



Pla Docent de l'Assignatura

Guia Docent Programació d'Activitats

Curs acadèmic:	2011-12	Trimestre: 2n i 3r
Nom de l'assignatura:	Enginyeria de Programari	
Codi assignatura:	21418, 21770 i 21657	
Estudis:	Grau en Enginyeria en Informàtica (obligatòria), Grau en Enginyeria Telemàtica (optativa) i Grau en Enginyeria en Sistemes Audiovisuals (optativa).	
Nombre de crèdits ECTS:	8	
Nombre total d'hores de dedicació:	200	
Temporalització:	Curs: 2n curs Període: 2n i 3r trimestre	
Professorat:	Anders Jonsson, David Garcia, Pau Arumí, Pau Minoves, Toni Urcola	
Grup:	1	

Guia Docent

1. Dades descriptives de l'assignatura

- **Curs acadèmic:** 2011-2012
- **Nom de l'assignatura:** Enginyeria de Programari **Codi:** 21418, 21770 i 21657
- **Tipus d'assignatura:** Obligatòria pel GEI i optativa pel GET i pel GESAUD
- **Titulació / Estudis:** Grau en Enginyeria en Informàtica, Grau en Enginyeria Telemàtica i Grau en Enginyeria en Sistemes Audiovisuals.
- **Nombre de crèdits ECTS:** 8
- **Nombre total d'hores de dedicació a l'assignatura:** 200
- **Temporalització:**
 - Curs: 2n
 - Període: 2n i 3r trimestre
- **Coordinació:** Anders Jonsson
- **Departament:** Departament de Tecnologies de la Informació i les Comunicacions
- **Professorat:** Anders Jonsson, David Garcia, Pau Arumí, Pau Minoves i Toni Urcola
- **Grup:** 1
- **Llengua de docència:** Castellà (Anders Jonsson), català (la resta de professors)
- **Edifici on s'imparteix l'assignatura:** Roc Boronat

2. Presentació de l'assignatura

L'enginyeria de programari s'encarrega de desenvolupar i de fer el manteniment dels sistemes de programari perquè és comportin eficientment i s'hi pugui confiar. També es dedica a desenvolupar programari de manera assequible per tal de satisfer els requeriments dels clients i dels usuaris que han definit i especificat la solució. És una disciplina important per l'espectre i l'impacte ampli que té el programari en les activitats econòmiques de la humanitat i la societat moderna i pel paper que juga el programari en sistemes crítics i en la seguretat de moltes aplicacions. La disciplina integra mètodes formals de les matemàtiques, de les ciències de la computació i de les pràctiques i orígens de l'enginyeria.

Així doncs, l'enginyeria de programari és l'aplicació sistemàtica, disciplinada, quantificable i rigorosa d'enfocaments de desenvolupament, operació, manteniment i implantació del programari. Evidentment, l'estudi dels enfocaments que condueixen a la producció de programari de qualitat és la matèria central de l'enginyeria de programari. Simplement, l'enginyeria de programari es preocupa per construir correctament el programari. El programari no ha de fallar perquè, avui en dia, es controlen, es fan servir o es regulen milers d'activitats a través de sistemes que executen programari.

La enginyeria de programari engloba una sèrie de coneixements, definicions de processos, pràctiques, eines i estàndards. Tot aquest coneixement l'utilitzen els equips de treball que porten a terme tasques que produeixen productes de programari d'alta qualitat i que compleixen les necessitats dels usuaris. Les tasques inclouen l'anàlisi i l'especificació, el disseny, la implementació, la verificació, la realització de proves, el manteniment i la gestió dels projectes. Tot això a temps i dins del pressupost.

L'enginyeria de programari moderna també té un enfocament important perquè els projectes produeixin sistemes sostenibles i que el seu impacte al medi ambient sigui mínim i els seus objectius considerin també principis socials i ètics. Els enginyers de programari apliquen la tecnologia per tal de desenvolupar nous sistemes, construir nous instruments i utilitzar la tecnologia per al progrés i el benefici general, el mateix temps que es garanteix la qualitat dels resultats.

3. Competències a assolir en l'assignatura

S'han de tenir capacitats per al treball en equip, la solució de problemes, l'organització, la planificació, el disseny conceptual i les habilitats cognitives.

