resultantes se combinarán para predecir concentraciones ambientales (y concentraciones biológicas relacionadas) de compuestos orgánicos naturales y generados por el hombre.

Programa sintético

Introducción. Equilibrio entre fases gaseosa, líquida y Sólida. Particionado: Termodinámica e Interacción molecular. Coeficiente de actividad y solubilidad en agua. Particionado aire-agua, aire-solvente orgánico, agua-solvente orgánico. Bases y ácidos orgánicos, constante de acidez y comportamiento de particionado. Procesos de sorción de la materia orgánica y particionado con material viviente. Procesos de transformación. Termodinámica y cinética de las reacciones de transformación. Hidrólisis, reacciones redox, fotólisis y transformaciones biológicas.

Conocimientos previos requeridos

Fisicoquímica y principios de Química Orgánica de grado.

Carga horaria: Teoría: 45 horas. Práctica en aula o laboratorio: 15 horas. Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: Trabajos prácticos, 1 examen parcial y examen final.

Bibliografía básica

Schwarzenbach R.P., Gschwend P. M. y Imboden D.M., "Environmental Organic Chemistry", Wiley- Interscience, 2003.
Conjunto de artículos de publicación reciente.

FUNDAMENTOS DE TRANSPORTE DE CALOR Y MATERIA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Objetivos

Enseñar los elementos necesarios para el desarrollo de los conceptos de transferencia de calor y materia en sistemas de interés para la ingeniería ambiental. Plantear en forma racional, ordenada e integrada el tratamiento conjunto de los fenómenos de transporte basados en la mecánica del continuo y para sistemas multicomponentes. Partir de los fundamentos y los principios generales. Estudio de problemas en régimen transiente y estacionario en una o más dimensiones. Aplicar las ecuaciones generales obtenidas a casos típicos buscando la comprensión de los conceptos con modelos rigurosos adecuadamente idealizados cuando sea necesario.

Programa sintético

Introducción. Mecanismos de transporte de energía. Leyes y principios fundamentales. Balances integrales y diferenciales. Ecuaciones constitutivas. Formulación de problemas. Solución de casos uni, bi y tridimensionales. Solución de casos en régimen transiente. Turbulencia. Conducción. Convección natural. Convección forzada. Teorías. Correlaciones. Coeficientes de transferencia de calor. Estudio de casos típicos. Mecanismos de transporte. Fundamentos de la difusión. Postulados fundamentales en sistemas con múltiples componentes. Balances integrales y diferenciales. El postulado de la entropía. Ecuaciones constitutivas. Formulación de problemas. Solución de casos uni, bi y tridimensionales. Solución de casos en régimen transiente y estacionario. Turbulencia. Teorías. Correlaciones. Coeficientes de transferencia de materia. Transferencia de energía y materia en geometrías sencillas. Efectos combinados por gradientes de composición, temperatura y/o presión. Estudio de casos típicos.

Conocimientos previos requeridos

Matemática Aplicada y Mecánica de Fluidos.

Carga horaria: Teoría: 75 horas. Coloquio y/o práctica en aula o laboratorio: 75 horas. Total: 150 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: 1 examen parcial y examen final.

Bibliografía básica

- Bird R. B., Stewart W. E. y Lightfoot E. N., "Transport Phenomena", John Wiley & Sons, 2000.
- Slattery J. C., "Advanced Transport Phenomena", Cambridge, 1999.
- Whitaker S., "Fundamental Principles of Heat Transfer", Pergamon Press, 1977.
- Ozisik M. N., "Heat Conduction", J. Wiley, 1980.
- Kays W. M. y Crawford M.E., "Convective Heat and Mass Transfer", McGraw-Hill, 1980.

MÉTODOS NUMERICOS EN FENOMENOS DE TRANSPORTE

Objetivos

Introducción de los métodos numéricos para resolver diferentes problemas de transporte de masa, cantidad de movimiento y energía. El enfoque será centrado hacia temas de índole numérico donde la necesidad de una estabilización espacial amerita tal aproximación. La primera parte del curso será aplicada al caso de transporte de escalares mientras que la parte final se orientará hacia campos vectoriales como el de la fluidodinámica. La aproximación numérica a presentar será la de volúmenes finitos y elementos finitos.

