

GUIA DOCENT

SISTEMES DINÀMICS





1. Dades de l'assignatura

Nom de l'assignatura	Sistemes Dinàmics
Codi	100118
Crèdits ECTS	6
Curs i període en el que s'imparteix	4t Curs / 1r Semestre
Horari	http://www.uab.cat/Document/823/173/HorGrauMat09-10-5.pdf
Lloc on s'imparteix	Facultat o Escola (l'aula apareixerà als horaris)
Llengües	Català

Professor/a de contacte

Nom professor/a	Joan Torregrosa
Departament	Matemàtiques
Universitat/Institució	Facultat de Ciències
Despatx	C1/310
Telèfon	93 581 35 65
e-mail	torre@mat.uab.cat
Horari d'atenció	

2. Equip docent

Nom professor/a	
Departament	
Universitat/Institució	
Despatx	
Telèfon	
e-mail	
Horari de tutories	



3.- Prerequisits

Equacions diferencials ordinàries: existència i unicitat de les solucions del problema de Cauchy. Resolució de sistemes diferencials lineals amb coeficients constants.

Àlgebra lineal: espais i subespais vectorials, diagonalització de matrius.

4.- Contextualització i objectius formatius de l'assignatura

Aquest curs és una iniciació a la teoria moderna de sistemes dinàmics. Un primer objectiu és que l'alumne es familiaritzi amb la noció abstracte de sistema dinàmic i els conceptes bàsics d'aquesta teoria: estabilitat, atractor, conjunts invariants, omega límits, etc. El segon objectiu és entendre com és el comportament local, tant dels sistemes dinàmics discrets com els continus, en l'entorn d'un punt d'equilibri o d'una òrbita periòdica. Aquest comportament local es basa en la classificació topològica dels sistemes lineals a $\mathbb{R}^n$, tant els que venen determinats pel flux d'equacions diferencials ordinàries (sistemes dinàmics continus) com els que provenen de la iteració de funcions (sistemes dinàmics discrets). Els sistemes lineals són molt importants. D'una banda perquè apareixen en l'estudi de molts fenòmens físics d'interès i d'altra banda perquè són la primera aproximació de sistemes més complicats.

La Teoria qualitativa de les equacions diferencials es va iniciar amb els treballs de Poincaré cap a l'any 1880 en relació amb els seus treballs de Mecànica Celest i tracta de conèixer propietats de les solucions sense necessitat de resoldre les equacions, entre altres coses perquè la resolució no és factible. Aquest enfoc qualitatiu, quan es combina amb mètodes numèrics adequats, és, en alguns casos, equivalent a tenir les solucions de l'equació. Tractarem doncs de que l'alumne conegui alguns resultats bàsics de la teoria qualitativa (Teoremes de Liapunov, Teorema de Hartman i Teoremes de les varietats estable i central) sobre l'estructura local dels punts crítics i les òrbites periòdiques i en el cas de $\mathbb{R}^2$ s'iniciï en el problema de detectar l'existència d'òrbites periòdiques via els teoremes de Poincaré-Bendixon i Bendixon-Dulac.

L'últim objectiu és el d'introduir les tècniques per entendre la dinàmica global discreta. L'exemple principal serà el d'una família paramètrica de sistemes dinàmics discrets: les aplicacions unimodals, i que (per alguns valors dels paràmetre) presenten una dinàmica que porta de manera senzilla a la noció de sistema caòtic. Per aquests sistemes l'aproximació numèrica no és factible i per entendre la seva dinàmica calen noves eines. Els sistemes caòtics es presenten sovint a les aplicacions (problemes de predicció meteorològica, circuits elèctrics, etc).



5.- Competències i resultats d'aprenentatge de l'assignatura

Competència Resultats d'aprenentatge Saber aplicar les eines dinàmiques descrites en les classes de teoria per descriure processos regits per equacions diferencials. Saber demostrar resultats d'equacions en derivades parcials i sistemes dinàmics. Conèixer la resolució de certs problemes teòrics així com conèixer l'existència de certs problemes oberts en la teoria d'equacions en derivades parcials i de sistemes dinàmics.	CG4. Seran capaços de transmetre coneixements, procediments, resultats i idees matemàtiques.
Competència Resultats d'aprenentatge Saber aplicar les eines dinàmiques descrites en les classes de teoria per descriure processos regits per equacions diferencials. Saber demostrar resultats d'equacions en derivades parcials i sistemes dinàmics. Conèixer la resolució de certs problemes teòrics així com conèixer l'existència de certs problemes oberts en la teoria d'equacions en derivades parcials i de sistemes dinàmics.	CG5. Hauran desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia
Competència Resultats d'aprenentatge Saber aplicar les eines dinàmiques descrites en les classes de teoria per descriure processos regits per equacions diferencials. Saber demostrar resultats d'equacions en derivades parcials i sistemes dinàmics. Conèixer la resolució de certs problemes teòrics així com conèixer l'existència de certs problemes oberts en la teoria d'equacions en derivades parcials i de sistemes dinàmics.	CE1. Comprendre i utilitzar el llenguatge matemàtic.
Competència Resultats d'aprenentatge Saber aplicar les eines dinàmiques descrites en les classes de teoria per descriure processos regits per equacions diferencials. Saber demostrar resultats d'equacions en derivades parcials i sistemes dinàmics. Conèixer la resolució de certs problemes teòrics així com conèixer l'existència de certs problemes oberts en la teoria d'equacions en derivades parcials i de sistemes dinàmics.	CE2. Identificar les idees essencials de les demostracions d'alguns teoremes bàsics i saber-les adaptar per obtenir altres resultats.
Competència Resultats d'aprenentatge Saber aplicar les eines dinàmiques descrites en les classes de teoria per descriure processos regits per equacions diferencials. Saber demostrar resultats d'equacions en derivades parcials i sistemes dinàmics. Conèixer la resolució de certs problemes teòrics així com conèixer l'existència de certs problemes oberts en la teoria d'equacions en derivades parcials i de sistemes dinàmics.	CE5. Assimilar la definició d'objectes matemàtics nous, de relacionar-los amb altres coneguts i de deduir les seves propietats.
Competència Resultats d'aprenentatge Saber aplicar les eines dinàmiques descrites en les classes de teoria per descriure processos regits per equacions diferencials. Saber demostrar resultats d'equacions en derivades parcials i sistemes dinàmics. Conèixer la resolució de certs problemes teòrics així com conèixer l'existència de certs problemes oberts en la teoria d'equacions en derivades parcials i de sistemes dinàmics.	CE10. Demostrar una elevada capacitat d'abstracció.