Competències generals	Competències específiques
<p>Instrumentals</p> <p>1.-Les habilitats cognitives (comprensió, interrelació d'idees i pensaments, anàlisi i síntesi) són molt importants per a la resolució de problemes, la planificació, l'anàlisi i el disseny.</p> <p>2.- Sentit comú. De manera semblant, aquesta competència és una eina per resoldre els problemes de disseny i donar prioritat a restriccions i requeriments.</p> <p>3.- Organització del temps. Ser capaç de resoldre un problema complex de forma sub-òptima, donades les restriccions de temps. Planejar anticipadament la gestió del temps és fonamental en totes les activitats d'enginyeria.</p> <p>4.-Investigació documental i ús de fonts i referències. Com que el disseny és principalment una resolució conceptual de problemes, el fet d'utilitzar el coneixement existent és fonamental en el desenvolupament del programari de qualitat.</p> <p>Interpersonals</p> <p>1.- Capacitat de comunicació. El context de treball de l'enginyeria de programari és normalment una col·laboració en equip on s'han de comunicar problemes, solucions i criteris, tant en un llenguatge tècnic com en un llenguatge per a usuaris que no són tècnics. La comunicació ha de ser efectiva tant de forma escrita com oral, en presentacions a clients o en equips de treball petits.</p> <p>2.- Capacitat de comunicació amb experts d'altres àmbits. Els</p>	<p>Les competències específiques es resumeixen en tres grans capacitats.</p> <p>1.- Coneixement de les eines, dels mètodes, de les pràctiques i de les eines de la enginyeria de programari.</p> <p>2.- Capacitat per analitzar i descobrir requeriments d'un problema complex, la solució del qual involucra el desenvolupament d'un sistema de programari.</p> <p>3.- Capacitat de dissenyar una solució per al problema complex que s'adhereixi als principis de l'enginyeria de programari i que satisfaci els requeriments funcionals al mateix temps que compleix amb especificacions d'alta qualitat i que s'implementa en el temps i el pressupost anticipats.</p> <p>Si es desglossen aquestes capacitats i competències, a continuació obtindrem els detalls següents sobre les competències específiques.</p> <p>1.- Coneixement de les diferents metodologies de l'enginyeria de programari.</p> <p>1.a.- Coneixement dels diferents tipus del "cicle de vida" del programari.</p> <p>1.b.- Capacitat d'escollir una metodologia concreta entre les existents segons el cas concret.</p> <p>1.c.- Capacitat de comprendre com el procés d'anàlisi i les decisions de disseny afecten el producte final.</p> <p>2.- Capacitat d'analitzar i de descriure els requeriments d'un problema complex.</p> <p>2.a.- Capacitat d'extreure els requeriments: identificar les parts interessades, els actors, els casos d'ús, classificar requeriments segons si són</p>

<p>enginyers de programari interactuen amb altres enginyers en projectes complexos, així com amb usuaris i consumidors del sistema de programari final. Les solucions són efectives si s'obté la informació clara i els acords necessaris.</p> <p>3.- Lideratge. Ser capaç de prendre decisions en un grup de treball o de guiar el procés de pensament a solucions efectives. Sortir de la situació de falta de productivitat és essencial.</p> <p>4.- Ús d'instruments tecnològics. Per poder aplicar diferents tecnologies, enfocaments i patrons, s'han d'utilitzar eines de manera idònia.</p> <p>5.- Capacitat d'aplicar la teoria a la pràctica. La construcció de sistemes de programari de magnitud real requereix fonaments i l'aplicació de conceptes teòrics a la pràctica sòlida i sistemàtica.</p> <p>Sistèmiques</p> <p>1.- Gestió de la informació. Un problema complex es presenta amb molta informació, a vegades inconsistent o incompleta. L'enginyer de programari ha d'organitzar la documentació de requeriments, de gestió del projecte i del producte.</p> <p>2.- Anàlisi de punts forts i febles. Ser capaç d'identificar el punt més dèbil d'un sistema és fonamental per jutjar la seva qualitat i seguretat.</p> <p>3.- Presa de decisions. A partir d'una anàlisi prèvia, poder optar a les millors opcions disponibles.</p> <p>4.- Introducció de millores. És molt important poder analitzar una solució i poder suggerir millores.</p> <p>5.- Capacitat de generar idees noves. Per resoldre un problema complex, s'ha de disposar de la</p>	<p>funcionals, no funcionals o del domini.</p> <p>2.b.- Capacitat d'expressar requeriments de forma organitzada i tècnicament concreta y unívoca.</p> <p>2.c.- Domini d'algun llenguatge de modelització estàndard (per exemple UML) per expressar requeriments.</p> <p>2.d.- Capacitat de treball en equip per capturar requeriments.</p> <p>2.e.- Capacitat de comunicació de requeriments a clients, de forma clara per obtenir retroalimentació i validar requeriments.</p> <p>3.- Capacitat de dissenyar una solució per a un problema complex d'enginyeria de programari a partir de requeriments.</p> <p>3.a.- Capacitat de comprendre els requeriments donats.</p> <p>3.b.- Capacitat d'organització i de planificació de diverses fases i tasques de desenvolupament.</p> <p>3.c.- Presa de decisions de disseny. Per aconseguir-ho, s'han de seguir dos passos:</p> <p>a) Identificar les forces involucrades i trobar la millor solució que obtingui un balanç entre els criteris i les prioritats.</p> <p>b) Verificar que la solució tingui components i mòduls amb un mínim d'acoblament i màxima cohesió.</p> <p>3.d.- Capacitat de comunicar de forma convincent i clara les decisions preses en la resolució d'un cas pràctic.</p> <p>3.e.- Optimització del temps: capacitat de trobar una aproximació suficientment bona a la solució d'un problema complex.</p> <p>3.f.- Capacitat de treball en equip.</p> <p>3.g.- Coneixement de tecnologies orientades a objectes. Per això, s'ha de tenir:</p> <p>a) domini d'un llenguatge orientat a objectes (per exemple, C++)</p>
--	---