Programa sintético

Introducción a los modelos matemáticos de las ecuaciones de transporte. Discretización por volúmenes finitos. Discretización por elementos finitos. Aplicación a la resolución de problemas escalares lineales, transporte de energía o de contaminantes. Aplicación a la resolución de problemas escalares no lineales, modelo de Burgers como una primera aproximación a las ecuaciones de la mecánica de fluidos. Aplicación a la resolución de problemas vectoriales lineales, ecuaciones de la acústica, modelo de aguas poco profundas y sistemas multicomponentes. Aplicación a la resolución de problemas vectoriales no lineales. Ecuaciones de dinámica de gases , Euler, Navier-Stokes.

Conocimientos previos requeridos

Cálculo numérico y mecánica de fluidos. Recomendable algún curso sobre fenómenos de transporte, transferencia de masa o de energía.

Carga horaria: Teoría. 30 h. Coloquio y/o práctica en aula o laboratorio: 30 horas. Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: 2 exámenes parciales y examen final.

Bibliografía básica

- Donea J. y Huerta A., "Finite Element Methods for Flow Problems", John Wiley & Sons, 2003.
- Hirsch C., "Numerical Computation of Internal and External Flows", John Wiley & Sons, 2007.
- Leveque R., "Finite Volume Methods for hyperbolic Problems". Cambridge University Press, 2002

ESTADÍSTICA APLICADA

Objetivos

Se pretende que al aprobar el curso el alumno: a) tendrá conocimientos básicos de Estadística para el planteo de modelos y posterior manejo y análisis de datos; especialmente en el ámbito del diseño de experimentos y regresión, b) podrá analizar datos provenientes de situaciones reales sobre los temas dictados en este curso, c) podrá realizar informes técnicos estadísticos, d) habrá desarrollado un pensamiento y metodología estadística que le permita enfrentarse con nuevas situaciones problemáticas no previstas en el curso.

Programa sintético

Introducción: Modelos lineales. Diseño vs regresión? El enfoque clásico vs el enfoque de modelos lineales. Regresión lineal múltiple. Repaso: una introducción al diseño de un factor: estudio de una población y de dos poblaciones. La importancia de los gráficos. Diseño de experimentos. La importancia de planificar la experimentación. Diseño de un factor con varios niveles. Efectos fijos, aleatorios, mixtos. Otros diseños. Análisis de la covarianza.

Conocimientos previos requeridos

Cálculo diferencial e integral en varias variables. Probabilidad y estadística de grado.

Carga horaria: Teoría: 45 horas. Coloquio y/o práctica en aula o laboratorio: 45 horas. Total: 90 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: Trabajos prácticos, 1 examen parcial y examen final.

Bibliografía básica

- Box G., Hunter S. y Hunter W., "Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery", Wiley-Interscience, 2005.
- Dalgaard, P. (2008) Introductory Statistics with R (Statistics and Computing). Springer.
- Faraway J., "Linear Models with R", Chapman & Hall/CRC, 2004.
- Massart D. L., Vandeginste B. G., Buydens L. M., De Jong S., Lewi P. J. y Meyers-Verbeke J., Handbook of Chemometrics and Qualimetrics. Elsevier, 2005.
- Miller J. C. y Miller J. N., "Estadística Para Química Analítica. 4 Edición, Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, 2002.
- Montgomery D., "Design and Analysis of Experiments", John Wiley & Sons, 2004.
- Montgomery D. y Runger G., "Applied Statistics and Probability for Engineers", John Wiley & Sons, 2006.
- Verzani J., "Using R for Introductory Statistics". Chapman & Hall/CRC, 2005.
- Weisberg S, "Applied Linear Regression", Wiley-Interscience, 2005.

