



UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA

PROGRAMA DE DOCTORAT EN SOCIETAT DE LA INFORMACIÓ I EL CONEIXEMENT

TESI DOCTORAL

**L'especificació IMS-LD per a la
descripció formal d'itineraris
formatius adaptatius**

Autora: Ana Elena Guerrero Roldán

Directors: Dr. Julià Minguillón Alfonso i Dr. Josep Prieto Blázquez

Barcelona, gener de 2011

“In everything... uniformity is undesirable. Leaving something incomplete makes it interesting, and gives one the feeling that there is room for growth... ”

Japanese Essays In Idleness, 14th Century

Resum

La incorporació de les noves Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC) al camp de l'educació ha fet possible la creació de nous entorns per l'educació que faciliten els processos d'ensenyament i aprenentatge, afegint noves eines de treball i funcionalitats i fent possible la formació per a qualsevol individu de manera no presencial i asíncrona. En aquest sentit, la Universitat Oberta de Catalunya (UOC) és una universitat sorgida de la societat de la informació que disposa del seu propi entorn virtual d'aprenentatge, un laboratori únic per a la innovació docent. Seguint la “Declaració de Bolonya” i l’Espai Europeu d’Educació Superior (EEES), el model educatiu de la UOC està centrat en el concepte d’activitat com un mitjà per a que l’estudiant assoleixi noves competències i, cada vegada més, aposta per la flexibilitat i adaptació del procés d’aprenentatge.

En aquest marc, el present treball de tesi fa servir les TIC com un mitjà per a facilitar els processos d’adquisició de competències de cada estudiant. Es proposa la creació **d’itineraris formatius adaptatius** (IFAs) mitjançant l’especificació IMS-Learning Design (IMS-LD) per treballar la formació adaptativa. Aquesta consisteix en proporcionar als estudiants, en cada moment, les activitats i els recursos que més s’ajusten al seu perfil, oferint a cada estudiant un itinerari concret de formació. Conseqüentment, es produeix una adaptació constant a la progressió de l’estudiant que pot afavorir el seu procés d’aprenentatge, esdevenint un primer pas cap a la personalització, un dels objectius de l’EEES.

Amb aquest objectiu, es descriu com es realitza tant el disseny conceptual dels itineraris formatius adaptatius, com la seva creació i implementació amb IMS-LD. També es descriu el procés d’edició i execució dels itineraris amb les eines seleccionades (*ReCourse* i *CopperCore*) i es mostren les limitacions existents per implementar la formació adaptativa i com s’han abordat. Finalment, per demostrar la seva viabilitat i aplicació real en un entorn virtual d’aprenentatge, es realitzen dues proves pilot en el marc dels estudis d’Informàtica, Multimèdia i Telecomunicació a la UOC. En aquestes proves pilot s’han implementat diferents itineraris formatius adaptatius creats amb IMS-LD, proporcionant les bases d’un primer pas cap a la introducció de la formació adaptativa en l’educació superior.

Abstract

The inclusion of Information and Communication Technologies (ICT) in the field of education has made possible the creation of new environments for education that facilitate the processes of teaching and learning, adding new tools and features and making possible training for any individual using a distance and asynchronous model. The Open University of Catalonia (UOC) is a university arising from the information society that has its own virtual learning environment, a unique laboratory for educational innovation. Following the “Bologna Declaration” and the European Higher Education Area (EHEA), the UOC’s educational model is centered on the concept of activity as a means for the student to achieve new competences and, as a distance learning institution, the UOC is increasingly committed to flexibility and adaptability of the learning process.

In this context, this thesis tries to facilitate the learning process of each student by means of ICT. The work presented proposes **adaptive learning paths** using IMS-Learning Design (IMS-LD) in order to achieve adaptive learning. Adaptive learning provides students, at all times, activities and resources that best fits their profile, giving each student a specific learning path. Consequently, there is a constant adaptation to the progression of the students that can facilitate their learning process, becoming a first step towards personalization, one of the EHEA main objectives.

Our proposal describes the conceptual design of adaptive learning paths as well as their creation and implementation using IMS-LD. It also analyzes the edition and run-time processes of the adaptive learning paths using the selected tools (*ReCourse* and *CopperCore*) showing their limitations when this adaptive scenario is taken into account and providing solutions to the encountered shortcomings. Finally, as a proof of concept, we present two different experiments performed with subjects of the department of Computer Science, Multimedia and Telecommunications of the UOC. In these experiments, different adaptive learning paths have been implemented and tested using IMS-LD, providing the basis for a first step towards the introduction of adaptive learning paths in higher education.

Índex

Resum	i
Abstract	iii
Índex	v
Llistat de Figures	ix
Llistat de Taules	xiii
Llistat d'acrònims	xv
1 Introducció	1
1.1 Plantejament del tema de recerca	1
1.2 Objectius de recerca	4
1.3 Mètode, enfocament i fases de treball	5
1.4 Estructura del treball de tesi	7
2 L'educació superior i els Itineraris Formatius Adaptatius	9
2.1 L'Espai Europeu d'Educació Superior	9
2.1.1 Implicacions de la declaració de Bolonya	10
2.1.2 Estructura de l'Educació superior a Espanya	12
2.1.3 Organització curricular	14
2.1.4 El concepte d'itinerari	16
2.1.5 El procés d'aprenentatge en base a competències	17
2.1.6 Models pedagògics subjacents a l'EEES	22
2.1.7 Reconeixement acadèmic i professional	24
2.2 L'educació a distància	25
2.2.1 El cas de la UOC	26
2.3 Itineraris formatius	29
2.3.1 El procés de personalització	30
2.3.2 La formació adaptativa	32
2.3.3 Itineraris formatius adaptatius	35
2.3.4 Automatització d'IFAs	38

2.4	Resum	40
3	La descripció del procés d'aprenentatge virtual	43
3.1	Plataformes i estàndards per l'e-learning	44
3.1.1	Plataformes d'e-learning	44
3.1.2	Estàndards i especificacions per l'e-learning	47
3.2	L'especificació IMS-Learning Design	51
3.2.1	Visió general de l'especificació	51
3.2.2	Descripció d'IMS-LD	54
3.3	Funcionament d'IMS-LD	61
3.3.1	Nivell A	62
3.3.2	Nivells B i C	64
3.3.3	Consideracions	66
3.4	Disseny i execució d'una UA	67
3.4.1	Eines de disseny	69
3.4.2	Eines d'execució	72
3.4.3	Selecció d'eines	76
3.5	Relació d'IMS-LD amb altres estàndards i especificacions	77
3.6	Justificació de la tria d'IMS-LD	79
3.7	Experiències prèvies amb IMS-LD	80
3.8	Resum	84
4	Disseny i creació dels Itineraris Formatius Adaptatius amb IMS-LD	87
4.1	Disseny d'itineraris formatius adaptatius	87
4.1.1	Correspondència de les entitats	88
4.1.2	Conceptualització dels itineraris formatius adaptatius	90
4.1.3	Granularitat de les unitats	92
4.1.4	Definició i creació d'activitats	95
4.1.5	Especificació i assignació de rols	101
4.1.6	Definició de propietats i condicions	107
4.2	Creació d'itineraris formatius adaptatius	112
4.2.1	Entorn de treball	112
4.2.2	Procés de creació dels itineraris formatius	113
4.2.3	L'adaptació dels itineraris formatius	116
4.3	Resum	120
5	Implementació d'Itineraris Formatius: el cas de Criptografia	123
5.1	Objectius de la prova pilot	124
5.2	Descripció de l'assignatura	125
5.2.1	Coneixements previs	126
5.3	Disseny conceptual dels itineraris formatius	127
5.3.1	Adaptació inicial mitjançant un únic punt de decisió	130
5.4	Assignació dels estudiants als itineraris formatius	131

5.4.1	Disseny i creació del test inicial	132
5.4.2	Implementació del test inicial i itineraris formatius	137
5.5	Resultats obtinguts	140
5.5.1	Avaluació de l'eina creada	140
5.5.2	Assignació dels estudiants als itineraris i seguiment	143
5.5.3	Satisfacció dels estudiants, consultor i professor	146
5.6	Resum	150
6	Implementació d'Itineraris Formatius Adaptatius: el cas de Lògica	153
6.1	Objectius de la prova pilot	153
6.2	Descripció de l'assignatura	154
6.3	Disseny conceptual dels itineraris formatius adaptatius	157
6.3.1	L'adaptació dels itineraris	161
6.3.2	Els punts de decisió	166
6.4	Implementació dels itineraris formatius adaptatius amb IMS-LD	170
6.4.1	Creació dels itineraris formatius adaptatius	171
6.4.2	Determinació de l'itinerari formatiu	175
6.4.3	Disseny i creació del test inicial	182
6.5	Visualització de l'eina d'itineraris	186
6.5.1	Visualització del test inicial	187
6.5.2	Visualització dels itineraris: seguiment i adaptació.	188
6.6	Resultats obtinguts	194
6.6.1	Avaluació de l'eina	194
6.6.2	Assignació i seguiment dels itineraris formatius adaptatius	203
6.6.3	Satisfacció dels estudiants	211
6.6.4	Satisfacció del professor i consultor	214
6.7	Resum	219
7	Conclusions	221
7.1	Principals conclusions	221
7.2	Aportacions del treball de tesi	227
7.3	Línies futures de treball	229
7.4	Publicacions derivades	230
	Bibliografia	232
	Apèndixs	244
A	Estàndards i especificacions per l'e-learning	245
A.1	IMS-LIP	245
A.2	IEEE PAPI	247
A.3	IEEE LOM	248
A.4	SCORM	252

A.5	MPEG-7	253
A.6	IMS-QTI	254
A.7	Relació entre estàndards i especificacions	256
B	Els estudis d'Informàtica, Multimèdia i Telecomunicació	261
B.1	Perfil d'estudiant d'EIMT a la UOC	263
B.2	Continguts i activitats	264
B.3	Sistema d'avaluació	266
B.4	Dades generals de satisfacció	266
C	Informació de les proves pilots	267
C.1	Justificació dels casos triats	267
C.2	Informació de la prova pilot de Criptografia	269
	C.2.1 Test inicial	269
	C.2.2 Qüestionari final	271
C.3	Informació de la prova pilot de Lògica	275
	C.3.1 Test inicial	275
	C.3.2 Qüestionari final	277
D	Mapes de possibles dissenys dels Itineraris Formatius Adaptatius	283

Índex de figures

2.1	Estructura de l'EEES a Espanya.	13
2.2	Organització de la titulació en base a assignatures (model LRU).	14
2.3	Organització de la titulació en base a competències.	15
2.4	Piràmide de Bloom.	20
2.5	Representació gràfica dels diferents tipus d'itineraris.	37
2.6	Punt de decisió únic a l'inici de l'acció formativa.	39
2.7	Possibles punts de decisió durant l'acció formativa.	39
3.1	Esquema conceptual original de l'especificació IMS-LD.	55
3.2	Nivell A de l'especificació.	56
3.3	En color s'identifiquen les entitats del Nivell B de l'especificació.	60
3.4	En color s'indica el Nivell C de l'especificació.	60
3.5	Procés d'aprenentatge segons l'especificació IMS-LD.	61
3.6	Composició de l'entitat <i>method</i>	62
3.7	Composició mínima d'un mètode.	63
3.8	Procés d'execució de diferents plays.	63
3.9	Representació en seqüència de varis actes.	63
3.10	Representació d'un <i>rol-part</i>	63
3.11	Nivell C: Ubicació i funcionament de les condicions en el diagrama general.	65
3.12	Relació entre objectes compostos.	66
3.13	Fragment d'un fitxer <i>imsmanifest.xml</i>	67
3.14	L'editor Reload LD Editor.	70
3.15	L'editor CopperAuthor.	71
3.16	L'editor MOT+.	71
3.17	L'editor ReCourse.	72
3.18	Entorn visual de LAMS.	73
3.19	Entorn visual general d'edició de LAMS.	74
3.20	Interfície de CopperCore.	75
3.21	Interfície de dotLRN.	75
4.1	Identificació de les entitats de IMS-LD.	89
4.2	Itinerari únic per tots els estudiants.	91
4.3	Tres itineraris predeterminats segons perfils.	91

4.4	Tres itineraris que permeten canviar en funció del procés.	91
4.5	Nous itineraris sorgits a l'introduir l'adaptació.	92
4.6	Mòduls i activitats en una mateixa unitat.	94
4.7	Conjunt d'unitats que contenen diferents activitats per unitat.	94
4.8	Mòduls i activitats separades una a una.	94
4.9	Exemple d'unitats que representen globalment una assignatura.	95
4.10	Exemple d'activitat d'aprenentatge.	97
4.11	Exemple d'activitat de suport.	97
4.12	Exemple d'activitat estructurada.	98
4.13	Plantejament de diferents tipus d'activitats en una unitat.	99
4.14	Plantejament de diferents tipus d'activitats en diferents unitats.	99
4.15	Exemple d'activitats en les unitats o actes d'un IFA.	99
4.16	Assignació d'un mateix rol d'estudiant a tots els estudiants.	103
4.17	Assignació de dos rols diferents a dos grups d'estudiants.	103
4.18	Assignació d'un rol diferent a cada estudiant.	103
4.19	Assignació de rols estudiants per itineraris.	104
4.20	Exemple de canvi de rol d'estudiant.	104
4.21	Possible canvi d'itinerari i rol.	106
4.22	Condicions.	108
4.23	Canvi d'itinerari a l'inici de la formació.	109
4.24	Canvis d'itinerari durant la formació.	109
4.25	Mapa de possibles itineraris.	114
4.26	Creació d'itineraris, unitats i rols d'estudiant.	114
4.27	Creació d'una activitat amb ReCourse i assignació de mòduls.	115
4.28	Assignació de rols d'estudiant.	115
4.29	Introducció de notes i comentaris.	116
4.30	Interfície clicc per a crear estudiants.	119
4.31	Introducció de qualificació i comentaris.	119
4.32	Interfície clicc per a completar les unitats.	120
5.1	Organització de Criptografia.	128
5.2	Nova organització de Criptografia.	128
5.3	Nova organització de Criptografia segons parts comunes.	130
5.4	Nova organització de Criptografia amb test inicial.	130
5.5	Test inicial de Criptografia.	134
5.6	Missatge amb l'enllaç al test inicial.	137
5.7	Quadre de diàleg de la pàgina d'autenticació.	138
5.8	Test inicial.	138
5.9	Recomanació i tria d'itinerari.	139
5.10	Itinerari triat.	139
5.11	Exemple d'informació d'un estudiant.	140
5.12	Arbre de navegació.	141
5.13	Enllaç al qüestionari final.	147

6.1	Disseny de Lògica abans de la prova pilot.	158
6.2	Disseny dels tres itineraris formatius: Russell, Turing i Gödel.	159
6.3	Correspondència d'itineraris, continguts i perfils d'estudiants de Lògica.	160
6.4	Possibles canvis d'itinerari.	162
6.5	Correspondència d'unitats.	163
6.6	Itineraris formatius possibles sorgits de l'adaptació.	163
6.7	Itineraris finals.	164
6.8	Mapa d'itineraris visibles per l'estudiant.	165
6.9	Procés d'adaptació.	165
6.10	Primer punt de decisió que permet assignar estudiants a itineraris.	166
6.11	Ubicació dels punts de decisió després de la Unitat 1 (test inicial).	167
6.12	Itineraris amb dos punts de decisió.	168
6.13	Itineraris amb tres punts de decisió.	169
6.14	Disseny d'itineraris amb IMS-LD.	171
6.15	Mòduls i activitats en una mateixa unitat.	171
6.16	Assignació de "rols estudiants" per itineraris.	172
6.17	Correspondència de 'rol estudiant' amb cada itinerari.	172
6.18	Especificació de "rol estudiant" per cada itinerari formatiu.	172
6.19	Condició aplicada.	173
6.20	Procés de canvi de "rol estudiant".	174
6.21	Test inicial ubicat a l'itinerari Russell.	176
6.22	Reassignació d'itinerari.	176
6.23	Unitat de treball per l'itinerari Russell, Turing o Gödel.	177
6.24	Següents unitats de treball possibles.	177
6.25	Següent unitat de treball d'un itinerari diferent.	178
6.26	Següent unitat de treball d'un mateix itinerari.	178
6.27	Unitats descartades.	178
6.28	Següent unitat de treball de l'itinerari Gödel.	179
6.29	Properes unitats possibles de treball.	179
6.30	Possibles "rol estudiant" si l'estudiant es canvia o manté d'itinerari.	180
6.31	Darrera unitat de treball de tots els itineraris sense canvi de "rol estudiant".	181
6.32	Unitats recomanades en funció de la qualificació i feedback.	181
6.33	Creació d'una activitat tipus test amb ReCourse.	183
6.34	Assignació de rols al test inicial.	184
6.35	Introducció de preguntes i tipus de resposta.	184
6.36	Botó únic per enviar tots les respostes del test inicial.	187
6.37	Accés a l'eina d'itineraris.	188
6.38	Mostra d'algunes preguntes del test inicial.	188
6.39	Recomanació d'itinerari a l'estudiant.	189
6.40	Contingut de la unitat de l'eina d'itineraris.	190
6.41	Visualització de la PAC 1.	190
6.42	Qualificació i recomanació d'itinerari.	191

6.43	Següent unitat de treball de l'itinerari Turing.	191
6.44	Següent unitat de treball, canviant de l'itinerari Turing a Russell.	192
6.45	Següent unitat de treball l'itinerari Turing.	193
6.46	Següent unitat de treball canviant a l'itinerari Russell.	193
6.47	Canvi de tipus de recurs.	195
6.48	Unió de fitxers XML de les preguntes del test inicial.	196
6.49	Botons d'enviament de resposta individuals.	197
6.50	Seguiment d'itineraris.	207
6.51	Nombre d'estudiants que segueixen a la tercera fase.	208
6.52	Nombre d'estudiants que han finalitzat els IFAs.	208
6.53	Fluctuació d'estudiants en els IFAs.	209
6.54	Seguiment individual.	216
6.55	Seguiment grupal.	217
A.1	Representació d'elements i agents.	257
C.1	Criteri de resposta aplicat al test inicial per recomanar un itinerari.	278
D.1	Mapa de Lògica amb un nivell de granularitat alta.	283
D.2	Mapa de Lògica amb un nivell de granularitat mitja.	284

Índex de taules

2.1	Tipus de competències genèriques segons l'informe Tuning.	21
3.1	Síntesi de les eines d'edició.	76
3.2	Síntesi de les l'eines d'execució.	76
4.1	Exemple de privilegis dels rols <i>learner i staff</i>	102
5.1	Correspondència.	133
5.2	Síntesi del funcionament del test inicial.	143
5.3	Percentatge de resposta.	143
5.4	Recomanació d'itinerari formatiu.	145
5.5	Itinerari formatiu triat.	146
5.6	Nombre d'estudiants a l'itinerari triat versus recomanat.	146
5.7	Síntesi de dades.	150
6.1	Perfils d'estudiants habituals de Lògica.	159
6.2	Síntesi del funcionament de l'eina.	203
6.3	Síntesi de les accions del consultor i dels estudiants en l'eina.	203
6.4	Recomanació d'itinerari formatiu inicial.	204
6.5	Canvis d'itinerari inicial.	204
6.6	Distribució final dels estudiants a cada itinerari.	205
6.7	Recomanació realitzada versus recomanació idònia.	205
6.8	Percentatge d'estudiants que han finalitzat cada itinerari.	210
6.9	Seguiment de recomanacions d'unitats.	210
6.10	Resultats del primer bloc del qüestionari.	211
6.11	Resultats del segon bloc (I).	213
6.12	Resultats del segon bloc (II).	213
6.13	Resultats del segon bloc (III).	214
6.14	Síntesi de la valoració del consultor.	217
C.1	Síntesi de les característiques de les assignatures.	268

Llistat d'acrònims

AC Avaluació Continuada

ADL Advanced Distributed Learning

API Application Programming Interface

CEN Comité Europeo de Normalización

CMS Content Management System

C/LMS Course/Learning Management System

ECTS European Credit Transfer System

EEES Espai Europeu d'Educació Superior

EI Enginyeria Informàtica

EIMT Estudis d'Informàtica, Multimèdia i Telecomunicació

ETIS Enginyeria Tècnica en Informàtica de Sistemes

ETIG Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió

GMMD Graduat Multimèdia

HTML HyperText Markup Language

IBSTPI International Board of standards for training, Performance and instruction

IEEE LTSA Learning Technology System Architecture

IEEE LTSC Learning Technology Standards Committee

IEEE-PAPI IEEE- Personal and Private Information

IF Itinerari Formatiu

IFAs Itineraris Formatius Adaptatius

IMS Instructional Management System

IMS-CP IMS- Content Packaging

IMS-E IMS Enterprise

IMS-GLC IMS- Global Learning Consortium

IMS-LD IMS- Learning Design

IMS-LIP IMS- Learner Information Profile

IMS-QTI IMS- Question and Test Interoperability

LAMS Learning Activity Management System

LMS Learning Management System

LO/OA Learning Object/Objecte d'aprenentatge

LOM Learning Object Metadata

LRU Ley de Reforma Universitaria

MPEG Moving Pictures Experts Group

OUNL Open Universiteit Nederland

PAC Pràctica d'Avaluació Continuada

PRA Professor Responsable d'Assignatura

PV Prova de Validació

RRHH Recursos Humans

SCORM Sharable Content Object Reference Model

SGA Sistema de Gestió de l'Aprenentatge

TIC Tecnologies de la Informació i la Comunicació

UML Unified Modeling Language

UNED Universidad Nacional Española a Distancia

UOC Univesitat Oberta de Catalunya

UOL/UA Unit of Learning/Unitat d'aprenentatge

XML Extensible Markup Language

Capítol 1

Introducció

En aquest capítol es presenten el tema de recerca i la motivació per a realitzar aquest treball de tesi, partint de l'evolució de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) i del sistema educatiu superior en els darrers anys. També es descriu el tema central d'aquest treball de investigació, les preguntes plantejades i els objectius de recerca a assolir, així com el mètode i enfocament de la recerca realitzada. Finalment, es detallen les diferents fases de treball i l'estructura d'aquest treball de tesi.

1.1 Plantejament del tema de recerca

El procés de Bolonya¹ estableix que és essencial promoure el reconeixement formal de les habilitats i les competències mitjançant l'acció formativa, per tal de formar professionals competents en la societat de la informació i el coneixement. Degut al procés de convergència europea, el sistema universitari està evolucionant cap a la definició dels plans d'estudis en base a competències i amb un model d'aprenentatge centrat en l'activitat i no en els continguts. En aquest sentit, seguint l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES) és imprescindible definir les competències genèriques i específiques que han d'adquirir els estudiants en qualsevol titulació oficial de grau i postgrau, per anar concretant en cada assignatura quines competències han d'assolir al llarg de la titulació, així com quins continguts i recursos seran necessaris en l'acció formativa. Conseqüentment cal tenir en compte el perfil competencial i experiència professional prèvia dels estudiants, així com les seves necessitats formatives, per poder proporcionar un sistema de formació basat en competències.

¹<http://www.educacion.es/>

En aquest moment d'evolució en l'educació superior, es dona l'escenari l'ídoni per proposar un primer pas cap a un model de formació adaptativa que trenqui la rigidesa actual d'un curs, idèntic per tots els estudiants, proporcionant diferents camins de formació en funció del perfil competencial de cada estudiant. Aquesta evolució es planteja per dos motius principals:

- D'una banda, l'ús creixent de les tecnologies de les TIC per l'educació, fan latent el gran increment d'eines per l'e-learning i d'usos d'entorns virtuals per l'aprenentatge. Actualment existeixen diferents eines i estàndards per l'e-learning que pretenen millorar el procés d'aprenentatge i s'empren per facilitar els diferents sistemes de comunicació, la realització d'activitats i l'organització dels continguts. Per aquest motiu i seguint l'EEES, és d'especial rellevància l'estudi i anàlisi de les TIC en el procés d'ensenyament centrat en competències i com es pot millorar el procés de formació mitjançant la introducció de la formació adaptativa amb les TIC.
- D'altra banda, com es descriu a la declaració de Bolonya, els diferents tipus de competències es van assolint mitjançant la realització d'una o més activitats. És per aquest motiu que el model actual deixa d'estar centrat en els continguts i es centra en el concepte d'activitat com a eix de la formació. El conjunt d'activitats realitzades proporciona a l'estudiant un determinat nivell competencial que anirà creixent progressivament durant el decurs dels seus estudis, mitjançant la superació de cadascuna de les assignatures que conformen un grau, adquirint i desenvolupant així noves competències. La dualitat competència-activitat en front de grau-assignatura està present en el desenvolupament d'habilitats i és necessari treballar d'una manera interrelacionada el conjunt de competències a assolir en cada grau. Aquesta interrelació fa repensar l'actual estructura organitzativa dels nous graus. Tot i que aquesta continua essent semestral, les competències es van adquirint simultàniament mitjançant la realització de diferents assignatures que estan interrelacionades i, per tant, no són assignatures parcelades o estanques, sinó que estan estretament vinculades a d'altres assignatures diferents del pla d'estudis. D'aquesta manera es poden assolir diferents nivells d'una competència després de realitzar un conjunt d'assignatures, independentment del semestre. La semestralitat imposa una rigidesa estructural i organitzativa en l'aprenentatge que, tot i ser pot inamovible, es pot repensar des de les diferents àrees de coneixement incloent-hi una vinculació competencial.

Donada la confluència de les noves possibilitats de les TIC per l'educació i l'evolució del sistema educatiu superior, és possible plantejar un model de formació que afavoreixi la formació adaptativa centrada en l'estudiant com un mitjà per l'assoliment de noves competències. L'adaptació formativa pot afavorir el procés d'adquisició de competències, ja que té en compte el perfil acadèmic i professional de l'estudiant i proposa diferents camins de formació a mida que es va cursant cada assignatura. La proposta de diferents itineraris de formació, seguint l'EEES, es realitza sempre a partir del treball de l'estudiant i, per tant, en funció de la seva trajectòria formativa. Per aquest motiu, el present treball de tesi es centra en la creació d'itineraris formatius adaptatius (IFAs) mitjançant les TIC, com una proposta per a flexibilitzar i adaptar el procés d'aprenentatge en base a competències.

En la mateixa direcció, aquesta investigació pretén descriure una proposta didàctica mitjançant l'ús de les TIC, per formalitzar el procés d'aprenentatge creant itineraris formatius adaptatius en base a competències i tenint en compte els coneixements previs de l'estudiant. Com es pot deduir, cal establir mecanismes per reconèixer les competències aportades prèviament per cada estudiant i la seva experiència professional. Com enuncitava Ausubel [5], es produeix un aprenentatge significatiu quan l'estudiant connecta els nous coneixements amb els que tenia prèviament. És per això que un sistema de formació adaptatiu basat en itineraris adaptatius faria possible la concatenació de diferents activitats i recursos, en forma de propostes formatives ajustades a un conjunt d'estudiants amb perfil similar considerant el seu bagatge previ. D'aquesta manera, es promou el procés d'ensenyament i aprenentatge basat en competències que es proposa a la declaració de Bolonya i l'EEES i, igualment, el procés d'aprenentatge estaria evolucionant des d'un paradigma basat en els continguts cap a un paradigma on el concepte d'activitat i l'adquisició de competències, són clau.

Per aquest motiu, el present treball de tesi es contextualitza en l'entorn virtual d'aprenentatge de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC), el qual ja parteix d'un model pedagògic centrat en el concepte d'activitat i que compta amb una gran varietat d'eines aplicades a l'educació, pretenent millorar constantment l'acció docent a través d'un escenari d'aprenentatge cada vegada més adaptat a les necessitats de l'estudiant actual. A més, aquest treball també s'emmarca dintre del projecte de recerca PERSONAL(ONTO)², que consisteix en la personalització del procés d'aprenentatge en entorns virtuals emprant itineraris formatius adaptatius basats en ontologies i objectes

²PERSONAL(ONTO). TIN2006-15107-C02-01/02. <http://personal.uoc.edu/personalonto/>

d'aprenentatge reusables. Com per a qualsevol docent universitari involucrat en la definició i treball dels nous graus, que es dedica a la formació superior a través de la xarxa, pot ser molt útil la creació d'itineraris formatius adaptatius com un mitjà per a l'adquisició de competències que parteix dels diferents perfils d'estudiants.

1.2 Objectius de recerca

A partir del plantejament del tema de recerca, la motivació descrita per a realitzar aquest treball de tesi, l'estat actual de l'educació superior i la utilització de les noves tecnologies en l'aprenentatge virtual, es plantejen les següents qüestions:

- Quin instrument es pot emprar per conèixer les competències prèvies (acadèmiques i professionals) dels estudiants a l'inici de l'acció formativa?
- Com es poden emprar les noves tecnologies de la informació i la comunicació per adaptar el procés d'aprenentatge virtual en funció del perfil de l'estudiant?
- Com es realitza el procés d'adaptació en funció dels coneixements previs de l'estudiant i de les competències a adquirir durant del procés d'ensenyament-aprenentatge mitjançant les TIC?
- És viable l'automatització dels processos d'ensenyament i aprenentatge a partir d'eines per a l'e-learning que promoguin la formació adaptativa?

Per tal respondre aquestes qüestions, el present treball d'investigació es proposa assolir diferents objectius. **El principal objectiu d'aquest treball de tesi és la creació d'itineraris formatius adaptatius tenint en compte el perfil inicial de l'estudiant, els prerequisits per cursar una assignatura, les competències prèvies i la possible experiència professional de l'estudiant, així com les competències que va assolint durant el seu procés formatiu.**

En aquesta línia, per a la creació de itineraris formatius adaptatius es parteix dels estàndards i especificacions existents en l'e-learning i, per tant, d'aquells més adients per un entorn de formació virtual com és el cas de la UOC. D'aquesta manera, es pretèn adaptar el procés d'ensenyament-aprenentatge mitjançant l'ús de les TIC i afavorir l'adquisició de competències en funció de les necessitats educatives i del perfil del propi estudiant. Serà necessari, doncs, estudiar i analitzar les diferents eines tecnològiques que poden permetre la seqüenciació del procés d'aprenentatge amb la

finalitat d'ajustar-lo constantment al treball que va realitzant l'estudiant al llarg de l'assignatura. En aquesta direcció s'estableixen els següents objectius específics:

- Emprar un instrument que permeti identificar les competències, els coneixements previs i l'experiència professional de l'estudiant, respectant els estàndards i especificacions per l'e-learning.
- Analitzar els estàndards i especificacions existents en l'e-learning per a adaptar el procés d'aprenentatge en funció del perfil de l'estudiant.
- Identificar i establir una correspondència entre els diferents elements de l'escenari educatiu virtual i l'especificació o estàndard seleccionat.
- Dissenyar i crear itineraris formatius adaptatius atenent les particularitats de l'entorn d'aprenentatge.
- Implementar els itineraris formatius adaptatius en un escenari real com és el campus virtual de la Universitat Oberta de Catalunya, respectant els estàndards i especificacions per l'e-learning.
- Avaluar la implementació dels itineraris formatius adaptatius identificant les seves limitacions i avantatges.
- Identificar les implicacions que suposaria la implementació generalitzada del sistema proposat de personalització mitjançant itineraris formatius adaptatius en un entorn virtual d'aprenentatge, tant des de la perspectiva dels usuaris finals (equip docent i estudiants) com de la institució (suport tècnic).

1.3 Mètode, enfocament i fases de treball

En aquesta secció es descriu el mètode de treball i les diferents fases que s'han seguit per realitzar aquest treball de tesi. Per a realitzar aquesta investigació s'ha seguit el mètode de recerca qualitatiu descriptiu-explicatiu [83], a partir del qual s'han seleccionat un conjunt d'assignatures de diferents graus per tal d'analitzar els coneixements previs dels estudiants, descriure les competències a desenvolupar i explicar com es podrien generar itineraris formatius seguint les especificacions actuals per l'e-learning.

La investigació qualitativa, com assenyalen diversos autors [107, 32], pretén comprendre la realitat i descriure-la i es caracteritza per ser oberta i flexible. Tant l'escenari d'investigació com les persones que intervenen són considerades com un tot. És deductiva-inductiva, donat que a partir de la realitat que s'investiga es poden desenvolupar nous conceptes. Des de la mateixa perspectiva, altres autors [104] consideren que l'investigació qualitativa té tres característiques essencials: busca comprendre per mitjà de la implicació, destaca el paper de l'investigador en el procés d'investigació i construeix amb els implicats per mitjà de la comprensió. Com es defineix a [104] o [121], es tracta d'estudiar la particularitat i complexitat d'un fet per comprendre la seva activitat i completar-lo. En aquest sentit, arrel del procés de Bolonya, és necessari comprendre el nou escenari educatiu per proposar possibles implementacions del mateix i millorar el procés d'ensenyament-aprenentatge. Des d'aquesta perspectiva entenedora i descriptiva caldrà analitzar la realitat educativa de forma activa per proposar noves vies que completin el funcionament del sistema actual.

Per altra banda, a l'àrea de Tecnologia Educativa, l'enfocament més emprat per les investigacions ha estat l'enfocament tècnic-empíric. Aquest enfocament es centra en l'estudi del disseny, desenvolupament i avaluació dels medis. Com es comenta a [84], aquestes investigacions tenen com eix els aspectes tècnics dels medis, entesos com materials d'informació i instruments per a l'ensenyament i l'aprenentatge. En general, consisteixen en estudis de caràcter empíric que construeixen metodologies molt sistèmiques sobre el disseny i desenvolupament de medis per a l'educació. Es tenen en compte els aspectes diferencials dels usuaris, els contextos d'utilització i es produeix un procés d'avaluació. En aquest tipus d'investigacions s'acostumen a avaluar tant els aspectes tècnics i funcionals com els aspectes pedagògics. Per aquest motiu l'enfocament tècnic-empíric recolza la implementació i avaluació de qualsevol mitjà aplicat a l'ensenyament-aprenentatge amb finalitats educatives. És per aixó que la combinació d'una recerca descriptiva-explicativa amb un enfocament tècnic-empíric és la idònea per aquest treball de tesi. Permetrà descriure i explicar la realitat actual de l'educació superior i les noves tecnologies, per dissenyar i crear noves propostes educatives a través de les TIC. Posteriorment permetrà realitzar la seva implementació en el context universitari i permetrà avaluar els mitjans creats per descriure els resultats obtinguts en l'entorn educatiu.

Per a realitzar aquest treball de tesi seguint el mètode i l'enfocament de recerca comentat, s'han distingit les següents etapes o fases de treball:

1. Motivació i delimitació del treball de tesi.
2. Revisió de la literatura i estat actual del tema de tesi.
3. Formulació de la proposta de treball.
4. Disseny i creació de la proposta.
5. Implementació de la proposta en dos casos reals.
6. Avaluació dels resultats i formulació de conclusions.

Així, en una primera etapa es realitza l'estudi i descripció de l'estat actual de les diferents àrees de coneixement entre les quals es situa aquesta investigació i es presenta l'escenari actual de l'educació superior. Posteriorment es realitza un estudi de les plataformes, els estàndars i les especificacions existents per a l'e-learning i s'analitza en profunditat la seva aplicabilitat per implementar itineraris formatius adaptatius en entorns virtuals d'aprenentatge. Després de realitzar aquesta anàlisi es procedeix a formular la proposta d'investigació en el marc de la UOC, i es descriu el procés de disseny i creació de la proposta de treball. En les següents etapes de treball es descriuen les proves pilot realitzades per a implementar la proposta i s'avaluen els resultats obtinguts en funció dels objectius plantejats en l'investigació. Finalment, a la darrera etapa es formulen les conclusions obtingudes en el treball de tesi i es plantegen les futures línies de recerca.

1.4 Estructura del treball de tesi

Aquest treball de tesi s'ha estructurat en base a dos blocs de treball. El primer bloc fa referència al marc teòric, descrivint els antecedents i l'estat actual de l'educació superior i els estàndards i especificacions per a l'e-learning. El segon bloc es centra en el marc més experimental, descrivint el disseny, creació, implementació i avaluació d'itineraris formatius adaptatius mitjançant l'ús de diferents especificacions en un entorn real d'ensenyament i aprenentatge virtual com és la UOC.

El treball de tesi està organitzat com segueix: en el Capítol 2 es descriu la situació actual de l'educació superior i les directrius que marca la declaració de Bolonya. En la mateixa línia es descriu què supossa l'aplicació de la declaració a l'estructura actual del sistema universitari així com al procés d'ensenyament-aprenentatge basat en

competències. També es defineix el concepte d'itinerari formatiu adaptatiu, les seves implicacions i les experiències existents al voltant de la formació adaptativa.

Seguidament, en el Capítol 3 s'analitzen les diferents plataformes, estàndards, especificacions per l'e-learning i el seu grau d'idoneïtat per a la creació d'itineraris formatius adaptatius en el cas de la UOC tenint en compte les seves particularitats, el model educatiu, el model tecnològic i, el perfil de l'estudiant virtual. En aquest mateix capítol es seleccionen les especificacions de treball més adequades i es descriuen les seves característiques per a realitzar posteriorment la implementació dels itineraris formatius adaptatius en un entorn real.

En el Capítol 4 es realitza l'adequació i adopció de les especificacions seleccionades per a ser implementades en l'entorn virtual d'ensenyament i aprenentatge de la UOC. En concret, es proposa com realitzar aquesta adopció i com treballar amb l'especificació per crear itineraris formatius adaptatius.

En els Capítols 5 i 6 es realitza el disseny conceptual dels itineraris formatius, la seva creació mitjançant les eines existents d'edició i execució i, finalment, es realitza la implementació de l'eina d'itineraris formatius adaptatius. En aquests capítols es descriuen les proves pilot dutes a terme en el marc de dues assignatures (Criptografia i Lògica respectivament) dels Estudis d'Informàtica, Multimèdia i Telecomunicació (EIMT) per provar l'eina creada. En aquests mateixos capítols també es descriuen les diferències entre ambdues proves, com s'ha realitzat cadascuna d'elles, els resultats obtinguts a diferents nivells i també s'especifiquen les limitacions i avantatges trobades.

Finalment, en el Capítol 7 es detallen les conclusions derivades d'aquest treball de tesi, les publicacions obtingudes i es comenten les futures línies de recerca.

Capítol 2

L'educació superior i els Itineraris Formatius Adaptatius

En aquest capítol es descriuen les directrius bàsiques que marca la declaració de Bolonya i les línies en què es sustenta l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES), ja que serà la base per la creació d'itineraris formatius adaptatius en els estudis de grau. La introducció del concepte competencial als plans d'estudi afecta directament al binomi ensenyament-aprenentatge; els models pedagògics aplicats fins ara necessiten ser redefinits per afavorir els processos educatius centrats en competències. La dedicació, les activitats, els recursos didàctics i l'expertesa acadèmica i professional dels estudiants esdevenen l'eix central entorn al qual s'articula el procés d'aprenentatge basat en competències. En aquesta línia, en el present capítol es realitza una revisió de l'estat actual de l'educació superior i es defineix el concepte de competència i d'itinerari formatiu adaptatiu com un primer pas cap a la formació adaptativa.