<p>creativitat suficient per generar alternatives.</p> <p>6.- Interès per la qualitat. Aquesta competència és fonamental per a l'aplicació de solucions tecnològiques a un problema.</p> <p>7.- Disseny i direcció de projectes. S'ha de ser capaç de crear solucions que satisfacin els requeriments i de gestionar els processos que implementen el disseny.</p> <p>8.- Anticipació de riscos. Cada projecte té riscos i possibles canvis. Per això, s'ha de fer una planificació que pugui ajustar solucions i dissenys a canvis o modificacions en els requeriments.</p> <p>9.-Redisseny de processos. Cada procés que presenta poca eficiència o proporciona productes de baixa qualitat ha de ser revisat.</p> <p>10.- Capacitat d'adaptació a solucions noves. Els canvis causen ajustaments i s'ha de tenir la capacitat d'adaptació.</p> <p>11.-Capacitat d'aprenentatge. És molt important estar disposat a assimilar conceptes nous i noves tecnologies en una era de canvi tecnològic constant.</p>	<p>b) Coneixement d'un llenguatge estàndard de modelització (per exemple UML)</p> <p>c) Capacitat d'aplicar i utilitzar patrons de disseny.</p> <p>3.h.- Capacitat d'implementar el disseny. Per això, s'ha de tenir capacitat d'obtenir retroalimentació, de revisar el codi i de fer proves per ajustar el disseny.</p> <p>3.i.- Capacitat de realitzar proves i de validar la implementació d'una solució.</p>
---	---

4. Contingut

La descripció breu del contingut és:

- Cicle de vida del programari
- Modelització visual i ús de llenguatges com UML
- Anàlisi i disseny orientat a objectes
- Ús i aplicació de patrons de l'enginyeria de programari

La descripció detallada és la següent:

4.1. Part I: L'enginyeria de programari i els seus processos

Bloc de continguts 1: Cicle de vida i metodologies

Conceptes:

- Noció d'enginyeria de programari
- Relació de l'enginyeria de programari amb els àmbits professionals de la informàtica i amb altres professions
- Cicle de vida dels productes de programari i els seus models

Procediments:

- Identificació de les diverses parts o processos del cicle de vida genèric i de les activitats que es realitzen en cada fase
- Anàlisi dels avantatges i els desavantatges dels diferents esquemes per a un cicle de vida i en relació amb el context d'un projecte determinat

Actituds:

- Interès per l'enginyeria de programari i per la seva importància en la majoria dels àmbits de la professió informàtica
- Esperit crític per avaluar els avantatges i els inconvenients dels diversos models d'un cicle de vida i de les metodologies de l'enginyeria de programari

Bloc de continguts 2: enginyeria de requeriments

Conceptes:

- Definició i classificació de tipus de requeriments
- Elements d'un document de requeriments i formalismes associats
- Cicle de vida de la enginyeria de requeriments