CÁLCULO CIENTÍFICO

Objetivos

Son objetivos del curso: a) Que los alumnos aprendan, a través de una introducción moderna, y de numerosos ejemplos, implementados por ellos mismos en computadoras, técnicas de aproximación y de resolución aproximada de problemas formulados matemáticamente, provenientes de aplicaciones en Física, Química, Biología, etc. b) Que comprendan en qué casos conviene utilizar un método u otro, que conozcan las ventajas y desventajas de cada uno y que sepan distinguir en qué casos algún método puede conducir a una solución errónea. c) Que queden sentadas las bases para que los alumnos sepan dónde buscar y encontrar referencias sobre métodos, y/o que puedan desarrollar e implementar computacionalmente métodos para problemas nuevos con los que puedan encontrarse en el futuro en sus carreras.

Programa sintético

Interpolación polinomial y polinomial a trozos. Integración numérica. Resolución de sistemas lineales. Mínimos cuadrados y fiteo de curvas. Resolución de ecuaciones algebraicas no-lineales y optimización. Búsqueda de raíces. Minimización de funciones de una y varias variables. Resolución de sistemas de ecuaciones no-lineales. Resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias o problemas a valores iniciales. Sistemas de ecuaciones diferenciales. Resolución de ecuaciones diferenciales parciales elípticas, parabólicas e hiperbólicas. Método de diferencias finitas. Método de elementos finitos.

Conocimientos previos requeridos

Matemática Aplicada. Análisis numérico de grado.

Carga horaria: Teoría: 40 horas. Práctica en laboratorio: 20 horas. Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: 2 exámenes parciales y examen final.

Bibliografía básica

Burden R. L., Faires J. D., "Análisis Numérico", sexta edición, International Thomson Editores, 1998.

Golub G.H., Van Loan Ch.F., "Matrix Computations", third edition, The Johns Hopkins University Press, 1996.

Larsson S., Thomée, V., "Partial Differential Equations with Numerical Methods", Springer, 2009.

Van Loan Ch. F., "Introduction to Scientific Computing", second edition, Prentice-Hall, 2000.

TRANSFERENCIA DE MATERIA

Objetivos

El principal es la enseñanza de los elementos necesarios para el desarrollo de los conceptos de difusión y transferencia de materia en sistemas de interés para la ingeniería. Se plantea en forma integrada el tratamiento conjunto de los fenómenos de transporte en el marco del modelo de la mecánica del continuo y para sistemas con múltiples componentes. Las ecuaciones obtenidas para los balances en estos sistemas son aplicadas al estudio de casos típicos. Las formulaciones específicas necesarias para el tratamiento de la transferencia de materia son derivadas para permitir la resolución de problemas frecuentes en sistemas de la ingeniería química.

Programa sintético

Fundamentos de difusión. Postulados fundamentales. Ecuaciones para los balances diferenciales en sistemas con múltiples componentes. Ecuaciones constitutivas. Elementos de balances integrales. Aplicaciones: casos ilustrativos. Reactores ideales. Análisis de sistemas en estado transiente. Transferencia de energía y materia en geometrías sencillas. Efectos combinados por gradientes de composición, temperatura y/o presión. Capa límite de transferencia de materia. Convección. Absorción con reacción química en un film en descenso. Transferencia de materia. Definiciones. Correlaciones. Teorías. Coeficientes a altas velocidades de transferencia.

Conocimientos previos requeridos

Fundamentos de cantidad de movimiento. Conocimientos básicos de transferencia de energía, y de métodos de resolución de ecuaciones diferenciales.

Carga horaria: Teoría: 60 horas. Coloquio y/o práctica en aula, laboratorio o campo: 60 horas. Total: 120 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: 1 examen parcial y examen final. Resolución de problemas. Desarrollo de un Trabajo Final con presentación oral.

Bibliografía básica

Bird R.B., Stewart W.E. and Lightfoot E. N., "Transport Phenomena", J. Wiley, 1960.

Ibid, J. Wiley & Sons, Segunda Edición, 2002.

Crank J., "The Mathematics of Diffusion", Oxford, 1964.

