

200153 -CN- Càlcul Numèric	
Lliurable 5	Versió Final de la Guia Docent Millorada
Nom i Cognoms	Juan Ramón Pacha Andújar
Bloc (Objectius, Activitats, Metodologia, Avaluació)	Activitats
<p>Bloc Objectius: Relació amb l'entorn</p> <p>Es relaciona la assignatura amb l'entorn professional, la titulació i la resta d'assignatures</p> <p>Aquesta assignatura pretén oferir un visió del Càlcul Numèric des de dues vessants. Una, com una part de la matemàtica que és objecte d'una activitat de recerca capdavantera i molt activa. Des d'aquest punt de vista, es presenten els resultats fonamentals d'aquesta disciplina d'una manera rigorosa. Paral·lelament, des d'un plantejament més pràctic, es proporcionen nombrosos exemples de les seves aplicacions; a l'hora que s'insisteix en la formulació algorísmica de bona part dels mètodes tractats i, en últim terme, en la implementació dels diferents algorismes en forma de programes. Confiam així en oferir un panorama ben atractiu en aquest camp, sigui quina sigui la orientació: recerca, o altres activitats professionals en l'àmbit de la indústria, que puguin triar els futurs egressats.</p> <p>En el context de la titulació del Grau de Matemàtiques el curs de Càlcul Numèric que aquí presentem complementa l'Àlgebra Lineal, l'Informàtica i l'Àlgebra Lineal Numèrica de primer curs així com l'Algorísmica de segon. En aquest sentit remarquem que faran servir bona part dels conceptes i de la matèria estudiada a aquestes assignatures.</p>	
<p>Bloc Objectius: Objectius formatius específics</p> <p>Es defineix clarament el que l'alumnat ha de ser capaç de fer al finalitzar el període d'aprenentatge en relació als objectius específics de la matèria i s'especifica clarament les competències específiques de la titulació a les quals contribueix</p> <ol style="list-style-type: none"> (CE-1). Conèixer els fonaments teòrics de l'Anàlisi Numèric: demostració rigorosa dels teoremes i resultats més rellevants. (CE-1). Plantejar models i resoldre els problemes que d'aquests se'n deriven mitjançant les eines habituals de l'Anàlisi Numèric, sabent triar les més escaients en funció de les restriccions de temps i recursos. (CE-3). Ús eficient d'aplicacions informàtiques d'anàlisi estadístic, càlcul numèric i simbòlic, visualització gràfica, optimització i d'altres per experimentar i innovar en Matemàtiques. (CE-4). Aplicar el coneixements de programació, adquirits a altres assignatures, per desenvolupar programes que resolguin problemes específics; tenint en compte els diversos factors i condicionants presents i com es correlacionen (per ex. temps de còmput vs. precisió requerida, etc.) <p>Remarca: els objectius específics de la titulació estan en procés d'incorporació a la Guia Docent. En línies generals però, aquest quatre objectius específics són consistents amb els de les altres assignatures del Grau de Matemàtiques.</p>	
<p>Bloc Objectius: Objectius formatius transversals</p> <p>Es defineix clarament el que l'alumnat ha de ser capaç de fer al finalitzar el període d'aprenentatge en relació als objectius transversals (o genèrics) i s'especifica clarament les competències transversals de la titulació a les quals contribueix</p> <ol style="list-style-type: none"> (CG-1,6) Saber aplicar d'una forma professional els coneixements matemàtics en el diferents escenaris de treball amb iniciativa i ànim d'innovació. Desenvolupar la capacitat de treballar en equip de manera productiva. 	