Procediments:

- Classificació dels requeriments funcionals, no funcionals i del domini
- Identificació de les parts interessades i d'actors

Actituds:

- Utilització de diagrames de casos d'ús en UML per analitzar i descobrir requeriments
- Redacció de documents de requeriments com a resultat d'una anàlisi d'un cas pràctic

- Manteniment d'un document de requeriments i gestió de la seva actualització com a resultat de canvis

Bloc de continguts 3: Metodologies

Conceptes:

- Descripció de diversos exemples de metodologies
- Mètodes àgils en oposició als tradicionals
- Metodologies basades en processos en oposició a metodologies basades en persones

Procediments:

- Identificació de beneficis i inconvenients de diverses metodologies
- Aplicacions de les pràctiques i processos d'algunes de les metodologies

Actituds:

- Actitud crítica per avaluar una metodologia

4.2. Part II: Anàlisi i disseny orientat a objectes

Bloc de continguts 4: Anàlisi i disseny orientat a objectes

Conceptes:

- Definició i propietats dels objectes
- Definició i propietats de les classes
- Les relacions d'herència, composició, agregació, associació i dependència
- El polimorfisme i les jerarquies d'herència
- El llenguatge C++ com a exemple d'un llenguatge orientat a objectes

Procediments:

- Divisió d'un problema complex utilitzant els conceptes i els procediments del paradigma orientat a objectes
- Utilització del llenguatge UML per modelar els sistemes orientats a objectes
- Utilització d'un llenguatge com l'UML per modelar els sistemes orientats a objectes
- Utilització d'un llenguatge com el C++ per implementar un disseny orientat a objectes
- Desenvolupament dirigit per proves

Actituds:

- Les bones pràctiques de programació (encasellament, no duplicació, mètodes curts i nomenclatura clara)
- Adequació a les convencions per a la codificació en l'equip de treball
- Adaptació al canvi, el codi que conforma una modelització en evolució constant
- Comprensió dels avantatges del desenvolupament dirigit per proves

Bloc de continguts 5: La modelització amb UML

Conceptes:

- Avantatges de la modelització visual
- Definició i història breu de l'UML
- Els principals diagrames UML i els elements inclosos

Procediments:

- Utilitat dels diversos diagrames UML i el seu ús en diverses fases del cicle de vida
- Comprensió dels diagrames UML i la seva aplicació a un problema concret
- Utilització dels diagrames UML més importants (diagrames de casos d'ús estàtics i de seqüència) en la resolució d'un problema i, en menor mesura, d'alguns altres tipus de diagrames

Actituds:

- Acceptació de la importància d'utilitzar un formalisme estàndard a l'hora d'utilitzar diagrames

Bloc de continguts 6: Patrons de programari

Conceptes:

- Concepte de patró en el programari
- Catàleg de patrons i la seva utilitat

Procediments:

- Utilització de l'UMP per entendre un patró de disseny concret
- Utilització dels catàlegs de patrons per identificar un patró com a solució genèrica d'un problema concret
- Utilització de patrons en el disseny d'una solució per a un cas concret

Actituds:

- No s'ha de tornar a inventar la roda. La gran majoria dels problemes que apareixen en l'àmbit pràctic ja estan solucionats i la solució està disponible en forma d'un patró que segurament té característiques de qualitat superiors a allò que podem desenvolupar en una primera iteració aïllada

5. Avaluació

5.1 Criteris generals d'avaluació

S'avaluaran tots els tipus de competències de la secció 3, així com també les competències específiques a través de les següents activitats que s'avaluen i són obligatòries:

- Un examen final quan finalitzin els dos trimestres. Per aprovar-lo, s'ha de resoldre satisfactòriament un problema concret en un temps limitat
- Problemes pràctics resolts al laboratori (en parelles) i que poden formar part d'un projecte global durant el transcurs del curs en dos trimestres (l'avaluació és contínua i la nota de les vuit sessions de problemes pràctics correspon a un 40%)
- Tres petits exàmens parcials que profunditzen en conceptes i la seva discussió pel que fa als continguts de l'assignatura
- Participació i discussió durant els seminaris del material de la classe, les sessions de seminari i els exercicis realitzats durant els seminaris

La nota final de l'assignatura es calcula així:

- Examen final (10%)
- 3 petits exàmens ($3 \times 10\% = 30\%$)
- 8 sessions de problemes al laboratori ($8 \times 5\% = 40\%$)
- 10 sessions de seminaris i discussió d'exercicis pràctics ($10 \times 2\% = 20\%$)

Sempre que es compleixi el següent criteri d'integritat de l'avaluació:

S'HA D'APROVAR L'EXAMEN FINAL, ALMENYS DOS DELS TRES PETITS EXÀMENS, ALMENYS EL 60% DELS EXERCICIS DE SEMINARI I COMPLETAR MÉS DEL 50% DE LES SESSIONS DE PROBLEMES PRÀCTICS PER APROVAR L'ASSIGNATURA.

