

200213 - SD - Sistemes Dinàmics

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques
Curs: 2019
Titulació: GRAU EN MATEMÀTIQUES (Pla 2009). (Unitat docent Optativa)
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

Professorat

Responsable: JOAQUIM PUIG SADURNI
Altres: Primer quadrimestre:
AMADEU DELSHAMS I VALDES - M-A
GEMMA HUGUET CASADES - M-A
JOAQUIM PUIG SADURNI - M-A

Capacitats prèvies

Coneixements bàsics sobre la teoria d'equacions diferencials ordinàries (desenvolupats a l'assignatura d'Equacions Diferencials).

Coneixements bàsics sobre la resolució numèrica d'equacions diferencials ordinàries (desenvolupats a l'assignatura de Càlcul Numèric).

Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

3. CE-2. Resoldre problemes de Matemàtiques, mitjançant habilitats de càlcul bàsic i d'altres, tot planificant-ne la resolució en funció de les eines de què es disposi i de les restriccions de temps i recursos.
4. CE-4. Desenvolupar programes informàtics que resolguin problemes matemàtics, tot fent servir per a cada cas l'entorn computacional escaient.
5. Tenir capacitat per a resoldre problemes d'àmbit acadèmic, tècnic, de les finances o social, mitjançant mètodes matemàtics.
13. CE-1. Proposar, analitzar, validar i interpretar models de situacions reals senzilles, mitjançant les eines matemàtiques més adients als objectius que es vol aconseguir.
14. CE-3. Utilitzar aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització o d'altres, per a experimentar en Matemàtiques i resoldre problemes.

Genèriques:

1. CB-4. Ser capaç de transmetre conclusions, així com els coneixements i fonaments que les sustenten, tant a un públic especialitzat com al que no ho és, de manera clara i sense ambigüitats.
2. Haver desenvolupat les habilitats d'aprenentatge que són necessàries per poder emprendre, amb un grau alt d'autonomia, estudis multidisciplinaris en disciplines científiques en què les Matemàtiques tenen un paper significatiu.
6. CG-1. Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Adquirir la capacitat d'enunciar propietats en diversos camps de la Matemàtica, de construir argumentacions, d'elaborar càlculs i de transmetre els coneixements matemàtics adquirits.
7. CG-2. Conèixer demostracions rigoroses d'alguns teoremes clàssics en diferents àrees de la Matemàtica.
8. CG-3. Assimilar la definició d'un nou objecte matemàtic en termes d'altres ja coneguts i ser capaç de fer servir aquest objecte en contextos diferents.

200213 - SD - Sistemes Dinàmics

9. CG-4. Saber abstraure les propietats estructurals (dels objectes matemàtics, de la realitat observada i d'altres àmbits), distingint-les de les que només són ocasionals. Poder comprovar-les amb demostracions o refutar-les mitjançant contraexemples, així com identificar errors en els raonaments incorrectes.

10. CG-6. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Transversals:

11. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.

12. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per a ampliar aquest coneixement.

Metodologies docents

L'assignatura consta de quatre hores setmanals que es distribuïran en dues hores setmanals enfocades a aspectes teòrics, explicats a la secció de continguts, i dues a aplicacions, sessions de problemes i sessions de pràctiques.

A les classes pràctiques s'alternaran problemes que per la seva rellevància els farà el/la professor/a a la pissarra, sessions de pràctiques amb programari específic per a sistemes dinàmics, que s'explicarà de forma autocontinguda i sessions de problemes prèviament seleccionats perquè els realitzin els/les alumnes a la pissarra i posteriorment els entreguin de forma escrita.

Per afavorir l'aprenentatge autònom dels/les estudiants, se'ls assignarà, atenent a les seves preferències, un projecte d'ampliació que pot tenir caràcter teòric, numèric o mixt. El treball s'haurà d'exposar, davant de la resta d'estudiants, en unes sessions extraordinàries al final de curs.

Hi haurà un examen de repàs de continguts a final de curs on hi podran aparèixer tant preguntes teòriques curtes com problemes similars als fets a classe.

Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Com a objectius d'aprenentatge es vol que, un cop cursada l'assignatura, el/la estudiant tingui al seu abast un conjunt de tècniques i resultats que li permetin abordar els aspectes bàsics de la descripció i anàlisi de sistemes dinàmics, ja siguin discrets o modelats a través d'equacions diferencials. Addicionalment es vol que tingui una visió àmplia de les diferents línies d'aplicacions i recerca que tenen els sistemes dinàmics (com ara la mecànica celeste, l'estudi d'objectes invariants o la biologia matemàtica) i que tingui eines bàsiques per a la seva simulació i estudi quantitatiu a través d'eines computacionals.