Cussler E.L., "Diffusion Mass Transfer in Fluid Systems", Cambridge, 1984.

Slattery J.C., "Momentum, Energy and Mass Transfer in Continua", J. Wiley, 1978.

Ibid, "Advanced Transport Phenomena", Cambridge University Press, 1999.

Treybal R.E., "Mass Transfer Operations", McGraw-Hill, 1980.

Sherwood T.K., Pigford R.L., Wilke C.R., "Mass Transfer", McGraw-Hill, 1975.

TRANSFERENCIA DE ENERGÍA

Objetivos

Enseñanza rigurosa de los fundamentos de conducción, convección y radiación, en sistemas típicos de la Ingeniería Ambiental sobre la base de la mecánica del continuo. Aplicaciones.

Programa sintético

Introducción. Mecanismos de transporte de energía. Leyes y principios fundamentales. Ecuaciones constitutivas. Formulación de los problemas. Condiciones iniciales y de contorno. Conducción. Solución de casos uni, bi y tridimensionales. Solución de casos en régimen transiente. Convección. Transferencia en el interior de conductos en régimen laminar y turbulento. Transferencia en el exterior de objetos en régimen laminar y turbulento. Convección natural. Resolución de casos típicos. Radiación. La ecuación de transporte radiativo. Relaciones básicas. Medios no participativos. Medios participativos. Resolución de la ecuación de transferencia radiativa. Problemas con conducción y radiación simultáneas.

Conocimientos previos requeridos

Matemática Aplicada y Mecánica de Fluidos.

Carga horaria: Teoría: 60 horas. Coloquio y/o práctica en aula, laboratorio o campo: 60 horas. Total: 120 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: 1 examen parcial y examen final.

Bibliografía básica

Bird R.B., Stewart W.E. y Lightfoot E.N., "Transport Phenomena", John Wiley & Sons, 2000.

Kays W. M. y Crawford M.E., "Convective Heat and Mass Transfer", McGraw-Hill, 1980.

Ozisik M. N., "Heat Conduction", J.Wiley, 1980.

Ozisik M. N., "Radiative Transfer and Interactions with Conduction and Convection", J.Wiley, 1973.

Slattery J.C., "Advanced Transport Phenomena", Cambridge, 1999.

Whitaker S., "Fundamental Principles of Heat Transfer", Pergamon Press, 1977.

ANÁLISIS DE REACCIONES Y REACTORES

Objetivos

El curso abarca tópicos vinculados al análisis de reacciones (fluido-sólido catalíticas, fluido-sólido no catalíticas y gas-líquido) y reactores químicos reales (catalíticos, no catalíticos, homogéneos y heterogéneos bifásicos y trifásicos). El principal objetivo es perfeccionar el grado de capacitación general de un estudiante de posgrado en Ingeniería Ambiental que no trabaje específicamente en el área de reactores, como así también preparar a aquellos que sí lo hacen para otros cursos más avanzados sobre el tema.

Programa sintético

Análisis de reacciones químicas heterogéneas. Ecuaciones fundamentales de balance: Ecuaciones de balance locales. Aplicación a sistemas heterogéneos. Ecuaciones de balance promediadas. Aplicación a distintos tipos de reactores. Reactores de laboratorio. Reacciones fluido-sólido catalíticas: ecuaciones cinéticas. Difusión en medios porosos. Difusividad efectiva en sistemas con micro y/o macroporos. Factor de efectividad generalizado. Análisis de efectos térmicos. Aplicación a sistemas reaccionantes complejos. Reacciones fluido-sólido no catalíticas: clasificación de los principales modelos de partícula para sistemas isotérmicos. Modelos heterogéneo (o de frente móvil), homogéneo y general. Modelos geométrico-estructurales. Modelos de poros y de granos. Partículas no isotérmicas. Reacciones gas-líquido: modelo de la doble película. Modelo de la renovación superficial. Modelo de la película-penetración. Reacciones irreversibles de primer y segundo orden. Reacciones irreversibles instantáneas. Comparación de modelos. Análisis y diseño de reactores químicos. Reacciones y reactores trifásicos de lecho fijo: Reactores de lecho mojado con operación cocorriente y contracorriente. Reactores columna de burbujeo rellena. Modelos a escala partícula y a escala reactor. Conversión de gas y eficiencia del reactor. Reacciones y reactores trifásicos de lecho suspendido: Modelos de reactores discontinuos. Efecto de la transferencia extra e intrapartícula. Factor de efectividad global. Modelado de reactores semicontinuos. Regímenes controlantes. Sistemas reaccionantes especiales. Reactores de lecho fijo: Modelos pseudohomogéneos 1-D y 2-D. Sistemas sin y con dispersión axial. Estados estacionarios múltiples y criterios de estabilidad. Modelos heterogéneos 1-D y 2-D. Sistemas con gradientes extra e intrapartícula. Factores de efectividad para partículas isotérmicas y no isotérmicas.