5.2 Detall de l'avaluació

Examen Final

A l'examen final, es plantejarà un problema concret i una sèrie de preguntes d'anàlisi i disseny. El problema s'ha de resoldre en un temps limitat. Es podrà disposar dels apunts i de material complementari.

Què s'avaluarà?

Competències generals:

- Resolució de problemes
- Organització i planificació

Competències específiques:

- Capacitat d'analitzar i descobrir els requeriments d'un problema complex de l'enginyeria de programari
- Capacitat de dissenyar una solució per a un problema complex de programari a partir dels requeriments donats

Quan s'avaluarà?

- Durant el període d'exàmens finals del tercer trimestre

Tres petits exàmens

En un temps limitat, s'haurà de resoldre diversos petits exercicis que corresponen a l'aplicació dels conceptes. Els exercicis seran semblants als exercicis resolts abans en discussions de seminaris o al laboratori i s'enfoquen a una pràctica concreta o a un concepte específic.

Què s'avaluarà?

Competències generals:

- Resolució de problemes
- Organització i planificació

Competències específiques:

- Capacitat d'analitzar i descobrir els requeriments d'un problema complex de l'enginyeria de programari
- Capacitat de dissenyar una solució per a un problema complex de programari a partir dels requeriments donats
- Capacitat d'aplicar l'UML
- Capacitat d'aplicar conceptes de l'anàlisi i el disseny orientat a objectes
- Capacitat d'aplicar i usar patrons de l'enginyeria de programari
- Capacitat de distingir entre diferents metodologies de l'enginyeria de programari

Quan s'avaluarà?

- Aproximadament a la meitat de cadascun dels dos trimestres que formen l'assignatura i al final del primer trimestre de l'assignatura

Sessions de problemes al laboratori

En el laboratori, s'introduiran eines que donen suport les metodologies de l'enginyeria de programari i que conformaran fases d'un projecte per realitzar en equip i on es posaran en pràctica les competències generals i específiques. S'ha de col·laborar amb una altra persona i realitzar una comunicació pràctica tant oral com escrita adquirint els papers d'usuaris i de parts interessades.

Què s'avaluarà?

Competències generals:

- Resolució de problemes
- Organització i planificació
- Treball en equip
- Comunicació efectiva i eficient

Competències específiques:

- Capacitat d'analitzar i descobrir els requeriments d'un problema complex de l'enginyeria de programari
- Capacitat de dissenyar una solució per a un problema complex de programari a partir dels requeriments donats
- Capacitat d'aplicar l'UML

- Capacitat d'aplicar conceptes de l'anàlisi i el disseny orientat a objectes
- Capacitat d'aplicar i usar patrons de l'enginyeria de programari
- Capacitat de distingir entre diferents metodologies de l'enginyeria de programari

Quan s'avaluarà?

- Es reparteixen les 8 sessions de problemes durant els dos trimestres. Per tant, hi ha una sessió de problemes aproximadament cada 3 setmanes. Normalment, les activitats d'una sessió de problemes i laboratori s'hauran de completar durant la sessió i s'hauran d'entregar els resultats d'una sessió de problemes abans de la sessió següent.

Participació en seminaris i discussió d'exercicis pràctics

Durant les sessions de seminari, es discutiran les solucions i conceptes en casos i exercicis pràctics. Probablement es requerirà que els estudiants es presentin amb solucions parcials o completes i que s'exposin i es discuteixin davant de la classe o tutor. L'objectiu és aprofundir en les capacitats generals i específiques i aconseguir una retroalimentació i avaluació contínua.

Què s'avaluarà?