6.- Continguts de l'assignatura

1. Sistemes Dinàmics a espais Euclidians.

- Sistemes dinàmics definits per equacions diferencials i per difeomorfismes.
- Òrbites; punts crítics i òrbites periòdiques.
- Conjunts invariants i conjunts límit.
- Atractors. Estabilitat Liapunov.
- Conjugació de sistemes dinàmics.

2. Estudi de la dinàmica local, discreta i continua.

- Punts regulars Teorema del flux tubular.
- Punts crítics i punts fixos: Solucions dels sistemes lineals.
- Classificació topològica dels sistemes lineals continus i discrets.
- Estabilitat; Funcions de Liapunov;
- Teorema de Hartman, de la varietat estable i de la varietat central.
- Òrbites periòdiques: Aplicació de Poincaré i estabilitat.

3. Dinàmica global en sistemes continus.

- Equacions diferencials ordinàries a $\mathbb{R}^2$: Teorema de Poincaré-Bendixon, Teorema de Bendixon-Dulac, Existència i unicitat de cicles límit, Equació de Liénard.
- Equacions diferencials ordinàries en dimensió major que 2.

4. Dinàmica global en sistemes discrets.

- Iteració en dimensió 1 i 2.
- Les aplicacions unimodals.
- Caos. El shift de Bernoulli. La ferradura de Smale.

7.- Metodologia docent i activitats formatives

Aquesta assignatura té dues hores setmanals de teoria. A més hi haurà 14 sessions dedicades a resoldre problemes. Periòdicament, cada alumne haurà de presentar, al menys, dos dels problemes de cada tema resolt per escrit i un dels quals l'haurà d'exposar a la pissarra. Els dubtes que sorgeixin es poden preguntar durant la classe o a les hores de consulta del professor. El treball sobre aquests problemes es recolza en els conceptes introduïts a classe de teoria, els enunciats dels teoremes, i les seves demostracions, ja que molt sovint les tècniques seran semblants.

A més, l'assignatura disposa d'una pàgina al "campus virtual" on s'aniran penjant les llistes de problemes, material addicional i qualsevol informació relacionada amb l'assignatura.



TIPUS D'ACTIVITAT	ACTIVITAT	HORES	RESULTATS D'APRENTATGE
-------------------	-----------	-------	------------------------

Dirigides

Classes de Teoria	29	
Classes de problemes	14	
Seminaris	6	

Supervisades

Autònomes

Estudi de teoria	35	
Realització de problemes	50	
Preparació d'examen	15	

8.- Avaluació

Un 70% de la nota correspon a un examen presencial. L'examen consistirà en la resolució de tres problemes de dificultat similar als problemes proposats durant el curs.

El 30% restant s'obtindrà a partir dels problemes entregats durant el curs. Per a superar aquesta part s'hauran de resoldre correctament, al menys, dos problemes de cada tema

Durant el període d'exàmens està prevista la realització d'una recuperació.

ACTIVITATS D'AVUACIÓ

HORES

RESULTATS D'APRENTATGE

Realització d'examen	3	

9- Bibliografia i enllaços web

R. L. Devaney, *An introduction to Chaotic Dynamical Systems*, Benjamin/Cummings Publishing, 1986

L. Perko, *Differential Equations and Dynamical Systems*.

C. Chicone, *Ordinary Differential Equations with Applications*, Springer 1999.

F. Mañosas, *Curs d'equacions diferencials*, 2007.



10.- Programació de l'assignatura

(la programació de la assignatura explicitarà les activitats formatives i els lliuraments, segons les taules següents. En aquest requadre el professor pot introduir un text explicatiu de la programació de l'assignatura o, si cal, fer referència a un document extern que haurà d'estar al campus virtual de l'assignatura)

Al llarg de les classes de problemes s'aniran comprovant les activitats d'aprenentatge. Els problemes seran realitzats pels alumnes de forma que es puguin anar avaluant els assoliments de manera continuada. Per aquest motiu, el calendari de les activitats d'aprenentatge coincideix amb l'horari de problemes de l'assignatura.

ACTIVITATS D'APRENTATGE

DATA/ES	ACTIVITAT	LLOC	MATERIAL	RESULTATS D'APRENTATGE

LLIURAMENTS

DATA/ES	LLIURAMENT	LLOC	MATERIAL	RESULTATS D'APRENTATGE
15/10/10	Tema 1	Bustia Matemàtiques		
12/11/10	Tema 2	Bustia Matemàtiques		
17/12/10	Tema 3	Bustia Matemàtiques		
21/01/11	Tema 4	Bustia Matemàtiques		