2.1 L'Espai Europeu d'Educació Superior

Actualment el procés de Bolonya hauria de ser àmpliament conegut per qualsevol docent implicat en l'educació superior. Té els seus inicis en 1988, quan un conjunt de rectors de diferents universitats es van reunir a la Universitat de Bolonya per tractar a nivell europeu el desenvolupament de la humanitat a nivell cultural, científic i tècnic. Deu anys més tard, alguns ministres responsables de l'educació superior a Europa (entre ells Alemanya, França, Itàlia i Regne Unit) es van reunir a la Universitat de París per pensar en una Europa única que, no només ha estat creada per l'economia,

sinó també per una educació del coneixement. D'aquesta reunió sorgeix la “Declaració de la Sorbona” al 1998.

Quasi un any després, vint-i-nou països europeus signaven la “Declaració de Bolonya”¹, destacant així la importància del sistema europeu d'educació superior i promovent la creació d'un sistema europeu conjunt i comparable a qualsevol país d'Europa. Com enuncia la declaració:

En l'actualitat, l'Europa del coneixement està àmpliament reconeguda com un factor irremplaçable per al creixement social i humà i és un component indispensable per consolidar i enriquir la ciutadania europea, capaç de donar als seus ciutadans les competències necessàries per afrontar els reptes del nou mil·lenni, junt amb una consciència de compartició de valors i pertinença a un espai social i cultural comú.

Des de bon principi, doncs, es posa èmfasi en que les universitats han de crear ciutadans competents i, per tant, han de proporcionar als estudiants totes aquelles habilitats i competències necessàries per viure i treballar en l'Europa del coneixement.

2.1.1 Implicacions de la declaració de Bolonya

La “Declaració de Bolonya” no només enuncia el treball de les competències i les habilitats, sinó que marca l'inici d'un procés de reforma educativa, conegut com el *procés de Bolonya*. Aquest procés té com a elements clau altres objectius de vital importància pel sistema educatiu. La mateixa declaració els enuncia com segueix:

- L'adopció d'un sistema de titulacions fàcilment comprensible i comparable, fins i tot a través de la posada en marxa del suplement al diploma, per promocionar l'obtenció d'ocupació i la competitivitat del sistema d'educació superior europeu.
- L'adopció d'un sistema basat essencialment en dos cicles fonamentals: grau i postgrau. L'accés al segon cicle requerirà que els estudis de primer cicle s'hagin completat amb èxit. El diploma de grau obtingut després del primer cicle també serà considerat en el mercat laboral europeu com un nivell adequat de qualificació. El postgrau conduirà al grau de mestria i/o doctorat, com en molts països europeus.

¹<http://www.educacion.es/dctm/boloniaeees/documentos/02que/declaracion-bolonia.pdf?documentId=0901e72b8004aa6a>

- L'establiment d'un sistema de crèdits anomenat *European Credit Transfer System* (ECTS), com a mitjà adequat per promocionar una mobilitat estudiantil més àmplia. Els crèdits es podran aconseguir també fora de les institucions d'educació superior, entre d'altres maneres amb l'experiència adquirida durant la vida, sempre que estigui reconeguda per les universitats receptores involucrades.
- La promoció de la mobilitat, amb l'eliminació dels obstacles per a l'exercici efectiu de lliure intercanvi i prestant una atenció particular a:
 - l'accés a oportunitats d'estudi i formació i serveis relacionats per als alumnes;
 - el reconeixement i la valoració dels períodes d'estada en institucions d'investigació, ensenyament i formació europees, sense perjudici dels seus drets estatutaris, per a professors, investigadors i personal d'administració.
- La promoció de la cooperació europea per garantir la qualitat per tal de desenvolupar criteris i metodologies comparables.
- La promoció de les dimensions europees necessàries en educació superior, particularment dirigides al desenvolupament curricular, cooperació entre institucions, esquemes de mobilitat i programes d'estudi, integració de la formació i investigació.

Els objectius marcats en la "Declaració de Bolonya" s'han anat perfilant posteriorment en diferents declaracions o comunicats, com són els de Praga (2001), Barcelona (2002), Berlín (2003) o Londres (2007), entre d'altres. Cadascun d'ells fa èmfasi en algun dels objectius enunciats anteriorment i els van perfilant a mida que es va desenvolupant i instaurant a tota Europa aquest procés de reforma educativa universitària. Aquest procés és també conegut com l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES), que és al qual han d'arribar totes les universitats europees per a promocionar la mobilitat entre estudiants, la capacitat d'obtenció d'ocupació i el desenvolupament general i competencial dels seus ciutadans.

Fruit dels acords comentats anteriorment, l'estructura educativa universitària comença a evolucionar cap a l'EEES. Les anteriors denominacions de Diplomatura, Enginyeries tècniques i superiors, Llicenciatura, Postgrau i Màster queden redefinides a només dos nivells, essent aquests el grau i el màster. El tercer nivell fa referència al doctorat.

2.1.2 Estructura de l'Educació superior a Espanya

A Espanya la nova estructura universitària defineix un grau en 240 ECTS (a excepció dels estudis d'Arquitectura i Medicina, amb 360 i 375 crèdits respectivament). El pla d'estudis conté un mínim de 60 crèdits ECTS de formació bàsica, dels quals, almenys 36, estan vinculats a matèries de la branca de coneixement la qual s'adscriu el grau. A més, totes les titulacions de grau inclouen un treball final de grau (TFG) que pot tenir entre 6 i 30 crèdits ECTS.

En els estudis de grau, a més, es poden trobar els Minors i les Mencions. Per Minor s'entén un conjunt de crèdits (entre 12 i 24 ECTS) que un estudiant pot triar d'un altre grau. Aquests crèdits són optatius i, per tant, l'estudiant pot decidir o no optar per obtenir un Minor. A diferència del Minor, les Mencions fan referència a un conjunt de crèdits també optatius, però del mateix grau. En l'actualitat encara s'està debatent el valor de crèdits ECTS que s'otorga per una Menció, tot i que s'està optant per una totalitat de 36 crèdits.

Per altra banda, els ensenyaments de màster són de caràcter més especialitzat o multidisciplinari i s'orienten a l'especialització acadèmica o professional, o bé a promoure la iniciació en tasques de recerca. Per a obtenir el títol de màster universitari s'han de superar un mínim de 60 crèdits ECTS. El pla d'estudis d'algunes titulacions de màster podrà, però, ampliar el nombre de crèdits que s'han de superar fins a un màxim de 120 crèdits. Finalment, els programes de doctorat inclouen un període de formació i un d'investigació. El període de formació constarà de 60 ECTS, que podran ser d'estudis de màster (d'un o diversos màsters) o bé activitats formatives universitàries específicament dissenyades o seleccionades per al programa de doctorat.

L'escenari d'educació superior queda definit com mostra la Figura 2.1.

Com s'ha anat comentant, en els nous ensenyaments que segueixen l'EEES la càrrega de treball està mesurada en crèdits ECTS. En aquest model, cada crèdit té un valor aproximat d'entre 25 i 30 hores d'aprenentatge que inclouen tasques molt més àmplies de les que comptabilitzava el crèdit anterior segon el model LRU². El crèdit ECTS inclou des de les hores d'estudi i dedicació a una assignatura, a realitzar les activitats, l'examen i atendre a les classes, fins el desplaçament de l'estudiant a la universitat o el temps de descàrrega d'un material en línia, hores dedicades a la planificació i l'organització de tasques, la realització de treballs i pràctiques, hores de treball amb

²Ley de Reforma Universitaria: http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-1987-27707

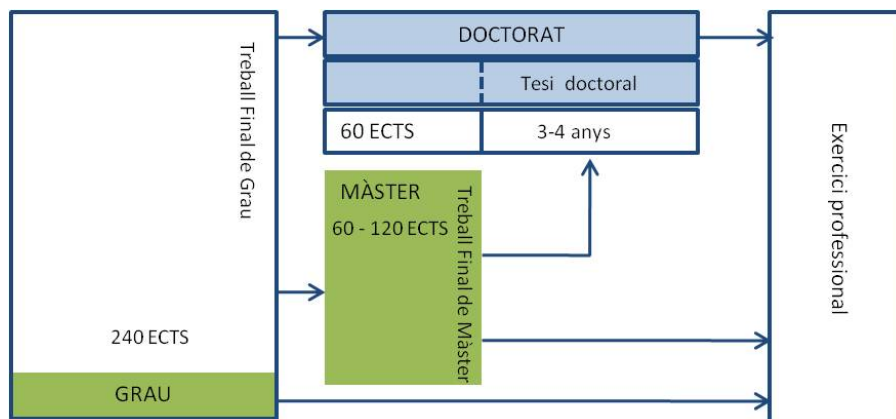


Figura 2.1: Estructura de l'EEES a Espanya.

altres companys, temps de realització de proves d'avaluació, etc.

L'objectiu de crear un sistema de mesura com el crèdit ECTS no és un altre que el reconeixement dels mateixos títols a tota Europa, reconeixent les competències de qualsevol titulació en funció de la branca i, generant així, professionals actius i formats de manera més homogènia, obtenint un marc comú de perfils professionals. La utilització d'aquest estàndard, adoptat per totes les universitats del nou espai europeu, té per objectiu compartir un sistema de mesura únic que permeti comparar la càrrega lectiva de les titulacions. A més, així s'afavoreix i fomenta la mobilitat estudiantil i professional a Europa. Aquest nou model universitari ha de començar a estar implementat al curs 2010/2011. En el moment de dipositar aquest treball doctoral ja s'està desplegant i implementant nous graus a totes les universitat espanyoles.

En termes de competències, l'estructura que marca el procés de Bolonya implica, doncs, per una banda la reestructuració de les titulacions, seleccionant les assignatures comunes i transversals, així com les assignatures específiques de la disciplina; i, per una altra, implica un canvi de paradigma educatiu. L'eix central ja no són els continguts a treballar sinó les activitats mitjançant les quals s'adquireixen i desenvolupen competències acadèmiques i professionals. Les activitats s'han de redefinir perquè l'estudiant adquireixi unes habilitats i destreses que al final de la titulació el facin competent en la seva àrea i vàlid per a ocupar un lloc de treball en qualsevol punt d'Europa. L'aspecte més crític d'aquest procés suposa pensar com es poden abordar les competències prèvies que té un estudiant i com desenvolupar, mitjançant activitats i el treball amb recursos didàctics, les competències que són necessàries en la titulació, alhora que es garanteix que adquireix les competències clau i específiques del grau que

cursa.

2.1.3 Organització curricular

Implementar la declaració de Bolonya implica reconsiderar com es dissenyen les activitats i els recursos per afavorir l'adquisició de competències. Actualment la majoria de les titulacions que s'oferten estan planificades i organitzades en 8 semestres acadèmics (model LRU). Durant aquest període l'estudiant va cursant diferents assignatures que estan centrades en continguts i no en l'adquisició de competències, organització que mostra la Figura 2.2.

En cada semestre l'estudiant es matricula d'un cert nombre d'assignatures, cadascuna de les quals planteja un conjunt d'objectius que són avaluats mitjançant la realització d'una o més activitats i pràctiques. Cada assignatura utilitza una col·lecció de recursos educatius de suport que, normalment, no és compartida amb altres assignatures, ni tan sols entre les afins en una mateixa àrea de coneixement.

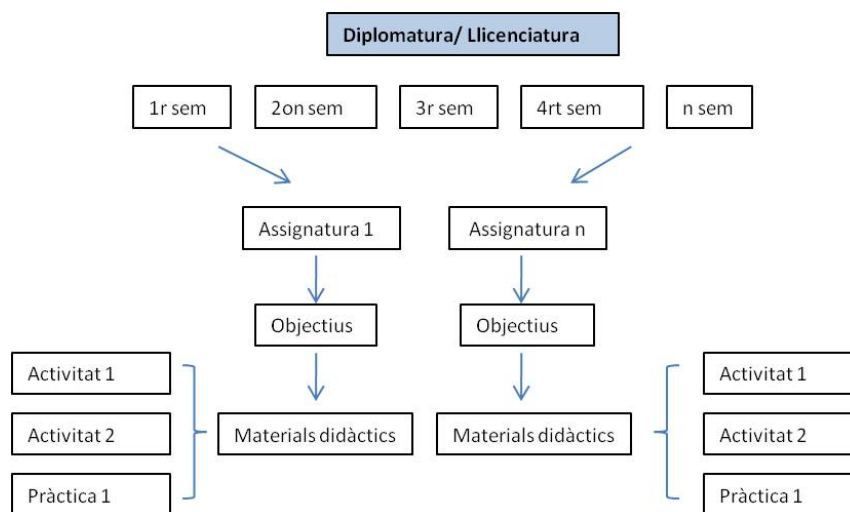


Figura 2.2: Organització de la titulació en base a assignatures (model LRU).

El procés de convergència europea suposa un canvi de paradigma, ja que els graus s'han de centrar en les activitats (de fet en les competències a adquirir) i no en els continguts. És a dir, es passa d'un model basat en la transmissió de continguts, on l'estudiant adopta un rol passiu, a un model basat en l'adquisició i desenvolupament competencial, on l'estudiant ha d'adoptar un rol actiu i ser partícip de tot el procés d'aprenentatge, des de la seva concepció inicial fins a la consecució dels objectius proposats, de forma progressiva al llarg de tot el procés.

Això significa que una competència no s'adquireix únicament en una assignatura, sinó que pot ser adquirida cursant un conjunt d'assignatures en un o més semestres i, per tant, algunes assignatures la introdueixen i en d'altres es van consolidant, existint doncs el concepte de nivell competencial. L'estructura semestral actual resulta massa rígida per aconseguir l'adquisició de competències i es comença a treballar en una organització del grau més flexible i oberta que respongui al nou plantejament.

Tal i com mostra la Figura 2.3, l'estructura semestral manca de sentit per poder treballar les competències, encara que és clarament necessària per motius organitzatius. En aquest cas, un canvi metodològic de l'enfocament adoptat per assolir els objectius docents proposats en un grau implica una reorganització limitada per l'estructura semestral, que es podria resoldre amb un sistema de treball més flexible i emprant parcialment les TIC.

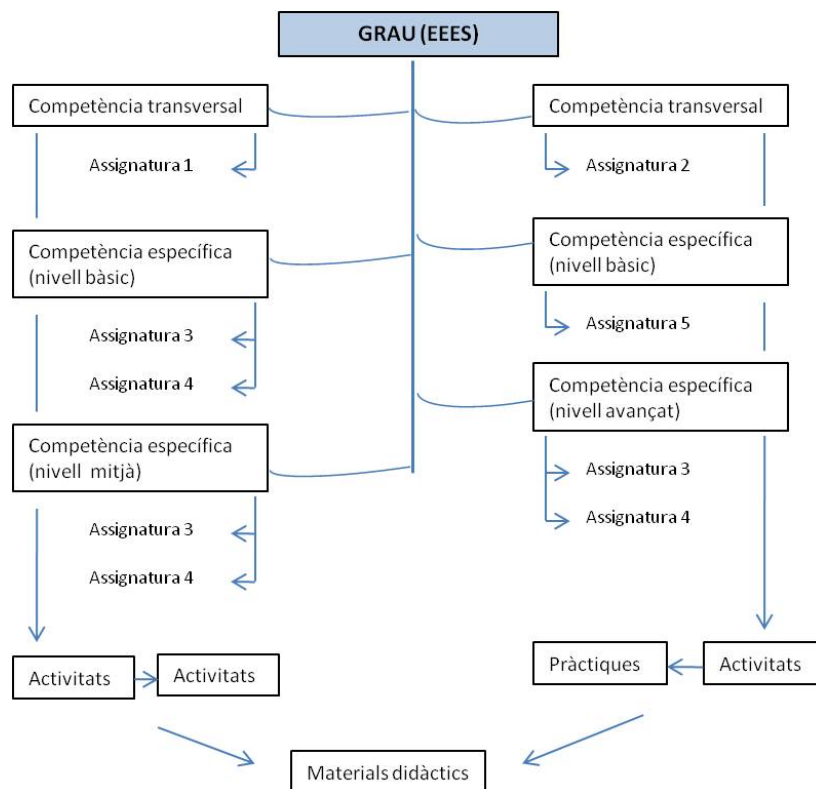


Figura 2.3: Organització de la titulació en base a competències.

És a dir, s'ha d'apostar per un sistema més flexible que aconseguixi que els estudiants siguin avaluats prèviament en funció de les competències que ja posseeixen i, posteriorment, comencin a treballar aquelles competències que siguin les transversals del seu grau i continuar progressivament amb les competències específiques de la

titulació i finalitzar així amb l'adquisició de les competències específiques més professionalitzadores.

2.1.4 El concepte d'itinerari

Una de les possibles opcions que més s'ajusta a aquest nou paradigma pot ser la creació d'itineraris adaptatius en els graus, tenint en compte el perfil acadèmic i professional de l'estudiant. D'aquesta manera es poden crear itineraris en funció de les competències prèvies i, també, de les que va adquirint durant el seu treball al llarg de la titulació. Així, el procés d'aprenentatge de l'estudiant és més flexible i, al seu torn, més adaptat al seu perfil i a les seves pròpies necessitats formatives. Les activitats poden ser pensades i organitzades en funció de les competències que ha adquirir en cada moment i com les va adquirint. Encara que l'estructura semestral resulta molt rígida, és la que s'haurà de seguir igualment seguint la declaració de Bolonya per motius organitzatius, però si s'aconsegueix redefinir l'organització de les assignatures que formen cada semestre partint d'itineraris basats en competències, es podrà assolir un grau d'adaptació més elevat cap al procés de Bolonya.

Mitjançant els itineraris formatius, l'estructura organitzativa es pot adaptar a diferents nivells, com són el nivell d'assignatura, de semestre i de grau. Establir itineraris formatius a aquests nivells permetria, a més, potenciar la personalització de l'aprenentatge adaptant els continguts d'una assignatura als coneixements de l'estudiant, alhora que proposar el treball d'un conjunt d'assignatures encaminat a l'obtenció d'un conjunt de competències que no es poden adquirir de forma aïllada cursant una sola assignatura. Aquests tres nivells d'itineraris formatius es donaran en diferents terminis, de tal manera que a curt termini es crea l'itinerari a nivell d'assignatura, a mig termini el conjunt d'assignatures que formen cada semestre acadèmic i, a llarg termini s'obtenen els diferents itineraris formatius de grau. El concepte d'itinerari a diferents nivells es pot veure com la planificació d'un viatge on s'usen mapes a diferents escales: en el nivell més alt, existiria un mapa de tota una zona o regió, com ara un continent; en el nivell intermig, existiria un mapa d'un país, com ara França; en el nivell més baix, existiria un mapa dels carrers d'una ciutat, com ara París.

El canvi de paradigma implica que el procés d'aprenentatge estigui centrat en les activitats (i indirectament en els recursos usats en les mateixes) com a eix per adquirir competències, que no pas en el temari de cada assignatura. Per això es destaca la importància que l'estudiant sigui el centre del procés d'ensenyament-aprenentatge i a

través de les activitats vagi adquirint una sèrie d'habilitats i destreses que formin un professional competent. Aquest canvi de paradigma també implica que els recursos associats a cadascuna de les activitats han de replantejar-se per respondre a les noves necessitats, passant de ser el centre de l'assignatura a un element més del procés d'aprenentatge. Es trenca, per tant, el binomi contingut-assignatura i es potencia un enfocament basat en competències.

2.1.5 El procés d'aprenentatge en base a competències

Seguint els paràmetres de l'EEES, l'evolució dels graus i postgraus ha de posar èmfasi en la definició de les competències que han d'assolir els estudiants que cursin qualsevol titulació oficial. El concepte de competència ha estat, com era d'esperar, durant els darrers anys objecte de moltes discussions. En funció del camp professional, les seves acepcions fan variar considerablement la manera de treballar-les per a que siguin impartides a nivell curricular i alhora reverteixin directament en el desenvolupament professional, com es veurà a continuació.

En un primer pas del procés d'establiment de les competències s'ha partit de l'estudi del mercat laboral, per després ajustar el currículum i fer als ciutadans realment competents i compatibles amb la societat actual basada en les TIC, sense perdre de vista el treball i l'aprenentatge dels continguts específics de cada titulació oferida.

El terme de competència està àmpliament definit en la literatura i sovint està vinculat a àrees professionals. A nivell europeu es va realitzar el projecte Tuning [49], on es va realitzar un estudi sobre què són les competències i quines s'han treballar en els diferents graus. En el citat projecte, el concepte de competència queda definit com una combinació d'atributs (respecte al coneixement, aptituds i destreses) que descriuen el nivell o grau de suficiència amb que una persona és capaç de desenvolupar-los i dur-los a terme. El terme de competència està associat a altre termes amb significats molt similars: capacitat, atribut, destresa i habilitat.

A l'informe Tuning, les competències i les destreses estan explicitades com el conèixer i comprendre (coneixement teòric), saber com actuar (aplicació pràctica del coneixement) i saber com ser (els valors i l'ètica com la forma de percebre als altres i viure en un context social). Aquest conjunt d'explicitacions és clau a l'hora de crear els perfils comuns en qualsevol titulació europea i també per a que siguin reconeguts.

Per altra banda, l'Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic [90] va realitzar un estudi sobre competències, anomenat DESECO [35] (*Definition and*

SElection of COmpetencies). En aquest estudi, una competència és definida com la capacitat per a respondre a les demandes i portar a terme una tasca de forma adient. Cada competència es construeix a través d'una combinació d'habilitats cognitives i pràctiques, coneixement, motivació, valors, actituds, emocions i altres components socials i conductuals.

Des d'un punt de vista legal, la *Ley Orgánica 5/2002 del 19 de junio de las Cualificaciones y de la Formación Profesional* [9], defineix la competència professional com el conjunt de coneixements i capacitats que permeten l'exercici de l'activitat professional segons les exigències de la producció i la feina.

En canvi, des d'un punt de vista de l'àrea de Recursos Humans (RRHH), podem trobar referències molt similars i que, per tant, són aplicables en el context universitari i més des del punt de vista professionalitzador. Un clar exemple és la definició d'un autor clàssic com Hayes [59]. Segons Hayes, les competències són motiu genèric de coneixement, tracte, rol social o habilitat d'una persona que manifesta en la seva posada en pràctica en una feina. Prèviament a Hayes, trobem autors remarcables en l'àrea de RRHH com és el cas de Flanagan [41] o White [116]. Posteriorment, cal remarcar l'aportació de Boyatzis [11] amb *The Job Assessment Competence Method*, en la qual un conjunt de professionals i empreses pretenen avaluar les competències que ha de tenir qualsevol professional que es dediqui a càrrecs de direcció. La gran novetat va ser que es va analitzar, en primer lloc, quines eren les funcions d'un director i el tipus de demandes que rebia i, en segon lloc, l'anàlisi de l'entorn organitzatiu de la feina, per finalment poder determinar quines eren les competències i analitzar-les. Aquest model ha estat emprat al llarg dels anys i encara és vigent per a estudiar el treball en competències i com es poden adquirir. Una de les dades més interessants que va aportar aquest autor va ser l'anàlisi de l'entorn. En el cas d'entorns virtuals d'aprenentatge, aquesta anàlisi pot ser de gran interès.

Actualment i des de l'*United Nation Industrial Development Organization* [44] es defineix una competència com un conjunt d'habilitats relacionades amb el coneixement i els atributs que permeten a un individu realitzar una tasca o una activitat en una feina o funció específica. Un model de competències és una llista de coneixements, vàlida i observable, d'habilitats i atributs demostrades mitjançant el comportament que resulta de realitzar una activitat en un context particular. Normalment, un model de competències inclou el títol de la competència, definicions de la competència esmentada i els indicadors claus de comportament.

Finalment, en la mateixa línia, experts actuals³ [99] de RRHH defineixen una competència posant èmfasi en les característiques d'una persona que és capaç de dur a terme una tasca en una feina, rol o situació donada. Les competències des d'aquesta definició són vistes com un seguit d'objectius. Consisteixen en un bloc de coneixements, actituds i habilitats que afecten a l'individu a l'hora de actuar. Tot i que hi ha altres autors destacats en l'àrea de RRHH que defineixen el terme competència, els citats anteriorment ja mostren l'evolució i l'amplitud del terme al llarg del temps.

En sentit general, doncs, una competència es pot definir com 'una característica subjacent que condueix a una actuació, que pot incloure coneixement i habilitats així com cossos de coneixement i nivells de motivació' [99]. Cal remarcar que en la revisió de la literatura existent es troba una al·lusió constant a l'ambigüitat del terme 'competència' i les seves definicions, sovint en llengua anglesa es parla indistintament de 'competence' i/o 'competency'. Des de l'*International Board of Standards for Training, Performance and Instruction*⁴ (IBSTPI), s'aposta per terme 'competency' perquè denota habilitat i coneixement intel·lectual, mentre que 'competence' denota l'estat d'estar qualificat. Els documents de treball de l'IBSTPI, a més, defineixen un model competencial com un conjunt de tres components principals: dominis, competències i la posada en pràctica dels indicadors associats a cada competència. Un domini és un grup de competències relacionades. Cada domini categoritza un grup de competències en una àrea d'activitats i identifica el tema per aquest grup. Els indicadors de la posada en pràctica no pretenen indicar com es du a terme una tasca o un pas en un procés específic, sinó que pretenen reflectir com es pot reconèixer la posada en escena de la competència. Les competències i els indicadors que les representen són estructuralment els mateixos, diferint únicament en el nivell de detall i especificitat.

La perspectiva de l'IBSTPI té el seu origen en la coneguda Taxonomia de Bloom [8], la qual classifica els objectius educatius en tres dominis: cognitiu, afectiu i psicomotor. Aquesta taxonomia de comportament de l'aprenentatge pot ser pensada com a objectiu en el procés de formació i això vol dir que un estudiant, després d'una sessió de formació, ha d'haver adquirit nous coneixements, habilitats i/o actituds. Basant-se en aquests tres dominis, Bloom classifica les competències que l'estudiant pot adquirir i en quin nivell associant a cadascun dels nivells de l'escala diferents verbs. El nivell d'aprenentatge es descriu mitjançant el grau d'assoliment dels objectius i competències, ja sigui intel·lectualment o mitjançant l'experiència. Després de l'acció formativa, l'estu-

³<http://www.toptenhrs.com/>

⁴<http://www.ibstpi.org/>

diant ha hagut d'assolir nous coneixements, habilitats i competències i les ha de saber posar en pràctica.

En el primer domini, el cognitiu, Bloom va identificar sis nivells objectivables (Figura 2.4) que van des del simple reconeixement de fets (nivell inferior) fins l'avaluació crítica (nivell superior). En aquesta taxonomia s'estableixen també les relacions entre les competències i les habilitats demostrades mitjançant una estructura piramidal: coneixement, comprensió, aplicació, anàlisi, síntesi i avaluació. Cada competència en la piràmide està inclosa en els nivells superiors; les primeres són considerades com a bàsiques, mentre que per assolir les tres darreres l'estudiant necessita unes habilitats més avançades. En el segon domini, el domini afectiu, Bloom estableix cinc nivells (percepció, resposta, valoració, organització i caracterització) en base als mateixos paràmetres, al igual que en el cas del tercer domini, el psicomotor, el menys elaborat.

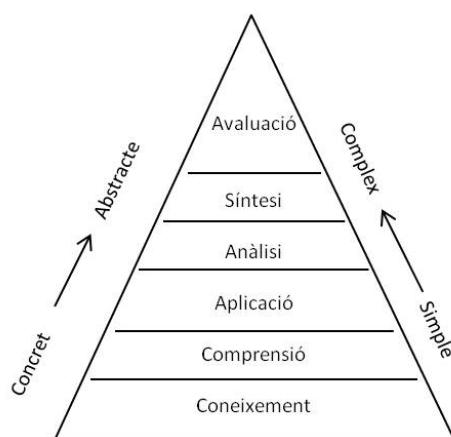


Figura 2.4: Piràmide de Bloom.

Com s'ha comentat anteriorment, una altra possible taxonomia és la descrita en el projecte Tuning, la qual també coincideix amb la taxonomia de Bloom, constatant que una persona no té una competència en termes absoluts sinó que té un grau o nivell competencial que es pot anar desenvolupant contínuament. En aquest projecte en concret les competències es classifiquen en dos tipus: generals i específiques. Les competències generals són les que es consideren importants i comuns a qualsevol grau, mentre que les competències específiques estan relacionades amb una àrea de coneixement específica o camp d'estudi.

Les competències genèriques poden ser de tres tipus, com es descriu en la Taula 2.1:

Tipus de competència	Descripció
Instrumental	Capacitats cognitives, metodològiques, tecnològiques i lingüístiques.
Interpersonal	Capacitats individuals com habilitats socials (interacció i cooperació social)
Sistèmica	Capacitats i habilitats relacionades amb sistemes globals (combinació de comprensió, habilitats i coneixements); per assolir-les és necessari adquirir prèviament les competències instrumentals i interpersonals.

Taula 2.1: Tipus de competències genèriques segons l'informe Tuning.

Un exemple de cadascuna d'elles seria:

- Instrumentals: els coneixements bàsics amb l'ordinador.
- Interpersonals: l'habilitat de treball en equips interdisciplinaris, de comunicació.
- Sistèmiques: la capacitat d'aplicar o posar en pràctica el coneixement adquirit o la capacitat per adaptar-se a noves situacions.

Alguns autors com Williams [118] van més enllà en la línia de l'àrea de Recursos Humans comentada anteriorment i relacionen les competències i habilitats amb diferents rols. Estableixen tretze rols que intervenen en el procés d'ensenyament-aprenentatge i tretze competències generals. En aquest cas, no es tracta únicament de les competències que ha d'assolir l'estudiant, sinó de les competències que han de tenir els diferents actors involucrats en el procés de formació.

Com es pot veure a través de l'evolució del concepte de competència, al llarg del temps aquestes es poden classificar en dos tipus, generals i específiques (incloent-hi les transversals dintre les generals), amb tres nivells d'assoliment (baix, mitjà, alt, tot i que, a vegades també un quart, expert) i es poden associar als diferents actors i rols en el procés d'ensenyament-aprenentatge (com ara professor, estudiant o dissenyador instruccional, formador de formadors). Els experts conclouen en definir les competències com un conjunt integral de coneixements, habilitats i actituds [73] i, com es cita en [96], “el valor afegit de Bolonya és que ofereix l'oportunitat de concentrar-se molt més en les necessitats i competències de l'estudiant”. Per això és important centrar-se en introduir un model d'ensenyament-aprenentatge basat en l'adquisició de competències,

definint i identificant les competències generals i específiques de cada grau i assignatura, les activitats i els recursos didàctics necessaris pel seu assoliment i formar professionals.

La conjunció del sistema de classificació dels objectius d'aprenentatge que enunciacava Bloom, així com la classificació i tipologies de competències del projecte Tuning i els rols associats als diferents actors que intervenen en l'educació permetrà establir un marc competencial adient per a dissenyar qualsevol acció formativa a l'EEES i treballar, així, les activitats i els recursos d'aprenentatge en un context d'aprenentatge constructiu i constant, de forma que aquest afavoreixi l'adquisició de competències per part de l'estudiant en qualsevol titulació universitària europea. Aquesta és la premisa sobre la qual es fonamenta aquest treball de tesi.

2.1.6 Models pedagògics subjacents a l'EEES

Tal i com enuncia la UNESCO⁵, *“les universitats són els proveïdors més importants de l'educació al llarg de la vida. La seva funció podria evolucionar i convertir-se en un llaç entre l'estudiant i la societat, ambdós en constant difusió del coneixement creant xarxes de treball i comunitats al llarg de la vida. L'e-learning ha de desenvolupar i formar per a l'adquisició de les e-competències”*. Aquest reconeixement de les competències i habilitats que s'adquireixen mitjançant l'experiència professional i l'educació no formal es tindran en compte a l'hora de dissenyar qualsevol acció formativa [6], igual com les competències adquirides mitjançant la carrera acadèmica, ja sigui de grau i/o postgrau.

Qualsevol professional actiu en la Societat de la Informació i la Comunicació està en continu procés d'aprenentatge i, per tant, és important conèixer el bagatge previ amb el qual s'incorpora a qualsevol acció formativa, per tal de poder obtenir una formació òptima i adaptada als seus coneixements en qualsevol àrea temàtica. En un món canviant i en contínua evolució és necessari estar en un procés d'actualització i formació constant per tal d'adaptar-se a la societat actual i ser professionals competents amb unes habilitats i destreses reconegudes.

Des del punt de vista constructivista [74], aquest procés d'adaptació és la capacitat d'orientar-se vers nous esquemes a partir de les noves relacions que s'estableixen en el procés d'aprenentatge. L'adaptació s'articula en dos processos diferents: l'assimilació i l'acomodació. En el cas de l'assimilació, l'estudiant incorpora nous coneixements als ja existents, mentre que en l'acomodació se suposa una reorganització dels coneixements previs per tal d'arribar a un nou equilibri amb els coneixements actuals [27]. Des

⁵Lifelong Learning and Distance Higher Education(2005). <http://www.unescobkk.org/>

d'aquest punt de vista, aprendre requereix demostrar que el coneixement adquirit es pot analitzar i aplicar i, per tant, és un aprenentatge significatiu [68]. D'aquesta manera es va aprenent al llarg de la vida i es van incorporant nous coneixements als ja existents.

Per poder anar adquirint noves competències en qualsevol procés de formació, caldrà aleshores avaluar els coneixements previs de l'estudiant per a establir el punt de partida en el procés d'ensenyament-aprenentatge. D'aquesta manera es podran adaptar les activitats i els recursos de treball al nivell de coneixements dels estudiants, així com les competències que han d'assolir. Es podran establir itineraris formatius que s'adaptin a les necessitats formatives dels estudiants i s'adeqüin al seu ritme d'estudi.

Completant aquesta visió del procés d'aprenentatge de Piaget, la teoria d'Ausubel [5] reforça la instrucció com a motor de l'aprenentatge significatiu. La instrucció proporciona una presentació seqüenciada d'informacions que ajuda a que el procés d'aprenentatge sigui significatiu i es dona quan l'estudiant incorpora coneixement a les estructures que ja posseeix. Ausubel dóna una gran importància a l'organització del coneixement en estructures i les reestructuracions que són el resultat de les interaccions entre les estructures de l'estudiant i les noves informacions. Una de les condicions per a que s'aconsegueixi és la predisposició de l'estudiant. En aquesta teoria es constata la importància de l'organització de les activitats i dels continguts, per a que es doni una bona instrucció i l'estudiant pugui incorporar nous coneixements en el procés formatiu. En la societat actual de la Informació i la Comunicació és necessari aprendre a organitzar i gestionar la informació i, és per això, que es pretén que les activitats i els recursos didàctics estiguin organitzats en funció de la tipologia de competències i continguts que s'han d'adquirir.

En les darreres dècades alguns autors han seguit millorant els processos d'aprenentatge i fan un pas endavant, com és el cas de Donald Shön [100]. La seva teoria es basa en el foment de professionals reflexius, entenent que els professionals que es formen en la societat actual, a més d'aprendre, han de ser conscients d'allò que han après i, després de posar-ho en pràctica, han de ser capaços d'avaluar-ho. L'objectiu no és un altre que la reflexió en l'acció, per tal de millorar els resultats obtinguts. Des del punt de vista competencial i com s'ha citat anteriorment en la taxonomia de Bloom, la capacitat d'autoavaluar-se i avaluar el treball realitzat implica haver adquirit una sèrie de coneixements, saber posar-los en pràctica i, finalment, tenir paràmetres per tal de poder avaluar el procés i treure conclusions. Implica, doncs, tenir el nivell competencial més alt.

Finalment, es fa referència a la teoria de l'aprenentatge com processament de la informació de Robert Gagné [43]. Tot i que les seves teories han estat controvertides i fortament discutides, el procés d'aprenentatge que descriu, les fases del procés, les condicions i els resultats obtinguts en la formació són especialment rellevants per a un model educatiu basat en competències. Cal puntualitzar que la seva teoria, a més, contempla conceptes ja treballats per Piaget, Bloom i d'altres autors referenciats sobre teories i mètodes d'educació. La teoria de processament de la informació de Gagné, està organitzada en quatre parts específiques:

- Els processos d'aprenentatge: com aprèn l'estudiant.
- Anàlisi dels resultats d'aprenentatge i les capacitats que adquireix l'estudiant. Les divideix en sis: formes bàsiques, destreses intel·lectuals, informació verbal, estratègies cognoscitives, destreses motores i actituds.
- Les condicions de l'aprenentatge: les situacions que faciliten aprendre.
- Aplicacions de la teoria al disseny del currículum.

Aquesta teoria exigeix que els objectius a assolir en qualsevol formació hagin de ser mesurats en conductes observables. A nivell pedagògic això implica que l'estudiant ha de tenir un rol actiu, el docent ha de planificar i organitzar l'acció docent, formular objectius, triar les condicions que afavoreixin l'aprenentatge: avaluar els recursos i els mitjans i, finalment, avaluar l'acció formativa.

Com es pot observar, les clàssiques teories de l'educació no deixen de tenir validesa en la societat actual i són la base per millorar els processos d'ensenyament-aprenentatge actuals. El model de Gagné enllaça clarament amb el procés que suposa adquirir competències en el marc de Bolonya, esdevenint un punt clar per aquest treball d'investigació els processos per adquirir competències i les condicions en les quals es produeix el procés d'aprenentatge. L'aproximació al tema de recerca des d'aquestes tres teories de l'aprenentatge es va entrelaçant en aquest treball de tesi i són la base per millorar el procés d'aprenentatge en un entorn virtual d'aprenentatge com és el campus virtual de la UOC.

2.1.7 Reconeixement acadèmic i professional

Com s'ha comentat anteriorment, el procés d'aprenentatge requereix d'un seguit d'elements que l'afavoreixin. Els elements essencials van des de les fites a aconseguir

(objectius), fins als recursos, la metodologia i l'entorn d'aprenentatge i, com no, el perfil d'estudiant.

Mitjançant qualsevol acció formativa es pretén que l'estudiant adquireixi unes competències, per tant, és fonamental conèixer el perfil d'estudiant que s'ha de formar. És a dir, conèixer quines són les competències prèvies que té l'estudiant (coneixements, habilitats i aptituds) per continuar treballant en el seu desenvolupament i afavorir l'adquisició de noves competències. Tenir aquesta informació del perfil de l'estudiant és d'especial interès per dissenyar assignatures amb requeriments previs d'altres assignatures i anar completant el perfil de cada estudiant. En aquest sentit el treball basat en competències esdevé un treball crucial que obliga al professorat a ensenyar a través de processos i no només a ensenyar conceptes. Això implica que el docent ha de contemplar les activitats com l'eix de l'acció formativa, deixant en segon terme els continguts. Ha de relacionar les diferents competències tenint en compte el perfil dels estudiants i els requeriments previs de cada assignatura.