Conocimientos previos requeridos

Preparación equivalente a los cursos de posgrado Matemática Aplicada, Mecánica de Fluidos, Termodinámica, Transferencia de Materia y Transferencia de Energía.

Carga horaria: Teoría: 60 horas. Coloquio y/o práctica en aula, laboratorio o campo: 30 horas. Total: 90 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: Trabajos prácticos, 1 examen parcial y examen final.

Bibliografía básica

- Astarita G., Savage D.W. y Bisio A., "Gas Treating with Chemical Solvents", J. Wiley & Sons, 1983.
- Belfiore L.A., "Transport Phenomena for Chemical Reactor Design", J. Wiley & Sons, 2003.
- Butt J.B., "Reaction Kinetics and Reactor Design", Marcel Dekker Inc., New York, 2nd edition, 2000.
- Carberry J.J. y Varma A. (eds.), "Chemical Reactor and Reactor Engineering", Marcel Dekker Inc., 1987.
- Danckwerts P.V., "Gas-Liquid Reactions", Mc.Graw-Hill, 1970.
- Doraiswamy L.K. y Sharma M.M., "Heterogeneous Reactions: Analysis, Examples, and Reactor Design, Vol. 1: Gas-Solid and Solid-Solid Reactions", J. Wiley & Sons, 1984.
- Doraiswamy L.K. y Sharma M.M., "Heterogeneous Reactions: Analysis, Examples, and Reactor Design, Vol. 2: Fluid-Fluid-Solid Reactions", J. Wiley & Sons, 1984.
- Fogler H.S., "Elements of Chemical Reaction Engineering", Prentice-Hall, 3rd edition, 1999.
- Froment G.F. y Bischoff K.B., "Chemical Reactor Analysis and Design", J. Wiley & Sons, 2nd edition, 1990.
- Krishna R. y Sie S.T., "Strategies for Multiphase Reactor Selection", Chem. Eng. Science, 49 (24A), 4029-4065, 1994.
- Mills P.L., Ramachandran P.A. y Chaudhari R.V., "Multiphase Reactions Engineering for Fine Chemical and Pharmaceuticals", en "Reviews in Chemical Engineering", Amundson N.R. y D. Luss (eds.), Freund Publishing House Ltd., London, England, 8, 1, 1992.
- Ramachandran P.A. y Chaudhari R.V., "Three-Phase Catalytic Reactors", Gordon and Breach, Science Publisher Inc., 1983.
- Shah Y. T., "Gas-Liquid-Solid Reactor Design", Mc.Graw-Hill, 1970.
- Szekely J., Evans F.W. y Sohn H.Y., "Gas-Solid Reactions", Academic Press, 1976.
- Varma A., Morbidelli M. y Wu H., "Parametric sensitivity in Chemical Systems", Cambridge University Press, 1999.
- Westerterp K.R., Van Swaaij W.P.M. y Beenackers A.A.C.M., "Chemical Reactor Design and Operation", J. Wiley & Sons, 2nd edition, 1984.
- Whitaker S. y Cassano A.E. (eds.), "Concepts and Design of Chemical Reactors", Gordon and Breach, 1986.