2. (CG-2) Poder reunir i interpretar dades rellevants a l'àrea de les Matemàtiques i les seves aplicacions per emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.
3. (CG-2,6) Ús eficient de les eines de software lliure, podent millorar-les si és necessari, per dur a terme tasques de programació. Apostar pel codi obert (*open source*) com a contribució a la sostenibilitat, a la col·laboració i al compromís social.
4. (CG-4) Comprendre i emprar el llenguatge matemàtic. Enunciar correctament propietats en diversos camps de la Matemàtica, construir argumentacions, elaborar càlculs i transmetre els coneixements matemàtics adquirits. Desenvolupar fluïdesa en la comunicació oral i escrita.
5. (CG-7) Aprenentatge autònom. Detectar mancances del propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

Bloc Activitats: Activitats formatives dins de l'aula

El programa d'activitats dins de l'aula inclou els objectius d'aprenentatge, tasques setmanals i lliurables associats

Les activitats d'aquests cursos es desenvolupen en tres àmbits. Classes de teoria, de problemes i sessions de pràctiques.

Classes de teoria (45h). L'alumne haurà de fer un seguiment participatiu de la presentació i l'anàlisi dels continguts que conformen el temari:

§1. *Mètodes iteratius per sistemes lineals* (5h). Mètodes iteratius de Jacobi, Gauss-Seidel i sobre-relaxació. Convergència. §2. *Aproximació* (12h). Introducció: problema general de l'aproximació funcional. Aproximació per mínims quadrats. Interpretació geomètrica. Resolució de les equacions normals. Cas d'aproximació polinomial: polinomis ortogonals. Aproximació de Fourier. §3. *Integració numèrica* (9h). Derivació i integració numèriques. Fórmules de Newton-Cotes. Regles compostes. Fórmula d'Euler-McLaurin. Integració gaussiana. Extrapolació. §4. *Resolució d'equacions no lineals* (8h). Plantejament dels mètodes iteratius. Mètodes de bisecció, Newton, secant i iteració simple. Criteris de convergència, ordre i eficiència. Acceleració de la convergència. §5. *Resolució de sistemes no lineals* (4h). Mètode d'iteració simple. Mètode de Newton. Criteris de convergència. §6. *Introducció a la resolució d'equacions diferencials ordinàries* (7h). Mètodes d'Euler. Mètodes d'un pas: Runge-Kutta y Taylor. Control de pas.

En concret, per a cadascun d'aquests temes, cal entendre i assimilar l'enunciat dels principals teoremes i el desenvolupament de les respectives demostracions, així com l'exposició d'exemples senzills que il·lustrin aquests resultats.

Objectius. Assolir un coneixement rigorós (i.e., amb les corresponents demostracions) dels resultats que conformen les eines bàsiques de l'Anàlisi Numèric. Il·lustració d'aquests resultats mitjançant exemples.

Lliurables. No hi ha lliurables d'aquesta part.

Classes de problemes (19h). A l'aula, els estudiants es distribueixen en grups. A cada grup se li assigna un problema d'una llista --que prèviament han treballat com activitat individual--; per discutir-lo i després exposar la seva resolució a la resta de la classe. Les llistes de problemes estan l'abast dels estudiants a la Intranet.

Objectius. L'objectiu d'aquestes sessions és aprofundir en els diversos continguts i saber aplicar-los a la resolució de problemes de nivell més elevat que dels exemples de caire acadèmic; com són els que ja

s'han vist a les classes de teoria. Per a cada tema es farà èmfasi en un (o màxim dos) objectius específics, els quals es detallen tot seguit.

§1. *Mètodes iteratius per sistemes lineals. Precondicionadors* (3h). Identificar, aplicant els resultats de convergència, en quines situacions és viable l'ús d'aquests mètodes i, més encara, quan i en quina mesura resulten avantatjosos respecte dels "exactes" (Gauss, Gauss-Jordan, LU,...) ja coneguts.

§2. *Aproximació* (4h). L'objectiu específic d'aquest tema és saber aplicar el mètode dels mínims quadrats a l'aproximació de funcions en els diferents contextos, distingint les especificitats de l'aproximació per mínims quadrats davant d'altres mètodes d'aproximació de funcions (interpolació, splines,...).

§3. *Integració numèrica* (4h). Comparar els diferents mètodes. Acotació acurada dels errors comesos en aplicar les distintes fórmules.