En la mateixa línia, en qualsevol pla d'estudis es troben estudiants amb perfils més heterogenis que homogenis i que, a més, provenen de diferents disciplines i camps professionals. El treball per a l'adquisició de competències i la realització de les activitats per afavorir el procés d'aprenentatge pot resultar complex si no es preveu un sistema d'aprenentatge flexible i ric que, a més, tingui en compte les característiques pròpies de l'estudiant i les seves competències prèvies. En aquest sentit es podrien millorar els processos d'aprenentatge per:

- adaptar-los a les necessitats i característiques de l'estudiant,
- afavorir l'adquisició de competències durant l'acció formativa i,
- generar un entorn d'aprenentatge que afavoreixi els dos punts anteriors, creant camins i/o itineraris de formació adaptatius.

En el moment en què es fa referència a conèixer les característiques de l'estudiant, s'està tenint en compte el seu perfil acadèmic i professional i, per tant, es comença a treballar el concepte de formació adaptativa.

2.2 L'educació a distància

El sistema universitari tradicional s'ha caracteritzat per ser presencial i el procés d'ensenyament s'ha donat bàsicament a l'aula, mitjançant les classes magistrals amb altres

activitats de caire més teòric o pràctic. En el cas de titulacions més instrumentals com són les enginyeries, l'activitat pràctica ha estat més elevada que en d'altres més vinculades a les ciències socials, per exemple. Tot i així, la formació s'ha donat presencialment i tant estudiants com professors es troben físicament a la universitat per aprendre. Aquest model de formació tradicional ja està evolucionant cap un sistema mixte o híbrid de formació a distància a partir de la introducció de les TIC.

La *Universidad Nacional de Educación a Distancia* (UNED) és la primera universitat a distància creada a nivell espanyol. Va néixer al 1972 amb la finalitat de proporcionar formació a persones que no es poden desplaçar físicament. En el model original, els estudiants es matriculen i reben a casa els materials necessaris per a realitzar els seus estudis. A diferència de la universitat presencial, aquest model es caracteritza per impartir formació a distància mitjançant centres consultius repartits per tot el territori estatal, on els estudiants poden desplaçar-se per a realitzar tutories o consultes sobre les assignatures que cursen. La UNED s'ha caracteritzat per emprar diferents mitjans de comunicació amb l'estudiant, com és el cas del correu postal o el telèfon. Les classes magistrals s'imparteixen per programes audiovisuals que s'emeten per televisió. Una de les principals crítiques que ha rebut la UNED ha estat la sensació d'aïllament i solitud que han tingut els estudiants durant la seva formació.

Amb l'aparició de nous canals com Internet això ha començat a canviar. En l'actualitat, la majoria d'universitats han començat a emprar la xarxa com un mitjà pel procés d'aprenentatge, sense arribar a fer-ho en la seva totalitat, fet que ha agilitzat substancialment el procés de comunicació entre els docents i els estudiants. En aquesta línia, l'any 1994 es va crear la primera universitat totalment virtual a tot el territori espanyol, la Universitat Oberta de Catalunya (UOC)⁶.

2.2.1 El cas de la UOC

La Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya (FUOC) neix sota l'impuls de la Generalitat de Catalunya a l'octubre de 1994 amb la voluntat d'impulsar una oferta pròpia d'ensenyament universitari no presencial i totalment virtual. L'objecte fonamental de la FUOC va ser el de promoure la creació i el reconeixement de la UOC, la qual dedica una atenció preferent a la recerca en l'àmbit de les metodologies i tècniques aplicades a l'ensenyament universitari no presencial. L'objectiu de la UOC va ser el de que cada persona pugui satisfer les seves necessitats d'aprenentatge amb el

⁶<http://www.uoc.edu/>

màxim accés al coneixement. Amb aquesta finalitat, la universitat fa servir de manera intensiva les Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC) i ofereix un model educatiu basat en la personalització i l'acompanyament permanent de l'estudiant, més enllà de les limitacions del temps i de l'espai. Pretén facilitar la formació de les persones i contribuir al seu progrés i al de la societat, impulsant la recerca especialitzada en la societat del coneixement i establint aliances amb universitats i institucions d'arreu del món que comparteixin objectius i valors per a construir un espai global de coneixement.

La UOC situa l'estudiant en el centre del procés d'aprenentatge i li proporciona els recursos necessaris per a la seva interacció amb el conjunt de la comunitat universitària. L'aprenentatge s'orienta a donar resposta a les necessitats de l'estudiant i té en compte les demandes de l'entorn professional i l'evolució tecnològica i social. L'aprenentatge és:

- interactiu, per a crear comunitat amb totes les persones que hi intervenen;
- en col.laboració, per a generar el coneixement de manera compartida;
- personal, per a ajustar els itineraris als seus coneixements, interessos i necessitats;
- flexible, per a adaptar-se al màxim a la seva realitat personal i professional.

La UOC és una universitat capdavantera en l'aplicació de les TIC en l'activitat acadèmica i de recerca. La tecnologia fa possible el lliure accés a la formació; és l'eina per a desenvolupar processos acadèmics, de recerca i de gestió; està al servei de les persones; crea xarxes per a compartir el coneixement.

La tecnologia es fa servir d'una manera innovadora, clara, personal i adaptable, funcional i usable. La recerca i la innovació tecnològica tenen com a objectius millorar les possibilitats d'accés a la formació de les persones, adaptar la metodologia i els processos de formació a la societat, és a dir, fer més eficaç la universitat en tots els àmbits. L'estudiant és el protagonista d'un procés de formació que, gràcies a les noves tecnologies, no té limitacions de temps ni d'espai. Gestiona el seu propi temps, planifica el seu ritme d'estudi i construeix el seu itinerari acadèmic. En aquesta línia, disposa de:

- una figura de tutor que guia l'estudiant d'una manera personalitzada en el seu procés formatiu;
- un consultor que vetlla pel progrés de l'estudiant en cadascuna de les assignatures;

- el pla docent de l'assignatura que és on es defineix el procés d'aprenentatge, la metodologia de treball i els criteris d'avaluació;
- l'avaluació continuada per a garantir el progrés acadèmic i l'aprofitament del curs;
- el Campus Virtual com l'entorn de suport i aprenentatge des d'on es pot accedir als recursos i interactuar amb la comunitat universitària;
- els materials didàctics multimèdia que complementen els continguts específics de cada assignatura;
- la Biblioteca Virtual que permet l'accés a tots els recursos d'informació;
- altres serveis per a la comunitat universitària que inclouen recursos, activitats i avantatges per a facilitar la seva integració a la UOC;
- els centres de suport que proporcionen atenció personalitzada, recursos per a l'estudi i un espai presencial per a trobar-se amb els companys.

Seguint aquest model, la UOC es troba actualment en plena evolució cap a l'E-EES. El seu model educatiu i tecnològic està evolucionant per la millora dels processos d'ensenyament i aprenentatge basats en competències. Especialment, per tots aquells elements que fan referència a l'adquisició de competències atenent els perfils d'estudiants i les seves possibilitats d'adaptació i adequació mitjançant l'entorn virtual d'aprenentatge, el Campus Virtual.

En aquest moment i principalment per aquest motiu, aquesta investigació pretén introduir elements de personalització i adaptació en la formació virtual, mitjançant l'ús d'estàndards i eines específiques per a l'e-learning que afavoreixin l'adquisició de competències tenint en compte els coneixements previs dels estudiants, les seves habilitats professionals i tot el que van aprenent i han d'aprendre durant el decurs del grau o postgrau. La formació adaptativa s'entén com a itineraris adaptatius perquè les activitats i els recursos es van modulant i adaptant a l'estudiant a mida que aquest va aprenent.

En un entorn virtual d'aprenentatge com el de la UOC, per poder generar itineraris formatius basats en competències, és necessari conèixer les competències adquirides i les que ha de desenvolupar l'estudiant. Com es comenta en [18], un model centrat en l'estudiant és la base per a l'adaptació dels paràmetres prefixats en el procés d'aprenentatge i existeixen exemples en els quals l'adaptació té lloc, no només en el nivell de

coneixement de l'estudiant, preferències, interessos o habilitats cognitives, sinó també en les activitats i els objectius del mateix.

En funció del perfil de l'usuari i les seves competències, és possible obtenir un mapa de treball adaptat a les seves necessitats formatives i crear un o més itineraris formatius que li permetin adquirir i desenvolupar les competències necessàries. Això es pot realitzar emprant els estàndards i especificacions actuals de l'e-learning a tres nivells: un primer nivell de grau (o mapa competencial), tal i com es descriu en [105], un segon nivell d'assignatura i, finalment, un tercer nivell més centrat en les activitats. En l'organització de les activitats serà important remarcar els requisits previs que ha de posseir l'estudiant per poder realitzar-les, és a dir, s'hauran de tenir en compte les competències que requereix una activitat per poder realitzar-la i quines habilitats haurà de desenvolupar l'estudiant en realitzar-la. Es tracta, per tant, de demostrar quines competències s'han de treballar i amb quins recursos pot comptar l'estudiant, ja que aquests ja estaran organitzats partint d'un paràmetre competencial.

Realitzar aquest treball en una universitat purament virtual com és el cas de la UOC i que ja disposa d'una gran quantitat d'eines per l'e-learning, pot ser molt útil per adaptar el procés formatiu en xarxa tenint en compte les particularitats i competències de cada estudiant. En aquest sentit, la UOC esdevé un laboratori únic per a posar en pràctica aquests conceptes.

2.3 Itineraris formatius

Segons Kim [71], la personalització d'un entorn virtual es defineix com el lliurament d'informació rellevant a un grup de persones; informació que ha estat extreta, analitzada, transformada i resumida des de diferents fonts de informació. Per fer això és necessari aplicar diferents tècniques per treballar dades, com per exemple, data mining, weblog mining, text mining, OLAP (*Online Analytical Processing*). Des d'aquest punt de vista és necessari, doncs, obtenir el màxim d'informació possible de l'estudiant i del seu procés d'aprenentatge, per poder adaptar el procés de formació.

Si es tenen en compte les competències requerides i les que ha d'adquirir un estudiant seguint el model formatiu tal i com marca l'Espai Europeu d'Educació Superior (i més en el cas d'una universitat purament virtual com és el cas de la UOC), una de les millors formes de potenciar la personalització del procés d'aprenentatge és mitjançant la creació d'itineraris formatius adaptatius que s'ajustin, d'una banda, al treball com-

potencial que exigeix qualsevol titulació i, de l'altra, al perfil dels estudiants. D'aquesta manera es podria recomanar als estudiants un itinerari de formació que pot ser adaptat durant el procés d'aprenentatge i també es podria recomanar quines activitats i recursos són els més adients per adquirir les diferents competències que es desenvolupen a cada assignatura. L'objectiu de la personalització és acompanyar a l'estudiant al llarg del seu procés d'aprenentatge, oferint-li opcions, mai restringint.

2.3.1 El procés de personalització

La quantitat d'informació i la seva tipologia diversa accessible a través de la xarxa ha superat en escreix la capacitat dels usuaris per a seleccionar-la i triar la que és rellevant. L'objectiu de la personalització és el de lliurar la informació d'una manera personalitzada, tant en format com en contingut, en el moment adequat. La informació pot ser lliurada com un resultat directe d'una font d'informació o com el resultat de la transformació resultant de diverses fonts d'informació.

Personalitzar [97] implica rebre d'una gran quantitat de informació només aquella part que interessa a un individu o grup d'individus. El terme personalització ha estat històricament molt emprat en el context del món dels negocis, ja que el tipus de màrqueting d'un a un és el que incrementa les vendes i rebaixa les pèrdues del negoci, ja que pretén entendre les necessitats dels clients, les seves preferències, estil de vida, actituds, etc. D'aquesta manera, els productes es poden oferir en funció de les necessitats i preferències dels clients. Des de d'aquest punt de vista, la personalització és considerada des de dues perspectives: empresa i client. En el cas de l'educació, aquestes poden ser els professors i els estudiants.

En aquest context, el procés de personalització no es refereix únicament al lliurament de informació, sinó també al coneixement d'un gran conjunt de perfils i regles que es dedueixen de bases de dades. Tot i que no hi ha un conjunt de termes consistents per descriure les diferents formes en què els serveis poden ser personalitzats, en [102] s'han identificat dos tipus de personalització:

- Customització (explícita o referent a personalització): la selecció d'opcions està sota control directe de l'usuari, que és qui tria quines opcions inclou i quines exclou. Aquest tipus és típic en el cas d'interfícies d'usuari.
- Personalització adaptativa (implícita o personalització inferida): la disponibilitat d'opcions està basada en el coneixement gradual dels usuaris des del seguiment de

la seva activitat i/o altres recursos d'informació de l'usuari. El sistema identifica els ítems que són potencialment interessants per a l'usuari i controla que està disponible per l'usuari. Aquesta forma de personalització pot suposar variar el grau de consciència dels usuaris involucrats en el procés. La personalització adaptativa acostuma a estar basada en una de les dues següents aproximacions:

- Personalització adaptativa basada en l'activitat de l'usuari, com per exemple filtrat col·laboratiu- un algoritme que permet que un servei identifiqui els ítems d'un usuari particular basant-se en les preferències d'altres usuaris amb característiques i /o registre d'activitat similars. Un exemple és el sistema de recomanacions d'Amazon⁷.
- Personalització adaptativa basada en les dades agafades a qualsevol lloc, com per exemple regles basades en filtres, una base de dades conduïda per un sistema basat en les actuals regles de relacions entre els ítems i els perfils d'usuaris. Els perfils d'usuaris poden ser creats pel propi usuari, basar-se en el seguiment de l'activitat o les dades obtingudes a qualsevol lloc (per exemple, registre de l'estudiant, informació del sistema de gestió de la informació o registre personal).

Com es comenta en [58], hi ha una bona revisió de literatura sobre personalització, que va des del desenvolupament de sistemes adaptatius a l'usuari fins a ciències de la computació o intel·ligència artificial. Tot aquest treball és necessari per considerar els requeriments, les propietats dels usuaris i com tot això tot ser emprat per personalitzar.

En el context de disseny de sistemes d'informació, la personalització ha estat expressada com “fer un sistema adaptat a l'usuari, més que fer a l'usuari adaptar-se al sistema”. En el cas de l'aprenentatge personalitzat, l'objectiu és el mateix, fer un sistema adaptat a l'estudiant més que adaptar l'estudiant al sistema, oferint suport a cada individu per a que siguin aprenents autònoms i independents, capaços d'arribar al seu màxim potencial. Aquesta és l'essència de la personalització segons [50]. La personalització no és un benefici en si mateixa, els beneficis haurien de ser considerats en contextos de desenvolupament específics i en relació al procés d'aprenentatge, més que a un objectiu desitjat.

Un sistema de personalització és, doncs, una aplicació que adapta el seu comportament als objectius, interessos i tasques d'un usuari o grups d'usuaris [95]. Diferents

⁷<http://www.amazon.com/>

sistemes de personalització han estat dissenyats en la darrera dècada en el camp de l'educació [15, 25, 34], tot i que continuen essent experimentals, perquè encara s'ha de fer més èmfasi en afavorir les necessitats dels estudiants i la reutilització dels recursos.

La personalització és essencial si es pretén que l'e-learning centri el seu potencial en l'educació i no tant en l'adopció de tecnologia. Té beneficis pedagògics essencials, ja que proporciona un mitjà per obtenir informació i té un efecte que humanitza l'ús de la tecnologia mitjançant experiències educatives més properes a l'estudiant. Com comenta [4], la clau per la personalització és que l'educació és una experiència molt personal, donat que tothom té diferents objectius, expectatives i historials acadèmics i cadascú aprèn de forma diferent. Sense personalització es perden les oportunitats d'establir diferents models d'aprenentatge centrats en l'estudiant. Autors com Tapscott⁸ van més enllà i afirmen que els models pedagògics han de canviar, com ho fan les noves tecnologies. Afirmen que tenim la tecnologia per a personalitzar i s'ha d'emprar per tal d'educar i activar la nova generació d'estudiants. Si bé en la pràctica no és possible treballar actualment amb un sistema de personalització ideal, si que es disposen de noves eines per a iniciar un primer pas cap a la formació adaptativa.

2.3.2 La formació adaptativa

Un remei pels efectes negatius de la posició tradicional de “talla única per a tots” és desenvolupar sistemes amb l'habilitat d'adaptar el seu comportament als objectius, tasques, interessos i altres característiques, tant de l'usuari com d'un conjunt d'usuaris [16]. L'efecte de l'adaptació en aquest context és raonablement rígida i limitada a tres tecnologies d'adaptació: selecció de contingut adaptatiu, suport de navegació adaptatiu i presentació adaptativa, tal i com es descriuen:

- Selecció de contingut adaptatiu: quan l'usuari cerca informació rellevant, el sistema pot adaptar, seleccionar i prioritzar els ítems més importants.
- Suport de navegació adaptatiu: quan un usuari navega d'un ítem a un altre, el sistema pot manipular els enllaços (per exemple, amagar, ordenar, anotar) per proporcionar un esquema adaptatiu de navegació.
- Presentació adaptativa: quan l'usuari té una pàgina particular, el sistema pot presentar-li el contingut com l'usuari vol. En [95], a més, es presenten quins

⁸The Impending Demise of the University (2009). <http://www.edge.org/>

trets del sistema són adaptables. Una possibilitat consisteix en que a partir d'un contingut fixat, el professor o el dissenyador instruccional dissenyi diferents vistes del mateix contingut, també anomenats models d'adaptació, de forma que cadascun correspongui a diferents contextos d'ús, realitzant així múltiples itineraris d'aprenentatge.

La formació adaptativa [30] s'ha d'entendre com l'habilitat de modificar lliçons i activitats, emprant diferents paràmetres i un conjunt de regles predefinides, per a oferir als estudiants diferents possibilitats de personalitzar una lliçó o unitat d'aprenentatge. Això implica una adaptació dinàmica dels diferents recursos i activitats al perfil de l'estudiant. Més enllà dels tipus descrits anteriorment i, en algun cas, complementant-los, en [12, 17, 31, 60] es defineixen altres tipus de formació adaptativa més complets i ajustats a la realitat educativa:

1. Adaptació en el procés d'aprenentatge: aquest tipus d'adaptació fa referència al perfil de l'estudiant, al seu comportament durant la formació, a les decisions que va prenent i a la realització de les activitats. També inclou el paper del professor com a mitjà per adaptar el procés d'aprenentatge que va fent l'estudiant.
2. Adaptació de contingut: aquest tipus d'adaptació només fa referència a les activitats i les seves propietats. En funció de la realització de l'activitat i la qualificació obtinguda, mostra la següent activitat o bé, l'oculta.
3. Adaptació de la interfície: aquest tipus d'adaptació dóna informació sobre una activitat oferint diferents maneres de visualitzar-la i de navegar per l'activitat.

Aquests tres tipus de formació adaptativa reflexen el procés d'adaptació de l'aprenentatge a diferents nivells i, probablement, no és necessari treballar amb tots els nivells per aconseguir la realització d'itineraris formatius adaptatius (objectiu d'aquest treball de tesi). Dels tres nivells descrits, el primer nivell és el que més s'ajusta al model d'adaptació que es vol crear i implementar en aquest treball de tesi. Aquest nivell permet treballar els continguts i activitats en funció del perfil de l'estudiant i de les activitats que es van realitzant durant el procés de formació. Aquest nivell, a més, inclou el feedback de les diferents activitats com un punt de decisió a l'hora de valorar el camí que ha de seguir l'estudiant en cada etapa de la seva formació. Implica, doncs, tenir en compte el treball del propi estudiant, més la valoració del consultor que avalua el

treball que va fent. A més, inclou la possibilitat d'oferir als estudiants la tria de les diferents activitats a realitzar, com un punt de decisió personal, involucrant-lo. Aquestes característiques adaptatives del procés d'aprenentatge són d'especial importància per la creació d'itineraris formatius adaptatius, ja que permeten tenir en compte el criteri del professor, el perfil i treball de l'estudiant i les competències que es van adquirint. Això permet pensar en la viabilitat de tenir diferents itineraris formatius en una mateixa assignatura i que cada itinerari tingui en compte els elements citats, permetent aplicar una formació adaptativa constant.

El punt més complex pot ser, segurament, enregistrar el comportament de l'estudiant mentre va assolint coneixement i com això es pot modelar per oferir-li els continguts i recursos adients a mida que va evolucionant. Les eines existents actualment per enregistrar el comportament de l'estudiant són bastant pobres en el camp de l'e-learning; això pot dificultar la monitorització de l'acció formativa per cada estudiant. El perfil de l'estudiant és dinàmic i, per tant, és primordial anar guardant la informació en cada acció que fa.

Un bon sistema adaptatiu hauria de ser capaç d'enregistrar i guardar tota aquesta informació per tal de proposar els itineraris adients. Haurà de tenir en compte tres elements claus: el coneixement inicial, el comportament de l'estudiant i el coneixement assolit al finalitzar l'acció formativa. Seguint aquests paràmetres, es tracta de conèixer les competències prèvies dels estudiant, el comportament de l'estudiant que serà enregistrat, focalitzant-se en les activitats realitzades i, finalment, les competències assolides, tenint en compte globalment les accions que fa dins l'entorn virtual d'aprenentatge. Aquesta serà la clau per dissenyar i implementar itineraris formatius que realment siguin adaptatius.

Tot i l'evolució global de les TIC, dels estàndards i especificacions per educació, la formació adaptativa centrada en les activitats i els recursos pels estudiants encara no forma part de sistemes estandarditzats. En el camp de la hipermèdia adaptativa [14] ha creat en els darrers anys eines i models de personalització per continguts hipermèdia, però no s'orienta cap a les activitats com a element bàsic en qualsevol sistema. Fer èmfasi en la personalització basada en activitats i el feedback permet acomodar diferents concepcions de l'aprenentatge [80], mentre que el rol de definició de competències permet la selecció de les activitats i recursos sobre el perfil de l'estudiant.

2.3.3 Itineraris formatius adaptatius

Per itinerari formatiu adaptatiu (IFA) s'entén una seqüència d'activitats que guien a l'estudiant per assolir un o més objectius d'aprenentatge. El terme adaptatiu fa referència a com es van mostrant les seqüències d'activitats i com s'ajusten al perfil de l'estudiant i a les seves necessitats formatives al llarg del curs.

Un itinerari formatiu arrenca a l'inici del procés d'aprenentatge de l'estudiant i finalitza quan s'assoleixen els objectius i competències establertes. Mitjançant les activitats es van assolint progressivament els objectius d'aprenentatge i a través d'elles s'avalua el progrés que va fent l'estudiant. Les activitats inclouen l'ús de diferents recursos d'aprenentatge: lectures, simulacions, tests, comunicació amb altres estudiants, etc. En la creació d'itineraris formatius adaptatius és essencial concebre tots els agents i els elements que intervenen de forma interrelacionada i com una unitat. Per una banda, tant els professors com els estudiants són els agents claus que interactuen vers un objectiu comú; tant les activitats com els recursos, com les qualificacions obtingudes en les diferents activitats aniran determinant l'itinerari formatiu que ha de seguir un estudiant. Tant el coneixement previ de l'estudiant, com el feedback que es proporciona per a cada activitat seràn essencials per determinar el grau d'adaptació que es pot oferir a cada estudiant durant l'itinerari formatiu.

Actualment, cada assignatura és dissenyada sense tenir en compte les particularitats dels estudiants i es dóna per suposat que tots comencen al mateix nivell. Es realitza un únic itinerari formatiu que inclou les mateixes activitats, calendari, recursos i model d'avaluació en un mateix entorn virtual d'aprenentatge per a tots els estudiants.

La situació idònia, en canvi, seria realitzar un procés d'aprenentatge que s'adapti al perfil de cada estudiant i al seu progrés. D'aquesta manera, l'estudiant pot percebre determinat grau de personalització o adaptació en la formació, obtenint també un feedback després de cada activitat, que ajudaria a reduir la sensació d'isolació que pot portar a un abandonament dels estudis. En funció dels resultats que s'obtenen a cada activitat, un bon sistema d'itineraris adaptatius podria recomanar a l'estudiant com seguir el seu procés d'aprenentatge. Tot i la recomanació, l'estudiant podria triar aquell itinerari que més s'ajusta als seus interessos i, en funció del seu progrés, el sistema li pot anar recomanant, després de cada activitat, quin itinerari seguir o bé canviar d'itinerari. En aquest punt és on té major sentit la formació adaptativa. Si l'eina d'itineraris és suficientment rica, tot el procés formatiu es podria monitoritzar per tal de millorar-lo i adaptar-lo cada vegada més a les necessitats dels estudiants a

mida que aquests van avançant (tant en l'elaboració d'activitats com en el treball dels diferents mòduls didàctics).

Adaptar significa proveir a l'estudiant amb les opcions més apropiades, no pas forçar-lo a cap opció, sinó que el sistema proposa i l'usuari tria. El sistema d'adaptació va prenent decisions basant-se en les accions que fa l'usuari, tot i que existeixen algunes limitacions lògiques i raonables de calendari acadèmic, metodologia, certificació o del mateix entorn d'aprenentatge. Es tracta d'oferir a l'estudiant el procés d'aprenentatge que millor s'ajusti a ell, per tal d'assolir els objectius finals d'aprenentatge que s'han proposat a l'inici del procés, tenint en compte aquells factors rellevants i específics de l'estudiant: característiques psicològiques, sociològiques, necessitats, interessos, preferències, coneixements previs, etc. A partir d'aquests factors és possible discernir els coneixements previs de la resta de factors que poden influir, per descobrir les carències competencials de l'estudiant en relació als objectius finals. Així es podrà crear una planificació didàctica personalitzada que servirà de base per crear un procés d'aprenentatge adaptable.

L'anàlisi dels coneixements previs és un dels factors més importants; tindrà com a resultat, un conjunt de competències (acadèmiques o professionals) que poden ser valorades emprant una escala d'expertesa, així com uns indicadors de confiança i precisió en la posada en pràctica que permetrà valorar-les en acció. Aquest resultat serà molt útil per valorar les carències competencials i oferir processos d'aprenentatge adients per tal de treballar-les. Per fer aquest reconeixement de competències serà necessari disposar del conjunt de competències requerides inicialment a cada assignatura, per poder proposar un conjunt d'activitats ajustades que mostrin les evidències de què es van assolint noves competències i objectius.

En [113] es defineix precisament que un itinerari formatiu adaptatiu ha de tenir en compte els estils d'aprenentatge, el nivell de competències inicials i les fites aconseguides per l'estudiant durant el procés d'aprenentatge. Es defineix un itinerari formatiu com una seqüència d'activitats d'aprenentatge (lineals o no) que són realitzades pels estudiants durant una unitat d'aprenentatge. Els itineraris poden ser de diferents tipus:

1. Tipus 1: itinerari genèric de seqüència lliure al llarg de totes les activitats d'aprenentatge de cada unitat.
2. Tipus 2: itinerari genèric de seqüència d'activitats definides i fixades pel professor, presentades en una seqüència lineal, amb assessorament i avaluació de les activitats.

3. Tipus 3: itinerari de seqüència d'activitats, requerides i opcionals, amb assessorament i avaluació d'aquestes.
4. Tipus 4: itinerari formatiu adaptatiu en funció de l'estil d'aprenentatge, nivell d'entrada i objectius assolits per l'estudiant durant el seu procés d'aprenentatge.

La següent Figura 2.5 resumeix de forma gràfica la representació de cada tipus d'itinerari. En aquesta figura es pot veure la seqüència i l'organització de les activitats en funció del tipus d'itinerari que es dissenyi.

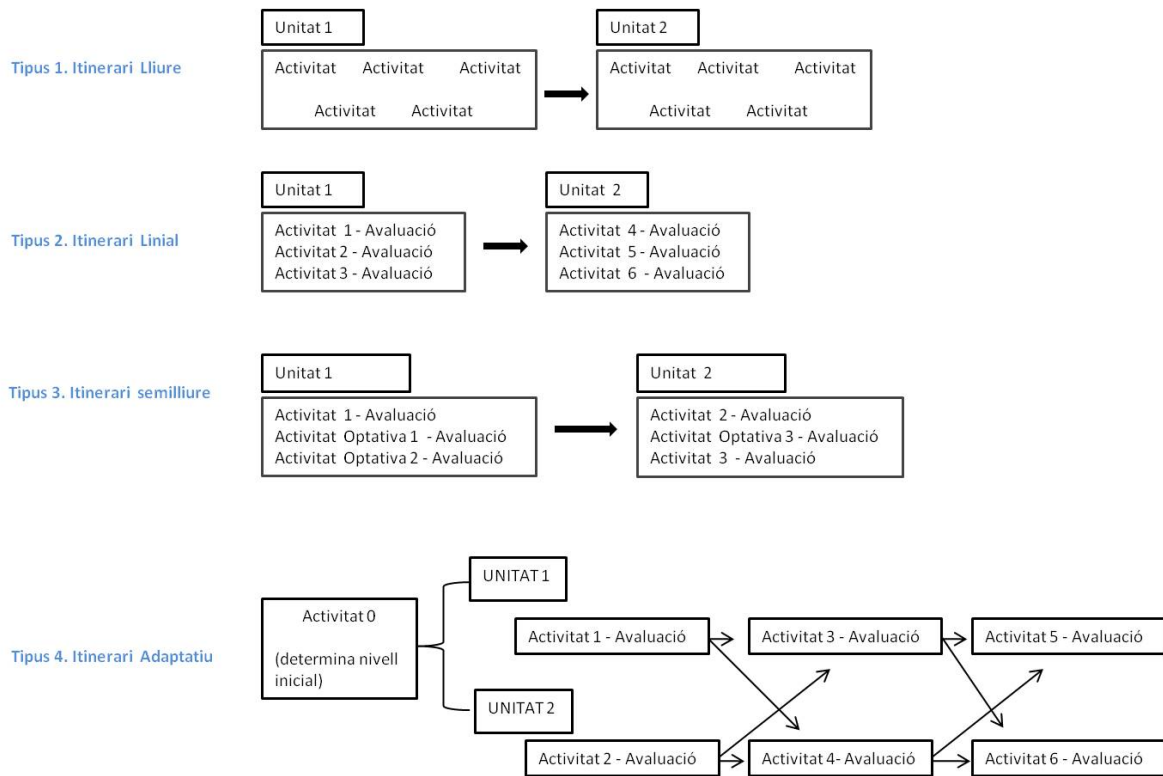


Figura 2.5: Representació gràfica dels diferents tipus d'itineraris.

Com es pot observar, un dels punts claus en qualsevol tipus d'itinerari és l'avaluació de les activitats i el feedback que es proporciona a l'estudiant que és usat per determinar el següent pas dins l'itinerari. No es tracta únicament d'una qualificació, sinó d'una valoració qualitativa de l'activitat realitzada, per determinar les noves activitats. En el cas dels itineraris formatius adaptatius, el procés d'avaluació, esdevé una peça clau. Així, a partir de l'avaluació i feedback de les activitats es proposa un itinerari de formació concret, que pot anar variant després de la valoració de cada activitat.

Aquesta valoració permet adaptar i readaptar l'itinerari de formació al progrés de l'estudiant i és el punt de decisió en la proposta de nous itineraris. Com es descriu a [21], el feedback és un dels mecanismes més emprats i més eficients per l'adaptació. En [29] es comenta que el feedback millora l'aprenentatge i redueix el sentiment d'aïllament. Com a complement, a [72, 57] es valora que el feedback provoca un augment de la motivació de l'aprenentatge i convida a l'exploració i l'experimentació de noves activitats. Per tant, l'avaluació i feedback constant durant la realització de cada activitat seran essencials per determinar, quan i com, es produeix l'adaptació d'un itinerari formatiu.

2.3.4 Automatització d'IFAs

En el camp de l'e-learning els participants del procés d'adaptació no són només els professors i els estudiants, sinó també els dissenyadors instruccionals i els autors d'objectes d'aprenentatge. En funció del tipus d'assignatura i dels itineraris formatius que es vulgui dissenyar, el procés de creació pot esdevenir força complex. Una possible solució és l'automatització del procés de creació dels itineraris adaptatius centrat en les activitats i els punts clau de decisió per la recomanació d'un itinerari. És a dir, l'automatització del procés d'avaluació i feedback com el factor determinant per a la recomanació de la següent acció. Això ajudaria a tots els agents implicats (professors, estudiants i dissenyadors) a treballar amb les eines d'edició molt més àgilment. Tots ells podran interactuar amb les eines pertinents, per aconseguir crear itineraris formatius adaptatius adients al perfil dels estudiants més fàcilment i de forma independent al tipus d'itinerari formatiu que es vulgui crear.

Com s'ha comentat, l'automatització dels itineraris formatius adaptatius pot ser important per facilitar la tasca del professor i dels propis estudiants. Automatitzar aquest procés implica que tots els agents involucrats no hagin de treballar constantment amb eines d'edició i execució. A més, permetria conèixer en tot moment el procés d'aprenentatge que va fent l'estudiant i recomanar el camí més adient a partir de l'avaluació i feedback de les diferents activitats va realitzant l'estudiant. La idea és crear un sistema autònom que no necessiti una supervisió constant, sinó que es puguin preveure les decisions de disseny d'itineraris.

Els punts d'automatització d'aquest procés són els anomenats punts de decisió per l'adaptació. Els punts de decisió són l'avaluació i feedback de les activitats avaluable que realitzen els estudiants. Per automatitzar els itineraris formatius cal modelar les possibilitats de canvi d'itinerari, a partir de les qualificacions i feedback de cada

activitat. En el disseny d'itineraris formatius adaptatius cal decidir quan i com es produeixen els punts de decisió per l'adaptació. Tal i com es mostra a la Figura 2.6, el mètode més senzill és determinar que aquest punt de decisió només es produeixi a l'inici de l'acció formativa. Per altra banda, un sistema més complex permetria efectuar canvis durant l'acció formativa i en diferents moments que poden coincidir amb el lliurament de les activitats, tal i com es mostra a la Figura 2.7.

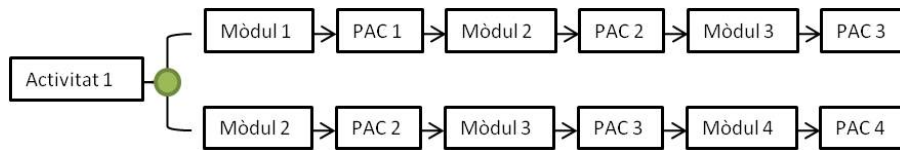


Figura 2.6: Punt de decisió únic a l'inici de l'acció formativa.

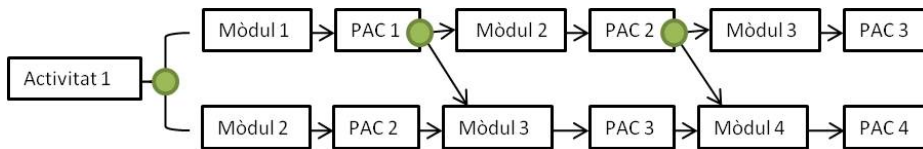


Figura 2.7: Possibles punts de decisió durant l'acció formativa.

D'altra banda i fent referència a com es produeix, en el primer cas, podria ser a partir dels resultats d'una activitat inicial única i concreta. En el segon cas, podria ser a partir de les diferents qualificacions obtingudes en les diferents activitats que ha d'anar realitzant l'estudiant.

Reemplant els diferents tipus d'itineraris formatius descrits a la Figura 2.5 i relacionant-los amb els diferents punts de decisió descrits en aquest apartat, es pot observar que el quart tipus d'itinerari formatiu, que és l'adaptatiu, combina els dos tipus de punts de decisió. Empra un punt de decisió inicial a partir dels resultats d'una activitat concreta i, posteriorment, empra diferents punts de decisió durant el procés formatiu establint diferents punts de decisió en les diferents activitats i les qualificacions obtingudes. En canvi, en els tres primers tipus d'itineraris descrits no s'empra un punt de decisió inicial sinó que s'empren diferents punts de decisió durant el procés d'aprenentatge i conseqüentment en la realització de les activitats proposades i la seva qualificació. Tot i que ambdues opcions de treball permeten fomentar la formació adaptativa i, per tant, poden ser emprats per dissenyar itineraris formatius adaptatius, l'opció més completa seria la descrita en primer lloc, és a dir, dissenyar un punt de decisió inicial i diversos punts de decisió durant el procés d'ensenyament i

aprenentatge que forma automatitzable.

Automatitzar els itineraris formatius adaptatius mitjançant la concreció dels moments claus de la formació permetria implementar més fàcilment diferents itineraris en qualsevol assignatura amb les diferents eines existents. Tant els docents com els estudiants podrien agilitzar al màxim el procés d'adaptació constant de qualsevol procés d'ensenyament i aprenentatge. És per això que serà molt important que a nivell tecnològic es pugui tenir en consideració el màxim benefici pedagògic que les eines creades per l'aprenentatge adaptatiu puguin aconseguir.

2.4 Resum

En aquest capítol s'ha realitzat una descripció de l'estat actual de l'educació superior i de les implicacions de l'adopció de la "Declaració de Bolònia" al sistema universitari. Aquesta adopció ha suposat un canvi en la concepció del procés d'aprenentatge ja que el centre de l'acció formativa ja són els continguts sinó les activitats com un mitjà per l'adquisició de competències. Per aquest motiu s'ha revisat el concepte de competència des de diferents àrees de coneixement i s'ha definit com una combinació d'atributs (coneixements, aptituds, destresses i habilitats) que descriuen el grau de suficiència amb un estudiant és capaç de portar-los a la pràctica. L'adquisició de competències per part de l'estudiant és, doncs, l'objectiu prioritari del sistema educatiu i, com es mostra en aquest capítol, cal abordar l'organització del procés d'aprenentatge en funció d'aquest concepte.

Donat que cada estudiant disposa d'uns coneixements previs diferents, és necessari repensar el procés d'aprenentatge en base a les competències que haurà d'adquirir al llarg dels seus estudis, per tal d'ajustar al màxim el seu procés d'aprenentatge i, afavorir l'adquisició de noves competències. En aquest sentit, s'ha analitzat i introduït els conceptes de personalització i adaptació en l'educació, per proporcionar a cada estudiant l'itinerari de formació que més s'ajusta al seu perfil competencial. S'han definit els conceptes de personalització i d'adaptació en l'acció formativa, establint la formació adaptativa com l'habilitat de modificar unitats didàctiques, lliçons i activitats, emprant diferents paràmetres i un conjunt de regles predefinides, per a oferir als estudiants diferents possibilitats de treball i conseqüentment, de tenir una llicó o activitat ajustada al seu perfil acadèmic.

En aquesta mateixa línia, en el present capítol, s'introdueix el concepte d'Itinerari

Formatiu Adaptatiu (IFA) entés com una seqüència d'activitats que guien a l'estudiant per assolir un o més objectius d'aprenentatge basat en les competències que ha d'adquirir durant la seva formació. El terme adaptatiu indica la capacitat del sistema per mostrar les seqüències de treball amb les unitats, en funció del treball que va realitzant l'estudiant i dels seus resultats a cada activitat.

Al finalitzar el capítol s'han descrit els diferents tipus d'IFAs que es poden emprar per adaptar el procés d'aprenentatge i s'especifica què són els punts de decisió i com aquests indiquen quan es produeix la formació adaptativa. Finalment, s'indica què suposa l'aplicació dels punts de decisió en el disseny d'itineraris formatius adaptatius i es proposa aquest sistema, com un mitjà per automatitzar la formació adaptativa.