Competències generals:

- Resolució de problemes
- Organització i planificació
- Treball en equip
- Comunicació efectiva i eficient

Competències específiques:

- Capacitat d'analitzar i descobrir els requeriments d'un problema complex de l'enginyeria de programari
- Capacitat de dissenyar una solució per a un problema complex de programari a partir dels requeriments donats
- Capacitat d'aplicar l'UML
- Capacitat d'aplicar conceptes de l'anàlisi i el disseny orientat a objectes
- Capacitat d'aplicar i usar patrons de l'enginyeria de programari
- Capacitat de distingir entre diferents metodologies de l'enginyeria de programari

Quan s'avaluarà?

- Es reparteixen les 20 sessions de problemes durant els dos trimestres, és a dir, 10 sessions cada trimestre i, per tant, una sessió de seminari setmanal. Normalment, les activitats d'una sessió de seminari consisteixen en la discussió de solucions de casos concrets i problemes específics i en la discussió col·lectiva o presentació per part dels estudiants de les seves solucions per debatre alternatives i obtenir una retroalimentació del facilitador del seminari.

6. Metodologia

L'assignatura representa, per a l'estudiant, 18 sessions de teoria (2 hores cadascuna), 8 sessions de problemes als laboratoris (2 hores cadascuna) i 10 sessions de seminari (2 hores cadascuna) durant dos trimestres.

Les sessions de teoria són classes magistrals on participen tots els estudiants i s'introdueixen els conceptes teòrics bàsics, les metodologies i es demostren els procediments adequats per a la resolució de problemes complexos amb eines i tècniques de l'enginyeria de programari.

Les sessions de seminari són en grups petits i consisteixen en la discussió de problemes concrets i en la retroalimentació immediata derivada de la discussió constructiva de solucions proposades per els estudiants i facilitadors d'exercicis concrets.

Les sessions de problemes són en grups mitjans però els estudiants treballen per parelles en la culminació de fases d'un projecte de programari aplicant també eines concretes per a la producció de programari en un context d'enginyeria de programari. Aquestes sessions de laboratori tenen com a objectiu una realització pràctica i una il·lustració concreta que permet utilitzar eines com les eines CASE, IDE o les de control de versions. El seu objectiu es posar els conceptes teòrics en pràctica i serveixen per complementar les competències i les capacitats en un sentit real, concret i pràctic.

7. Fonts d'informació i recursos didàctics

7.1. Bibliografia bàsica

- Fowler, Martin. *UML distilled: a brief guide to the standard object modeling language* / Martin Fowler with Kendall Scott Reading (Mass.) : Addison-Wesley, cop. 2000
- Meyer, Bertrand. *Construcción de software orientado a objetos* / Bertrand Meyer traducción: Miguel Katrib Mora, Rafael García Bermejo, Salvador Sánchez ; revisión técnica: Jesús García. Madrid [etc.] : Prentice Hall, 1998
- Sommerville, Ian. *Software engineering* / Ian Sommerville Harlow : Addison-Wesley, 2009
- Larman. *Applying UML and patterns: an introduction to object-oriented analysis and design*

7.2. Bibliografia complementària

- Costal, Dolors. *Enginyeria del software especificació: especificació de sistemes orientats a objectes amb la notació UML* / Dolors Costal, M. Ribera Sancho, Ernest Teniente Barcelona: Edicions UPC, 2000
- Joyanes Aguilar, Luis. *Pla docent assignatura Estudis Programación orientada a objetos* / Luis Joyanes Aguilar Madrid: Osborne/McGraw-Hill, cop. 1998
- Peralta Giménez, Allen J. *Enginyeria del software: programació orientada a objectes* / Allen J. Peralta Giménez, Horacio Rodríguez Hontoria Barcelona: Edicions UPC, 1994 Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall PTR, cop. 1998
- Pressman, Roger S. *Ingeniería del software un enfoque práctico* / Roger S. Pressman adaptació: Darrel Ince traducción: Rafael Ojeda Martín [et al.] direcció, coordinació y revisió Madrid McGraw-Hill cop. 2002
- Schach, Stephen R. *Software engineering* / Stephen R. Schach Boston: Irwin, cop. 1993 Shtern, Victor
- Shtern, Victor. *Core C++: a software engineering approach* / Victor Shtern Upper Saddle River: Prentice Hall PTR, cop. 2000
- Stroustrup, Bjarne. *The C++ programming language* / Bjarne Stroustrup

7.3. Recursos didàctics

- Apunts en format lliure
- Col·lecció de problemes
- Web de l'assignatura al Moodle