§4. *Resolució d'equacions no lineals* (3h). Implementar cadascun dels mètodes estudiats i saber formular-los en termes d'algorismes. Aplicar els criteris de convergència, ordre i eficiència per seleccionar el mètode més convenient per a cada problema donat.

§5. *Resolució de sistemes no lineals* (2h). Com al tema anterior ens centrarem en l'aplicació dels teoremes de convergència i en la implementació en forma d'algorisme dels mètodes tractats.

§6. *Introducció a la resolució d'equacions diferencials ordinàries* (3h). S'insisteix en els mètodes de Taylor amb control de pas. L'objectiu doncs és que, un cop completat el tema ---havent fet els problemes seleccionats de la llista---, puguem dissenyar algorismes d'aquest tipus, de qualsevol ordre, per integrar sistemes d'equacions diferencials derivats de models de la física com són els que es treballaran a les pràctiques.

Lliurables. A l'inici de cada classe, es formen els grups i es distribueix a cada grup el problema que haurà d'exposar. Al final, aquests han d'omplir un qüestionari amb alguna pregunta addicional relacionada amb el problema assignat.

Sessions de pràctiques (9h). Es desenvolupen a les aules informàtiques i realitzen per grups permanents de dos estudiants. El treball a l'aula consisteix primer en el seguiment de l'explicació inicial de cada pràctica (10 ó 15 minuts, a excepció de la pràctica 5) on s'estableixen els fonaments i els objectius. Després, el temps restant, es dedica a escriure els programes.

Objectius. Al llarg del curs està previst la realització de sis pràctiques, enfocades a desenvolupar programes en C/C++ que implementin els algorismes corresponents als mètodes explicats a les classes de teoria i problemes. Es persegueix que els codis siguin prou flexibles com per poder adaptar-los a la resolució de problemes provinents d'àmbits i situacions diverses. A continuació s'especifica el títol, els objectius de cadascuna de les pràctiques i el temps de treball previst a l'aula.

Pràctica 1. Introducció (1h). Repàs d'alguns aspectes de la programació en C/C++ des d'un punt de vista pràctic, en particular, lectura i escriptura de dades sobre fitxers de text. Introduir algunes de les eines de software lliure que es faran servir al llarg del curs: `makefile`, `gnuplot`, etc.

Pràctica 2. Mètodes iteratius per sistemes lineals. Precondicionadors (2h). Programació dels mètodes iteratius de Jacobi, Gauss-Seidel i sobre-relaxació. Programació del mètode de la potència per trobar el valor propi dominant d'una matriu. Aplicació al càlcul del radi espectral i norma sub-2 d'una matriu.

Pràctica 3. Sistemes sobre-determinats. Aproximació per mínims quadrats (2h). Programació de la descomposició QR d'una matriu amb l'algorisme modificat de Gram-Schmidt. Aplicació a la resolució de sistemes sobre-determinats. Resolució de sistemes sobre determinats amb el mètode dels polinomis de Gram. Comparació dels resultats en un cas d'estudi concret: evolució de la població a Catalunya.

Pràctica 4. Integració numèrica (2h). Calcular aproximacions per a una integral donada fent servir els mètodes d'integració numèrica estudiats a la teoria i comparació dels errors produïts. Programar els mètodes dels trapezis, Simpson i extrapolació de Romberg.

Pràctica 5. Descomposició dels valors singulars d'una matriu (2h). A partir dels teoremes que es demostren al guió de la pràctica i els algorismes que es poden trobar les referències bibliogràfiques incloses al guió, escriure un programa C/C++ que implementi la descomposició SVD. Aplicació d'aquest programa a la resolució de sistemes sobre-determinats i al tractament (compressió) d'imatges. Nota: excepcionalment, per a aquesta pràctica, la primera hora de les dues sessions presencials es dedica a l'explicació dels resultats teòrics.

Pràctica 6. Introducció a la resolució numèrica d'equacions diferencials ordinàries, EDOs (2h). Lectura de les referències incloses al guió per entendre la implementació del mètode de Taylor d'A. Jorba i M. Zou. Aplicar aquest software per: 1) integrar les equacions de l'atractor de Lorenz i 2) càlcul d'òrbites periòdiques (cicles límit) de l'equació de Van der Pol. Representació gràfica i discussió dels resultats.