Capítol 3

La descripció del procés d'aprenentatge virtual

En un entorn virtual d'ensenyament i aprenentatge és interessant disposar de representacions formals per a la descripció dels elements que conformen el procés d'ensenyament-aprenentatge. Aquests elements inclouen des de les activitats i els materials didàctics fins a les persones que intervenen en el procés (p.e. estudiants i professors). Les interrelacions que es donen entre els diferents elements conformen l'escenari d'aprenentatge virtual. Per a la creació d'itineraris formatius adaptatius és necessari poder descriure formalment tots aquests elements respectant els estàndards i especificacions actuals amb l'objectiu que sigui interoperable per poder reutilitzar-los en qualsevol entorn d'aprenentatge. La representació formal dels elements permet l'automatització d'accions i activitats lligades al procés d'aprenentatge i és el primer pas per proveir, entre altres funcionalitats, la capacitat d'adaptació.

El present capítol realitza una descripció de les eines més emprades per la descripció del procés d'aprenentatge i es destaca la importància de descriure els itineraris formatius adaptatius seguint una especificació o estàndard pensat i creat per e-learning. Més endavant s'explicita la diferència entre estàndards i especificació. En aquest sentit, l'especificació que més s'ajusta a les necessitats d'aquest treball de tesi és IMS Learning Design (IMS-LD¹). Per aquest motiu es descriu l'especificació d'IMS-LD, els seus elements i el seu funcionament. També es citen altres estàndards i especificacions relacionats directament amb IMS-LD i que poden ser emprats per a la descripció dels recursos educatius i per a la descripció del perfil de l'estudiant, altres elements clau del

¹IMS-LD. <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>

procés d'aprenentatge.

3.1 Plataformes i estàndards per l'e-learning

En aquest apartat es defineixen les eines més emprades per l'aprenentatge en línia. D'una banda es defineix què són les plataformes per l'e-learning i es descriu la tipologia existent. D'altra banda, es descriuen els diferents estàndards i especificacions que s'utilitzen actualment per definir el procés d'aprenentatge i es comenten els més emprats i la seva aplicació. L'objectiu final és escollir el millor sistema per representar el procés d'aprenentatge adaptatiu, punt essencial d'aquest treball de tesi.

3.1.1 Plataformes d'e-learning

Les plataformes d'e-learning són totes aquelles eines basades en l'ús intensiu de la tecnologia amb finalitats educatives que permeten desenvolupar el procés d'ensenyament i aprenentatge de forma virtual [106]. Una plataforma d'e-learning està formada per tres components bàsics: els usuaris, el sistema de gestió i interfície i els cursos formats a partir dels recursos docents [26, 63].

1. Els usuaris són principalment els estudiants, el personal docent i els dissenyadors instruccionals, així com els gestors del sistema.
2. El sistema de gestió es recolza en bases de dades amb informació sobre els estudiants i els cursos disponibles. La interfície permet la interacció dels usuaris amb el sistema gestor i presenta la informació adient a cada tipus d'usuari en funció del seu rol.
3. Els cursos estan formats principalment pels continguts, les activitats i els recursos didàctics corresponents per al seguiment del curs.

La interacció que es produeix entre aquests elements i els diferents sistemes de comunicació que incorporen les plataformes d'e-learning permet desenvolupar el procés d'aprenentatge. De forma simplificada, els estudiants i professors accedeixen al sistema de gestió mitjançant la interfície. El sistema de gestió accedeix als cursos i consulta la base de dades per proporcionar i visualitzar la informació pels diferents usuaris. El sistema de gestió recull les dades generades pels diferents usuaris i les envia a la base de dades on queden emmagatzemades. La recollida de dades generades pels estudiants

en cada curs conforma el que s'anomena monitorització o seguiment de l'estudiant i registra les dades sobre els continguts accedits.

Els components de gestió, la interfície i la base de dades constitueixen el que s'entén com un Entorn Virtual d'Aprenentatge (EVA) o *Learning Management System* (LMS) [63]. Tots ells inclouen també eines relacionades amb la comunicació, així com eines de col·laboració i gestió dels continguts. Cada cop més els LMS es basen en tecnologies web, ja que d'aquesta manera es facilita que els estudiants puguin accedir a l'entorn d'aprenentatge independentment del lloc, del moment i del seu punt de treball [106]. Depenent de la institució educativa, l'EVA pot arribar a constituir un campus virtual complet, oferint altres serveis com són secretaria o biblioteca. L'objectiu dels és centralitzar, simplificar la gestió i administrar la oferta formativa.

Els sistemes de gestió dels continguts són els anomenats *Content Management Systems* (CMS). El seu objectiu és permetre la creació, emmagatzemament, gestió i manteniment de continguts educatius. Involucren a autors, dissenyadors, tecnòlegs i administradors. En aquest sentit diferents autors, estàndards i especificacions recomanen que els continguts s'estructurin mitjançant objectes d'aprenentatge [117]. D'aquesta manera els continguts generats i etiquetats són interoperables i reutilitzables en altres plataformes o entorns educatius, afavorint l'intercanvi de contingut i la seva agrupació o disgregació en funció de l'objectiu que es vulgui assolir. Això permet generar itineraris formatius de manera que l'aprenentatge es pot flexibilitzar i adaptar a les necessitats dels estudiants [86, 87].

Sovint, també s'empra el terme *Course/Learning Management System* (C/LMS) que es refereix a la plataforma que proporciona un entorn d'aprenentatge virtual que permet gestionar i fer el seguiment de cursos a distància, donant cobertura tant als LMS com als CMS [78]. Un C/LMS és una plataforma basada en tecnologia web que proveeix un entorn d'aprenentatge virtual als membres d'una comunitat educativa. Aquest entorn d'aprenentatge virtual ha d'incorporar els materials d'estudi, els recursos necessaris per gestionar la comunicació i la interacció d'estudiants i professors, així com les eines de planificació i avaluació de l'aprenentatge per al correcte seguiment del curs. Alguns C/LMS són els següents:

- *Web Course Tools* (WebCT)²: és un sistema per crear entorns virtuals d'aprenentatge. Actualment és una de les eines d'ensenyament a distància que més utilitzen els centres de formació i les universitats. WebCT permet escollir les

²<http://www.webct.com/>

eines de comunicació que es volen fer servir junt amb el contingut.

- *LMS Moodle Classroom*³: és un programari de codi obert que permet crear entorns virtuals d'ensenyament i aprenentatge, gestionar cursos i distribuir-los lliurement. També permet crear comunitats d'aprenentatge en línia per afavorir el treball col.laboratiu. Està creat sota una òptica de construcció del coneixement basat en el diàleg entre els participants. L'aula pot contenir diverses eines com fòrums, wikis, xats, etc.
- *Claroline*⁴: és una plataforma d'aprenentatge i treball virtual. És de codi obert i fomenta el treball asíncron i col.laboratiu. Permet administrar els cursos, els estudiants i publicar qualsevol tipus de document. Segueix les especificacions IMS i també SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) i pot ser emprat per formadors per administrar cursos virtuals.
- *.LRN*⁵: és una plataforma d'aprenentatge que facilita la col.laboració i gestió de cursos. Està basada en la plataforma de gestió de comunitats virtuals Open ACS i permet gestionar i administrar tant els usuaris com els cursos fàcilment.
- *Dokeos*⁶: és una plataforma d'aprenentatge de codi obert que permet crear, organitzar i supervisar les activitats d'aprenentatge en línia. També permet emprar eines web 2.0 com blogs i wikis i permet treballar de forma automàtica amb plantilles i qualsevol tipus de recurs didàctic (àudio, video, imatges...).

Com es pot observar, existeixen nombroses plataformes d'e-learning que suporten el procés d'ensenyament i aprenentatge en línia i que permeten treballar amb diferents eines de comunicació, de gestió de continguts i d'administració dels usuaris.

La introducció de l'adaptació en aquests sistemes és força limitada, perquè no permeten seqüenciar el procés d'aprenentatge de forma automàtica en funció dels resultats de cada activitat realitzada pels estudiants. Tampoc permeten treballar de forma integrada amb diferents itineraris formatius en una mateixa assignatura. Si bé aquests sistemes són molt útils per afavorir la gestió i compartició de cursos i fomentar el treball amb eines 2.0 són els com blogs i wikis [64, 33], encara no permeten realitzar una formació adaptativa que vagi més enllà de la personalització de la interfície. En la

³<http://moodle.org/>

⁴<http://www.claroline.net/>

⁵<http://dotlrn.org/>

⁶<http://www.dokeos.com/>

mateixa línia, les plataformes citades permeten construir entorns virtuals d'aprenentatge globalment i força complets, però sense permetre la descripció formal del procés d'aprenentatge.

3.1.2 Estàndards i especificacions per l'e-learning

Per a la descripció formal del procés d'ensenyament i aprenentatge es poden emprar alguns estàndards i especificacions pensats i creats per l'e-learning. La diferència entre un estàndard i una especificació és que un estàndard bàsicament està reconegut nacional i internacionalment per part d'una autoritat respectada en el seu camp i està documentat en detall. Per contra una especificació està en el pas previ i s'empra de manera provisional. Més endavant es descriu més extensament. Existeixen diferents tipus d'estàndards i especificacions que permeten descriure el procés d'aprenentatge de forma parcial i global. Alguns d'ells es detallen més extensament en l'apèndix A i permeten descriure des dels recursos d'aprenentatge (p.e. l'estàndard IEEE LOM⁷) i el perfil de l'estudiant (p.e. l'especificació IMS-LIP⁸) fins el propi procés d'aprenentatge (p.e. l'especificació IMS-LD⁹).

Tant els estàndards com les especificacions incorporen models d'informació per descriure diferents elements que intervenen en el procés d'aprenentatge. Es consideren eines per l'e-learning que afavoreixen la interoperabilitat entre plataformes i sistemes d'aprenentatge i promouen la reutilització dels continguts fomentant l'adaptació i personalització en la formació virtual.

Les plataformes per a l'e-learning descrites en l'apartat anterior promouen alhora l'ús d'especificacions i estàndards i, per tant, són sistemes compatibles que poden agrupar l'ús d'estàndards per la compartició de cursos o de dades dels estudiants. No són sistemes aïllats, sinó que es relacionen directament per afavorir el treball entre diferents comunitats educatives i es complementen.

Una plataforma educativa es diferencia d'un estàndard o especificació bàsicament en les seves funcionalitats. Una plataforma és un entorn virtual d'ensenyament i aprenentatge amb diferents eines tecnològiques i comunicatives. Un estàndard o especificació s'empra per descriure formalment com es dona el procés d'aprenentatge i per descriure les característiques i funcions de cada element que hi intervé. Aquesta diferència bàsica permet pensar en la creació i descripció del procés d'aprenentatge que promogui la for-

⁷IEEE Learning Object Metadata. <http://www.ieeeltsc.org:8080/Plone/>

⁸IMS Learner Information Profile. <http://www.imsglobal.org/profiles/>

⁹IMS Learning Design. <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>

mació adaptativa, mitjançant l'ús d'estàndards o especificacions, tenint en compte el perfil dels estudiants i les seves accions i resultats en qualsevol plataforma d'aprenentatge. Seguidament es comenten els diferents tipus d'estàndards i especificacions en funció del seu ús.

Descripció el procés d'aprenentatge

Per a la descripció global del procés d'aprenentatge l'especificació més citada és IMS-LD. Aquesta especificació està creada per experts en l'àrea de Tecnologia Educativa i, a més de permetre descriure tots els elements que formen part del procés educatiu, permet descriure les interaccions que es donen entre cada element, la seqüenciació dels continguts i les activitats en qualsevol curs. Permet establir requisits d'accés dels usuaris, valorar el seu bagatge previ i condicionar el treball amb les activitats i els continguts a un resultat.

IMS-LD està definit com *una descripció d'un mètode que permet als alumnes assolir els objectius d'aprenentatge desenvolupant activitats, en un ordre i en un ambient/entorn concret* [48]. Permet descriure l'estructura de tasques i activitats que ocorren en una unitat d'aprenentatge emprant XML per la seva descripció. Això permet pensar en IMS-LD com una especificació ideal per a introduir la formació adaptativa en un entorn virtual d'aprenentatge. Com a especificació que és, té l'avantatge de poder ser integrada en qualsevol plataforma i entorn d'aprenentatge per l'e-learning, encara que sigui de forma complexa. En l'apartat 3.2.2 es descriu més extensament aquesta especificació i es detalla el seu funcionament.

Descripció del perfil de l'estudiant

L'Observatori d'Estàndards de Tecnologies de l'Educació del Comitè Europeu per l'Estandardització¹⁰ (CEN) recull en els seus informes anuals, entre d'altres, els estàndards i especificacions per a la descripció del perfil de l'estudiant prenent com a referència els treballs realitzats per IMS Global Learning Consortium¹¹ (GLC) i IEEE Learning Technology Standards Committee¹² (LTSC).

Donat que IMS-LD forma part de les especificacions que es treballen des d'IMS GLC, les especificacions centrades en descriure el perfil de l'estudiant són compatibles

¹⁰CEN. <http://www.cen.eu/cen/pages/default.aspx>

¹¹IMS-GLC. <http://www.imsglobal.org/>

¹²IEEE-LTSC. <http://www.ieeeltsc.org:8080/Plone>

i interoperables amb IMS-LD i, a més, poden ser agregades per la definició formal de l'estudiant. Altres especificacions i estàndards procedents de l'IEEE, com IEEE PAPI¹³ (*Personal And Private Information*) poden generar problemes de compatibilitat i interoperabilitat, però és important tenir en consideració la informació que poden aportar per a la descripció del perfil de l'estudiant en qualsevol entorn o plataforma d'aprenentatge. Durant el període de realització d'aquest treball de tesi, IEEE PAPI, ha quedat obsolet.

Seguint IMS-LD, la informació de l'estudiant s'emmagatzema en el rol que se li atribueix. La informació que es pot treballar mitjançant l'especificació és molt bàsica i només fa referència a les accions que podrà fer l'estudiant durant l'execució de la Unitat d'Aprenentatge (donat el rol assignat) i, posteriorment, contindrà les accions realitzades. IMS-LD no permet emmagatzemar cap altre tipus d'informació de l'estudiant com podria ser l'expedient acadèmic o les pròpies dades personals de l'estudiant.

En termes generals, la festió d'informació d'estudiants amb altres estàndards pot ser classificada a dos nivells: la informació individual sobre cada estudiant i la informació relativa a les interaccions que esdevenen dins de grups d'estudiants en un context d'ensenyament-aprenentatge. Independentment de quin sigui el cas, és important destacar que el tipus d'informació que es recull, donada la seva naturalesa personal, és una informació altament sensible, per la qual cosa aspectes relacionats amb la confidencialitat i privacitat són de gran importància esdevenint sovint un problema per a l'intercanvi d'informació entre diferents plataformes per a l'aprenentatge.

La informació d'estudiants, expressada d'acord a un estàndard o especificació, ha de permetre l'intercanvi d'informació rellevant dins d'un sistema de gestió d'aprenentatge o entre diferents sistemes. És més, aquest intercanvi s'ha de poder realitzar d'acord a diferents necessitats, és a dir, proveint diferents vistes de la informació, depenent de les aplicacions o persones que necessitin accedir a l'esmentada informació: el propi estudiant, professors, personal de gestió acadèmica etc. Per altra banda, més enllà de facilitar l'intercanvi d'informació entre sistemes de gestió d'aprenentatge, la recollida de tota aquesta informació pot ser útil per poder proveir personalització i adaptació en el procés d'ensenyament-aprenentatge.

En aquesta línia, per una banda, IMS ha desenvolupat altres especificacions relacionades amb la recollida d'informació d'estudiants com són: IMS LIP (*Learner Information Packaging*) [67] i IMS Enterprise [47]; per altra banda, en el cas d'IEEE,

¹³IEEE PAPI. <http://www.cen-ltso.net/main.aspx?put=230>

l'especificació desenvolupada ja és un l'estàndard anomenat IEEE PAPI.

Bàsicament, tant IMS LIP com IEEE PAPI recullen informació sobre un estudiant de forma individual. En canvi, IMS Enterprise permet recollir informació relativa a grups d'estudiants dins d'un context d'ensenyament-aprenentatge, complementant IMS LIP. En aquest cas, tenint en compte que IMS Enterprise fa referència a grups d'estudiants, no serà tan útil per l'objecte d'aquest treball de tesi.

Els treballs d'IMS i d'IEEE compten amb documents que expressen com representar les especificacions en termes d'XML. Al marge de les especificacions prèvies, diversos organismes i institucions s'han dedicat a desenvolupar perfils d'aplicació destinats a recollir informació d'estudiants. De manera genèrica i d'acord a Duval et al. [39], un perfil d'aplicació es defineix com *un acoblament de metadades seleccionades d'un o més esquemes de metadades, així com possibles extensions (addició de noves metadades), que donen lloc a un nou esquema de metadades*. L'objectiu és adaptar-se als requisits funcionals d'un entorn d'aplicació concret, alhora que es garanteix la interoperabilitat amb els esquemes base de metadades utilitzats.

IMS proporciona recomanacions per al desenvolupament de perfils d'aplicació. Adicionalment, donada la proliferació de perfils d'aplicació desenvolupats per diferents institucions i amb diferents finalitats en l'àmbit de l'e-learning, existeixen organismes (com CEN/ISSS¹⁴, DESIRE¹⁵ i CORES¹⁶ dedicats a la recopilació i registre dels esmentats perfils d'aplicació.

Descripció dels recursos d'aprenentatge

Un dels aspectes crucials en el procés d'estandarització en l'àmbit de l'e-learning és justament el desenvolupament d'especificacions de metadades que permetin l'etiquetatge de recursos didàctics de forma universal. Si bé s'han desenvolupat diferents especificacions i estàndards, la majoria d'institucions educatives treballen principalment amb l'estàndard IEEE LOM [66] o bé amb SCORM, tot i que també MPEG 7 (*Multimedia Content Description Interface*). En [2] i [42] es realitza una avaluació entre els diferents estàndards, però no s'aposta exclusivament per un d'ells, sinó que es recomana l'ús de cada estàndard en funció del tipus de recurs o tipologia de contingut.

Per a la descripció de recursos d'aprenentatge, IMS-LD defineix una entitat que és dependent de l'entitat *environment*. Aquesta entitat és la denominada *Learning*

¹⁴<http://registry.k-int.com/apr/view.do/>

¹⁵<http://desire.ukoln.ac.uk/registry/appprofile.php/>

¹⁶<http://www.cores-eu.net/registry/>

Object (LO) i permet incorporar a una Unitat d'Aprenentatge qualsevol recurs digital, reproduïble i adreçable que es pugui necessitar per realitzar una activitat. La mateixa especificació recomana l'ús d'un estàndard com IEEE LOM per a la classificació dels diferents objectes en una Unitat d'aprenentatge i acostuma a emprar el terme *Recursos* definit per IMS-CP¹⁷ per a referir-se als diferents objectes d'aprenentatge. Tot i que no és objecte de IMS-LD definir i classificar els diferents recursos per l'aprenentatge, es considera i recomana la seva incorporació classificada en qualsevol activitat o en l'entorn on es situen les diferents activitats, per poder ser reutilitzables.

Seguint la recomanació de IMS-LD en l'apèndix A es presenta IEEE LOM per descriure formalment els recursos d'aprenentatge que poden haver-hi en una Unitat d'Aprenentatge i es presenten breument altres estàndards vinculats a la definició formal de LOs per a l'etiquetatge de recursos per a l'aprenentatge. També es descriu l'especificació IMS-QTI (*Question and Test Interoperability*) que és també una especificació pertanyent a l'IMS GLC, creada per proveir un model de dades per generar questions i tests educatius, de forma que sigui interoperable amb altres plataformes d'aprenentatge. IMS-QTI pot ser d'interès per la creació d'eines que permetin definir prerequisits d'aprenentatge a una Unitat d'Aprenentatge de l'IMS-LD i, per tant, si fos necessari treballar de forma integrada en l'especificació.

3.2 L'especificació IMS-Learning Design

En aquest apartat es realitza una descripció de l'especificació general IMS-LD i dels diferents nivells que formen l'especificació. També es descriu cadascuna de les entitats de cada nivell i es detallen les relacions entre elles.

3.2.1 Visió general de l'especificació

IMS-LD és una especificació que permet descriure processos d'ensenyament-aprenentatge, ja sigui en un entorn purament virtual o en un sistema mixte d'aprenentatge. Com tota especificació, requereix d'un treball continuat per depurar-la i complementar-la. A diferència d'un estàndard, reconegut nacional o internacionalment, documentat en detall i ratificat per una autoritat respectada en el seu camp, una especificació es crea per alguna companyia o organisme que no ha estat ratificat per cap autoritat i que sol utilitzar-se de manera provisional [20], [23]. Una especificació produeix molta activitat

¹⁷IMS-Content Packaging. <http://www.imsglobal.org/content/packaging/>

corporativa i investigadora per tal d'identificar necessitats i mancances. Contínuament es van realitzant revisions per depurar-la el màxim possible fins que es pot procedir amb el procés d'estandarització¹⁸.

Les especificacions actuals sobre e-learning funcionen com estàndards de facto, és a dir, no són encara un estàndard ratificat però les comunitats científiques, acadèmiques i empresarials les consideren com a tal i treballen amb elles com si ho fossin. En aquest línia, IMS-LD va néixer a la OUNL (Open University of Netherland), com una especificació per modelar globalment el procés d'aprenentatge, emprant el llenguatge Educational Modelling Language¹⁹ (EML). IMS-LD va ser desenvolupat originàriament per la OUNL, per a proveir a la comunitat educativa amb un llenguatge genèric i flexible per a modelar el procés d'aprenentatge. Després d'examinar i comparar diferents aproximacions pedagògiques, es va crear una especificació suficientment rica i flexible que permetés emprar qualsevol mètode educatiu. La primera versió de l'especificació va ser adoptada per IMS-GLC, convertint-se així en IMS-LD.

IMS GLC és una associació puntera i global sense ànim de lucre, que creix amb les indústries de la tecnologia educativa i l'aprenentatge, mitjançant la col.laboració i innovació de la pràctica educativa. Té com a objectiu reconèixer i fomentar les millors pràctiques educatives en el camp de l'e-learning, estimulant així el seu reconeixement. Representa aproximadament a unes 140 organitzacions que procedeixen de tots els sectors de la comunitat educativa i fomenten conjuntament la interoperabilitat entre els diferents estàndards i especificacions per a la millora del procés d'aprenentatge. A més, IMS proveeix un fòrum neutral en el qual els membres treballen col.laborativament per defensar la utilització de tecnologia i per donar suport a la transformació de l'educació i l'aprenentatge mitjançant les TIC.

Al gener de l'any 2003, Learning Design va ser presentat al consell tècnic d'IMS i es va aprovar com una especificació adoptada per IMS GLC, esdevenint l'actual especificació IMS-LD. La primera i única versió de l'especificació és la v.1, que data del 2003. Tot i així, un grup nombrós d'investigadors i grups de recerca²⁰ treballen en l'especificació per tal d'ampliar-la i modificar-la, per fer-la més operativa en diferents entorns d'ensenyament-aprenentatge. Com qualsevol especificació, requereix d'un treball continuat per depurar-la i complementar-la.

¹⁸Centre for educational technology interoperability standards. <http://www.cetis.ac.uk/>

¹⁹EML. <http://www.cen-ltso.net/main.aspx?put=223>

²⁰Projecte UNFOLD. <http://www.unfold-project.net/>. Learning Networks for Learning Design, <http://moodle.learningnetworks.org/>. Projecte Collage. <http://gsic.tel.uva.es/collage/>

IMS-LD està descrit com un mètode que permet als alumnes assolir els objectius desenvolupant activitats, en un ordre i en un entorn concret [48]. Permet descriure l'estructura de tasques i activitats que ocorren en una unitat d'aprenentatge emprant XML per la seva descripció. La documentació de l'especificació consta de tres documents base: el model d'informació, el model relacional i una guia de bones pràctiques. A la mateixa especificació es poden trobar també exemples que il·lustren el funcionament i el resultat d'implementar IMS-LD.

IMS-LD és suficientment ric i flexible per descriure des de processos d'aprenentatge simples fins a processos complexos que incloguin la personalització i el treball col·laboratiu [61]. Koper i Olivier [76] detallen que una especificació com IMS-LD, que descriu diferents models pedagògics i és interoperable, té les següents característiques:

1. **Completable:** una especificació ha de permetre descriure de manera completa un procés d'ensenyament i aprenentatge en una Unitat d'Aprenentatge (UA), incloent referències a objectes d'aprenentatge digitals i no digitals, així com els serveis que es necessiten durant el procés. Això inclou:
 - (a) integració de les activitats desenvolupades per l'estudiant i el docent;
 - (b) integració dels recursos que s'usaran durant el procés d'aprenentatge (objectes i serveis);
 - (c) suport per a un model d'aprenentatge individual i grupal;
 - (d) suport per a models mixtos de formació o purament virtuals.
2. **Pedagògicament expressable:** l'especificació ha d'expressar el significat pedagògic i la funcionalitat dels elements involucrats en el context.
3. **Personalitzable:** l'especificació ha de permetre descriure aspectes de personalització i, per tant, que els continguts, els recursos i les activitats s'adaptin a les preferències, necessitats, coneixements previs o circumstàncies dels involucrats, siguin aquests estudiants o personal docent.
4. **Compatible:** l'especificació ha de permetre dissenyar aprenentatges més complexos i s'ha de poder integrar amb les especificacions ja existents com, per exemple, les d'IMS o d'IEEE.
5. **Reutilitzable i interoperable:** una característica compartida i ja aconseguida per les especificacions actuals ha de permetre, a través d'una tecnologia estàndard, tornar a utilitzar recursos i processos ja dissenyats i creats prèviament.

El conjunt de característiques associades a l'especificació i el procés de descripció del procés d'aprenentatge permet pensar en IMS-LD com l'especificació més completa per a dissenyar i crear itineraris formatius adaptatius en un entorn virtual.

3.2.2 Descripció d'IMS-LD

La descripció del procés ensenyament-aprenentatge mitjançant l'especificació genera un paquet denominat UA/UOL (Unitat d'Aprenentatge/Unit Of Learning), que és una forma flexible de representar i codificar escenaris d'aprenentatge per a un o múltiples estudiants, sense cap model pedagògic associat per defecte. Consisteix en un diagrama amb un mètode educatiu en un entorn determinat, amb activitats, recursos didàctics, actes, actors i rols, entre d'altres, que formen una Unitat d'Aprenentatge. Tot els elements que formen part del procés d'aprenentatge es descriuen i relacionen en base a tres nivells (A, B i C), que formen el cor de l'especificació:

- El nivell A conté el llenguatge bàsic i les metadades de l'especificació. És on es defineixen els objectius d'aprenentatge, les activitats, els materials didàctics, els actors que intervenen (professor, estudiant) i el mètode de treball, que és el mecanisme que proveeix l'especificació per a coordinar els actors, les activitats i l'entorn de manera que permeti als estudiants assolir els objectius d'aprenentatge.
- En el nivell B s'associen les propietats i condicions al nivell A. Les condicions permeten al professor definir les regles per executar les unitats d'aprenentatge i com aquestes es presenten a l'estudiant. Permeten controlar la informació de l'estudiant i l'estat del procés d'aprenentatge. Per tant, la definició del nivell B és un primer pas cap a l'adaptació i personalització del procés d'aprenentatge.
- El nivell C afegeix les notificacions als nivells A i B i, per tant, entre els components de la unitat d'aprenentatge. Una notificació es genera com un resultat d'una activitat i pot produir que una nova activitat quedi disponible per a l'actor que s'està executant. Això permet compartir informació entre diferents rols, és a dir, donar suport a estratègies de treball col.laboratiu.

IMS-LD descriu el procés d'ensenyament-aprenentatge fent un símil amb una obra de teatre amb diferents actes, on interactuen diferents actors vers un objectiu. Els mateixos creadors de l'especificació expliquen el seu funcionament mitjançant aquesta metàfora per entendre les UAs. L'escenari és denominat mètode (*method*). El mètode

defineix un o varis *plays* que consten d'un o varis *acts*. Al mateix temps, cada *act* consta de diferents *role-part* que defineixen l'activitat (*activity*) que ha de realitzar un rol en un moment determinat. És a dir, la idea bàsica es resumeix en un seguit d'actors representant una obra (*play*) i cadascun d'ells pot assumir un nombre de rols diferents (*role*) en un moment determinat de l'obra (per exemple rol-estudiant o rol-professor) per la consecució d'una unitat d'aprenentatge. La Figura 3.1 mostra l'esquema conceptual original de totes les entitats que conformen el nucli de l'especificació:

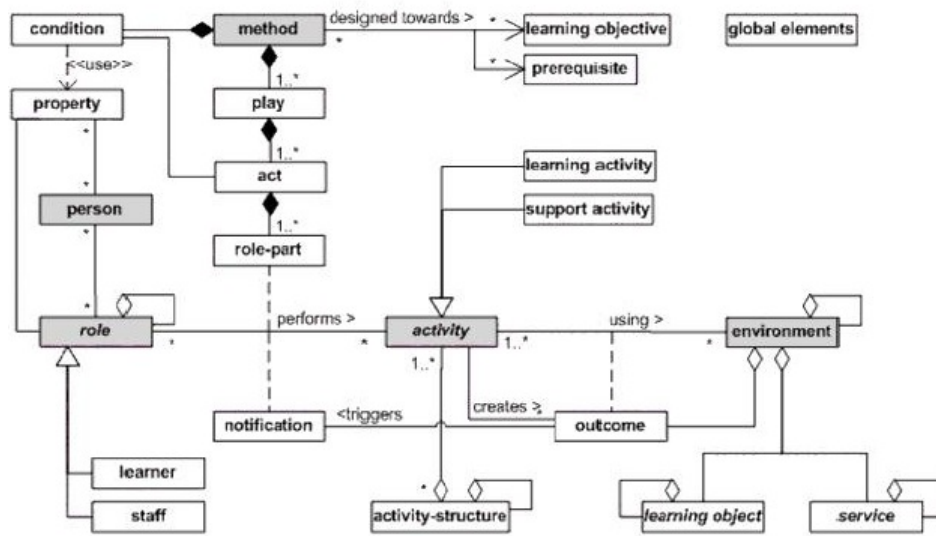


Figura 3.1: Esquema conceptual original de l'especificació IMS-LD.

El conjunt de les entitats de l'especificació és una UA i és la base d'IMS-LD, una unitat de formació completa. Representa quelcom més que una col·lecció de recursos ordenats per l'aprenentatge: inclou una gran varietat d'activitats (com ara activitats basades en la resolució de problemes, activitats de cerca, de discussió, etc), l'avaluació, els serveis i el suport pels professors, formadors i altres membres. En una UA, cada activitat, recurs i rol depèn del disseny d'aprenentatge que es faci i és un terme abstracte emprat per a referir-se a qualsevol tipus de formació, com un curs, lliçó o mòdul. Qualsevol UA és un conjunt d'elements completament relacionats per l'ensenyament-aprenentatge i com a mínim ha de contenir un *play*, un *act* i un *role-part*.

Per tal d'entendre correctament l'especificació i el seu funcionament, seguidament, es defineixen cadascuna de les principals entitats de cada nivell de treball que formen una UA. Totes elles es descriuen seguint el model d'informació de la mateixa especificació [48], [77]. Els tres nivells, amb totes les entitats que inclouen, formen

una UA completa que serà interoperable i reutilitzable per qualsevol altre entorn d'ensenyament-aprenentatge.

Nivell A

El nivell A és el nivell més bàsic de l'especificació el qual, per si mateix, ja permet crear una UA funcional. La Figura 3.2 mostra les entitats que formen aquest nivell i que es descriuen a continuació:

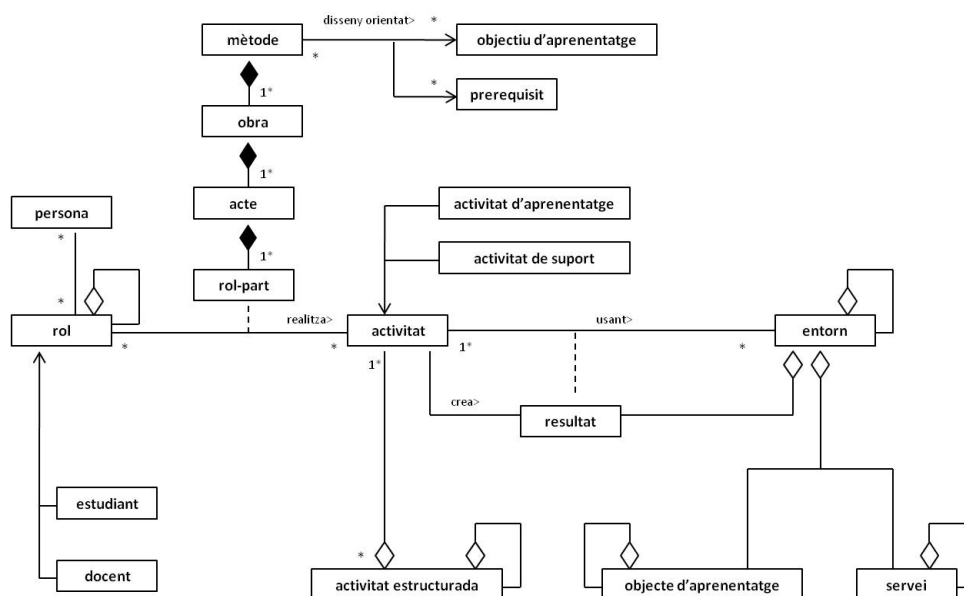


Figura 3.2: Nivell A de l'especificació.

- Objectius d'aprenentatge (*learning objectives*): són definits com les fites que han d'assolir els estudiants quan completen una UA. Poden ser especificats amb diferents nivells de detall. En un primer nivell, és possible definir objectius globals i, en un segon nivell, es poden definir els objectius específics per a cada activitat d'aprenentatge.
- Prerequisits (*prerequisite*): especifiquen el nivell de requisits d'entrada a la UA pels estudiants. Com succeeix amb els objectius, els prerequisits poden ser definits a nivell global de la UA o per activitats d'aprenentatge específiques.
- Rol (*role*): especifica el tipus de participant en una UA. N'hi ha de dos tipus bàsics: *learner* (estudiant) i *staff* (professor, consultor, dissenyador.). Aquests

poden ser subtipificats, per exemple, per permetre als estudiants tenir diferents rols en determinats tipus d'activitats. En el cas de l'*staff* succeeix el mateix. En temps d'execució, més d'un usuari pot estar associat al mateix rol (existint un mínim i un màxim per a cada rol). Això s'acostuma a emprar, per exemple, per dinàmiques grupals.

- Rol-part (*role-part*): relaciona exactament un rol amb una activitat. Un rol-part és una parella: rol i activitat. Un rol pot tenir assignades moltes activitats i una mateixa activitat pot tenir assignats diferents rols. En qualsevol disseny hi ha d'haver, com a mínim, un rol-part.
- Activitat (*activity*): és un dels elements claus en el flux de la UA. Són l'enllaç entre els rols, objectes d'aprenentatge i els serveis en l'entorn d'aprenentatge. En les activitats s'hi especifiquen les condicions i accions que s'han de fer per completar-les. Una activitat referencia l'entorn en el qual s'executa i, com a mínim, és necessari un rol, una descripció d'activitat i, opcionalment, un entorn amb els objectes d'aprenentatge i els serveis necessaris per realitzar l'activitat. També es poden afegir recursos d'aprenentatge com, per exemple, diferents materials didàctics o altres documents necessaris per a realitzar l'activitat. Hi ha dos tipus d'activitats: les activitats d'aprenentatge (*learning activity*) i les activitats de suport (*support activity*). Una activitat d'aprenentatge només es realitza una vegada (fins que es completa). Una activitat de suport es pot fer més d'una vegada i es pot assignar una o més activitats d'aprenentatge a un rol.
- Activitat estructurada (*activity-structure*): consisteix en una o més activitats d'aprenentatge, activitats de suport o d'altres activitats estructurades.
- Acte (*act*): representa una sèrie concurrent de rol-parts. Això vol dir que a cada acte les activitats estan associades a diferents rols. En l'acte s'especifica quins rols fan quines activitats i en quin ordre. Quan hi ha més d'un acte, aquests es representen en seqüència des del primer acte fins al darrer, sempre i quan es vagi completant cadascun d'ells. No es podrà veure el següent acte si no s'ha completat l'anterior. Quan un acte es completa (sempre i quan es compleixin els requisits de compleció que s'especifiquin) comença el següent. Els actes que ja s'han completat sempre seran visibles i l'estudiant els podrà consultar quan vulgui. Les condicions de nivell B, que es veuran més endavant, no es poden saltar aquesta norma i, per tant, l'acte definit en el nivell A és sempre seqüencial.

- Obra (*play*): consisteix en una seqüència d'actes. És el cor del disseny d'aprenentatge i ha de contenir, com a mínim, un acte. Els components que no estiguin especificats en el *play* no s'executaran i, per tant, no seràn visibles. Si hi ha més d'un *play*, funcionen en paral·lel i són independents els uns dels altres. A la mateixa especificació es comenta que l'experiència mostra que alguns dissenys d'aprenentatge que empren múltiples *plays* per representar fluxes d'activitats per rol ho fan de la següent manera: un *play* per estudiant i un *play* per professor. Això només és possible quan les activitats són independents entre sí.
- Mètode (*method*): conté dues parts centrals de l'especificació d'IMS-LD, el play (amb tots els seus components) i les condicions de compleció.
- Entorn (*environment*): consisteix en una col·lecció estructurada d'objectes d'aprenentatge (OAs) i de Serveis (*services*) que s'empren durant la realització de les activitats. Els OA i serveis són definits a l'especificació com:
 - Objecte d'aprenentatge (*learning object*): és qualsevol recurs digital, reproducible i adreçable, que es pot emprar per realitzar activitats d'aprenentatge o activitats de suport. En IMS-CP²¹ (*IMS-Content Packaging*) es representen amb el nom de "Recursos". Alguns exemples són: pàgines web, llibres de text, eines de productivitat (processadors de text, editors, calculadores, instruments ...). En l'estàndard IEEE LOM es pot trobar una classificació més extensa dels diferents tipus d'OAs, distingint entre: exercici, simulació, qüestionari, diagrama, figura, gràfic, índex, diapositiva, quadre, text narratiu, examen, experiment, plantejament del problema, l'autoavaluació i una conferència. Es considera que un OA pot fer referència a qualsevol d'aquests tipus.
 - Serveis (*service*): són recursos que no es poden facilitar mitjançant una URL en temps de disseny. Pot ser un fòrum de discussió, xat o altres serveis per la comunicació, que han d'estar instanciats per un servei local en temps d'execució.