MONITOREO Y AUDITORÍAS AMBIENTALES

Objetivos

Que el alumno aprenda los principios del monitoreo y funcionamiento de sensores y tecnologías disponibles para la medición y caracterización de sistemas ambientales, teniendo como premisa que el ambiente físico es un continuo de biosistemas y procesos fisicoquímicos. Estudio comparativo de casos de monitoreo integrado de procesos físico-químicos y biológicos mediante aproximaciones científicas e ingenieriles.

Programa sintético

Introducción: monitoreo, marco regulatorio y normas internacionales, escalas espaciales y temporales de observación. Objetivos del monitoreo y calidad de información necesaria. Estadística y geoestadística en monitoreo ambiental. Adquisición automática y procesamiento de datos. Datos de mínima para tareas de identificación de procesos y tareas de modelación matemática. Cuantificación y monitoreo de procesos hidrodinámicos. Sensores de humedad, niveles, velocidades, turbulencia y sus tecnologías (TDR, resistivos, presión, ADCP, PFP). Monitoreo de las condiciones ambientes relacionadas a procesos biogeoquímicos en ambientes terrestres y acuáticos: tecnologías de sensores de temperatura, EC, TDS, pH, ORP, DO, e ISE. Sensores Plug and Play. Monitoreo de procesos biológicos y sus parámetros fundamentales: sensores de turbiedad, PAR, clorofila, fluorescencia. Aspectos básicos de funcionamiento, mantenimiento, y procedimiento de calibración. Procesamiento y visualización de datos para la correcta interpretación de procesos físicos y biogeoquímicos en diferentes aplicaciones ambientales. Redes automáticas de pequeña y gran escala. Determinación de redes de monitoreo para fines científicos y peritaje ambiental. Casos de estudios de monitoreo continuo de procesos físicos, biogeoquímicos, biológicos: limnológicos, bioremediación, ciclos biogeoquímicos, e hidrocarburos.

Conocimientos previos requeridos

Fundamentos de programación. Mecánica de Fluidos. Estadística y tratamiento de datos. Química de grado.

Carga horaria: Teoría: 45 horas. Coloquio y/o práctica en aula, laboratorio o campo: 45 horas. Total: 90 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: Trabajos prácticos, 1 examen parcial y examen final.

Bibliografía básica

American Water Works Association and Water Environment Federation. "Section 2550 Temperature". "Section 4500 H+; pH", "Section 2520 B, Salinity-Electrical Conductivity Method", "Section 4500-O-G, Oxygen, Membrane Electrode Method". "Section 2580 Oxidation-Reduction Potencial". "Section 2130. Turbidity", 1998

- Artiola J., Pepper I. & Brusseau M., "Environmental monitoring and characterization", Elsevier Academic Press, 2003.
- Barth R. & Topper A., "Sampling and monitoring of environmental contaminants", Mc Graw-Hill College, 1993.
- Eaton, AD, Clesceri L. S., and Greenberg A.E. (Eds.), "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 19th Edition, Washington, D.C.. American Public Health Association, 1995.
- Manuales de usuario y notas técnicas de sondas multiparamétricas comerciales de In-situ Inc (2005), Horiba (2006), YSI (2008), Hydrolab (2006), TPS(2000), SeaBird (2005), SonTek/YSI.
- Publicaciones científicas periódicas varias para casos de estudios: Ground Water, Am. Soil Soc., Environmental Monitoring, Journal of Environmental Quality. Limnology and Oceanography Methods.
- Woodside G., Aurrichio P. & Yturri J. "ISO 14001: Implementation manual", McGraw Hill, 1998.