Els guions de les pràctiques es troben disponibles a la Intranet. Contenen els detalls del plantejament i dels objectius, teoria, referències i els problemes i exercicis que s'hauran de resoldre.

Lliurables. Els grups han de presentar, preferentment al final de la segona sessió de cada pràctica (si bé aquest termini es pot allargar, veure el bloc següent, *Activitats formatives fora de l'aula*) les solucions als problemes plantejats als guions.

Bloc Activitats: Activitats formatives fora de l'aula

El programa d'activitats fora de l'aula inclou els objectius d'aprenentatge, tasques setmanals, lliurables associats, indicació del temps en mitjana que l'estudiantat ha de dedicar a la seva realització

El treball de l'estudiant fora de l'aula consisteix, d'una banda, en l'assimilació de la teoria (objectius teòrics) i d'altra, en la resolució de problemes i programació (objectius pràctics).

Activitats i objectius relacionats amb les classes de teoria. Estudi de les notes que s'han pres a classe i dels texts recomanats a la bibliografia per a cada tema. Ser capaç d'enunciar els teoremes fonamentals i deduir les seves demostracions.

Temps orientatiu per estudi de la teoria: 23h, segons la següent distribució per temes: Tema1: 3h. Tema 2: 4h. Tema 3: 4h. Tema 4: 4h. Tema 5: 3h. Tema 6: 5h. Nota: aquí no s'inclou els temps setmanal dedicat a la realització dels lliurables d'aquest apartat.

Lliurables. Cada setmana s'ha de pujar, a la Intranet de l'assignatura, les respostes a un test format per qüestions breus que abasten els conceptes fonamentals del tema que s'estigui tractant, fins on s'hagi arribat a classe en aquell moment. El temps per respondre aquests qüestionaris no deu superar 1h.

Activitats i objectius relacionats amb les classes de problemes. Setmanalment, es fixen els problemes que, per grups, es treballaran a classe. La tasca individual de l'estudiant consisteix, doncs, en preparar aquests exercicis amb l'objectiu de poder discutir la seva resolució amb els seus companys d'una manera productiva.

Temps estimat per la resolució dels problemes: 54h, distribuïdes, per temes de la manera següent: Tema 1: 6h. Tema 2: 8h. Tema 3: 10h. Tema 4: 10h. Tema 5: 11h. Tema 6: 10h.

Lliurables. Entrega quinzenal, a través de la Intranet de l'assignatura d'un o dos de problemes de la llista, assignats de manera individual a cada estudiant. Aquests lliurables s'han de presentar en format PDF i han de contenir la resolució raonada i completa del problema.

Activitats i objectius de les pràctiques. Les pràctiques tenen una periodicitat quinzenal i, amb excepció de la primera, no es poden completar en les dues sessions previstes a l'aula d'informàtica. Llavors, l'activitat dels estudiants fora de l'aula rau en acabar d'escriure i de depurar els programes. L'objectiu

es disposar, al final de cada pràctica, d'una biblioteca de funcions o de classes, ben documentada, que implementin els diferents algorismes estudiats i que es puguin integrar fàcilment en codis dissenyats per resoldre problemes específics.

Temps de dedicació fora de l'aula: 20h per a les pràctiques 2,3,4,5 i 6. Per a la pràctica 5, com s'indica a continuació, s'ha de lliurar un informe. El temps estimat per elaboració d'aquest estudi, incloent-hi la lectura de la bibliografia, el desenvolupament del codi i la redacció del document, és d'unes 20 ó 25h.

Lliurables. Els lliurables d'aquesta part de l'assignatura es presenten per grups i han de contenir les respostes als exercicis proposats als guions de les pràctiques. La presentació es pot fer a partir del final de la segona sessió, fins al dia abans de la sessió següent, corresponent a una nova pràctica. Addicionalment, per a la pràctica 5, cada grup ha de presentar un informe, que constitueix el 10% de la nota final. Els terminis i els continguts del document(s) que constitueixen el lliurable s'especifica al guió de la pràctica.