En aquest mateix nivell A de l'especificació existeixen dues entitats més que només estan definides a nivell conceptual en el model d'informació. Són l'entitat Persona

²¹És una especificació que s'empra per a l'intercanvi de dades entre sistemes que permet importar, exportar, agregar i disgregar paquets de continguts. <http://www.imsglobal.org/content/packaging/>

(*person*) i Resultat (*outcome*). Aquestes dues entitats estan definides per entendre alguns passos en la creació d'una UA, ja que *person* fa referència a persones que adopten un rol concret i, *outcome*, als resultats obtinguts de l'activitat en un entorn concret. Aquesta darrera entitat, per tant, és una conseqüència de la realització d'una activitat per un rol.

Nivell B

El nivell B consta de dues entitats, les propietats i les condicions:

- Propietats (*properties*): constitueixen la base sobre la qual es construeix l'expedient o dossier dels usuaris implicats en la UA i els seus rols. Són una part essencial per a la monitorització, personalització i avaluació de la interacció de l'usuari. N'hi ha de dos tipus, les internes i les externes. Les propietats internes tenen noms i rangs de valors definits en temps de disseny; dirigeixen el flux d'events de manera predeterminada i són declarades al mateix disseny d'aprenentatge. Les propietats externes es declaren fora i s'hi inclou un mecanisme per declarar les noves propietats globals. Són més àmplies i permeten afegir extensions amb altres especificacions.
- Condicions (*conditions*): permeten l'automatització del flux d'activitats d'aprenentatge, les quals comencen per la compleció de les tasques anteriors. Les condicions són emprades conjuntament amb les propietats per afegir personalització. El format bàsic que tenen les condicions és IF (expressió), THEN (conseqüències: mostrar, saltar, canviar o notificar) i ELSE (si, no...). Les expressions es defineixen en les propietats dels estudiants, mentre que les conseqüències estan en el context de l'acte en actiu.

En un model simple, el nivell B és la base per afegir l'automatització i la personalització en el disseny de l'aprenentatge suportant els requisits previs i preferències dels estudiants. En la Figura 3.3 es pot veure com les entitats de nivell B s'integren i es relacionen amb les entitats definides en el nivell A.

Nivell C

Finalment, en el nivell C s'afegeixen les notificacions (*notification*) als nivells A i B de l'especificació. Com mostra la Figura 3.4, les condicions permeten enviar un missatge

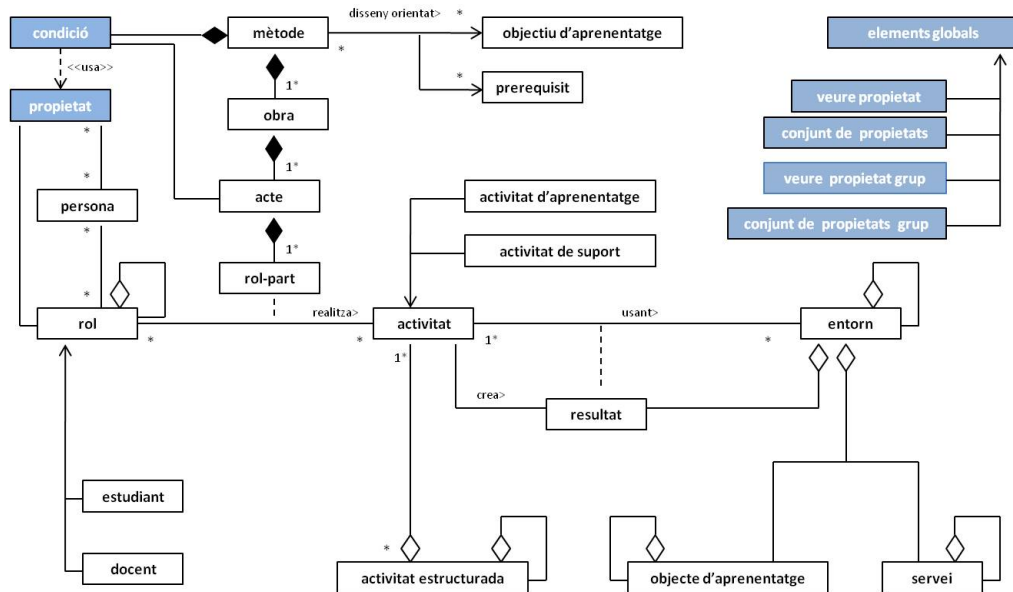


Figura 3.3: En color s'identifiquen les entitats del Nivell B de l'especificació.

a un rol o assignar una nova activitat d'aprenentatge als rols en determinats moments. Aquests moments poden ser al completar una activitat, acte i/o *play*. També pot ser quan una expressió d'una determinada condició esdevé certa o el valor d'una propietat ha canviat. Per tant, com mostra la Figura 3.4, el nivell C és molt simple i únicament permet enviar un correu electrònic notificant una acció concreta.

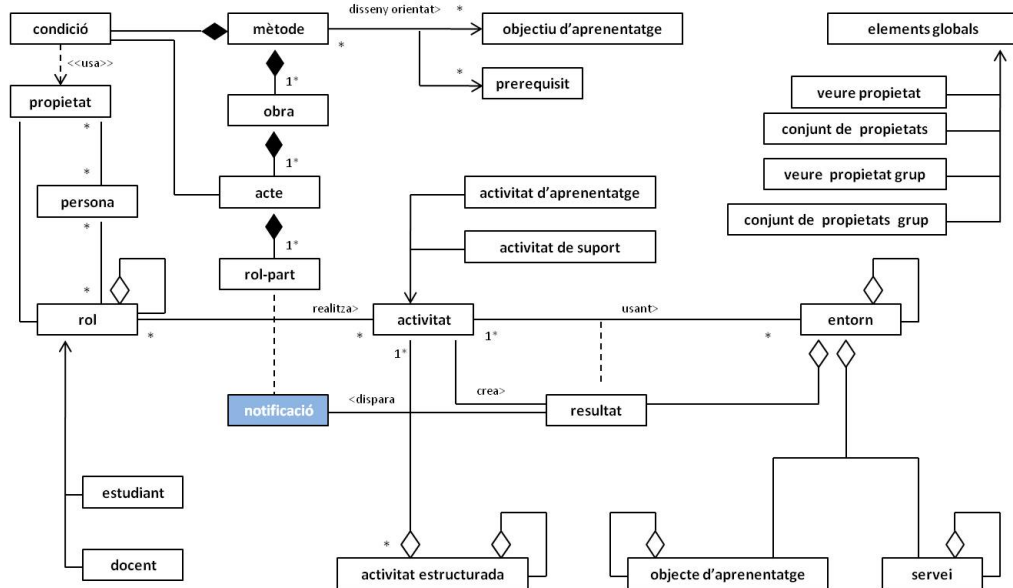


Figura 3.4: En color s'indica el Nivell C de l'especificació.

3.3 Funcionament d'IMS-LD

En un entorn virtual d'aprenentatge centrat en les activitats és essencial entendre la formació com un conjunt d'elements que es relacionen i interactuen entre ells per a que qualsevol estudiant pugui assolir unes competències i objectius durant el procés d'ensenyament-aprenentatge. Si en l'apartat anterior s'explicava la metàfora del teatre per descriure les entitats i els agents que formen IMS-LD, en aquest apartat es detalla el funcionament i les relacions que es donen entre les diferents entitats que conformen l'especificació IMS-LD, amb l'objectiu de crear una UA. Com ja s'ha comentat, IMS-LD transcriu el procés d'aprenentatge com mostra la Figura 3.5 i, per tant, en base a tres nivells que són el nucli per explicar el funcionament de l'especificació.

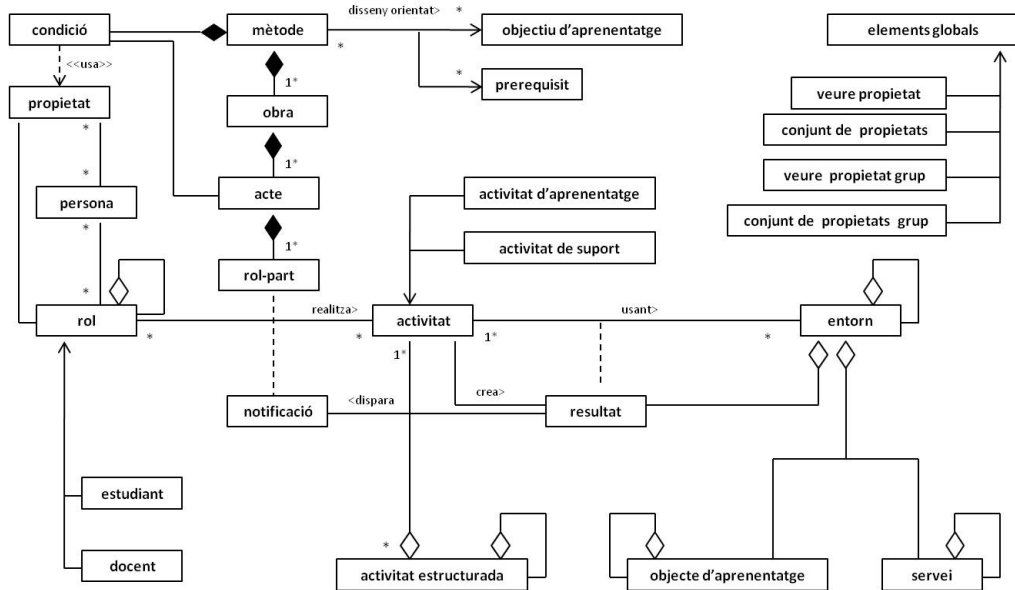


Figura 3.5: Procés d'aprenentatge segons l'especificació IMS-LD.

La Figura 3.5 mostra, en format de diagrama UML, les relacions que es donen entre les diferents entitats quan es dissenya una UA. Hi queden representats els fluxes existents entre totes les entitats descrites anteriorment i les relacions que s'han de donar per a que la UA es pugui dissenyar i executar correctament en qualsevol entorn d'ensenyament-aprenentatge.

3.3.1 Nivell A

El procés de creació d'una unitat d'aprenentatge s'inicia amb la identificació i definició de totes les entitats que conformen el nivell A, segons l'escenari educatiu on s'apliqui. És a dir, quina assignatura es vol treballar, quines competències i objectius es pretenen assolir, quins agents intervenen, els recursos didàctics, les activitats, etc. Quan s'han identificat totes les entitats anteriors a nivell pedagògic, cal començar a treballar amb l'especificació per definir cada entitat en IMS-LD.

En primer lloc, cal definir el mètode d'aprenentatge (*method*) que és el contenidor per la definició dinàmica del procés d'aprenentatge. El mètode seria, per exemple, l'assignatura que es vol treballar amb l'especificació. Seguint IMS-LD, el *method*, consisteix en un o més *plays* i un estat per completar la unitat d'aprenentatge. Conté una sèrie d'objectius d'aprenentatge i pot tenir uns prerequisits d'accés. Segons el diagrama UML i a nivell de navegació, una vegada definida l'assignatura es podran definir els objectius d'aprenentatge i els pre-requisits d'accés d'aquella assignatura en particular. Mai es podrà fer a la inversa, és a dir, no es poden definir prèviament objectius i pre-requisits si no s'ha definit l'assignatura. La Figura 3.6 mostra la seva representació.

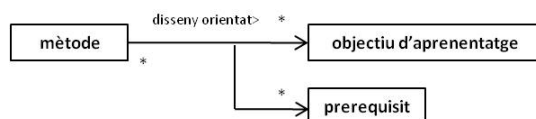


Figura 3.6: Composició de l'entitat *method*.

En segon lloc, quan ja s'ha definit el mètode, cal definir els *plays* que conformaran l'assignatura. Com detalla l'especificació, com a mínim hi ha haver un *play* i, consegüentment, un *acte* i un *rol-part* per l'assignatura. La Figura 3.7 mostra els contenidors mínims d'una unitat d'aprenentatge i la seva representació.

Un *play* representa el flux d'activitats durant el procés d'aprenentatge. És el camí que haurà de seguir tot estudiant durant el procés de formació. Aquest camí consisteix en una sèrie d'actes (*acts*) o parts de l'assignatura a treballar. Cada acte, alhora, consisteix en *rol-parts*, que són els parells associats d'estudiant-activitat. En temps d'execució, el *play* interpreta i mostra als rols, els actes que contenen les activitats i els recursos. Quan es dissenya més d'un *play*, aquests s'interpreten de forma simultània i independentment. S'executen sempre en paral·lel, com mostra la Figura 3.8.

En tercer lloc, es defineixen els *acts* que formen part del *play*. Com a mínim, s'ha

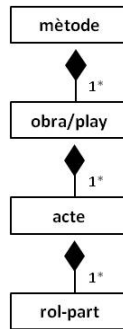


Figura 3.7: Composició mínima d'un mètode.

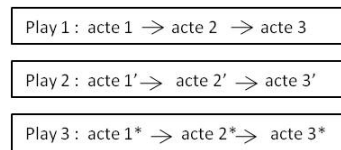


Figura 3.8: Procés d'execució de diferents plays.

de definir un acte que representa una sèrie de rol-parts que s'executen concurrentment. Si es defineix més d'un acte, s'interpreten en ordre seqüencial, com mostra la Figura 3.9.

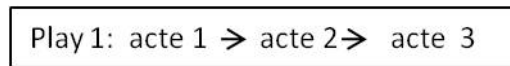
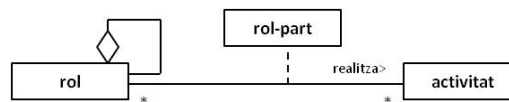


Figura 3.9: Representació en seqüència de varis actes.

A cada acte s'haurà de definir com a mínim un rol-part, és a dir, un estudiant assignat a una activitat. Les activitats poden contenir objectes d'aprenentatge (recursos) i serveis; poden ser la consulta de diferents recursos d'aprenentatge, treballar els mòduls teòrics i, fins i tot, la realització de nous tipus d'activitats i exercicis, per aconseguir diferents objectius d'aprenentatge. Una activitat (ja sigui estructurada, d'aprenentatge o de suport), ha d'estar sempre vinculada a un rol. En l'especificació són un conjunt, conformant el binomi *rol-part* (Figura 3.10).

Figura 3.10: Representació d'un *rol-part*.

Com es pot observar, la definició d'un rol-part difereix aquí del que és un rol-part

real en una representació teatral. Per exemple, en un acte 1 tots els rols s'executen alhora: estudiant 1-activitat 1 i estudiant 2-activitat 1. Això vol dir que cap dels dos estudiants pot estar en cap altre acte i quan hi ha més d'un rol-part en una activitat, aquests s'executen en paral·lel. Aquesta regla de funcionament de l'especificació és molt important per la creació dels itineraris formatius adaptatius.

Quan en un acte un rol realitza les activitats associades, l'acte consta com a completat. Per tant, després de completar un acte, es permet accedir a l'acte següent per realitzar les properes tasques assignades a aquell rol concret. Per contra, un acte no és visible per aquell rol fins que l'acte previ ha estat completat. Aquest punt pot ser emprat per sincronitzar les activitats associades a cada rol en el *play*, ja sigui per agrupar els estudiants que han acabat abans o per forçar als estudiants a acabar en un temps determinat. Així, en un nou acte, si les condicions ho especifiquen, tots els estudiants podrien començar alhora.

Els diferents rols tenen associats sempre les activitats i són visibles com un arbre d'activitats accessibles. Quan a una activitat visible se li atribueix l'atribut 'fals', l'enllaç a l'arbre d'activitats pot ser visible, però el contingut associat no és accessible. Per tant, la visibilitat i accessibilitat de les activitats (i els recursos i serveis associats) pot anar variant en funció del moment en què es troba l'estudiant i és independent del tipus d'activitat (d'aprenentatge, de suport o estructurada).

3.3.2 Nivells B i C

En el nivell B de l'especificació es treballen les condicions i propietats que s'afegeixen a l'entitat *method* de nivell A i, per tant, a totes les entitats que el formen (*plays*, *acts*, *role-parts*). A nivell funcional, afecten directament al *method* i als *acts*. Les condicions són d'especial utilitat per limitar o ampliar una o diverses accions que es donen en la unitat d'aprenentatge. Per exemple, mostrar una nova activitat quan l'estudiant ha complert tots els requisits o canviar l'ordre i la seqüència de treball quan totes les activitats d'un mateix acte han estat completades.

Les condicions s'incorporen definint expressions boleanes a les seves propietats (per exemple, les condicions *If-Then-Else* defineixen la visibilitat de les activitats per rols). Una propietat pot ser agrupada en grups de propietats i poden ser de diferents tipus: globals o locals i personals o per rols.

Tant les condicions com les propietats permeten afegir la personalització i adaptació del procés d'aprenentatge. En la mateixa línia i durant el procés d'aprenentatge que va

fent l'estudiant, el nivell B permetrà l'adaptació dels continguts i activitats que es van mostrant als estudiants durant el procés de formació, mitjançant els condicionants inserits a l'entitat *act*. Això únicament és possible gràcies a la incorporació de propietats i condicions a les diferents entitats que formen el disseny de la unitat d'aprenentatge.

Finalment, per completar el funcionament del tres nivells de l'especificació, s'afegeix el nivell C on es treballen les notificacions. Una notificació, com mostra la Figura 3.11 es dispara per un resultat d'una acció concreta i pot fer que una nova activitat estigui disponible per a un rol. Bàsicament, una notificació respon a un correu electrònic informatiu comunicant que hi ha una nova activitat disponible.

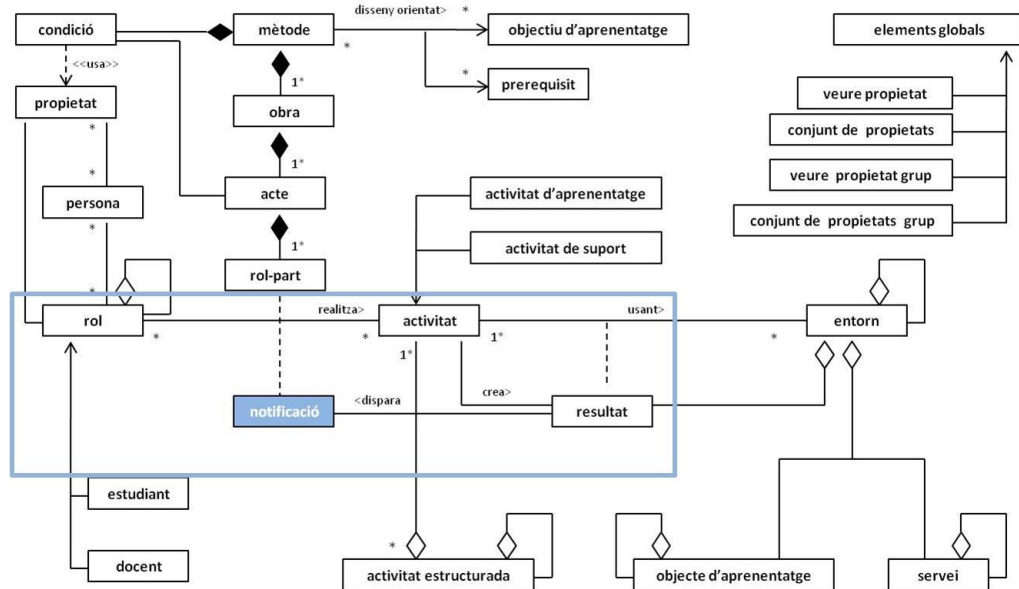


Figura 3.11: Nivell C: Ubicació i funcionament de les condicions en el diagrama general.

Una notificació succeeix després que un event (com per exemple completar una activitat) acongeixi en temps d'execució i el que fa és només enviar un missatge a l'usuari notificant que hi ha una nova activitat disponible. El tema del missatge pot ser inserit mitjançant un valor específic i la notificació pot ser inserida en el conjunt d'una propietat, encara que el contingut ha de ser proveït amb un identificador per tal de ser reconegut. Quan un identificador no pot resoldre una notificació s'ignora; per tant, ha d'estar molt ben definit i especificat per a que s'executi correctament. Quan un estudiant completa una activitat, un altre estudiant o el mateix professor pot ser notificat i, com a conseqüència, s'informa de la següent activitat. Segons l'especificació, aquest mecanisme s'empra quan una activitat depèn del tipus de resultat aconseguit

en les activitats prèvies. Això permet pensar de nou en el concepte d'adaptació en el disseny d'aprenentatge.

3.3.3 Consideracions

IMS-LD permet descriure l'estructura de tasques, rols i activitats (entre d'altres) que ocorren en una unitat d'aprenentatge emprant XML per descriure-la. És important destacar que el mètode, el *play* i l'*act* són objectes compostos. Això vol dir que si el mètode desapareix, automàticament desapareixen els seus *plays* i condicions. Si un *play* desapareix, els actes desapareixen. Si un acte desapareix, el rol també desapareix. És a dir, és una desaparició anomenada en cascada.

Un *play* només pot estar associat a un mètode. Un acte només pot estar associat a un *play* i un *rol-part* només pot estar associat a un acte. En canvi, si desapareix un entorn, no desapareixen els recursos associats ni els seus serveis, ja que poden estar agregats a un altre entorn. És a dir, en aquest cas també són objectes compostos, però si desapareix el compost, no desapareixen les parts. Aquestes relacions explicitades en la Figura 3.12 són de màxima importància i cal tenir-les en compte sempre a l'hora de dissenyar un LD.

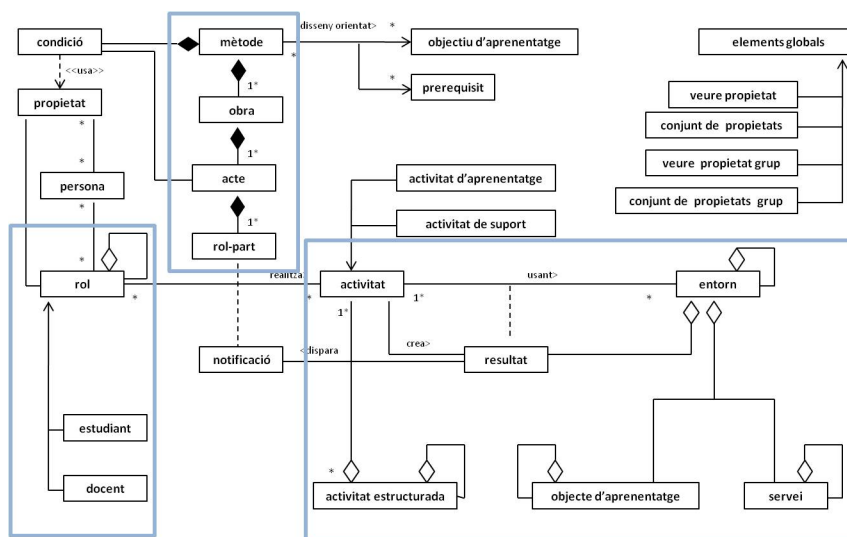


Figura 3.12: Relació entre objectes compostos.