EVALUACIÓN DE RIESGO E IMPACTO AMBIENTAL

Objetivos

Son objetivos del curso: a) Que el alumno comprenda el Riesgo como un concepto dinámico y como factor vinculado a la sociedad en un contexto determinado. b) Que el alumno sea capaz de identificar los riesgos asociados a la concreción de un proyecto en particular y a la vez que sea capaz de plantear medidas de prevención de los mismos. c) Que el alumno sea capaz de utilizar correctamente las principales herramientas comúnmente utilizadas para la evaluación del impacto ambiental de un proyecto. d) Que el alumno sea capaz de incorporar e interpretar de modo sistémico las miradas interdisciplinarias en torno al mismo proyecto.

Programa sintético

Riesgo, amenaza y vulnerabilidad. Degradación ambiental. Percepción social del riesgo y de la amenaza. La amenaza como factor del riesgo. El riesgo aceptable/inaceptable. Vulnerabilidad y resiliencia. Prevención. Evaluación de impacto ambiental. Estudios de impacto ambiental. Definiciones y alcances. Su incorporación a la normativa. Fases de la evaluación de impacto ambiental. Listas de chequeo y verificación. Metodología de matrices de interacción. Matrices simples. Metodologías de los sistemas. Medición de importancia para los factores de decisión. Componentes del estudio de impacto ambiental. Análisis de casos reales.

Conocimientos previos requeridos

Ciclos ambientales globales. Legislación ambiental, formulación y evaluación de proyectos, planificación y gestión ambiental.

Carga horaria: Teoría: 30 horas. Coloquio y/o práctica en aula: 30 horas. Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: Trabajos prácticos y examen final.

Bibliografía básica

- Beck U., "De la sociedad industrial a la sociedad de riesgo. Cuestiones de supervivencia, estructura social e ilustración ecológica". Revista de Occidente Nº 150, Madrid, 1993.
- Beck U., "De la sociedad del riesgo mundial. en busca de la seguridad perdida". Paidós. Barcelona, 2008.
- Canter, L. W., "Manual de evaluación de impacto ambiental". Mc Graw Hill Interamericana de España, Madrid, 1999.
- Cardona O. D., "Gestión ambiental y prevención de desastres: dos temas asociados". En Maskrey, A. "Los Desastres no son Naturales". La red, Tercer Mundo Editores. Bogotá, 1993.
- Conesa Fernández - Vítora V., "Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental". Ediciones Mundi - Prensa, Madrid, 1997.
- Echeguri H. y otros, "Evaluación de impacto ambiental: Entre el saber y la práctica". Espacio Editorial, Buenos Aires, 2002.

Fernández, M. A. (compiladora). "Degradación ambiental, riesgos urbanos y desastres". USAID-LA RED 1996.

Ministerio de Medio Ambiente de España, "Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental - Tomos I, II y III". Centro de Publicaciones, Madrid, 2000.

BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE FAUNA DE AGUA DULCE: MICRO Y MACROCRUSTÁCEOS

Objetivos

El objetivo general del curso es abordar la fauna acuática autóctona como modelo de estudio en investigaciones básicas y aplicadas. Los objetivos particulares son: a) Aportar información sobre la biología y ecología de los crustáceos dulciacuícolas. b) Indicar sobre esta información, cual permite ser utilizada en estudios de ciencias básicas y aplicadas. c) Conocer los ajustes que este grupo realizó para vivir en agua dulce. d) Reconocer las relaciones intra e inter-específicas. e) Identificar en la fauna autóctona modelos de estudio que permitan explicar diversos sucesos naturales o de efecto antrópico. f) Promover el conocimiento de la biodiversidad, biología y ecología de la fauna de agua dulce, específicamente de microcrustáceos y macrocrustáceos. g) Reconocer la utilidad que este grupo brinda al hombre. h) Brindar información y ejemplos locales para ser implementados en los estudios e investigaciones de las ciencias biológicas, naturales y ambientales.