Bloc Activitats: Lliurables

S'estableixen diferents resultats (evidències) d'aprenentatge de les activitats formatives (amb una periodicitat no més gran de dues setmanes) que permetin saber si les tasques s'han realitzat bé o malament, si l'alumnat treballa amb regularitat i la seva contribució a la qualificació de l'assignatura.

Les evidències sobre les diferents activitats que es duen a terme a l'assignatura es recullen un conjunt de lliurables, contemplats en els tres àmbits de treball. Classes de teoria, problemes i sessions de pràctiques.

Teoria: Setmanalment i de manera individual, com part de les activitats fora de l'aula es pujarà a la Intranet de l'assignatura, un test sobre la matèria desenvolupada a classe aquella setmana. Temps de dedicació a l'activitat: no superior a 1h.

Problemes: Individualment, com part de les activitats formatives fora de l'aula, entrega quinzenal, a través de la Intranet de l'assignatura d'un o dos de problemes de la llista, assignats prèviament. Aquests lliurables s'han de presentar en format PDF i han de contenir la resolució raonada i completa del problema. Temps de dedicació a aquesta l'activitat: es considera inclòs en el temps de realització dels problemes de l'assignatura, desglossat a l'apartat anterior. Per grups, cada setmana s'entregarà un qüestionari amb alguna pregunta sobre el problema que s'ha assignat al grup i que un dels membres ha exposat a la resta de la classe. El temps previst per a la realització d'aquesta activitat és no superior a 10 ó 15 minuts.

Sessions de pràctiques: Tots els treballs i presentacions d'aquesta part de l'assignatura es fan per grups. De les pràctiques 2,3,4,5 i 6 es lliurarà un informe breu amb la solució als exercicis inclosos als guions. El temps global orientatiu per a la realització d'aquestes pràctiques és de 20h per cada alumne. De la pràctica 5 s'ha de presentar un informe complet que inclou informació sobre els resultats teòrics, explicació dels algorismes en què es basen els programes que s'han desenvolupat i les aplicacions demanades al guió.

Bloc Activitats: Retroalimentació (Feedback)

Es defineixen mecanismes de retroalimentació immediata i freqüent (no pot superar dues setmanes des del seu lliurament) per poder intervenir quan es detecten dificultats d'aprenentatge

Els alumnes reben retroalimentació a partir de la revisió dels lliurables que, amb caràcter individual, van presentant al llarg del curs, setmanalment (els relacionats amb la teoria) i quinzenalment (l'entrega de problemes resolts) i que es gestionen --tant la seva assignació com la seva recollida i posterior qualificació--, a través de la Intranet de l'assignatura. Així, cada alumne pot rebre informació periòdica de la seva evolució i indicacions d'actuació, si es detecten possibles mancances o, en el cas d'alumnes amb un bon rendiment, suggeriments per ampliar coneixements de l'assignatura, d'acord amb les seves inquietuds.

Per aquelles activitats on els lliurables es presenten arran d'activitats en grup, com són l'exposició de problemes i el desenvolupament dels programes a l'aula d'informàtica, hi ha interacció immediata amb el professor i amb la resta de la classe. D'aquesta manera, poden intercanviar informació i rebre orientació sobre les estratègies més convenientes a l'hora de resoldre els problemes de l'assignatura o sobre els dubtes i les dificultats amb què es van trobant en la programació dels mètodes i algorismes i en l'elaboració dels informes de les pràctiques.

Bloc Activitats: Activitats per l'alumnat amb baix rendiment

Es defineixen activitats específiques per l'alumnat que té dificultats d'aprenentatge

En cas de detectar eventuais mancances en l'aprenentatge de l'estudiant, hi ha un conjunt d'activitats que es poden encetar, com són classes de reforç ---si els problemes afecten en un grup significatiu d'estudiants--- tant de teoria com de problemes, orientació individualitzada mitjançant consultes, suggeriment de problemes amb un grau de dificultat menor, que puguin servir per aclarir els conceptes fonamentals o també la lectura d'algun text bàsic, especialment adient per assentar els coneixements de l'estudiant.