3.4 Disseny i execució d'una UA

Tal i com s'ha vist, l'especificació d'IMS-LD proveeix un model de notació semàntica per descriure processos d'aprenentatge i els seus elements. La relació entre els diferents elements, els fluxes de relació i la composició de cada unitat d'aprenentatge, es descriuen a partir d'un fitxer XML amb l'ajut d'eines d'edició d'IMS-LD. Així doncs, el disseny i creació d'una unitat d'aprenentatge es crea mitjançant un fitxer XML anomenat *imsmanifest.xml*, que descriu l'escenari pedagògic en detall [76]. Aquest fitxer conté la unitat d'aprenentatge i pot ser utilitzat a diferents entorns d'aprenentatge, permetent així treballar en diferents plataformes. A la Figura 3.13 es mostra un exemple d'aquest fitxer.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!--Edited with ReCourse-->
<!--Created - Mon Mar 01 07:40:00 CET 2010-->
<!--Modified - Tue Jun 08 12:13:25 CEST 2010-->
<manifest xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imsdp_v1p1" xmlns:imsld="http://www.imsglobal.org/xsd/imsld_v1p0" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:ldauthor="http://www.tencompetence.org/ldauthor" xsi:schemaLocation="http://www.imsglobal.org/xsd/imsdp_v1p1 http://www.imsglobal.org/xsd/imsdp_v1p1.xsd http://www.imsglobal.org/xsd/imsld_v1p0 http://www.imsglobal.org/xsd/IMS_LD_Level_B.xsd http://www.tencompetence.org/ldauthor/ld-author.xsd" identifier="manifest-9b226dcc-1e42-47a8-8133-6e756e1b545d">
  <organizations>
    <imsld:learning-design identifier="ld-eceefd6f-4a3e-46da-b0f7-3555f9d57b82" version="1.0.0" level="B" uri="http://www.yourURI.here/ce99bbba-bec1-4e70-9d3e-510a8b7e1ef9" sequence-used="false">
      <imsld:title>Itinerari de lògica</imsld:title>
      <imsld:components>
        <imsld:roles>
          <imsld:learner identifier="role-estudiant-1">
            <imsld:title>Estudiant 1</imsld:title>
          </imsld:learner>
          <imsld:learner identifier="role-estudiant-2">
            <imsld:title>Estudiant 2</imsld:title>
          </imsld:learner>
          <imsld:learner identifier="role-estudiant-3">
            <imsld:title>Estudiant 3</imsld:title>
          </imsld:learner>
          <imsld:learner identifier="role-estudiant-4">
            <imsld:title>Estudiant 4</imsld:title>
          </imsld:learner>
          <imsld:learner identifier="role-estudiant-5">
            <imsld:title>Estudiant 5</imsld:title>
          </imsld:learner>
          <imsld:learner identifier="role-estudiant-6">
            <imsld:title>Estudiant 6</imsld:title>
          </imsld:learner>
          <imsld:learner identifier="role-estudiant-7">
            <imsld:title>Estudiant 7</imsld:title>
          </imsld:learner>
          <imsld:learner identifier="role-estudiant-8">
            <imsld:title>Estudiant 8</imsld:title>
          </imsld:learner>
          <imsld:learner identifier="role-estudiant-9">
            <imsld:title>Estudiant 9</imsld:title>
          </imsld:learner>
        </imsld:roles>
      </imsld:components>
    </imsld:learning-design>
  </organizations>
</manifest>

```

Figura 3.13: Fragment d'un fitxer *imsmanifest.xml*.

Seguint l'especificació, cal destacar dos processos claus: el disseny de la unitat d'aprenentatge i la seva execució. Aquests dos processos són especialment importants, ja que la majoria d'elements de la unitat d'aprenentatge només poden ser modificats durant el procés de disseny i, en canvi, no es poden modificar durant el procés d'execució. És a dir:

- Durant el procés de disseny és quan s'edita i crea la unitat d'aprenentatge i, per tant, es genera el fitxer *imsmanifest.xml*. En el procés de disseny s'han de preveure totes les possibilitats i opcions que es volen donar als estudiants en el procés de formació. Aquest procés no és trivial ja que implica descriure tots els elements, com interactuen dins el sistema i com es relacionen cadascun d'ells amb les accions que van realitzant els estudiants. En el cas de la creació d'itineraris, per exemple, implica descriure tots els camins possibles que pot fer un estudiant a mida que va consultant diferents materials didàctics i realitzant diferents activitats. En aquest sentit, la unitat d'aprenentatge pot esdevenir un escenari molt complex que creix exponencialment i que, per tant, cal limitar. A nivell pedagògic, tampoc seria adient passar d'un únic camí d'aprenentatge a molts camins, ja que pot ser contraproductiu i pot confondre a l'estudiant en el seu treball i estudi fent un recorregut molt extens per la consecució dels objectius de l'assignatura.
- El procés d'execució fa referència al període de treball en què es van produint els *plays* i, conseqüentment, els actes i les activitats associades a cada rol. En definitiva, és la fase on es realitza el procés d'aprenentatge. Durant aquest període tot allò que no hagi estat previst en el procés de disseny no s'executarà o no estarà permès i, per tant, no estarà contemplat en la unitat d'aprenentatge i ni el docent ni els estudiants hi tindran accés.

Per poder dissenyar les unitats d'aprenentatge es necessiten eines específiques que permetin descriure cada element i les relacions entre ells. Aquestes eines d'edició són els editors d'IMS-LD. Una vegada està dissenyada la unitat d'aprenentatge, aquesta s'ha d'executar amb un altre tipus d'eines, els anomenats *players*. Mitjançant els *players* s'interpreta el fitxer principal que s'ha creat amb l'eina d'edició (*imsmanifest.xml*) i s'executa el disseny de la unitat d'aprenentatge. En alguns casos es donen incompatibilitats fortuïtes entre editors i *players* i pot succeir que els fitxers *imsmanifest.xml* generats per alguns editors no s'executin correctament sobre alguns *players*. Més endavant s'aprofundeix en aquesta qüestió.

Així doncs, per crear i executar les unitats d'aprenentatge és necessari treballar amb eines d'edició i execució d'IMS-LD que permetin interpretar el procés d'ensenyament-aprenentatge descrit mitjançant XML. A continuació es descriuran els editors i *players* existents per IMS-LD en l'entorn educatiu.

3.4.1 Eines de disseny

Actualment existeixen poques eines d'autor per dissenyar i crear unitats d'aprenentatge. Les més utilitzades són: Reload LD Editor²², CopperAuthor²³, MOT+²⁴ i ReCourse²⁵. En general, aquestes eines són limitades, per una banda, no són accessibles des de qualsevol lloc ja que el programari ha d'estar instal·lat en el lloc de treball i, per altra banda, no existeix una validació semàntica rigurosa. Aquesta darrera limitació fa que es puguin crear unitats d'aprenentatge semànticament inconsistents i, per tant, calen altres eines per validar-les. A continuació es descriuen breument cadascun dels editors citats anteriorment.

Reload LD Editor

És un editor gratuït, força complet i que a la vegada requereix d'un alt coneixement tècnic d'IMS-LD per fer-lo servir. Aquest editor només suporta el nivell A d'IMS-LD, tot i que pot treballar amb unitats d'aprenentatge que continguin regles de nivell B creades en d'altres editors, però sense poder-les visualitzar ni modificar utilitzant l'editor (Figura 3.14). L'editor està desenvolupat en *Java*, això el dota de capacitat multiplataforma.

CopperAuthor

És un editor força limitat i primitiu que dona resposta a la necessitat d'editar unitats d'aprenentatge molt bàsiques (Figura 3.15). No té capacitat de generar unitats d'aprenentatge complexes ja que no suporta els nivells B i C d'IMS-LD. L'editor incorpora suport directe per CopperCore (un *player* que s'analitza més endavant) i, per tant, pot ser útil per a visualitzar ràpidament com es mostrarà la unitat d'aprenentatge quan s'executi. Tot i que l'editor està desenvolupat en *Java*, no és multiplataforma perquè depèn de llibreries de *Microsoft Windows* per la seva execució.

MOT+

Aquest editor permet dissenyar diversos projectes simultàniament i també relacionar models entre si. Permet, per exemple, relacionar una unitat d'aprenentatge amb el mo-

²²<http://www.reload.ac.uk/new/editor.html/>

²³<http://coppercore.sourceforge.net/>

²⁴<http://www.cogigraph.com/Produits/MOTetMOTplus/tabid/995/language/en-US/Default.aspx>

²⁵<http://tencompetence-project.bolton.ac.uk/ldauthor/index.html/>

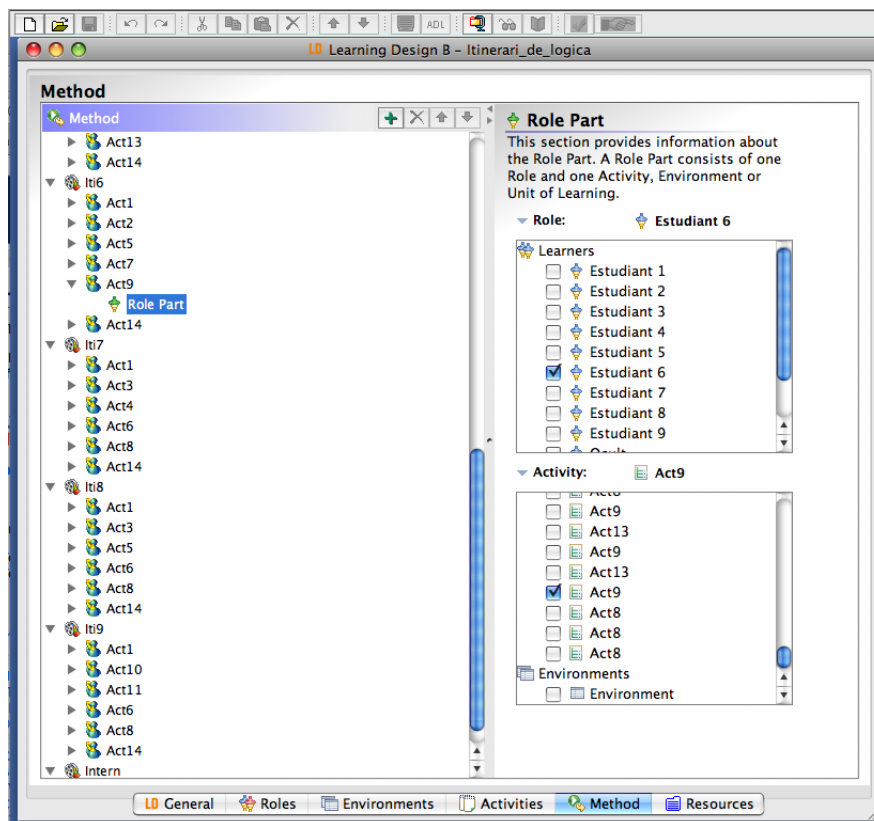


Figura 3.14: L'editor Reload LD Editor.

del de coneixements corresponent, per comprovar que la unitat d'aprenentatge incorpora correctament els coneixements previstos. MOT+ ofereix entorns diferents segons el tipus de model realitzat (estàndard, pedagògic i ontològic) i ha estat adaptat per respectar especificacions com IMS-LD, creant fitxers HTML o XML o exportant models compatibles amb el llenguatge OWL (Figura 3.16). Actualment els creadors de MOT+ estan millorant l'eina perquè doni suport als nivells B i C d'IMS-LD. Una limitació important d'aquest editor és que només està desenvolupat per a *Microsoft Windows*. Una altre inconvenient de l'editor és que no permet importar fitxers IMS-LD d'altres eines, de forma que un cop creada la unitat d'aprenentatge no es podrà obrir de nou si s'ha modificat amb un altre eina d'edició, limitant així la interoperabilitat que IMS-LD proporciona en un principi.

ReCourse

Les darreres versions d'aquest editor de cursos d'IMS-LD (com per exemple, la versió 2.0.3.) donen suport als nivells A, B i C de forma funcional i gràfica. L'editor està

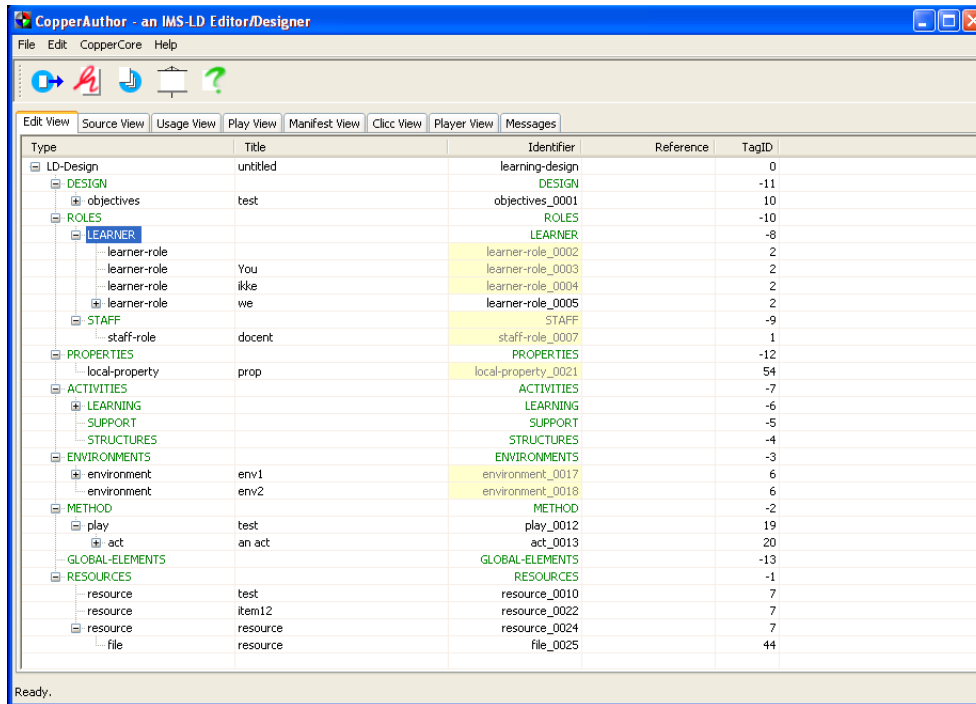


Figura 3.15: L'editor CopperAuthor.

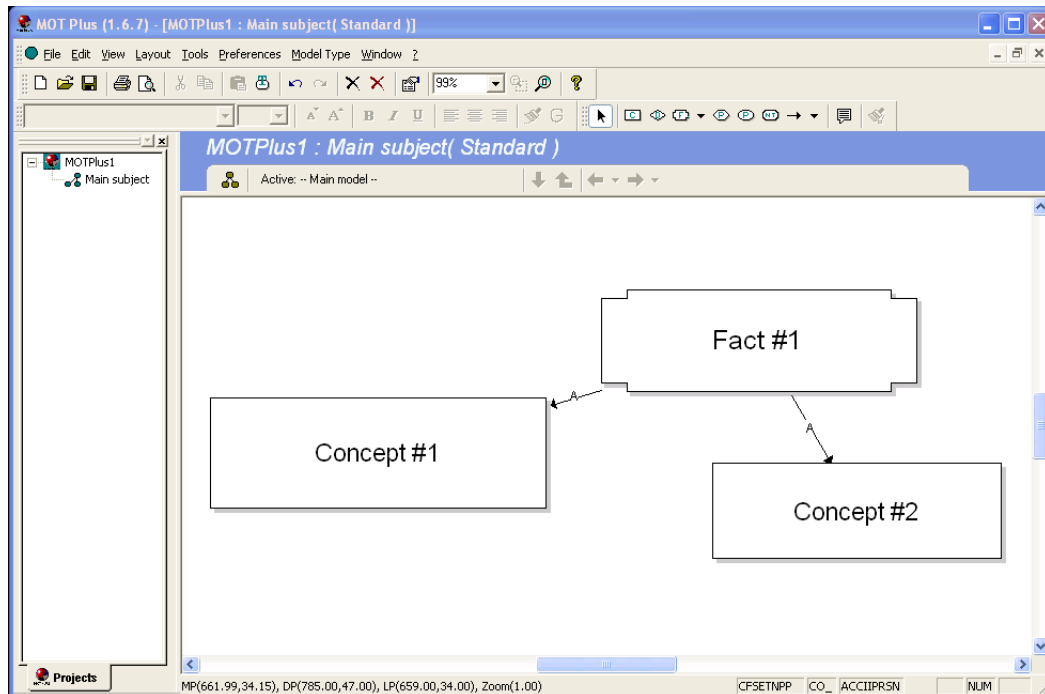


Figura 3.16: L'editor MOT+.

escrit en Java, és multiplataforma i pretèn ser el successor de *Reload LD Editor* (Figura 3.17). Pel contrari d'aquest últim, la interfície del ReCourse és adient per ser utilitzada per usuaris amb menys coneixements tècnics d'IMS-LD. ReCourse té l'inconvenient de generar un fitxer *imsmanifest.xml* incompatible amb alguns *players*, com ara CopperCore. La compatibilitat entre aquestes dues eines s'obté modificant manualment el fitxer *imsmanifest.xml*, concretament el tag *metadata* i les referències a l'espai de noms *ldauthor*.

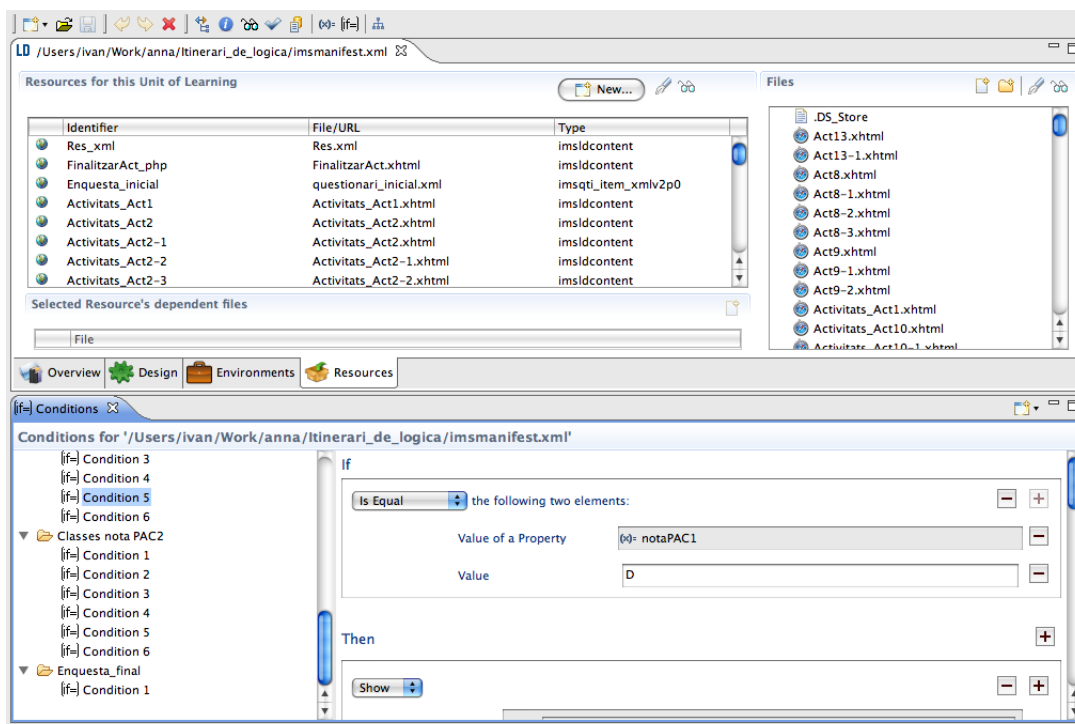


Figura 3.17: L'editor ReCourse.

3.4.2 Eines d'execució

De la mateixa manera que actualment existeixen poques eines d'autor, les eines d'execució, utilitzades per interpretar les unitats d'aprenentatge i mostrar els cursos també són molt escasses a dia d'avui. Les eines d'execució o *players* més utilitzats són: LAMS²⁶, CopperCore²⁷ i dotLRN²⁸. A continuació es descriuen breument cadascuna d'aquestes eines d'execució.

²⁶<http://www.lamsinternational.com/>

²⁷<http://coppercore.sourceforge.net/>

²⁸<http://www.dotlrn.com/>

LAMS

LAMS és l'abreviatura de *Learning Activity Management System* (Sistema de Gestió d'Activitats d'Aprenentatge). Aquest *player* s'utilitza per a dissenyar, gestionar i desenvolupar activitats d'aprenentatge en línia. Aquesta eina fa servir un entorn visual que permet crear seqüències d'activitats d'aprenentatge, tal i com mostra la Figura 3.18. Aquestes activitats poden realitzar-se de manera individual o en petits grups de treball. Les tipologies d'activitats són les següents: individuals, col·laboratives, reflexives i avaluatives.

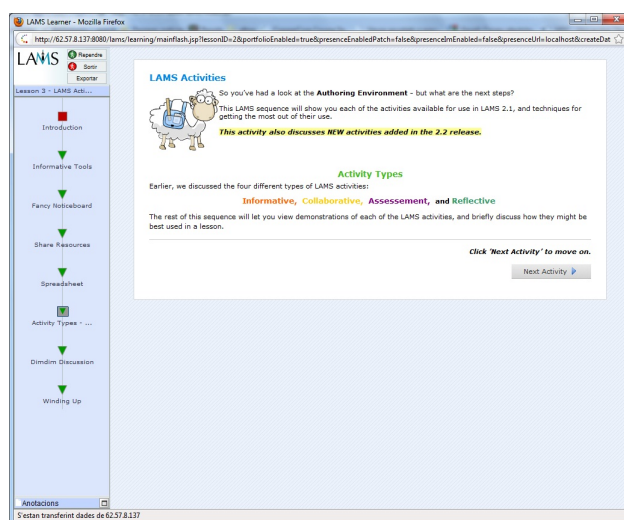


Figura 3.18: Entorn visual de LAMS.

El sistema LAMS incorpora ambdues funcionalitats: editor i *player*. Per altra banda, també permet crear cursos amb eines predeterminades de comunicació, com xats, fòrums, etc (Figura 3.19). LAMS és bastant limitat com a editor de disseny de cursos ja que no dóna suport complet per IMS-LD, només permet l'exportació dels dissenys realitzats a IMS-LD de nivell A. L'eina està desenvolupada en Adobe Flash, permetent crear cursos i eines de manera molt gràfica i intuïtiva emprant qualsevol navegador web que suporti el plugin de Flash.

CopperCore

La versió 2.2 d'aquest *player* va ser publicada per l'Open Universiteit Nederland (OUNL) sent el primer *player* de codi obert. Dóna suport als tres nivells d'IMS-LD (A, B i C), fet no trivial, ja que IMS-LD és una especificació semànticament rica

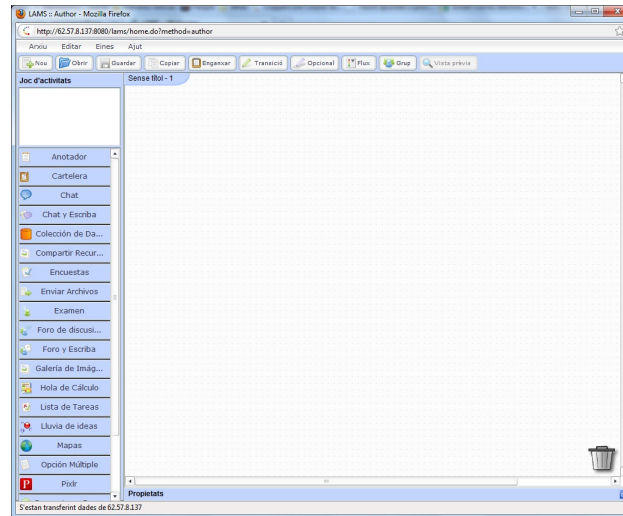


Figura 3.19: Entorn visual general d'edició de LAMS.

i complexa. CopperCore incorpora el control, la sincronització i la personalització del flux d'aprenentatge, que internament s'anomena la *Lògica de Negoci de Disseny d'Aprenentatge*. Aquesta funcionalitat és possible ja que IMS-LD permet especificar una plantilla amb el flux de treball, sincronitzat i personalitzat, a través d'un curs. A partir d'aquesta plantilla, l'entorn d'execució ofereix a l'usuari una visió actualitzada sobre el seu procés d'aprenentatge.

CopperCore està desenvolupat en Java sobre JBoss i té com a característica funcional que és molt fàcil de posar en marxa per fer proves però, en canvi, és difícil de configurar i d'adaptar a un entorn real en producció. Per configurar-lo, disposa d'una eina bàsica en intèrpret de comandes, anomenada *cli*, que permet administrar els usuaris, cursos i l'entorn. També permet utilitzar altres eines externes per a crear usuaris i executar unitats d'aprenentatge de forma gràfica i fàcil, com ara utilitzant l'editor ReCourse. El problema més important que s'ha detectat és que la interfície gràfica, que es mostra a estudiants i professors, és molt limitada; sobretot pel que fa a la facilitat d'ús, l'aspecte i la compatibilitat amb navegadors existents (Figura 3.20).

dotLRN

Aquest *player* és un entorn virtual d'aprenentatge (Figura 3.21) que disposa d'un mòdul que permet executar el disseny fet amb IMS-LD. Aquest mòdul concret té suport, en principi, per IMS-LD nivell B, però no s'ha pogut carregar cap disseny d'IMS-LD sense obtenir errors. Aquest mòdul s'encarrega de fer de *player* i dona problemes a l'hora de



Figura 3.20: Interfície de CopperCore.

configurar-se al requerir versions molt antigues per a la base de dades (PostgreSQL). Un cop posat en marxa és força inestable i falla sovint.

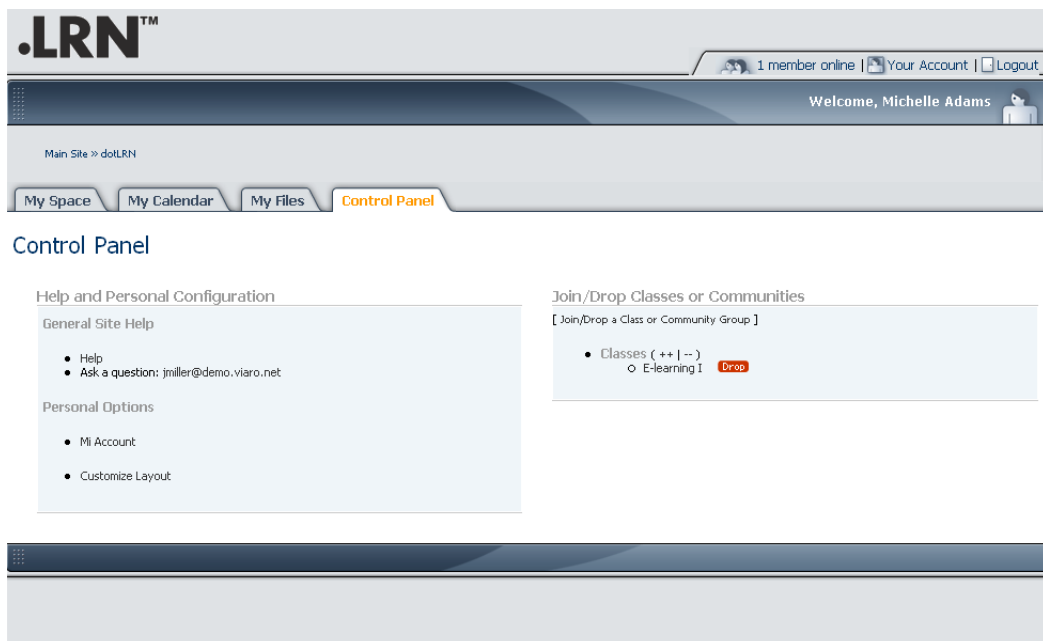


Figura 3.21: Interfície de dotLRN.

3.4.3 Selecció d'eines

Un cop s'han descrit les eines d'edició i execució existents per poder treballar amb l'especificació IMS-LD, les taules següents sintetitzen les seves funcionalitats i suport als tres nivells d'IMS-LD. A la Taula 3.1 es mostra una comparació dels suports bàsics per a IMS-LD de cadascun dels editors, així com el seu suport multiplataforma i la capacitat d'editar unitats d'aprenentatge de forma remota.

Editors	IMS-LD			Multiplataforma	Edició remota	Codi obert
	A	B	C			
Reload LD Editor	✓	✓	-	✓	-	✓
CopperAuthor	✓	-	-	-	-	✓
MOT+	✓	-	-	-	-	-
ReCourse	✓	✓	✓	✓	-	✓
LAMS	✓	-	-	✓	✓	-

Taula 3.1: Síntesi de les eines d'edició.

A partir d'aquesta anàlisi d'editors d'IMS-LD, es pot arribar a la conclusió que l'editor ReCourse és actualment l'editor més complet i estable per a treballar amb IMS-LD. L'editor proporciona totes les característiques importants, a excepció del suport per editar remotament els cursos.

En la Taula 3.2 es mostra una comparativa entre els diferents *players*. En aquesta taula, addicionalment, s'ha inclòs una columna referent a la seva estabilitat que descriu la capacitat del programari per romandre en execució sense errors i de forma sòlida en un entorn de producció.

Players	IMS-LD			Estabilitat	Multiplataforma	Edició remota	Codi obert
	A	B	C				
LAMS	✓	-	-	Molt alta	✓	✓	-
CopperCore	✓	✓	✓	Mitjana	✓	-	✓
dotLRN	✓	-	-	Molt baixa	✓	-	✓

Taula 3.2: Síntesi de les l'eines d'execució.

Com es pot apreciar a partir de l'anàlisi d'aquesta taula, es conclou que l'eina d'execució més adient per executar unitats d'aprenentatge creades amb IMS-LD és el *player* CopperCore. En primer lloc, perquè permet treballar amb els tres nivells d'IMS-LD; en segon lloc, perquè és força estable i, en tercer lloc, perquè és de codi

obert. Això permetrà crear les extensions que siguin necessàries per millorar l'execució del disseny realitzat amb l'especificació IMS-LD.

La dificultat en la creació i execució de paquets d'IMS-LD de característiques més avançades (més que una unitat d'aprenentatge de contingut estàtic), degut a l'escassetat de suport per part dels editors excepte els darrers anys, ha plantejat el dilema d'emprar mecanismes externs que permetin solventar algunes limitacions.

Una de les opcions tecnològiques per generar contingut dinàmicament i en base a decisions durant l'execució (depenent de factors com el perfil o les qualificacions dels estudiants), poden ser les ontologies [89, 119, 101]. En [1, 94] es proposa un model de disseny d'aprenentatge emprant una o diverses ontologies per descriure conceptes definits en IMS-LD, generant un XML Schema. De tota manera, els autors indiquen que la seva proposta presenta limitacions, donat que és insuficient per a descriure la semàntica associada al text que s'introdueix i que explica la gran quantitat de definicions i relacions entre els conceptes de IMS-LD. Consideren que l'ontologia que han descrit no és una extensió per l'execució d'IMS-LD, sinó les mateixes restriccions presentades de forma diferent i amb més riquesa semàntica, que és la que manca primordial a IMS-LD com han descrit altres autors [69], [36]. La incorporació progressiva de suport per als nivells B i C d'IMS-LD, tant als *players* com als editors (molt posteriorment), ha estat clau per descartar-ne l'ús de les ontologies. Aquest avenç en les eines permet treballar amb l'especificació d'IMS-LD i utilitzar el seu conjunt de regles i propietats, per tal de tenir un cert control en les dades mostrades durant l'execució d'una unitat d'aprenentatge.

3.5 Relació d'IMS-LD amb altres estàndards i especificacions

IMS-LD es centra en la descripció formal del procés d'ensenyament-aprenentatge emprant XML per a descriure l'estructura de tasques i activitats que ocorren en una unitat d'aprenentatge. Descriu formalment un mètode que permet als alumnes assolir uns objectius d'aprenentatge desenvolupant activitats en un ordre i en un ambient/entorn concret. IMS-LD permet definir de forma global el procés d'aprenentatge i cadascun dels diferents elements que hi intervenen. Addicionalment, tot i no ser necessari, la mateixa especificació recomana emprar altres estàndards o especificacions per a treballar millor alguns d'aquests elements i descriure'ls més àmpliament. Alguns dels estàndards

i especificacions que recomana el propi IMS-LD són:

- IEEE LOM (*Learning Object Metadata*): és un estàndard que s'empra per a descriure recursos d'aprenentatge ubicats a les activitats o bé com a recursos dependents de l'entorn en una unitat d'aprenentatge.
- IMS-QTI (*Question and Test Interoperability*): és una especificació que descriu com representar preguntes i respostes en un test d'aprenentatge. S'empra lligat a l'entorn com un objecte d'aprenentatge més, o bé es pot connectar a les activitats d'aprenentatge per a realitzar una prova.

Existeixen altres estàndards i especificacions que també poden ser útils i complementaris a IMS-LD, però que no estan citats per la pròpia especificació. Alguns d'aquests estàndards i especificacions són:

- els referents a la informació dels usuaris (IMS LIP i IEEE PAPI) que s'utilitzen per a emmagatzemar informació sobre els usuaris que interactuaran amb la unitat creada amb IMS-LD. Bàsicament, permetran tenir emmagatzemada aquesta informació i/o compartir-la amb altres plataformes per l'aprenentatge.
- els referents a la descripció dels recursos d'aprenentatge i la seva interoperabilitat (SCORM i MPEG). En funció del tipus de recurs d'aprenentatge serà més adient emprar un o altre estàndard o especificació.

Si bé no hi ha un únic estàndard que doni resposta de forma complerta a totes les necessitats de qualsevol escenari educatiu per a descriure el procés d'ensenyament aprenentatge tampoc és necessari treballar amb tots els estàndards possibles [53]. Cada escenari pot tenir unes necessitats específiques, fet que ha propiciat que es vagin creant extensions de les especificacions i estàndards per poder descriure els elements que intervenen en el procés educatiu de forma més específica.

En aquest treball de tesi es treballa principalment amb IMS-LD però també es treballa amb estàndards i especificacions (com IMS-QTI) ja que afegeixen més possibilitats de reutilització i interoperabilitat d'algunes entitats amb altres plataformes d'aprenentatge. En l'apèndix A es descriuen més extensament alguns dels estàndards i especificacions que poden ser emprats amb IMS-LD de forma complementària.

3.6 Justificació de la tria d'IMS-LD

Tot i que es poden emprar diferents estàndards de forma aïllada per descriure cada element que intervé en el procés d'aprenentatge, es pretén treballar amb una única especificació i/o estàndard que permeti integrar tots els agents i elements per crear itineraris adaptatius seguint els paràmetres citats en el Capítol 2. És a dir, es pretén crear diferents itineraris formatius adaptatius per a proposar a l'estudiant l'itinerari més ajustat al seu perfil durant el procés de formació.

Partint de les diferents plataformes per l'e-learning i dels estàndards i especificacions existents, s'ha seleccionat IMS-LD com l'especificació de treball per descriure el procés d'aprenentatge i crear itineraris adaptatius. D'una banda, com s'ha vist, és l'especificació més completa que descriu tots els aspectes més relacionats amb el procés d'aprenentatge. Permet definir tots els agents que intervenen en una unitat d'aprenentatge (estudiants, professors i dissenyadors) i afegir tots els elements que siguin necessaris (activitats, serveis, materials didàctics, etc). Per exemple, permet descriure el rol que pot adoptar l'estudiant en l'aprenentatge o com es seqüencien els continguts i les activitats.

D'altra banda, encara que IMS-LD és bastant complex, la seva flexibilitat i els seus múltiples nivells de descripció permeten la classificació i definició formal d'escenaris educatius que continguin des d'itineraris educatius simples fins d'altres més complexos [111] que poden incloure la personalització i adaptació de continguts i activitats. No sense esforç, IMS-LD pot ser adaptat a qualsevol entorn virtual d'aprenentatge (com per exemple, el campus virtual de la UOC) i s'ha decidit emprar-lo en lloc d'un C/LMS ja d'aquesta manera és interoperable amb d'altres C/LMS del mercat. A més, tal i com es descriu a l'apartat 3.5, IMS-LD es pot completar i complementar amb d'altres especificacions i/o estàndards que descriuen parcialment alguns elements involucrats, com els objectes d'aprenentatge (amb IEEE LOM) o la informació de l'estudiant (IMS-LIP).

En aquesta línia, IMS-LD també permet definir prerequisits d'accés, objectius, treballar amb qualsevol tipus d'activitats i, fins i tot, aplicar diferents mètodes d'aprenentatge promovent la personalització. El procés d'aprenentatge s'aborda des d'una perspectiva educativa i no com d'altres estàndards que ho fan des de la perspectiva més tècnica en l'àrea d'arquitectura de sistemes (com ara LTSC-LTSA²⁹). Finalment, destacar que IMS-LD facilita el disseny i creació d'itineraris adaptatius amb una no-

²⁹LTSC-LTSA. <http://www.cen-ltso.net/Main.aspx?put=247/>

menclatura comuna, de tal manera que és clarament adaptable a l'aula d'un entorn virtual com la UOC que segueix els paràmetres competencials de Bolonya.

3.7 Experiències prèvies amb IMS-LD

La creació de sistemes adaptatius per l'aprenentatge ha estat abordada des de diferents àrees de coneixements com són la Intel·ligència artificial, la Hipermedia adaptativa o la mateixa Tecnologia educativa. La formació adaptativa s'ha treballat tant des del punt de vista tecnològic com educatiu, però independentment de l'àrea de coneixement, els treballs realitzats fins l'actualitat parteixen del concepte de personalització com una aproximació a la formació adaptativa. Els avantatges que proporciona la personalització a l'hora de adequar la experiència d'ús a cada usuari o grup d'usuaris, resulta de gran interès en els sistemes d'e-learning. Tant els continguts, els entorns virtuals d'aprenentatge com els usuaris es veuen afectats al treballar amb sistemes d'e-learning adaptatius. Els continguts es poden adaptar als estudiants tant a nivell de presentació, com de format, de profunditat i de seqüenciació. Els entorns poden proporcionar suport a la navegació i ajuden per realitzar les diferents tasques relacionades amb el procés d'aprenentatge. Finalment, els usuaris, principalment els estudiants, es beneficien de sistemes educatius que tenen en compte les seves preferències i necessitats, tant a l'hora de navegar per l'entorn virtual d'aprenentatge com a l'accedir als continguts educatius.

Des dels anys vuitanta, on el *Computer Based Training* es va emprar per controlar el flux del procés d'aprenentatge [108, 109], fins al concepte de *Adaptive Guidance* (tutor intel·ligent) el qual proveeix una bona informació i diagnòstic per ajudar a l'estudiant a prendre decisions efectives sobre el seu procés d'aprenentatge [110], ha hagut un gran nombre de propostes per afavorir l'adaptació en l'e-learning. Per exemple, incorporar el tutor com un element clau en procés adaptatiu [98], o construir sistemes mixtes basats principalment en agents de la Intel·ligència artificial [115]. Tots ells proposen la personalització del procés d'aprenentatge fent èmfasi en l'adaptació del context de cada estudiant per estimular el seu procés d'aprenentatge i motivar-los [60, 22]. Aquestes aproximacions sostenen que el millor procés d'aprenentatge prové de la instrucció personalitzada [112], el que implica que:

- l'estudiant és la persona que millor coneix el que necessita durant el procés de formació,

- l'estudiant coneix i controla les seves tasques i el seu propi procés i,
- l'estudiant té la capacitat de prendre decisions amb la informació que va treballant [103].

Tot i així, no sempre l'estudiant pot decidir el que és més convenient per ell donat que no té els coneixements necessaris o bé no té una visió global dels seus estudis [103] i és per aquest motiu que el rol del professor és molt important quan es creen assignatures i cursos adaptatius. El professor proporciona a l'estudiant el seu feedback i avalua les activitats realitzades tenint en compte el treball que realitza l'estudiant, el que permet modificar la seqüència de treball. El feedback és un dels mecanismes més efectius per l'adaptació [21] i proveeix suport i motivació durant el procés educatiu [45, 3].

En [70] es comenta que el feedback basat en els objectius incrementa l'esforç, la posada en pràctica i la motivació de l'estudiant. Els estudiants esperen alguna reacció i comunicació de les seves accions i esforços, i es poden desmotivar quan no ho reben. Això té com a conseqüència una disminució de la seva motivació i actuació [7]. Autors com [93] afirmen que cal emprar el feedback com a suport en l'aprenentatge adaptatiu per tal de proveir informació útil i immediata a l'estudiant sobre el seu procés de formació. Altres autors com [85] defineixen el feedback com un missatge que respon a una acció de l'estudiant. Això implica que hi ha un flux interactiu entre l'estudiant i el sistema, que prové de la informació recollida i generada per l'estudiant. Aquesta informació és vista com una sèrie de inputs (no només un) que formen part del flux d'aprenentatge [40, 46] i que són crucials per la creació d'itineraris formatius adaptatius. En aquesta línia, es considera que es produeix una veritable adaptació del procés formatiu quan:

1. es recull informació del treball i comportament de l'estudiant i es redueix la càrrega de treball [75, 109, 13],
2. l'estudiant contribueix amb la seva decisió a seleccionar el seu proper pas en el treball de l'assignatura [110],
3. el professor avalua el treball personal de l'estudiant en relació a la seu procés d'aprenentatge global [98] i,
4. s'apliquen un conjunt de regles predefinides pel professor [115];

D'aquesta manera, els punts 1 i 2 tenen en compte les necessitats formatives de l'estudiant i es dibuixa el camí per aprendre; i els punts 3 i 4 tenen en compte la qualitat didàctica i la eficiència de l'aprenentatge.

En aquest treball de tesi, els punts comentats anteriorment són la base per la creació d'itineraris formatius adaptatius. D'aquesta manera, d'una banda, es crea un sistema flexible de formació basat en el treball que realitza l'estudiant, les seves necessitats i els seus resultats; i d'altra banda, el professor avalua i assessora a l'estudiant durant el seu procés formatiu en funció del treball realitzat prèviament. Finalment, és l'estudiant la persona encarregada d'anar seleccionant el seu propi itinerari formatiu en funció de les possibilitats existents i delimitades que li ofereix el sistema de formació adaptativa.

Aquesta línia d'investigació ha estat treballada amb l'especificació IMS-LD per diferents autors i hi han projectes de recerca focalitzats bàsicament en analitzar les possibilitats d'IMS-LD per millorar el procés d'aprenentatge.

El centre de referència per excel·lència d'IMS-LD és el *Centre for Learning Sciences and Technologies*³⁰ (CELSTEC) de la *Open University of Netherlands* (OUNL). Aquest centre de recerca va ser el creador de l'especificació IMS-LD i tenen diferents projectes i xarxes destinades a treballar amb l'especificació. El projecte més conegut on treballen sobre IMS-LD és el *TENCompetence project*³¹ i té com objectiu desenvolupar una infraestructura tècnica i organitzativa pel desenvolupament de competències al llarg de la vida emprant recursos oberts, estàndars i tecnologies innovatives. En la mateixa línia treballen temes de recerca sobre la personalització i l'aprenentatge i, conjuntament amb altres entitats i universitats, disposen d'una xarxa com és *ProLearn*³² que té per objectiu aglutinar diferents universitats i empreses que treballen en l'àrea de la tecnologia aplicada a l'educació, per millorar el desenvolupament professional i competencial de qualsevol persona, mitjançant l'ús estàndars i especificacions per l'e-learning. *ProLearn* és actualment una xarxa d'excel·lència d'e-learning que, a més, organitza conferències rellevants en l'àrea de la Tecnologia educativa com és el cas de la *European Conference on Technology Enhanced Learning* (ECTEL).

Un altre centre de recerca rellevant en aquesta àrea és el *Centre for Educational Technology and Interoperability Standards* (CETIS) del Regne Unit que té per objectiu assessorar a institucions, centres d'educació secundària i universitats, sobre les implicacions estratègiques, tècniques i pedagògiques de la adopció d'estàndars. Actualment

³⁰<http://celstec.org/content/about-celstec/>

³¹<http://www.ou.nl/eCache/DEF/25/252.html>

³²<http://www.prolearn-project.org/>

s'estan treballant sobre l'especificació IMS-LD per tal de millorar les eines d'edició i d'execució d'IMS-LD. Des del CETIS treballen conjuntament amb la OUNL per reportar els avenços de les eines, tot i que no s'esperen noves versions fins aproximadament un any.

Altres universitats, xarxes i projectes que treballen directa o indirectament amb IMS-LD són *Alfanet*³³, *Sled*³⁴, *Unfold*³⁵ o *Licef*³⁶. Tots ells han analitzat l'especificació d'IMS-LD desenvolupant, per una banda, solucions pròpies per solventar les limitacions de la mateixa especificació en un context educatiu específic i, per l'altre banda, creant noves solucions per les eines d'edició i execució d'IMS-LD [37, 122].

Com es pot observar, hi ha diversos projectes que treballen amb IMS-LD per fomentar la formació adaptativa, però no pas per crear itineraris formatius adaptatius i, sovint es treballa des d'una vessant més teòrica que aplicada. Això implica que, tot i haver-hi publicacions referents a la formació adaptativa, quasi bé no existeixin casos reals de implementacions de itineraris formatius adaptatius amb IMS-LD. En els exemples previs sobre IMS-LD es treballa la formació adaptativa a tres nivells: fluxe d'aprenentatge, contingut i interfície. En canvi, en cap d'aquests casos, es treballa l'adaptació de forma global i integrada partint del perfil de l'estudiant, variant els continguts de l'assignatura i configurant la totalitat d'activitats que formen el curs (com es planteja en aquest treball de tesi). Com es cita en [19], en aquests casos es realitza un anàlisi del que és necessari per aplicar IMS-LD, sense modelar o desenvolupar realment els itineraris amb IMS-LD. Es realitza un anàlisi de les característiques, elements i components que falten o que s'han de modificar per aconseguir una formació adaptativa i millorar l'especificació per fer-la més propera a les necessitats actuals de l'e-learning. Això explica que realment existeixen molt poques implementacions en centres de formació en línia amb IMS-LD.

De les poques experiències existents amb IMS-LD, es destaquen els casos de *Geoquiz*³⁷ i *Learning to listen Jazz*³⁸ desenvolupats per la mateixa universitat d'OUNL en el marc de *Learning Network for Learning Design*. Aquests dos casos són els que s'assemblen parcialment a aquest treball de tesi.

En el cas de *Geoquiz* s'ha desenvolupat un questionari que ha de contestar l'estudi-

³³<http://adenu.ia.uned.es/alfanet/pages/alfanet-overview.htm/>

³⁴<http://www.elearning.ac.uk/features/sledproject/>

³⁵<http://www.eucen.eu/Unfold/>

³⁶<http://www.liceftelug.uqam.ca/PROJETS/tabid/236/language/en-US/Default.aspx/>

³⁷<http://dspace.learningnetworks.org/handle/1820/373/>

³⁸<http://dspace.ou.nl/handle/1820/371/>

ant rebent com a feedback una qualificació numérica. Com a aprenentatge adaptatiu, es comenta que IMS-LD permet la retroalimentació dinàmica, proporcionant continguts adaptats a la qualificació de l'estudiant, però en aquest cas només dintre d'una activitat estructurada i sempre del mateix itinerari. En aquest sentit, només es treballa l'adaptació a nivell d'activitat i del contingut associat a l'activitat, treballant-se l'adaptació parceladament i no de forma global amb la totalitat de l'assignatura. En la mateixa línia, en aquesta experiència tampoc es té en compte el perfil de l'estudiant i només s'ha creat un únic itinerari formatiu.

En el cas de *Learning to listen to Jazz*, a diferència del *Geoquiz*, s'ha creat un curs amb dos itineraris diferents amb IMS-LD. A l'inici de curs l'estudiant pot triar un dels dos itineraris que seguirà durant tot el curs sense possibilitat de canvi. Per tant, s'han creat dos itineraris formatius completament independents i desconnectats sense que l'estudiant tingui la possibilitat de canviar d'itinerari durant el curs. En aquest cas, de nou, l'adaptació s'ha introduït en l'activitat estructurada i treballant a nivell de unitat, no globalment i a nivell d'assignatura. Conseqüentment, els dos casos citats, apliquen l'adaptació de forma parcial i només en determinats moments de l'acció formativa.

Tot i que existeixen altres exemples de treball adaptatiu i d'itineraris formatius amb l'IMS-LD, aquests es basen en complementar l'especificació afegint altres eines per resoldre les mancances didàctiques i tècniques d'IMS-LD en situacions concretes (per exemple, via ontologies, com es descriu a l'apartat 3.4.3). En aquest casos, no s'ha realitzat un treball de millora o ampliació de l'especificació per fomentar l'adaptació i per tant, són exemples difícils d'implementar fora del seu context. Com s'ha comentat anteriorment, els casos que més s'aproximen a l'objectiu d'aquest treball de tesi són els ja citats i són els més propers, encara que parcialment, al concepte de itinerari formatiu adaptatiu que pretén abordar amb l'especificació IMS-LD.

3.8 Resum

En aquest capítol s'ha realitzat un estudi de les diferents plataformes, estàndards i especificacions d'e-learning que existeixen actualment per realitzar una descripció, tant parcial com global, dels diferents elements que conformen l'escenari educatiu. S'han comentat diferents plataformes educatives com *WebCT*, *Moddle*, *Dokeos*, etc i, també, diferents estàndards i especificacions per la descripció del procés d'aprenentatge (com *IMS-LD*), per la descripció del perfil de l'estudiant (com per exemple *IMS-LIP*

i *IEEE PAPI*) i finalment, per la descripció dels recursos educatius (com per exemple *IEEE LOM* o *SCORM*).

Posteriorment, atenent l'objectiu d'aquest treball de tesi que és la creació d'itineraris formatius adaptatius, s'ha seleccionat l'especificació IMS-LD per tal de descriure globalment el procés d'aprenentatge. En aquesta línia, s'ha realitzat una extensa descripció de l'especificació (nivells A, B i C) i del seu funcionament i, s'han descrit diferents eines per treballar amb IMS-LD (com *Reload*, *CopperCore*, *ReCourse*, *LAMS* o *dotLRN*). Tot seguit, després de realitzar un anàlisi de les eines existents per treballar amb IMS-LD, s'ha seleccionat l'eina d'edició (*ReCourse*) i l'eina d'execució (*CopperCore*), com les dues eines més complertes per treballar el concepte d'adaptació i, dissenyar i crear itineraris formatius adaptatius.

Finalment, aquest capítol conclou comentant els diferents projectes, xarxes d'e-learning i centres de recerca que estan treballant actualment amb IMS-LD i, que de manera directa o indirecta, apliquen els conceptes d'adaptació i d'itinerari formatiu. En aquesta línia, s'han descrit algunes experiències relacionades directament amb IMS-LD (entre d'altres, *Geoquiz* i *Learn to listen Jazz*) que ja introdueixen breument la formació adaptativa.

Capítol 4

Disseny i creació dels Itineraris Formatius Adaptatius amb IMS-LD

En aquest capítol es descriu el procés d'aprenentatge a partir del procés del disseny i creació d'itineraris formatius adaptatius (IFAs) seguint l'especificació IMS-LD.

En primer lloc, es realitza una descripció de la conceptualització dels IFAs així com la granularitat dels elements i es defineix la tipologia d'activitats i de rols existents. En la mateixa línia, s'estableixen les condicions i les propietats que són necessàries per fomentar la formació adaptativa seguint IMS-LD.

En segon lloc, es detalla el procés de creació dels itineraris formatius adaptatius amb les diferents eines seleccionades i es mostra la relació entre totes les entitats que conformen l'especificació, creant així els itineraris formatius adaptatius.

4.1 Disseny d'itineraris formatius adaptatius

Quan es dissenyen IFAs és essencial el treball conjunt entre els dissenyadors instruccionals i els docents implicats en el procés d'ensenyament d'una assignatura. Dissenyar itineraris formatius adaptatius mitjançant IMS-LD és un procés minuciós que requereix entendre molt bé l'especificació i les seves possibilitats d'aplicació. Per aquest motiu, en aquest apartat es descriu el treball a realitzar i les diferents possibilitats que ens ofereix IMS-LD per descriure una assignatura on es realitzin itineraris formatius adaptatius.

Per tant, serà molt important realitzar una bona conceptualització dels itineraris adaptatius, per posteriorment treballar cadascuna de les entitats essencials d'IMS-LD

i determinar com es poden representar. Caldrà tenir en compte els diferents tipus de granularitat amb que es poden treballar les unitats que formen cada itinerari, com es defineixen les activitats, com s'assignen els rols i com s'apliquen les condicions i propietats per oferir l'adaptació.

4.1.1 Correspondència de les entitats

Una especificació com IMS-LD hauria de permetre dissenyar una assignatura amb diferents itineraris de formació que es vagin adaptant als diferents perfils d'estudiants que la cursen. Per tant, és important que el disseny s'ajusti a les competències acadèmiques, als coneixements previs dels estudiants i també tingui en compte l'experiència professional. Així, a cada estudiant se li podran oferir diferents itineraris de formació per realitzar-ne aquell que més s'ajusta al seu perfil i ritme d'aprenentatge.

L'automatització d'aquest procés es pot treballar amb l'especificació IMS-LD. Mitjançant l'ús de l'especificació i de les eines específiques pensades per dissenyar i crear unitat d'aprenentatge, es realitza una anàlisi de les diferents possibilitats que ofereix IMS-LD per dissenyar i crear itineraris formatius adaptatius. El plantejament i treball de cada entitat¹ dels diferents nivells suposa abordar el procés d'aprenentatge d'una manera global i, per tant, esdevé essencial identificar les opcions de cada entitat, per establir les que més s'ajusten a aquest treball de tesi.

En primer lloc i per entendre bé la relació entre els elements d'aprenentatge i l'especificació IMS-LD, s'ha establert una correspondència entre la nomenclatura de l'especificació i els conceptes bàsics per treballar els itineraris. En la Figura 4.1 es mostra la identificació per a les diferents entitats. S'ha identificat l'entitat *mètode* com assignatura, *play* com a itinerari, *acte* com a acte mateix o unitats de l'assignatura i al *rol-part* com el binomi estudiant-activitat.

Identificar les entitats d'aquesta manera ajuda a dissenyar qualsevol assignatura des del punt de vista educatiu i no com una metàfora teatral. Sovint el treball amb les eines fa perdre de vista l'objectiu final que hi ha darrera de qualsevol disseny d'aprenentatge. En aquest cas, el treball amb l'especificació a nivell tècnic és dens [10] i pels docents involucrats en el procés esdevé clau poder adoptar aquesta terminologia. La Figura 4.1 descriu que una assignatura pot tenir un o més itineraris formatius i que cada itinerari està compost per diferents unitats que contenen les activitats que

¹S'entén com a entitat, cadascuna de les peces essencials de l'especificació sense les quals no és viable construir una Unitat d'Aprenentatge.

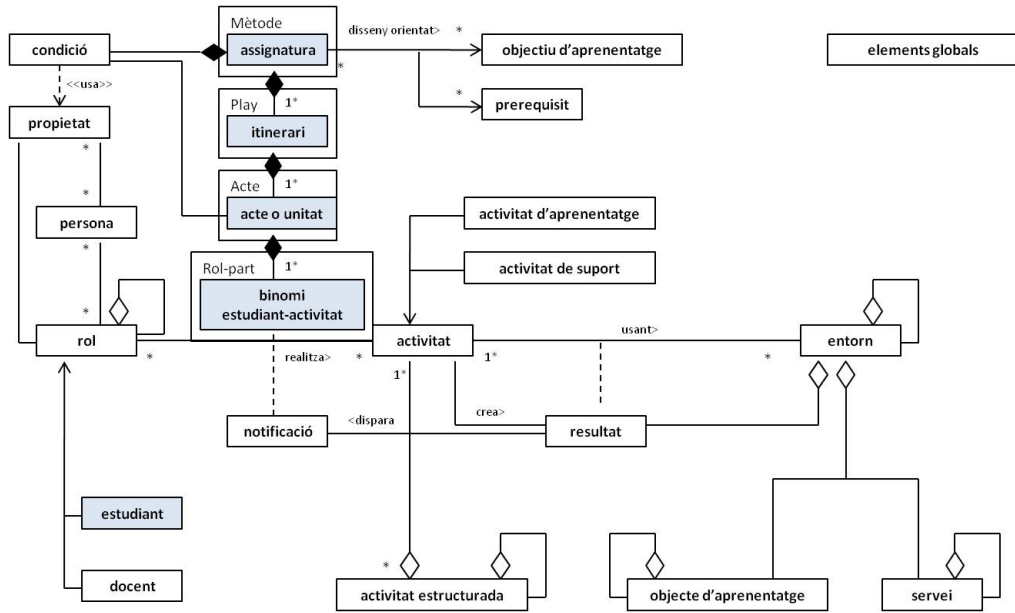


Figura 4.1: Identificació de les entitats de IMS-LD.

ha de treballar l'estudiant. Quan l'estudiant va completant el procés, s'obren noves activitats i recursos per continuar aprenent.

Seguint l'especificació IMS-LD, una assignatura conté un itinerari formatiu (*play*) que està format per un conjunt d'unitats seqüencials (*actes*) que alhora contenen les activitats a realitzar per cada estudiant, establint el binomi estudiant-activitat *rol-part*. Per tant, els estudiants són assignats a un itinerari únic que mostra seqüencialment les unitats que s'han de treballar en cada moment i tots els estudiants realitzen l'únic itinerari existent.

En canvi, si una assignatura conté diferents itineraris formatius, l'especificació hauria de permetre que els estudiants puguin canviar d'itinerari per realitzar una formació adaptativa. Si un estudiant necessita més reforç, l'especificació hauria de permetre canviar d'itinerari per passar a un altre on hi hagi, per exemple, activitats de reforç. Ben al contrari, també pot succeir que un estudiant no necessiti practicar amb molts exercicis per realitzar una activitat i, per tant, se li hauria de donar la possibilitat de no fer aquest pas i poder canviar a un altre tipus d'itinerari (si té, per exemple, una bona qualificació de l'activitat anterior). No es tracta de tenir un únic itinerari per cada estudiant, sinó més aviat al contrari, poder oferir itineraris ajustats al perfil i procés de l'estudiant durant l'assignatura. Es tracta de dissenyar itineraris formatius adaptatius, que permetin canviar als estudiants a unitats d'altres itineraris per assolir

les competències necessàries que es treballen a l'assignatura.

Introduir l'adaptació en els itineraris formatius d'una assignatura implica que els estudiants han de poder canviar d'itinerari (*play*) i, per tant, han de canviar d'una unitat d'un itinerari a una altra unitat ubicada en un itinerari diferent. Conseqüentment, la seqüència d'unitats que es produeix es dona entre els diferents itineraris existents i no en el mateix itinerari. Seguint l'especificació d'IMS-LD, una de les limitacions que s'ha trobat és, precisament, que l'estudiant pugui canviar d'itinerari en funció de la qualificació i feed-back obtingut a cada activitat d'una unitat realitzada anteriorment. Per salvar aquesta limitació s'haurà de realitzar un canvi de rol de l'estudiant aplicant les condicions i propietats de nivell B.

4.1.2 Conceptualització dels itineraris formatius adaptatius

Com s'ha descrit a l'apartat 2.3, hi ha diferents tipus d'itineraris formatius. En aquest apartat únicament tractarem dos tipus: itineraris genèrics i itineraris formatius adaptatius.

En funció de cada assignatura, es pot crear un tipus d'itinerari o un altre i tant els continguts com les activitats es plantegen de diferent forma a cadascun d'ells[52, 55]. En el primer cas, es plantegen els itineraris com diferents camins de formació establerts a l'inici de l'acció formativa i, per tant, amb un punt de decisió inicial. L'estudiant tria a l'inici un itinerari determinat que seguirà durant tot el curs i no el podrà canviar. En el segon cas, es plantegen els itineraris com diferents camins de formació que, tot i ser triats per l'estudiant a l'inici del curs, poden anar variant durant el semestre. L'estudiant podrà anar canviant d'itinerari en funció del seu treball a cada activitat i de les seves necessitats formatives. En aquest cas existeix un punt de decisió inicial i s'afegeixen més punts de decisió durant l'acció formativa, determinant així diferents itineraris de formació.

Per dissenyar itineraris formatius adaptatius amb IMS-LD és necessari concebre una assignatura com un conjunt d'elements completament interrelacionats, el que implica definir tots els elements que formen part de l'assignatura i com es relacionen, per transferir-los a l'especificació correctament. Si es reprèn la Figura 4.1, un *play* és un itinerari de formació i, si es vol obtenir més d'un itinerari per assignatura, es tindrà més d'un *play*.

Actualment, la majoria d'assignatures tenen un únic itinerari que realitzen tots els estudiants d'una aula. És a dir, tots els estudiants treballen els mateixos continguts i

activitats igual i, fins i tot, en el mateix ordre i profunditat (independentment del seu perfil i coneixements). Per tant, en aquest cas, l'assignatura té un *play* que és l'únic itinerari possible per tots els estudiants de l'assignatura (Figura 4.2).

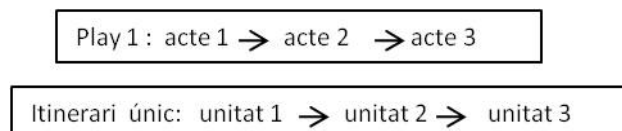


Figura 4.2: Itinerari únic per tots els estudiants.

Si es vol oferir més d'un itinerari als estudiants d'una assignatura, cal dissenyar més d'un *play* (itinerari) que, a més, podria ser diferent per grups o perfils homogenis d'estudiants. En aquest cas, prèvia tipificació dels estudiants (per exemple, tenint en compte els coneixements previs), es poden dissenyar diferents itineraris per cada grup de perfils d'estudiant, com mostra la Figura 4.3. En aquest tipus d'itinerari, una vegada iniciat no s'ofereix la possibilitat de canviar d'itinerari durant el procés d'aprenentatge. S'estableix, per tant, un punt de decisió (inicial i únic), per a la realització de l'itinerari adient a cada perfil.

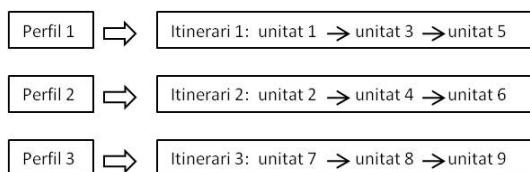


Figura 4.3: Tres itineraris predeterminats segons perfils.

Per tal de permetre cert grau de personalització, cal que els itineraris siguin adaptables al perfil de l'estudiant i al seu progrés durant l'assignatura en funció del treball que va realitzant. Això vol dir que si es defineixen diferents itineraris, aquests s'han d'anar adaptant a l'estudiant i, per tant, seria ideal poder canviar d'un itinerari a un altre, com mostra la Figura 4.4.

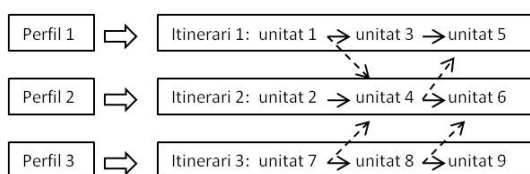


Figura 4.4: Tres itineraris que permeten canviar en funció del procés.

El fet que els itineraris siguin adaptatius implica establir diferents punts de decisió. El primer serà a l'inici de l'acció formativa per tal de crear els diferents perfils d'estudiants i assignar-los a un itinerari concret. Posteriorment, hi haurà diferents punts de decisió al finalitzar cada activitat. El resultat de l'activitat determinarà l'itinerari que farà l'estudiant fins la propera activitat. Tenir diferents punts de decisió implica que el nombre d'itineraris dissenyats inicialment s'amplia exponencialment i, per tant, cal decidir quins itineraris són realment apropiats i factibles. Conseqüentment, es pot indicar que existeixen més perfils dels establerts inicialment. La Figura 4.5 mostra gràficament els nous itineraris que poden sorgir a l'introduir el concepte d'adaptació.

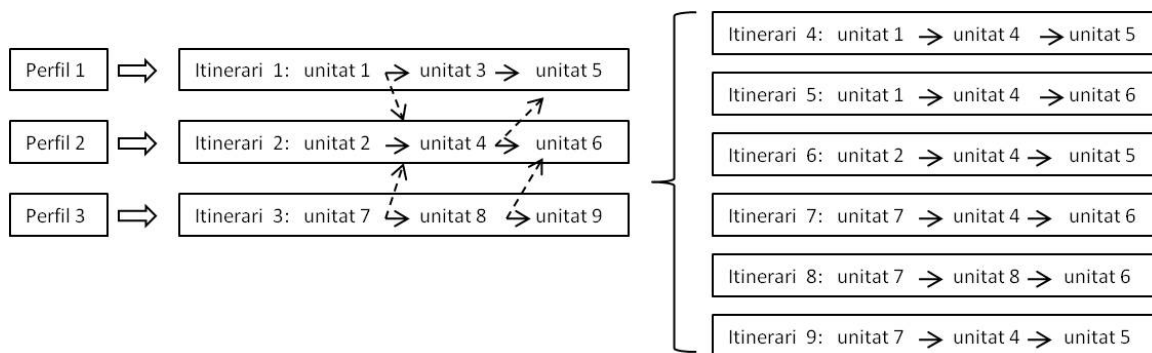


Figura 4.5: Nous itineraris sorgits a l'introduir l'adaptació.

Tenint en compte les possibilitats que s'han mostrat i que ofereix el disseny d'itineraris formatius adaptatius, és molt important dissenyar conceptualment l'assignatura que es vol treballar i com es vol treballar. Els docents involucrats han d'estudiar les opcions que es poden oferir a cada assignatura i quines d'elles consideren més adients per a dissenyar i plantejar l'assignatura. A vegades és possible pensar que és probable modificar la seqüència de treball de les unitats, però el contingut pot estar endreçat de forma absolutament lineal, de tal manera que no sigui possible treballar una unitat si abans no s'ha treballat una altra que contingui els conceptes bàsics teòrics, per exemple. En aquest sentit, és primordial valorar les possibilitats i seleccionar el disseny més adient per afavorir el procés d'aprenentatge. Es tracta d'ajudar als estudiants a aprendre i no de fer més complex l'estudi i el treball d'una assignatura.

4.1.3 Granularitat de les unitats

Seguint l'especificació IMS-LD, un itinerari ha de contenir com a mínim una unitat. Per tant en la nostra identificació això implicarà que tot itinerari ha de tenir com a

mínim una unitat. Tot i que en el diagrama general no s'especifica en detall què ha de contenir cada unitat, sembla clar que, com a mínim, ha de contenir un rol i una activitat i, per tant, una parella estudiant-activitat. Això implica definir què s'entén per activitat. Per alguns docents², una activitat és un conjunt de tasques pràctiques que ha de realitzar un estudiant, com per exemple resoldre un problema amb uns recursos associats. Per a altres docents³ [91, 93], una activitat també és la lectura dels diferents mòduls didàctics que formen el temari d'una assignatura i, per tant, no són considerats com a recursos associats. Aquesta distinció és de vital importància per dissenyar cada unitat amb IMS-LD. En funció de l'ús del terme activitat, caldrà definir quin tipus d'activitats contindrà la unitat i quantes activitats en formaran part. Implica definir com es pot tractar i fragmentar una assignatura per a la creació de les diferents unitats que formen un itinerari.

Cada unitat podrà ser diferent a criteri del docent i això implica treballar amb diferents nivells de granularitat [62] per dissenyar itineraris adaptatius. Per exemple, una unitat pot contenir una única activitat i els seus recursos associats, pot contenir més d'una activitat o bé només els recursos entesos, com per exemple una activitat que indiqui la consulta dels materials didàctics. En funció de com es faci el disseny de les unitats i de les activitats i recursos que contingui, els itineraris poden ser més o menys complexos [51]. En aquest treball de tesi s'ha determinat que cada unitat contindrà una activitat i els mòduls o recursos referents a aquella part de l'assignatura.

Un itinerari és una seqüència d'unitats on el seu contingut determina el treball que ha de fer un estudiant i com ho fa. També determina com es valora per indicar que la unitat s'ha completat i es pot passar a la següent. En aquest sentit, és essencial definir què contindrà cada unitat i, per tant, la seva granularitat. A continuació, a les Figures 4.6, 4.7, 4.8 es mostren tres exemples conceptuals de la granularitat de les unitats en el disseny dels itineraris formatius. Corresponen a un nivell de granularitat baix, mig i alt, respectivament.

La Figura 4.6 mostra el nivell baix de granularitat, és a dir, l'agrupació de diferents elements en un mateixa unitat de treball. En aquest exemple, els mòduls didàctics no són considerats com a activitats, sinó com a recursos que formen part de la unitat. Cada unitat consta dels mòduls i una activitat.

La Figura 4.7 mostra un nivell de granularitat mig. En aquest cas, els mòduls didàctics són considerats activitats que formen una unitat i l'activitat pràctica se'n

²<http://peremarques.pangea.org/actodid.htm>,