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 150h	Hores grup gran:	30h	20.00%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	30h	20.00%
	Hores activitats dirigides:	0h	0.00%
	Hores aprenentatge autònom:	90h	60.00%

200213 - SD - Sistemes Dinàmics

Continguts

<p>Dinàmica Caòtica Unidimensional</p>	<p>Dedicació: 17h</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció: Aplicacions de l'interval. Tipus d'òrbites. Estudi de la família quadràtica. Dinàmica simbòlica. Shift de Bernouilli. Caos en aplicacions de l'interval. Definicions. Exponents de Lyapunov.</p>	
<p>Sistemes Lineals</p>	<p>Dedicació: 17h</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció: Sistemes lineals. Classificació de sistemes lineals. Sistemes lineals no autònoms. Estabilitat i conjugació de sistemes periòdics.</p>	
<p>Objectes invariants de fluxos i difeomorfismes</p>	<p>Dedicació: 59h</p> <p>Grup gran/Teoria: 10h Grup petit/Laboratori: 10h Aprentatge autònom: 39h</p>
<p>Descripció: Punts crítics de camps i punts fixos de difeomorfismes. Òrbites periòdiques de camps. Aplicació de Poincaré. Exponents de Lyapunov. Punts hiperbòlics. Varietats estable i inestable. Conjugació i equivalència. Teorema del redreçament del flux. Teorema de Hartman. Punts no hiperbòlics. Teorema de la varietat central</p>	
<p>Fluxos en el pla</p>	<p>Dedicació: 17h</p> <p>Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció: Sistemes plans. Teorema de Poincaré-Bendixson. Sistemes de Liénard. Cicles límits i aplicacions en biologia. Introducció a la teoria de bifurcacions</p>	

200213 - SD - Sistemes Dinàmics

Dinàmica Global	Dedicació: 40h Grup gran/Teoria: 8h Grup petit/Laboratori: 8h Aprentatge autònom: 24h
Descripció: Varietats invariants globals. Punts homoclínic i heteroclínic. La ferradura de Smale. Teorema homoclínic de Smale. Escissió de separatrius. Mètode de Poincaré-Melnikov-Arnol'd. Aplicacions.	

Sistema de qualificació

Hi haurà un examen a final de curs on hi podran aparèixer tant preguntes teòriques curtes com problemes similars als fets a classe.

La nota de l'examen correspondrà a un 35% de la nota final.

S'avaluarà l'exposició oral i la resolució escrita dels problemes assignats, així com la participació en les sessions pràctiques d'ordinadors. Aquesta nota correspondrà a un 25% de la nota final.

S'avaluarà la realització del treball, la memòria escrita i la seva exposició oral. També s'avaluarà la participació en l'exposició de treballs de la resta d'estudiants. Aquesta part contribuirà en un 40% a la nota final.

Normes de realització de les activitats

Els problemes assignats es realitzaran individualment. El treball es podrà realitzar en grups de com a màxim de dues persones.

200213 - SD - Sistemes Dinàmics

Bibliografia

Bàsica:

- Devaney, Robert L. An Introduction to chaotic dynamical systems. 2nd ed. Reading, MA [etc.]: Westview, 2003. ISBN 813340853.
- Sotomayor Tello, Jorge Manuel. Lições de equações diferenciais ordinárias. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), 1979. ISBN 9216050624.
- Arrowsmith, D.K. ; Place, C.M. An Introduction to dynamical systems. Cambridge [England]: Cambridge University Press, 1990. ISBN 0521303621.
- Guckenheimer, J. ; Holmes, P. Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields. New York, NY [etc.]: Springer-Verlag, 1983. ISBN 0387908196.
- Pollard, Harry. Mathematical introduction to celestial mechanics. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1966.
- Meyer, Kenneth R. ; Hall, G.R. ; Offin, D. Introduction to Hamiltonian dynamical systems and the n-body problem. New York [etc.]: Springer-Verlag, 2009. ISBN 9780387097237.
- Strogatz, Steven H. Nonlinear dynamics and chaos : with applications to physics, biology, chemistry and engineering. Cambridge: Perseus, 1994. ISBN 978- 0738204536.
- Meiss, J. D. Differential dynamical systems. Philadelphia: Society for Industrial & Applied Mathematics, 2007. ISBN 978-0-89871-635-1.
- Robinson, Clark. Dynamical systems : stability, symbolic dynamics, and chaos. 2nd ed. Boca Raton, Fla., [etc.]: CRC Press, 1999. ISBN 0849384958.
- Wiggins, Stephen. Introduction to applied nonlinear dynamical systems and chaos. 2nd ed. New York [etc.]: Springer-Verlag, cop. 2003. ISBN 978-0-387-00177-7.