Quan les dificultats es manifesten en les sessions de pràctiques, es pot recórrer a l'abundant material, tant bibliogràfic com *on line*, que hi ha amb excel·lents exemples de programació a tots els nivells, des del més bàsic al més avançat i en tots els àmbits, en particular en el dels mètodes numèrics (veure la Bibliografia, al bloc *Recursos*). El alumnes amb mancances en el camp de la programació o en alguna de les seves peculiaritats poden consultar aquest material i, si s'escau, realitzar exercicis senzills fins arribar al nivell necessari per abordar les pràctiques amb èxit.

Bloc Activitats: Activitats per l'alumnat amb molt bon rendiment

Es defineixen activitats específiques per l'alumnat més avançat

Als guions de pràctiques s'inclouen exercicis opcionals de caràcter més avançat, així com referències a articles de recerca, especialment indicats per alumnes amb un bon rendiment.

Bloc Metodologia: Metodologies actives

S'utilitzen metodologies actives que contribueixin a recórrer el camí d'aprenentatge definit i fomentin la participació de l'alumnat i la interacció entre l'alumnat i el professorat i entre l'alumnat

Aprenentatge cooperatiu basat en problemes. La participació activa dels estudiants consisteix, com ja s'ha comentat als blocs anteriors, en l'exposició dels problemes que prèviament han treballat, primer individualment, com activitat personal fora de l'aula i després, a la classe, per grups.

En concret, cada estudiant haurà d'explicar almenys dos problemes al llarg del curs. Es fomentarà la interacció dels entre els estudiants i entre els estudiants i el professor, especialment a les classes de problemes i a les sessions de pràctiques.

Opcionalment, si la marxa de la classe de problemes ho permet, es podrà dur a terme una avaluació entre iguals en la que els grups reportaran, amb ànim constructiu, les exposicions dels seus companys.

Aprenentatge cooperatiu basat en projectes. Les pràctiques de programació s'entenen també com un projecte de col·laboració en grup, adreçat a la creació d'una biblioteca de funcions o de classes en C/C++. Tanmateix es procura facilitar la cooperació entre els grups perquè posin en comú informació i intercanviïn solucions.

Bloc Metodologia: Recursos

Se indiquen clarament els recursos materials, humans i bibliogràfics necessaris pel desenvolupament de les activitats formatives que permetran assolir els objectius formatius

Professorat

Un professor de Teoria i dos professors de problemes/pràctiques.

Bibliografia Bàsica

Aubanell, A.; Benseny, A.; Delshams, A. *Eines Bàsiques de Càlcul Numèric*. Barcelona: Edicions Universitat Autònoma de Barcelona, 1991. ISBN 8479292318.

Troba'l a la biblioteca: http://cataleg.upc.edu/record=b1038442~S1*cat*/

Bonet Reves, C. *et al. Càlcul Numèric*. Barcelona: Edicions UPC, 1994.

Troba'l a la biblioteca: http://cataleg.upc.edu/record=b1089770~S1*cat*/

Stoer, J.; Bulirsch, R. *Introduction to Numerical Analysis*. 3ª ed. New York, etc.: Springer, cop, 2002. ISBN 038795452X.

Troba'l a la biblioteca: http://cataleg.upc.edu/record=b1252619~S1*cat*/

Grau Sánchez, M.; Noguera Batlle, M. *Càlcul Numèric*. Barcelona: Edicions UPC, 1993. ISBN 8476532563.

Troba'l a la biblioteca: http://cataleg.upc.edu/record=b1080237~S1*cat*/

Bibliografia complementària

Ortega, James M.; Poole, W. G., Jr. *An Introduction to Numerical Methods for Differential Equations*. Marshfield, Mass: Pitman, cop, 1981. ISBN 0273016377.