³<http://www.javeriana.edu.co/cursos/ntae/Actividades.htm>

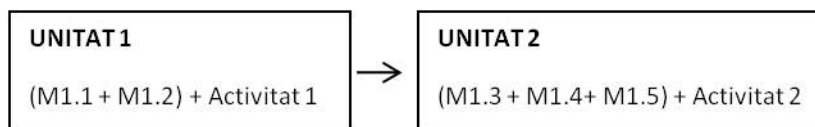


Figura 4.6: Mòduls i activitats en una mateixa unitat.

considera una altra. Cada activitat es planteja en una unitat independent. Com s'ha comentat anteriorment, això només és viable si es consideren els mòduls com a activitats, ja que una unitat no pot contenir només recursos didàctics si aquests no estan associats a una activitat. En aquest nivell de granularitat i tipus d'unitat, s'està abordant la part teòrica i pràctica de forma separada i, conseqüentment, s'estan generant més unitats en la creació d'itineraris.

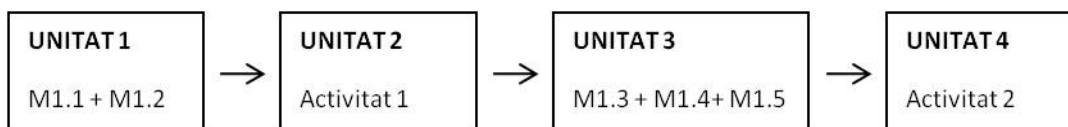


Figura 4.7: Conjunt d'unitats que contenen diferents activitats per unitat.

La Figura 4.8 mostra un nivell de granularitat alt, ja que cada mòdul didàctic (considerat activitat) i cada activitat són una unitat. En aquest disseny hi haurà tantes unitats com mòduls i activitats es treballen a l'assignatura, el que exigeix crear un mapa molt extens si una assignatura conté moltes activitats i mòduls. Caldrà, per tant, valorar prèviament si el disseny és viable.

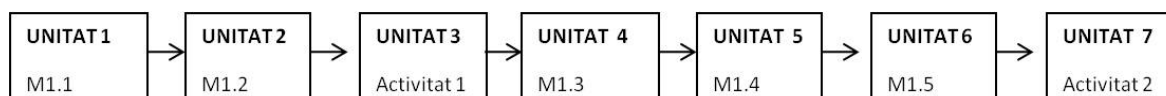


Figura 4.8: Mòduls i activitats separades una a una.

A l'hora d'aplicar els diferents nivells de granularitat esmentats, cal tenir en consideració què suposen en el disseny d'itineraris formatius. Si s'empren els nivells de granularitat descrits a les Figures 4.7 i 4.8, fins i tot amb pocs mòduls i activitats, es poden generar mapes molts extensos per cada itinerari, ja que cal descriure mitjançant IMS-LD cadascuna de les entitats de forma detallada tantes vegades com unitats es dissenyen. D'altra banda, si es dissenyen itineraris formatius adaptatius amb aquests dos nivells de granularitat, es generen molts més itineraris nous (i amb més unitats) que poden fer inviable l'execució àgil de la unitat d'aprenentatge dissenyada (veure el cas de Lògica en Apèndix D).

Per no generar mapes extensos de treball amb les unitats, en aquest treball de tesi es pretén crear itineraris de formació que responguin a un nivell de granularitat baixa, com la plantejada a la Figura 4.6, on una unitat està formada per una activitat i diversos mòduls didàctics considerats com a recursos de la mateixa. Seguint l'especificació IMS-LD, a més, a cada unitat s'inclourà el rol associat a l'activitat, creant així les diferents unitats que formen cada itinerari de forma més completa i facilitant l'execució. A mode d'exemple, la Figura 4.9 mostra com es pot representar una assignatura que treballa un itinerari formatiu amb quatre unitats, que contenen diferents mòduls teòrics i quatre activitats i un únic rol d'estudiant (rol estudiant 1). En aquesta representació, els mòduls didàctics de cada unitat són considerats com a recursos d'una activitat i estan assignats a un rol d'estudiant concret.

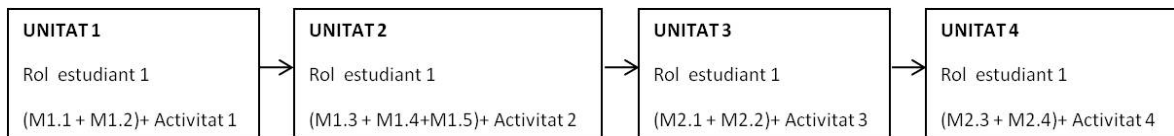


Figura 4.9: Exemple d'unitats que representen globalment una assignatura.

A l'hora de plantejar diferents itineraris formatius adaptatius en una assignatura com aquesta, es crearan diferents unitats en diversos *plays* amb diferents seqüències de treball de les unitats predefinides i marcades des de l'inici de l'acció formativa. Per tant, es representaran tants itineraris com les possibles combinacions d'unitats, fomentant l'adaptació, però això no implicarà necessàriament que totes les opcions possibles siguin visibles pels estudiants, com es descriurà més endavant.

4.1.4 Definició i creació d'activitats

En l'especificació IMS-LD, les activitats són un dels elements essencials. En funció del tipus d'activitat i del nombre d'activitats associades a un rol, la unitat d'aprenentatge pot ser dissenyada i creada de diferents formes. Si es tenen en compte els diferents nivells de granularitat esmentats anteriorment, es poden dissenyar des d'activitats simples fins a conjunts d'activitats més complexes que, alhora, poden ser avaluable o no avaluable. Les activitats poden ser des de simples exercicis fins a proves tipus test i, fins i tot, un conjunt d'activitats o exercicis agrupats sota una única activitat. Caldrà definir també el nivell de treball o exigència d'una activitat i el moment en el qual aquesta es dona per completada, per poder continuar amb la resta d'activitats.

En la pràctica, qualsevol tipus d'activitat pot ser dissenyada amb l'especificació IMS-LD, però cal tenir en consideració quines d'elles són les més apropiades d'incloure en el disseny i quines són prescindibles de treballar via l'especificació. Per exemple, participar en un debat virtual d'opinió pot ser una activitat no avaluable; per tant, si el docent ho considera pertinent, no caldria descriure-la amb l'especificació i es pot fer via la plataforma d'aprenentatge que suporta l'assignatura. Això implica no controlar algunes variables especificades (com objectius, requisits, etc.) però això probablement no sigui necessari. Si, per contra, el docent ho considera rellevant, caldrà descriure detalladament l'activitat i fixar les condicions de finalització. En canvi altres activitats d'aprenentatge, com ara realitzar una pràctica avaluable (que pot contenir més d'una activitat), és essencial descriure-les via l'especificació, per a establir el procediment de realització, el temps que tenen els estudiants per a realitzar-les i, alhora, monitoritzar el procés per tal d'establir quan és dona per finalitzada i es poden obrir noves activitats.

Qualsevol activitat ha d'estar associada a un rol d'estudiant. Això implica que determinats rols han de realitzar determinades activitats. En la majoria dels dissenys d'aprenentatge, els estudiants han de realitzar totes les activitats obligatòriament. En d'altres, només han de realitzar les activitats avaluables, en algunes només les activitats estructurades o només han de consultar diferents recursos. Tot depèn de la tipologia d'assignatura i dels continguts a treballar. El disseny i treball de totes les activitats amb els recursos associats s'ha de descriure molt bé en l'especificació, per tal d'assolir els objectius d'aprenentatge i les competències establertes.

Seguint l'especificació i la descripció dels tipus d'activitats que es poden representar amb IMS-LD (citades a l'apartat 3.2.2), les activitats poden ser: d'aprenentatge, de suport i estructurades. Independentment del seu tipus, les activitats es poden classificar en avaluables o no avaluables, aspecte important de cara al disseny d'itineraris.

- Una activitat d'aprenentatge consisteix en la descripció simple d'una activitat, ja sigui un problema, un test o una pràctica. Normalment és una activitat obligatòria i avaluable que pot tenir objectius d'aprenentatge i requisits, i només es pot fer una vegada. Un exemple es mostra en la Figura 4.10, on es pot veure l'enunciat d'un problema avaluable.
- Una activitat de suport és pràcticament igual que una activitat d'aprenentatge, però sense objectius d'aprenentatge i requisits i conté una referència afegida al rol, que indica quins rols la podran fer. Normalment no caldrà que la facin tots els estudiants i, segons l'especificació, acostumen a usar-se per activitats no

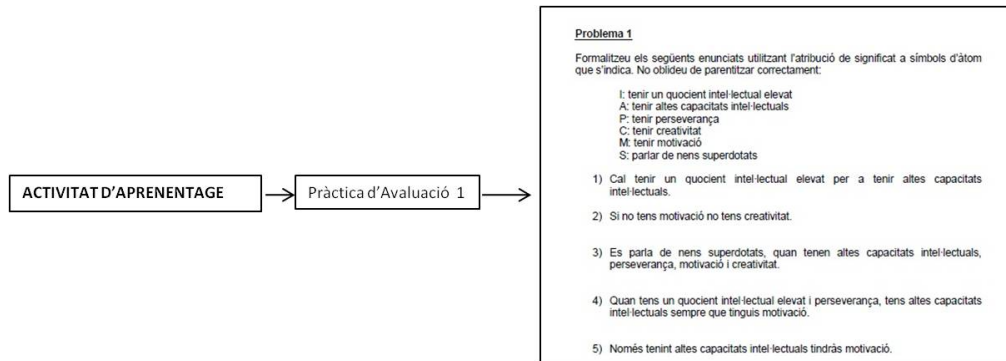


Figura 4.10: Exemple d'activitat d'aprenentatge.

avaluables. La Figura 4.11 és un exemple d'un exercici considerat com activitat de suport. A diferència de les activitats d'aprenentatge, aquestes es poden repetir diverses vegades i l'estudiant pot anar practicant. Serà el mateix estudiant qui indicarà quan considera que ha finalitzat l'activitat.

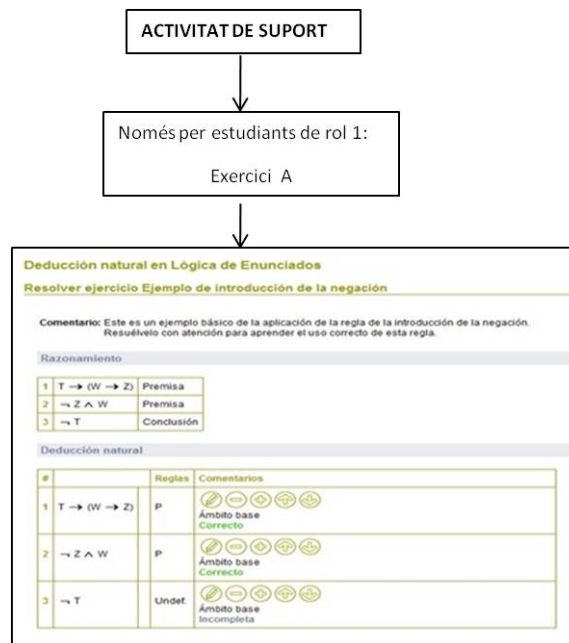


Figura 4.11: Exemple d'activitat de suport.

- Una activitat estructurada consisteix en una o més activitats d'aprenentatge o de suport, tal i com mostra la Figura 4.12, que conté una activitat d'aprenentatge i una activitats de suport representades anteriorment. En aquest tipus d'activitat es poden associar tantes activitats de suport o d'aprenentatge com requereixi

l'assignatura i, per tant, les activitats de suport es podran realitzar diverses vegades i les d'aprenentatge únicament una vegada. Aquest tipus d'activitat estructurada pot ser molt útil per assignatures amb una vessant pràctica molt alta i que no requereixen un seguiment continuat.

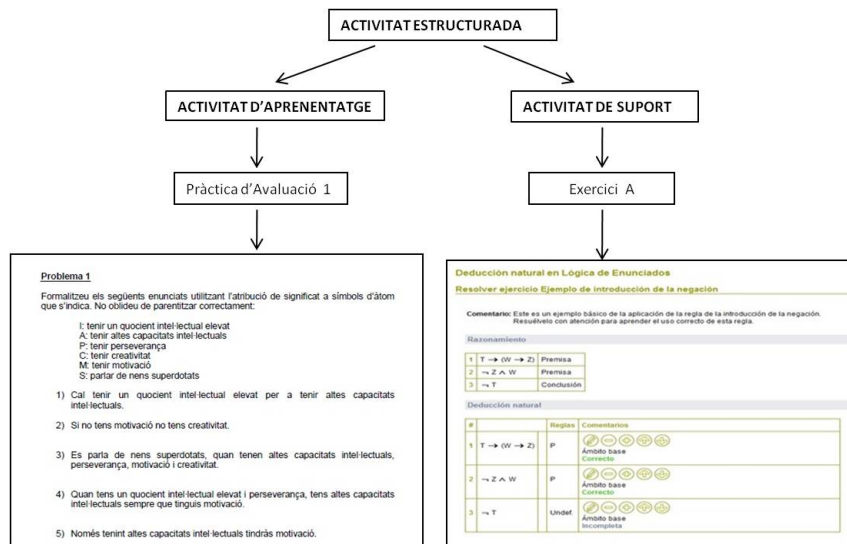


Figura 4.12: Exemple d'activitat estructurada.

Seguint IMS-LD, cada activitat ha d'estar associada a un rol d'estudiant formant a cada unitat el binomi rol-part. En cada unitat hi ha d'haver, com a mínim, un rol-part, el que implica definir les activitats i recursos que farà cada rol d'estudiant en una unitat. El resultat obtingut al finalitzar cada unitat determinarà la unitat següent. Per tant, és essencial pensar com es poden definir els diferents tipus d'activitats. A la Figura 4.13 es mostra com es poden plantejar els diferents tipus d'activitat associades al "rol estudiant 1" en una unitat. Es considera la Pràctica com una activitat avaluable i l'exercici 1 com una activitat de suport i, ambdues activitats conjuntament, com una activitat estructurada en una mateixa unitat.

Com es pot observar a la Figura 4.13, cada unitat pot contenir diferents tipus d'activitats, el que implica que no totes les unitats han de ser iguals i, per tant, poden ser plantejades de forma diferent en funció del tipus d'assignatura que es vulgui dissenyar amb IMS-LD. En la creació d'itineraris formatius, cada itinerari pot contenir una seqüència d'unitats que proposen treballar diferents tipus d'activitats en cadascun d'ells (Figura 4.14). És a dir, en una unitat poden haver-hi només activitats de suport, mentre que en una altra poden haver-hi activitats d'aprenentatge i en altres unitats,

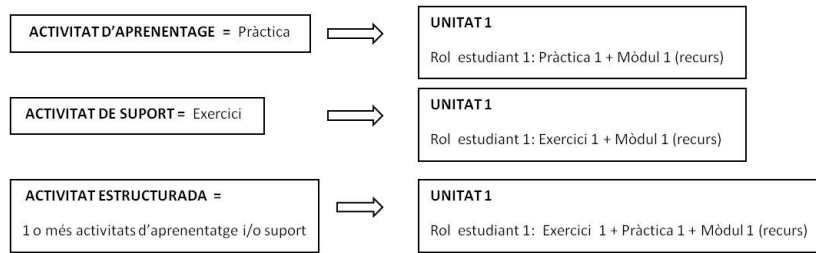


Figura 4.13: Plantejament de diferents tipus d'activitats en una unitat.

poden haver-hi activitats estructurades que continguin les activitats més pertinents per cada assignatura.



Figura 4.14: Plantejament de diferents tipus d'activitats en diferents unitats.

En les assignatures de caràcter molt pràctic, les unitats poden contenir varies activitats de suport, mentre que en altres tipus d'assignatures, les unitats poden contenir només activitats d'aprenentatge avaluable. En el disseny d'itineraris formatius adaptatius és recomanable que totes les unitats continguin, com a mínim, una activitat d'aprenentatge avaluable i, si s'escau, els recursos associats (Figura 4.15). Aquest punt és especialment important, ja que el resultat obtingut en una unitat determinarà la unitat següent. És la manera més operativa de poder introduir l'adaptació via IMS-LD, permetent els canvis d'itinerari.



Figura 4.15: Exemple d'activitats en les unitats o actes d'un IFA.

Si la majoria d'activitats són d'aprenentatge i avaluables, podran usar-se per a determinar els punts de decisió per a realitzar el canvi d'itinerari. Això implica que les activitats han d'estar ben plantejades i especificades amb IMS-LD, ja que al ser activitats d'aprenentatge avaluables, l'estudiant només les podrà realitzar una vegada. També es poden afegir activitats de suport no avaluables per fomentar la pràctica de conceptes més procedimentals. En l'arbre de decisió dels itineraris, tindrà prioritat sempre l'activitat d'aprenentatge avaluable i, posteriorment, l'activitat de suport que pot servir per complementar el resultat obtingut en l'activitat d'aprenentatge. En

aquest cas, el resultat obtingut en ambdós tipus d'activitats determinarà les properes activitats a realitzar en les següents unitats. El mateix procediment és aplicable quan es dissenyen activitats estructurades, però a nivell de treball amb l'especificació són més complexes d'especificar. En aquest sentit, i per raons de simplicitat, es considera més lògic i operatiu que el tipus d'activitat adient per a la creació d'itineraris formatius adaptatius sigui d'activitats d'aprenentatge, ja que permetran avaluar a l'estudiant en funció dels resultats obtinguts a les activitats clau. Cada unitat estarà formada per una o vàries activitats d'aprenentatge associades als diferents rols d'estudiants que es creïn. El resultat obtingut a cada activitat d'aprenentatge determinarà les competències assolides per cada estudiant i serà el punt clau per a que el sistema recomani a cada estudiant l'itinerari que ha de seguir. Això implica, d'una banda, especificar molt clarament quines activitats han de treballar els estudiants en funció del seu rol i, d'altra banda, definir quines activitats (o noves unitats) hauran d'anar fent en funció dels resultats que van obtenint.

Finalització de les activitats

Donada la importància de les activitats d'aprenentatge avaluable a cada unitat d'aprenentatge per la continuació de l'itinerari amb les següents unitats, un dels punts més importants és, doncs, decidir quan una activitat es dona per finalitzada o completada, per donar pas a la següent unitat. El resultat de l'activitat realitzada en una unitat determina l'itinerari que haurà de seguir l'estudiant, realitzant el mateix itinerari que cursa fins el moment o bé canviant d'itinerari formatiu. Així, la finalització i consecució de cada activitat esdevenen punts de decisió que poden propiciar el manteniment o canvi d'itinerari, fomentant l'adaptació formativa en funció del treball que va realitzant l'estudiant durant el semestre.

Segons l'especificació, una activitat d'aprenentatge es dona per completada en el nivell A quan l'ha feta un rol d'estudiant o s'ha arribat a un temps límit. En ambdós casos, això implica obtenir una qualificació i feedback de cada activitat associada al rol d'estudiant en una activitat concreta. Cada rol té associades unes activitats que van variant en funció de la unitat on es troba l'estudiant i dels resultats obtinguts a les activitats d'aprenentatge. Quan l'activitat ha finalitzat i s'obté una qualificació, el sistema d'itineraris determina la propera unitat que ha de ser carregada per aquest rol d'estudiant i mostra les següents activitats a realitzar. Si es defineixen diferents rols d'estudiant per cada unitat, les activitats es donaran per completades quan tots els

estudiants assignats a aquella activitat en concret l'hagin completada.

En aquest sentit, l'especificació permet establir diferents punts de sincronia de tots els rols, amb l'objectiu de començar la propera unitat tots al mateix moment. Així, un grup (o aula) pot anar treballant de manera homogènia les diferents activitats de l'assignatura amb el seu propi calendari. Els punts de sincronització de l'aula estan associats a la finalització de les activitats i, per tant, als punts de decisió que permeten canviar als estudiants d'unitats i/o d'itineraris formatius. Permetran que tots els estudiants vagin seguint l'itinerari formatiu atenent el calendari acadèmic i les dates fixades pel lliurament d'activitats. Per això, és important fixar quan es donen per finalitzades les diferents activitats avaluable i serà el moment quan s'emeti una qualificació i feedback. És en aquest moment quan es sincronitzen tots els estudiants i es mostra la següent activitat de treball.

4.1.5 Especificació i assignació de rols

L'especificació IMS-LD defineix dos tipus de rols bàsics: *staff* i *learner*. El rol *staff* fa referència a totes persones involucrades en el procés d'ensenyament-aprenentatge que no siguin estudiants: en el cas de la UOC, professors, consultors i tutors. Normalment, només s'acostuma a emprar pel professor i consultors de l'assignatura, ja que són els que intervenen en el disseny de les activitats, la selecció dels recursos i, en general, en l'assignatura. El rol *learner* únicament s'empra pels estudiants, ja que són els que interactuen amb els diferents recursos i realitzen les activitats.

Segons l'especificació, com a mínim, s'ha d'especificar obligatòriament un rol d'estudiant i també un rol de docent. Tot i així, poden haver-hi tants rols d'estudiants i de docents com siguin necessaris i es poden crear subrols dintre de cada rol. Per exemple, es pot tenir un únic rol per professor, o bé crear un únic rol docent, amb diferents subrols per tipus de docent (professor, consultor, tutor). Si es tenen diferents tipus d'estudiants, també es poden crear diferents tipus de rols o subrols per grup d'estudiants, o bé tenir un rol d'estudiant per cada estudiant que formi part de l'aula. Treballant amb l'especificació, el que resulta més operatiu és crear un rol docent i un rol d'estudiant, ja que així només es treballa amb dos rols. Si es creen tants rols d'estudiants com estudiants hi ha a l'aula, s'exigeix establir més rols i, consegüentment, s'ha de detallar cada acció per rol, resultant un treball més laboriós. Una excepció seria crear un rol pels estudiants repetidors, per exemple.

Els rols de *staff* i *learner* estan estructurats de manera idèntica a l'especificació, però

les funcions a desenvolupar en una unitat d'aprenentatge són molt diferents. Mentre que el rol del professor dissenya la unitat d'aprenentatge i les activitats a realitzar, assigna rols i defineix les possibles seqüències de treball de les unitats, el rol d'estudiant només realitza les unitats en funció del rol que té assignat.

Els privilegis i algunes de les tasques assignades a cada rol poden ser definides, però les més bàsiques ja estan predefinides per la pròpia especificació. En la Taula 4.1 s'especifiquen, a nivell general, alguns dels privilegis que pot tenir cada rol.

Privilegis	Rol <i>Learner</i>	Rol <i>Staff</i>
Disseny de la unitat d'aprenentatge	-	✓
Creació d'activitats	-	✓
Incorporació de recursos	-	✓
Accés a les activitats	✓	✓
Accés als recursos	✓	✓
Modificació de rols	-	✓
Modificació d'activitats	-	✓
Avaluació (feedback i qualificació)	-	✓
Consultar l'avaluació (feedback i qualificació)	✓	✓
Selecció d'itinerari	✓	✓
Seguiment individual	✓	✓
Seguiment del grup /o aula	-	✓

Taula 4.1: Exemple de privilegis dels rols *learner* i *staff*.

Assignació dels rols

Quan una activitat és associada a un rol d'estudiant, s'estableix el binomi rol-part. Aquest binomi determina quines activitats ha de realitzar un rol d'estudiant i quins recursos té disponibles. A cada unitat, doncs, s'indiquen les activitats que té assignades cada rol d'estudiant i què ha de fer per a finalitzar l'activitat. Una vegada es completa l'activitat, ha finalitzat la unitat per aquest rol en concret i pot continuar per la següent unitat seqüencialment fins arribar a la darrera.

En el cas d'una assignatura amb diferents itineraris adaptatius, els rols dels estudiants es poden plantejar i assignar de diferents formes: en funció dels coneixements previs, en funció de les activitats que ha de desenvolupar un estudiant a cada itinerari, etc. Es pot crear un rol per a tots els estudiants, un rol per a cada estudiant o diferents rols per grup d'estudiants que formen part d'un itinerari. L'assignació del rol de l'estudiant dependrà sempre del criteri del professor i es realitzarà en funció de

les activitats i continguts a treballar. Per exemple, si es vol que tots els estudiants facin el mateix itinerari, es crearà un únic rol d'estudiant que serà el mateix per a tots els estudiants d'una assignatura, tal i com mostra la Figura 4.16. En canvi, si es vol que determinats estudiants facin un itinerari diferent d'un altre grup d'estudiants (per exemple, els repetidors), es poden crear dos rols diferents d'estudiants, tal i com mostra la Figura 4.17.

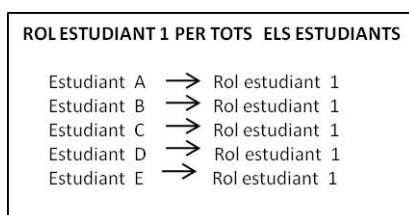


Figura 4.16: Assignació d'un mateix rol d'estudiant a tots els estudiants.

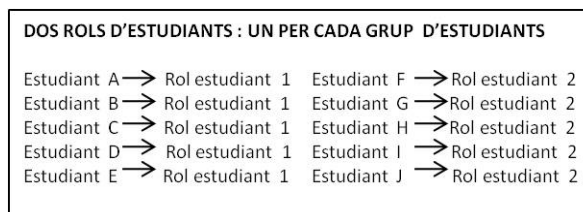


Figura 4.17: Assignació de dos rols diferents a dos grups d'estudiants.

Finalment, si es vol que cada estudiant tingui un itinerari individualitzat, es crearà un rol diferent per estudiant, com mostra la Figura 4.18.

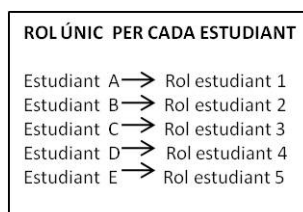


Figura 4.18: Assignació d'un rol diferent a cada estudiant.

La situació més idònia en el disseny d'itineraris formatius és crear tants rols inicials d'estudiants com itineraris s'han dissenyat a priori en una assignatura, de forma similar al plantejament de la Figura 4.17. Per exemple, per una assignatura que estigui dissenyada en base a tres itineraris formatius es defineixen tres rols d'estudiants, com mostra la Figura 4.19. D'aquesta manera, cada rol d'estudiant té assignat per defecte

un itinerari formatiu. En aquest itinerari l'estudiant haurà d'anar realitzant totes les activitats associades al seu rol i anirà treballant cada unitat de forma lineal.

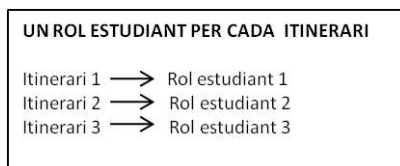


Figura 4.19: Assignació de rols estudiants per itineraris.

Si s'introdueix l'adaptació en el disseny d'itineraris formatius, el rol d'estudiant ha d'anar variant i, per tant, l'estudiant ha de canviar de rol per tal de poder canviar d'itinerari formatiu en funció dels resultats que va obtenint a cada activitat. Aquest punt és d'especial rellevància, ja que implica definir cada rol d'estudiant per itinerari i les possibilitats que tindrà l'estudiant per canviar de rol i, conseqüentment, d'itinerari. Això voldrà dir que un estudiant assignat a 'rol estudiant 1' pot canviar a 'rol estudiant 3' i, per tant, canviarà d'itinerari en funció del treball que va realitzant.

A l'inici de l'acció formativa, cada estudiant pot tenir assignat per defecte l'itinerari que més s'ajusta al seu perfil, seguint de manera més personalitzada el seu propi itinerari de formació. Quan l'estudiant canvia d'itinerari, canvia de rol per tal de desenvolupar les noves activitats assignades a aquell nou rol d'estudiant (Figura 4.20). Aquest canvi de rol consisteix, bàsicament, en mantenir l'identificador de rol estudiant, però canviant els paràmetres de seqüenciació d'activitats, atenent el que ha fet prèviament.

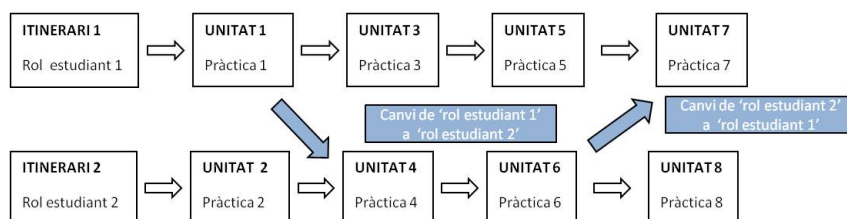


Figura 4.20: Exemple de canvi de rol d'estudiant.

Segons IMS-LD, el rol d'estudiant està assignat bàsicament a una activitat, creant el rol-part. S'estableix quines activitats ha de cursar un estudiant concret a cada unitat i, en funció dels resultats, es van mostrant les següents activitats i recursos per cada estudiant. Si es crea un rol d'estudiant per cada itinerari d'una assignatura es poden tenir en compte els coneixements previs de l'estudiant, les competències que

va adquirint i el feedback de cada activitat, per tal de proposar-li, a nivell individual i segons el seu rol, una nova activitat o unitat més completa. En definitiva, la definició del rol d'estudiant, per cada itinerari, permet començar a treballar amb certs paràmetres d'adaptabilitat i personalització del procés d'aprenentatge, mitjançant l'agrupació d'estudiants de perfils similars.

Canvi de rol

Tot i que IMS-LD especifica que és possible realitzar un canvi de rol en temps d'execució no és un procés simple donades les eines d'execució existents. En l'apartat 3.4 es fa referència a les possibles eines d'execució d'una unitat d'aprenentatge creada amb IMS-LD, però només el player CopperCore amb alguna extensió específica permet suportar els canvis de rol quan existeix un volum important d'usuaris assignats a diferents rols. És per això que és essencial preveure durant el temps de disseny els canvis de rol que es poden realitzar. Els canvis de rol es poden fixar mitjançant punts de decisió que es poden ubicar al finalitzar determinades unitats. D'aquesta manera, es poden preveure els possibles itineraris que pot fer un rol i els atributs que cal assignar a cada rol per a que s'executin correctament durant l'acció formativa. També és essencial preveure què succeeix amb les activitats que ja ha fet un rol, com queden visibles al canviar de rol i com es mostren les properes activitats assignades a aquest nou rol.

Canviar els rols implica que el disseny d'aprenentatge es pot veure des d'una perspectiva diferent en funció del rol assignat. Per tant, quan s'arriba a un punt de decisió, cal definir cadascuna de les possibilitats per a cada rol d'estudiant definit. Segons l'especificació, l'estudiant només hauria de ser exposat a les eleccions de rols que se li han assignat i no a totes les opcions possibles. Això vol dir que cada rol d'estudiant només ha de veure les activitats que li corresponen i les possibilitats de canvi d'itinerari que siguin possibles i estiguin assignades a aquell rol. No serà necessari ni recomanable que tingui visibles les opcions d'altres rols d'estudiant ni tampoc tots els itineraris dissenyats d'aquella assignatura. El sistema només ha de proveir a l'estudiant, en cada moment, amb els itineraris possibles que són adients pel seu rol. La Figura 4.21 és un exemple de possibles canvis que pot fer un estudiant assignat al "rol estudiant 1" després de finalitzar la pràctica 1.

Si l'estudiant assignat al "rol estudiant 1" decideix canviar d'itinerari, es canvia al "rol estudiant 2" i podrà veure i realitzar la pràctica d'aquesta nova unitat 4 que està assignada al "rol estudiant 2". Assumint el nou "rol estudiant 2", l'usuari també

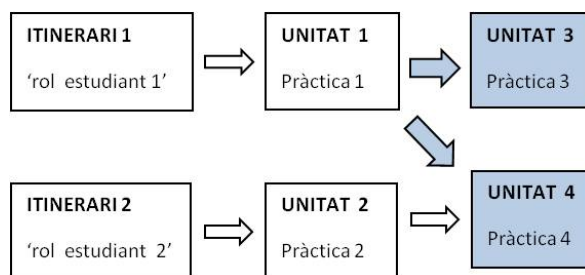


Figura 4.21: Possible canvi d'itinerari i rol.

assumeix les anteriors unitats d'aquest rol i les properes a realitzar. Això cal tenir-ho en compte a l'hora de realitzar qualsevol procés d'adaptació. El fet de poder canviar de rol afegeix flexibilitat a qualsevol disseny d'aprenentatge però, tant en temps de disseny com d'execució, s'ha de preveure aquesta possibilitat i s'han d'analitzar els avantatges o inconvenients que pot suposar per l'estudiant i el docent.

Quan es realitza un canvi de rol en una unitat d'aprenentatge predissenyada o per a enllaçar a una altra unitat d'aprenentatge en temps d'execució, es produiran per defecte les següents situacions:

- Si l'estudiant està assignat a múltiples itineraris de la mateixa unitat d'aprenentatge, l'aplicació li hauria de facilitar una llista de tots els itineraris possibles, donant-li l'opció de seleccionar l'itinerari que més li convingui.
- Si l'estudiant no està assignat a un itinerari en una unitat d'aprenentatge, se li hauria d'assignar un itinerari per defecte.

Aquestes situacions s'han de tenir en compte quan es dissenyen itineraris formatius però, sobretot, quan es volen crear diferents itineraris en una mateixa assignatura i es pretén que siguin, a més, adaptatius (amb més d'un punt de decisió). El fet de poder preveure aquestes assignacions determina com els estudiants interactuaran amb l'eina i, conseqüentment, determinarà com cursaran una assignatura i com serà el seu procés d'aprenentatge. Serà important decidir si es podran afegir noves unitats d'aprenentatge durant l'etapa de disseny o bé durant el temps d'execució.

La situació ideal és afegir-les durant l'etapa de disseny, donat que es podrà provar l'execució i, per tant, comprovar el seu funcionament a priori. En cas contrari, és a dir, si es realitza en temps d'execució, pot succeir que no es realitzi correctament la comprovació. Per tant, és recomanable treballar en temps de disseny i, en temps d'execució, modificar o afegir el que sigui estrictament necessari. Si es tenen en compte

el nombre d'itineraris que es vol dissenyar en una assignatura, els punts de decisió, els rols implicats i els recursos a emprar, òbviament, serà millor treballar amb previsió i definir detalladament cada element per no generar incongruències, errors o problemes, mentre els estudiants i els docents estan treballant i s'està impartint l'assignatura.

Seguint l'especificació, IMS-LD contempla la previsió d'afegir nova informació sobre un rol. Aquesta informació s'hauria de comentar a l'estudiant quan es presenten els rols, informant a l'estudiant del que s'espera d'ell en aquest rol. Informar a l'estudiant implica explicar prèviament quins i quants canvis d'itinerari podrà realitzar durant el curs, donat que el seu rol d'estudiant pot anar variant.

4.1.6 Definició de propietats i condicions

Com ja s'ha descrit a l'apartat 3.2.2, en el nivell B de l'especificació IMS-LD es treballen les propietats dels diferents elements que conformen una unitat d'aprenentatge i també s'especifiquen les condicions que s'han de donar durant el procés d'aprenentatge. Cada element del procés d'aprenentatge tindrà unes propietats determinades i aquestes propietats poden ser modificades per les condicions. Tant les propietats com les condicions estan presents al llarg de tota la unitat d'aprenentatge i estaran especificades d'una manera o una altra en funció dels objectius que es vulguin assolir.

Les propietats són característiques i valors atribuïts a una entitat concreta d'IMS-LD. Existeixen diferents tipus de propietats: locals, globals, personals i per rol. Les propietats locals estan ubicades dins del mateix disseny d'aprenentatge de la unitat d'aprenentatge mentre que les propietats globals estan fora del disseny i poden ser reutilitzades per altres unitats d'aprenentatge. Les propietats permeten aplicar restriccions a una entitat; són sempre un valor simple indicat mitjançant operacions que afegeixen restriccions o bé noves accions. De totes les propietats existents, normalment només es declaren les globals i, més en concret, les personals, ja que permeten treballar de forma personalitzada les propietats dels usuaris i la seva relació entre les unitats i les activitats, canviant el seu valor. Per exemple, una propietat personal pot canviar el seu valor per indicar que un estudiant ha finalitzat una activitat i, consegüentment, té una qualificació que el permetrà accedir a una nova unitat.

La Figura 4.22 mostra que les condicions s'afegeixen a l'entitat *mètode* del nivell A. Conseqüentment, afecten als itineraris (*plays*) i a tota la informació que contingui (unitats, rols, activitats, etc.). Les condicions són accions que permeten realitzar o delimitar noves tasques mitjançant l'avaluació del valor indicat a les propietats. Les

condicions que s'especifiquin afectaran a les seqüències de treball amb els diferents recursos i activitats que haurà de fer l'estudiant i es pot determinar quan són visibles. Les condicions reavaluen les relacions que es donen en una unitat d'aprenentatge quan ha canviat el valor d'una propietat.

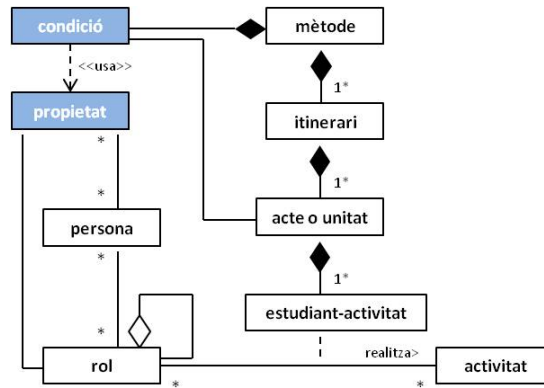


Figura 4.22: Condicions.

Totes les condicions han de ser reavaluades cada vegada que varia el valor d'una propietat. Això s'aplica només a les propietats on la persona té accés al context d'una unitat d'aprenentatge en temps d'execució, o bé quan la propietat ha de ser avaluada en funció del resultat d'una acció (per exemple, la qualificació d'una activitat). Quan es reavaluen les propietats d'una unitat d'aprenentatge, les condicions actualitzen les propietats com a conjunt.

Les condicions permeten mostrar la següent unitat (*show*) o ocultar-la (*hide*) i es donen amb l'atribut de visibilitat *invisible*. Aquest atribut permet fer visibles o invisibles diferents itineraris o unitats. Tant les condicions com les propietats permeten ampliar el control d'una unitat d'aprenentatge i afecten a diferents elements:

- Donar per completada una activitat, unitat i/o itinerari, o bé una unitat d'aprenentatge.
- Especificar un temps límit per a la realització d'una activitat.

Les condicions determinaran quan es poden produir els canvis d'itinerari i com es produiran. Determinaran en quin moment del procés d'aprenentatge se li ofereix a l'estudiant la possibilitat de canviar d'itinerari, tenint en compte les activitats que va realitzant i el resultat obtingut a cadascuna d'elles. En aquest sentit, es pot oferir un canvi d'itinerari a l'inici d'una acció formativa (Figura 4.23), per tal de situar a

l'estudiant en un itinerari concret, o bé durant el procés de formació (Figura 4.24), per tal d'anar adaptant el seu procés d'aprenentatge.

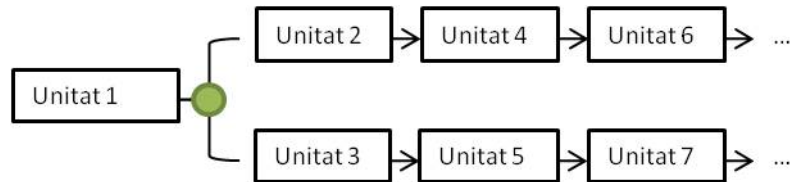


Figura 4.23: Canvi d'itinerari a l'inici de la formació.

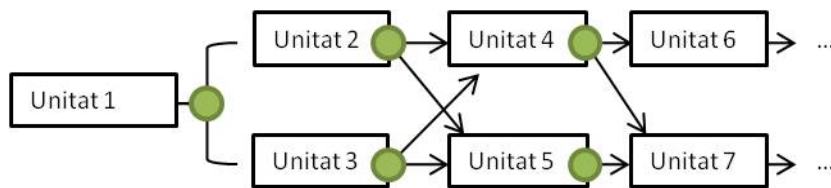


Figura 4.24: Canvis d'itinerari durant la formació.

Com s'ha comentat al Capítol 2, aquests moments es poden considerar com a punts de decisió. Els punts de decisió són molt importants tant en el disseny com en la implementació i automatització dels itineraris. En funció dels punts de decisió situats al finalitzar la unitat, les condicions permetran restringir o obrir nous itineraris de formació, que s'adaptaran constantment a l'estudiant i aniran modificant les propietats del rol assignat per defecte. Les Figures 4.23 i 4.24 mostren els possibles punts de decisió (en verd) on l'estudiant podrà anar canviant d'itinerari i, per tant, s'aniran mostrant o tancant els possibles itineraris fent visible la següent unitat possible a realitzar. En l'exemple de la Figura 4.24, l'estudiant que finalitzi la Unitat 2 correctament podrà fer la Unitat 4 i la Unitat 5. Quan realitzi la tria, només tindrà visible la unitat triada. La visibilitat de la unitat només es podrà controlar mitjançant el joc de propietats i condicions i permetrà que l'estudiant realitzi l'activitat associada a aquella unitat.

D'altra banda, el rol del docent serà essencial per a determinar l'itinerari que segueix l'estudiant. El docent emet una qualificació per donar per finalitzada una unitat. Quan el docent introdueix la qualificació, les condicions permetran mostrar un missatge o un text que recomana a l'estudiant realitzar una unitat o altra. S'afegeix una condició per cada possible qualificació que mostrarà o ocultarà el text adient. Per exemple, si l'estudiant obté una qualificació d'excel·lent, s'executarà una condició que mostrarà les possibles unitats recomanades en funció d'aquest resultat, obviant les unitats que no siguin pertinents al seu procés d'aprenentatge. Per tant, els punts de decisió associats

als resultats de les activitats s'han de treballar mitjançant les condicions i les seves propietats, ja que determinaran les unitats que es mostraran als estudiants durant el semestre, els canvis de rol i, conseqüentment, els canvis d'itinerari.

La introducció de les condicions i modificació de les propietats suposa un primer pas cap a l'automatització en temps d'execució dels itineraris formatius adaptatius. Tot i que hi ha pocs players que suportin plenament el nivell B, s'ha de treballar amb les condicions i propietats per tal de restringir i delimitar l'itinerari que va fent l'estudiant durant l'assignatura. És sabut que no hi ha eines que permetin automatitzar aquest procés d'aplicació de les condicions i propietats en entorns virtuals d'aprenentatge, raó per la qual seria molt útil, sobretot pels docents que vulguin crear i implementar itineraris adaptatius a les seves assignatures, emprant IMS-LD.

Al dissenyar una assignatura en base a itineraris formatius adaptatius treballant amb propietats i condicions, es poden diferenciar tres etapes en què ambdues entitats són essencials:

- **Etapa inicial:** Valoració dels coneixements previs i assignació de l'itinerari per defecte. Si es vol tenir en compte el perfil de l'estudiant i l'experiència professional prèvia mitjançant una unitat d'aprenentatge, es pot crear una unitat inicial que contingui una activitat tipus test assignada a tots els rols d'estudiants. En funció del resultat obtingut, es pot recomanar cursar un itinerari de formació o un altre.

Aquest tipus de situació només es pot obtenir mitjançant el nivell B. D'una banda, permet aplicar restriccions a les preguntes formulades i, alhora, determinar quines de les preguntes són les que s'han de tenir en compte per assignar cada estudiant a l'itinerari més adient. Això implica que els docents han de dissenyar un test inicial molt acurat i definir en funció de quines respostes el sistema recomana els possibles itineraris. En aquest cas, el punt de decisió aplicat mitjançant les condicions, és únic, i es dona a l'inici de l'acció formativa.

- **Etapa de desenvolupament:** Realització dels itineraris. En aquesta etapa, cada rol d'estudiant ja està assignat per defecte a un itinerari concret. A mida que cada estudiant vagi completant cada unitat, s'aniran obrint noves possibilitats de formació. Al finalitzar cada unitat, s'han de complir unes condicions i, a més, en funció del feedback i qualificació parcial de cada activitat que ha facilitat el consultor a l'estudiant, el sistema mostrarà els diferents itineraris possibles que té l'estudiant per a continuar el seu treball. Aquest moment determinarà les

opcions que es mostren a l'estudiant i, posteriorment, és el mateix estudiant qui decideix per quina opció es decanta. Com s'ha comentat en seccions anteriors, un bon sistema adaptatiu ha de recomanar a l'estudiant l'opció més adient a les seves necessitats formatives, però serà el propi estudiant qui finalment opti per un itinerari o un altre.

En la realització dels itineraris adaptatius aquest procés és continu i es dona quan finalitza cada unitat. Per tant, totes les condicions que han de fer que es compleixi aquest procés s'han d'especificar amb detall. Les condicions permetran assignar i reassignar les activitats que ha de fer cada "rol estudiant", tenint en compte la valoració i feedback obtinguts en activitats realitzades en unitats anteriors. És a dir, les condicions aniran marcant l'itinerari de l'estudiant, en funció dels seus resultats i de les seves necessitats i preferències. Això implica definir, prèviament, els punts o moments claus de cada itinerari per redefinir-lo. En aquesta etapa, el treball amb les condicions és una part important de tot el disseny d'aprenentatge, donat que les condicions i propietats determinaran quan es poden oferir els possibles canvis d'itineraris de formació que podrà fer cada estudiant. En aquest sentit, s'està produïnt un primer pas cap a l'automatització del sistema d'itineraris adaptatius.

- Etapa final: Avaluació de l'estudiant (feedback i qualificació). Com s'ha comentat en l'etapa de desenvolupament, el consultor va proporcionant a l'estudiant un feedback de les activitats que realitza. A més, emet una qualificació de cada activitat, la qual determinarà l'itinerari que podrà anar realitzant cada estudiant. En funció de la qualificació s'apliquen unes condicions de reassignació de l'estudiant a l'itinerari més convenient. Aquesta reassignació implica ocultar itineraris i mostrar només els possibles. El conjunt de qualificacions obtingudes a cada unitat i que han estat fixades mitjançant condicions permetrà determinar la qualificació final de l'estudiant. Una vegada finalitza l'assignatura, el consultor fa visible la qualificació final i, revisant l'itinerari de cada estudiant, pot recomanar a cada estudiant quines unitats ha de reforçar per superar amb èxit l'examen final, si s'escau. Aquest procés d'introducció de qualificacions finals, al igual que les qualificacions parcials, i com afecten als canvis d'itinerari, també s'estableix mitjançant les condicions i propietats. Les restriccions efectuades permetran veure la totalitat de canvis efectuats per cada estudiant i, finalment, mostraran l'itinerari global que ha seguit a l'assignatura, el que permetrà analitzar-ho a posteriori.

En una assignatura amb itineraris formatius adaptatius dissenyats amb IMS-LD, les condicions són imprescindibles, però no són trivials ni de fàcil aplicació. En el Capítol 6 es mostra, un possible procés d'implementació de les condicions i propietats en els itineraris formatius adaptatius.

4.2 Creació d'itineraris formatius adaptatius

Per a la creació d'itineraris formatius amb IMS-LD és necessari treballar bàsicament amb un editor per dissenyar la unitat d'aprenentatge i un player per poder executar-la. De les possibles eines descrites a l'apartat 3.4 s'han seleccionat aquelles que són adients per a la creació dels itineraris i que poden suportar tots els requeriments necessaris. En aquest sentit, es treballa amb l'eina d'edició ReCourse, perquè permet editar dos dels tres nivells d'IMS-LD (A i B) que són necessaris per dissenyar els itineraris. De la mateixa manera, es treballa amb l'eina d'execució CopperCore, perquè permet executar el disseny realitzat amb els dos nivells. Si bé aquestes eines són les més complertes actualment, és possible que calgui afegir-ne d'altres per obtenir el grau d'adaptació que es pretén assolir en aquest treball de tesi.

4.2.1 Entorn de treball

Com es comentava a l'apartat 4.1.2, per a la creació dels itineraris formatius adaptatius és necessari partir del disseny conceptual que s'hagi realitzat d'una assignatura. Amb el mapa d'itineraris adaptatius creat i l'adequació de les diferents entitats de l'especificació a l'entorn d'aprenentatge en qüestió, es comença a treballar amb l'editor seleccionat per a realitzar la descripció formal de la unitat d'aprenentatge referent a l'assignatura.

El treball amb l'editor d'IMS-LD el realitza bàsicament el docent implicat a l'assignatura, tot i que donada la seva complexitat tècnica, idealment es treballarà conjuntament amb un dissenyador instruccional que facilitarà la descripció multinivell que es necessita a IMS-LD. Per poder crear i implementar itineraris formatius adaptatius cal adequar l'entorn de treball i serà necessari emprar les següents eines:

- L'eina d'edició d'IMS-LD: l'editor *ReCourse* versió (2.0.3.201002011306), per a crear els itineraris.
- L'eina d'execució d'IMS-LD: el *player CopperCore* (versió 3.2), per executar els itineraris creats.

- Un sistema gestor de base de dades: *MySQL* (versió 5.0.45-1ubuntu3.3), per a desar tota la informació: rols d'estudiants, respostes del test inicial, qualificacions dels estudiants, etc.
- Un navegador web multiplataforma: *Firefox*, per accedir als itineraris (estudiants) i per avaluar els estudiants (professor).
- Un servidor d'aplicacions: *JBoss* (versió 4.0.4.GA), que executa el servlet de CopperCore.
- Un servidor web i “proxy” *Apache2* (versió 2.2.11-2ubuntu 2.3), que s'utilitza per accedir al CopperCore i al material d'estudi.

El treball amb aquestes eines permetrà crear els diferents itineraris formatius adaptatius mitjançant l'especificació IMS-LD i aplicar els nivells A i B, ambdós essencials per a proveir l'adaptació que es pretén assolir en aquest treball de tesi. En el següent apartat es descriu el treball realitzat amb les eines especificades i el procés de creació dels itineraris formatius adaptatius.

4.2.2 Procés de creació dels itineraris formatius

Per a la creació dels itineraris formatius es comença a treballar amb el nivell A, per tal de definir totes les entitats que formen aquest primer nivell. Atenent la descripció d'IMS-LD realitzada en aquest mateix capítol, es comencen a crear els diferents itineraris dissenyats (*plays*), les diferents unitats (*acts*) amb els mòduls i activitats corresponents i, finalment, es creen els diferents rols implicats (*role*) en el treball. En aquesta línia, es crea un “rol docent” i tants “rol estudiant” com itineraris formatius s'han creat. Posteriorment, s'estableix el binomi “*rol-part*”, que és el moment on s'associen les activitats creades als diferents “rol estudiant”. D'aquesta manera i en primer terme, s'ha realitzat la descripció formal dels itineraris formatius mitjançant el nivell A de l'especificació IMS-LD. El procés de treball es detalla en els següents passos:

Pas 1. A partir del disseny conceptual d'una assignatura amb els possibles recorreguts que pot fer un estudiant, es valoraran aquells recorreguts que no són útils a nivell docent, per tal de treballar únicament amb els itineraris que es podran realitzar. La Figura 4.25 mostra un exemple dels possibles itineraris que podrà fer un estudiant, en un cas ja d'una certa complexitat. Es deixa com a exercici

interessant per al lector trobar els 12 itineraris possibles a partir del mapa de la Figura 4.25.

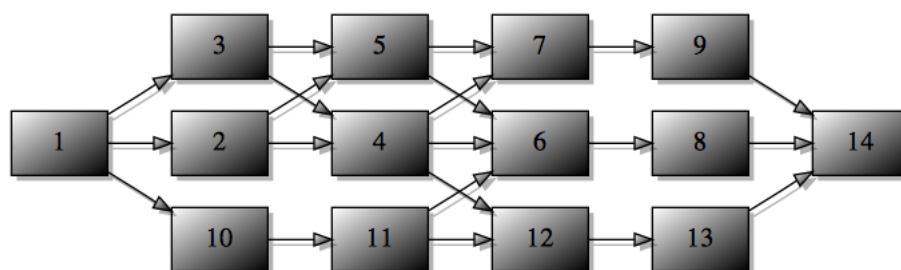


Figura 4.25: Mapa de possibles itineraris.

Pas 2. A partir del mapa i emprant l'editor ReCourse es crearà una unitat d'aprenentatge inicial amb tots els itineraris viables que es podran oferir als estudiants en paral·lel i les seves unitats en ordre seqüencial. Seguidament es crearà un rol de professor i tants rols d'estudiant com itineraris considerats vàlids. La Figura 4.26 mostra, per l'exemple, la creació de 9 itineraris amb 6 unitats cadascun i els nou rols d'estudiants, un per cada itinerari.



Figura 4.26: Creació d'itineraris, unitats i rols d'estudiant.

Pas 3. A continuació es crearan les activitats d'aprenentatge i s'assignaran els mòduls pertinents a cada unitat (Figura 4.27).

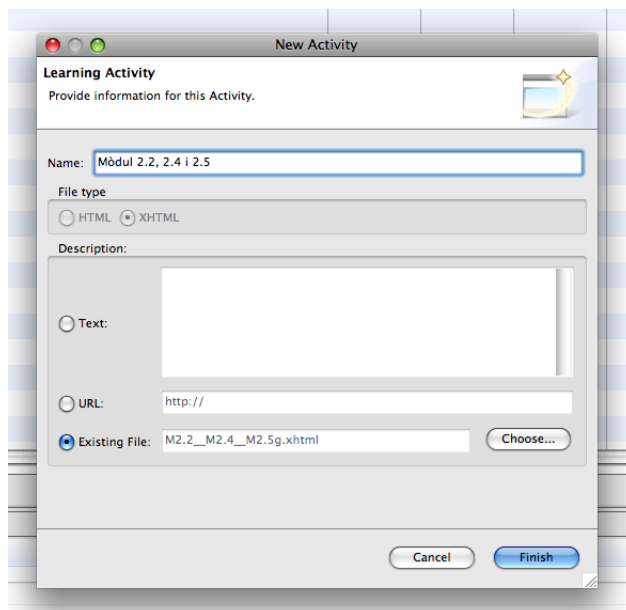


Figura 4.27: Creació d'una activitat amb ReCourse i assignació de mòduls.

Pas 4. Seguidament, una vegada creats els itineraris amb les seves unitats i activitats s'assignarà cada rol d'estudiant a una activitat (veure Figura 4.28), quedant tots emparellats.

Activity	Estudiant	Estudiant 1	Estudiant 2	Estudiant 3	Estudiant 4	Estudiant 5	Estudiant 6	Estudiant 7	Estudiant 8	Estudiant 9
Activitats Act1		✓								
Llegir pla docent		✓								
Enquesta inicial		✓								
Resultat enquest		✓								

Figura 4.28: Assignació de rols d'estudiant.

Una vegada s'hagi realitzat tot aquest procés correctament, es treballarà amb el rol del docent per tal de que pugui dur a terme les seves tasques durant el temps d'execució de la unitat d'aprenentatge. En aquesta línia i durant el disseny de la unitat d'aprenentatge:

Pas 5. Es prepararan les pàgines relatives a la introducció de qualificacions, per tal que el docent pugui avaluar les diferents activitats que fa cada rol d'estudiant i introdueixi una valoració i feedback (Figura 4.29). Aquesta valoració permetrà reavaluar l'itinerari que cursa cada estudiant per tal de proposar-li la següent unitat a realitzar que s'ajustarà al treball realitzat.

Una vegada finalitza la descripció en l'editor de tot aquest procés, es procedeix

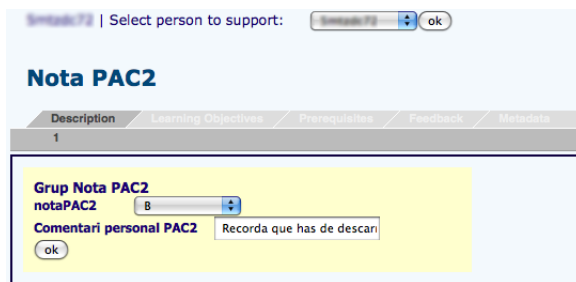


Figura 4.29: Introducció de notes i comentaris.

a validar la unitat d'aprenentatge exportant-la per a la seva execució amb CopperCore, per a què els estudiants puguin treballar amb la unitat d'aprenentatge creada.

Aquest procés d'edició i execució del nivell A dels itineraris formatius és un procés estàndard de creació d'itineraris formatius, però no serà suficient per descriure l'adaptació que es vol introduir en aquest treball de tesi. Per a introduir l'adaptació proposada és necessari, per una banda, treballar amb el nivell B de l'especificació utilitzant les condicions i propietats que aquest nivell ofereix; per altra banda, caldrà utilitzar mecanismes que permetin el canvi de rol dels estudiants en temps d'execució.

4.2.3 L'adaptació dels itineraris formatius

El nivell B de l'especificació aporta l'adaptació als diferents itineraris formatius creats amb el nivell A de l'especificació. Les condicions i propietats del nivell B han de permetre que qualsevol estudiant pugui canviar d'itinerari en temps d'execució, per tal de que pugui anar realitzant l'itinerari de formació que més s'ajusta al seu perfil. En la mateixa línia, el nivell B ha de permetre establir l'assignació dels diferents estudiants als itineraris i fer visibles les unitats de treball en cada moment. Ha de mostrar l'unitat corresponent en funció del resultat obtingut prèviament a la anterior unitat de treball i, per tant, en funció de la qualificació emesa pel docent.

Com es descriu a l'especificació, les condicions i propietats es descriuen a nivell de la unitat, el que implica que el resultat obtingut en una unitat determina les següents unitats a realitzar aplicant les condicions i propietats que facin possible aquesta acció. També han de permetre realitzar un canvi de rol d'estudiant per

tal de que l'estudiant pugui realitzar un canvi d'itinerari i, consegüentment fer la propra unitat del nou itinerari. Com es pot observar, les condicions i propietats són la clau per fomentar l'adaptació i permetran crear itineraris formatius adaptatius. En els propers Capítols (5 i 6) es podrà veure, respectivament, la implementació realitzada en el cas de Criptografia i Lògica així com es realitza el canvi de rol i d'itinerari seguint la pròpia especificació. Les condicions i les propietats de nivell B són la clau per fomentar l'adaptació en la formació, ja que són necessàries per a:

- Identificar el perfil de l'estudiant.
- Assignar inicialment un itinerari formatiu.
- Proposar un canvi d'itinerari en funció de la qualificació obtinguda en una activitat.
- Canviar el rol d'estudiant per a canviar d'itinerari.
- Mostrar les opcions de tria d'itinerari.
- Mostrar la nova unitat de treball.
- Reutilitzar activitats d diferents itineraris.

Mitjançant el nivell B s'hauran de descriure totes les condicions i propietats que afecten a les diferents entitats descrites en el nivell A, per fer possibles els punts descrits anteriorment. D'aquesta manera, s'aconseguirà realitzar un primer pas en el procés d'adaptació del procés d'aprenentatge, però caldrà realitzar la seva implementació per tal d'analitzar la viabilitat i execució en un entorn real d'aprenentatge. Tot i que CopperCore sembla suportar els nivells A i B de l'especificació, és necessari implementar els itineraris creats per analitzar el seu funcionament.

En aquesta línia, cal prèviament analitzar la totalitat de requeriments que són necessaris per a executar i implementar correctament els itineraris formatius adaptatius. A més dels ja descrits anteriorment, és necessari poder autenticar als estudiants per conèixer el seus resultats i recomanar l'itinerari adient, guardar tota la informació del treball que va fent l'estudiant i, finalment, canviar als estudiants d'itineraris en temps d'execució. Per tant, com ja s'ha comentat, a part de les eines d'edició i execució d'IMS-LD són necessaris també:

- una base de dades per tal d'emmagatzemar la informació,
- un servidor per poder distribuir la unitat d'aprenentatge en la plataforma d'aprenentatge,
- una eina que permeti realitzar el canvi d'itinerari en temps d'execució.

L'eina d'execució CopperCore, tot i ser la més completa, no té associat cap mecanisme per l'autenticació dels usuaris. En un entorn real d'aprenentatge, els estudiants haurien d'accedir mitjançant el seu nom d'usuari i contrasenya, per poder monitoritzar el seu procés. CopperCore tampoc proporciona cap control sobre els estudiants per poder, per exemple, enregistrar en quin moment han accedit a l'eina d'itineraris o a una activitat. Tampoc permet canviar als estudiants d'itinerari en temps d'execució. És per això que, per a la creació i execució d'itineraris formatius adaptatius, és necessari utilitzar altres eines que proporcionin aquests mecanismes i facilitin l'adaptació.

Donat que una de les limitacions de l'especificació IMS-LD és no poder canviar als estudiants d'itinerari en temps d'execució és necessari treballar amb una eina de comandes com el *clicc.sh*⁴. Aquesta eina permetrà que quan un estudiant finalitzi una unitat, en funció del resultat obtingut a l'activitat, se li puguin oferir noves unitats d'altres itineraris que s'ajustin al seu procés i, per tant, es realitzi un canvi de rol. Per exemple, passar de la unitat 2 ubicada a l'itinerari 1, a la unitat 5 ubicada a l'itinerari 2. D'aquesta manera es podran realitzar de manera automatitzada els canvis d'itinerari, fomentant l'adaptació. Aquest procés es podrà repetir tantes vegades com sigui necessari durant el curs, sent els punts de decisió clau que s'han comentat amb anterioritat.

Una vegada creats els nivells A i B de l'especificació i definides totes les eines que són necessàries per a la creació i implementació dels itineraris formatius, es detalla com es produeix el canvi d'itineraris dels estudiants:

Pas 1. Mitjançant l'eina de línia de comandes *clicc.sh*, el professor crearà una nova instància de la unitat d'aprenentatge, crearà els usuaris per a cada estudiant i els assignarà a la nova instància a CopperCore (veure Figura 4.30).

⁴Command Line Interface CopperCore: Programa de línia de comandes del CopperCore, el qual permet l'execució de tasques administratives de forma automàtica. S'utilitza per a connectar a servidors CopperCore i realitzar tasques administratives, com ara configurar instàncies d'unitats d'aprenentatge, estudiants, professors, etc. Ve inclosa en les distribucions de CopperCore.