Programa sintético

Morfología general. Anatomía externa. Diferentes regiones. Apéndices locomotores. Apéndices bucales. Morfometría espacial en Microcrustáceos y Macrocrustáceos. Sistemática (biodiversidad) y biogeografía de Microcrustáceos y Macrocrustáceos, Líneas evolutivas, modelos de distribución. Biología. Crecimiento, modelos. Reproducción y desarrollo, modelos, ciclos de vida, ciclo de muda. Sistema circulatorio. Respiración. Excreción. Sistema hormonal y neurohormonal. Ajustes biológicos a los ambientes dulciacuícolas (hiposmóticos) y salinos continentales (hiperosmóticos). Aspectos básicos del material genético en Microcrustáceos y Macrocrustáceos. Ecología. Ecología trófica. Ritmos diarios y anuales. Disposición espacial. Hábitos comportamentales. Coexistencia de especies. Efectos de parásitos en las poblaciones. Otras relaciones. Ajustes ecológicos a los ambientes dulciacuícolas. Utilidad para el hombre. Aspectos ecotoxicológicos. Tipos de análisis. Evaluaciones agudas y crónicas en microcrustáceos y macrocrustáceos. Riesgos ambientales. Cultivo. Dietas utilizadas. Especies autóctonas y exóticas. Aspectos negativos y positivos.

Conocimientos previos requeridos

Conocimientos de grado de carreras ambientales y afines. Conocimientos de biología y conceptos de especies.

Carga horaria: Teoría: 40 horas. Coloquio y/o práctica en aula, laboratorio o campo: 20 horas. Total: 60 horas.

Duración: 15 semanas.

Formas de evaluación: 1 examen parcial y examen final.

Bibliografía básica

- Bond-Buckup G., Jara C. G., Perez-Losada M., Backup L., & Crandall K. A., "Global diversity of crabs (Aeglidae: Anomura: Decapoda) in freshwater". *Hydrobiologia*, 595, 267-273, 2008.
- Brusca R. C. y Brusca G. J., "Invertebrates". Sinauer Associates, Sunderland Massachusetts, 1990.
- Collins P., Williner V. & Giri F., "Trophic relationships in crustacean decapods of a river with a floodplain". En "Predation in Organisms: A Distinct Phenomenon". Elewa, Ashraf M.T. (Ed.). Springer-Verlag, p 59-86, 2006.
- Collins P., Williner V. & Giri F., "Littoral communities. Macrocrustaceans. The middle Parana river, limnology of a subtropical wetland". Iriondo M. H., Paggi J. C. & M. J. Parma (Eds.). Springer-Verlag, 277-302, 2007.
- Crandall K. A. & Buhay J. E., "Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae--Decapoda) in freshwater". *Hydrobiologia*, 595, 295-301, 2008.
- Feldmann R. M. & Schweitzer C. E., "Paleobiogeography of southern hemisphere Decapod Crustacea". *Journal of Palaeontology*, 80, 83-103, 2006.
- Mente E., "Nutrition, physiology and metabolism of crustaceans". Science Publishers, Inc. India, 2003.
- Pérez-Losada M., Bond-Buckup G., Jara C., and Crandal K., "Molecular systematic and biogeography of the South American freshwater "crabs" Aegla (Decapoda: Anomura: Aeglidae) using multiple heuristic tree search approaches". *Systematic Biology* 53 : 767-780, 2004.
- Scholtz G., "Evolution and biogeography of freshwater crayfish". "The Biology of Freshwater Crayfish" (ed. by D. M. Holdich), pp. 30-52. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 2002.
- Schram F.R. & Koenemann S., "Are the Crustaceans Monophyletic?". "Assembling the Tree of Life" (ed. by Cracraft, J. & M. J. Donoghue), pp. 319-329. Oxford University Press, 2004.
- Wade M. J., "Selection in metapopulations: the coevolution of phenotype and context". In Hansky I. and Gaggiotti O. E. (Eds.) Elsevier Academic Press, 2004.
- Yeo D. C. J., Ng P. K. L., Cumberlidge N., Magalhães C., Daniels S. R. & Campos M. R. "Global diversity of crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura) in freshwater". *Hydrobiologia*, 595, 275-286, 2008.
- Zelditch M.; D. Swiderski D., Sheets D. and Fink W., "Geometric Morphometrics for Biologists. A primer". Elsevier Acad Press, New York, 2004.