Troba'l a la biblioteca: http://cataleg.upc.edu/record=b1063392~S1*cat*/

Quarteroni, A.; Saleri, F. *Scientific Computing with MATLAB and Octave*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. ISBN 9783540326120.

Troba'l a la biblioteca: http://cataleg.upc.edu/record=b1361247~S1*cat*/

Isaacson, E.; Keller, H.B. *Analysis of Numerical Methods*. New York: Dover, cop, 1994. ISBN 0486680290.

Troba'l a la biblioteca: http://cataleg.upc.edu/record=b1096876~S1*cat*/

Henrici, P. *Elementos de Análisis Numérico*. México: Trillas, 1972. ISBN 9682402131.

Troba'l a la biblioteca: http://cataleg.upc.edu/record=b1031876~S1*cat*/

Press, W.H. *et al. Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*. Cambridge, etc. Cambridge University, 1986.

Troba'l a la biblioteca: http://cataleg.upc.edu/record=b1005356~S1*cat*/

Mathews, J.H.; Fink, K.D. *Métodos Numéricos con MATLAB*. Madrid, etc. Prentice Hall, 2008. ISBN 8483221810.

Troba'l a la biblioteca: http://cataleg.upc.edu/record=b1169252~S1*cat*/

Tots aquests títols es troben a la biblioteca de la FME o a altres biblioteques de la UPC. Als guions de les pràctiques apareix bibliografia addicional, accessible online.

Altres recursos materials

Es disposa d'aules informàtiques per a les sessions pràctiques amb un nombre suficient de PCs.

Bloc Avaluació: Avaluació formativa

S'estableixen modalitats d'avaluació encaminades a avaluar el progrés (o manca de progrés) de l'aprenentatge de l'alumnat al llarg del període d'aprenentatge

Es basa en les evidències que els alumnes aporten a través dels lliurables. D'aquesta manera reben informació setmanal i quinzenalment sobre el seu progrés durant el curs. El pes d'aquestes avaluacions a la nota és d'un 5% tant per als lliurables de teoria, com per al treball a classe de problemes (discussió i exposició del exercicis) i per les qüestions de les pràctiques. Al seu torn, la presentació del problemes escrits contribueix amb un 10%.

El fet que els lliurables es presentin amb prou regularitat i es gestionin a través de la Intranet facilita l'avaluació formativa, ja que permet una ràpida interacció amb els alumnes i la intervenció immediata en el seu aprenentatge en cas de produir-se dificultats i mancances (per possibles actuacions, veure el bloc *Retroalimentació*).

Bloc Avaluació: Avaluació sumativa

S'utilitzen diferents modalitats d'avaluació coherents amb els objectius formatius definits i s'informa regularment a l'alumnat del seu assoliment

Una part d'aquesta avaluació rau en els lliurables de l'apartat anterior. L'altra part de la qualificació de l'assignatura la constitueixen l'examen parcial a mig quadrimestre, l'examen de pràctiques, l'informe de la pràctica 5 i l'examen final de l'assignatura. Aquestes proves avaluen objectius específics de l'assignatura i, en conseqüència, és major el seu pes sobre la nota global.

Examen parcial a mig quadrimestre: consta d'una part de teoria i altra de problemes. Com ja s'ha esmentat, s'avaluen sobretot els objectius específics de l'assignatura, amb un èmfasi especial en l'assimilació del conceptes i la capacitat i iniciativa en el plantejament i resolució de problemes. Contribueix amb un 20% a la nota final. L'alumnat disposa dels resultats d'aquesta prova en un termini màxim de dues setmanes. Nota: per la part de problemes, els estudiants podran dur un formulari manuscrit en un full DIN A4.

Examen de pràctiques: es realitza per grups. S'han de resoldre quatre o cinc problemes fent ús de la biblioteca de classes que els alumnes han anat escrivint al llarg de les sessions de pràctiques. S'avalua la capacitat d'anàlisi per dissenyar programes que resolguin problemes concrets, així com la competència en l'ús de les diferents eines de software de què es disposa. Conformen el 15% de la nota final i elimina matèria. Nota: els estudiants poden dur i consultar les seves notes manuscrites i els guions.

Informe de la pràctica 5: s'avaluen les capacitat d'autoaprenentatge, d'iniciativa per traslladar els nous coneixements teòrics a algorismes i programes i aplicar-los al problema concret de què tracta la pràctica. Tanmateix, es presta especial atenció a la redacció de l'informe, que haurà d'estar escrit de manera clara i eficient. La disposició per al treball en equip també es valorarà positivament. El pes a la nota final és del 10%. Les qualificacions, raonades, es publiquen en un termini no superior a dues setmanes des de la data de lliurament.

Examen final/segon parcial de l'assignatura: el model d'examen i els objectius d'aquesta avaluació són els mateixos però ara amb tota la matèria de l'assignatura o bé només de la segona part, a elecció de l'estudiant. Suposa el 30% de la nota final. Les qualificacions d'aquest examen apareixen com a màxim dues setmanes després de la realització de la prova. Nota: al igual que al primer parcial, als problemes es pot dur un formulari manuscrit en un full DIN A4.

La nota final de l'assignatura, NF, es calcula doncs d'acord amb la fórmula següent:

$$NFA=0,05 \cdot LT+0,1 \cdot LP+0,05 \cdot CP+ 0,05 \cdot LR+0,10 \cdot IP+0,15 \cdot EP+0,20 \cdot P1+0,30 \cdot P2.$$

Essent, LT: nota lliurable teoria; LP: nota lliurable problemes (presentació escrita de les resolucions); CP: Exposicions a les classes de problemes i lliurables associats; LR: Lliurable pràctiques (solucions als

exercicis dels guions); IP: Informe pràctica 5; EP: Examen de pràctiques (15%); P1: Nota del parcial a mig quadrimestre, 1er. Parcial; P2: Nota del 2on. Parcial/examen final (30%).

Bloc Millora: Pla de millora

Es defineixen mecanismes de recollida de dades al llarg del període d'aprenentatge tant de l'alumnat (temps de dedicació de l'alumnat, enquestes, CuIC, etc.) com del professorat (rendiment acadèmic, informes quadrimestrals o anuals, etc.). S'analitzen aquestes dades amb l'objectiu de establir un pla de millora i s'avalua el seu resultat

Recollida d'informació.

- Interacció amb els alumnes. Sobretot a les sessions de pràctiques i a les classes de problemes.
- Opinió dels estudiants. Obtinguda a partir de qüestionaris que es passen a les classes de teoria dos cops al quadrimestre; abans del primer parcial i a l'última setmana de classe.
- Lliurables.
- Enquestes institucionals sobre l'actuació dels professorat i sobre l'assignatura.

Discussió i Anàlisi i propostes d'actuació. Es planifiquen a les reunions de l'equip docent.

- Reunions de coordinació. Almenys tres al llarg del curs. La primera a l'inici, on es comenta la programació i el que seran les línies generals de l'assignatura; una altra abans del primer parcial, per analitzar les evidències que fins aquell moment es disposen sobre l'opinió i el progrés dels estudiants. En cas de què es detectin problemes, es determinen línies d'actuació i millora, així com un pla de seguiment. Per últim, un cop acabat el curs, en una reunió final es revisa tota la informació recollida (opinió dels estudiants, lliurables, anàlisi estadístic de les notes, enquestes institucionals, etc.) per detectar quins han estat els punts febles, tant a la programació de l'assignatura com a l'actuació docent. A partir d'aquí es proposen les millores que es posaran en marxa al curs següent. Si s'han produït incidències a la marxa del curs i s'ha encetat un pla de millora, s'avalua l'eficiència dels seus resultats.
- Altres reunions, amb alguna finalitat específica. Com pot ser la preparació dels exàmens parcials, de l'examen de pràctiques o, quan sigui el cas, les reunions derivades del seguiment dels plans de millora.