```

Clicc:/>cd 6
25 jun 2018 10:24:01.561 [DEBUG] [main] [org.jboss.security.SecurityAssociation] - Using ThreadLoca
l: false
Clicc:/uol=6>createrun Curs
8
Clicc:/uol=6>cd 8
Clicc:/uol=6/run=8>listroles
<roles identifier="44" org-identifier="13775ddf-6e46-11df-95ec-93d0110bb8b8">
  <learner identifier="45" org-identifier="role-f890450d-01f8-4133-92d4-3abf4864d00d">
    <title>Learner</title>
  </learner>
  <staff identifier="46" org-identifier="role-e1d1455c-cc4f-4430-b691-8b05e877068f">
    <title>Teacher</title>
  </staff>
</roles>

Clicc:/uol=6/run=8>addusertorun Estudiant1
User Estudiant1 added to run 8
Clicc:/uol=6/run=8>cd Estudiant1
Clicc:/uol=6/run=8/user=Estudiant1>addusertorole 45
User Estudiant1 added to role 45
Clicc:/uol=6/run=8/user=Estudiant1>sa 45
Active role for user Estudiant1 in run 8 set to role 45
Clicc:/uol=6/run=8/user=Estudiant1>

```

Figura 4.30: Interfície clicc per a crear estudiants.

Pas 2. El professor corregirà i avaluarà l'activitat de cada estudiant utilitzant el perfil de professor de CopperCore (veure Figura 4.31).

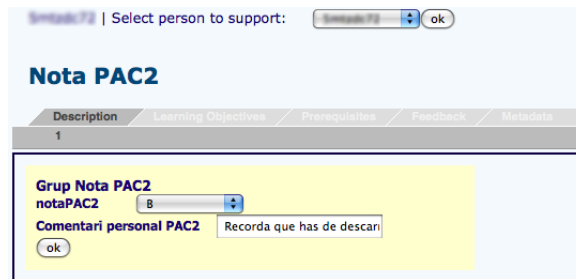


Figura 4.31: Introducció de qualificació i comentaris.

Pas 3. Un cop introduïdes totes les notes, es mostraran les qualificacions i les recomanacions adients. Quan els estudiants triïn el seu itinerari, es marcaran com a completades les unitats de cada estudiant.

Pas 4. Seguidament el professor s'encarregarà de fer visibles les qualificacions per als estudiants, finalitzarà automàticament les unitats manera de seqüencial i es realitzarà el canvi de rol (mitjançant l'eina clicc) per a que els estudiants disposin de la nova unitat a realitzar i puguin seguir el curs. (veure Figura 4.32).

Pas 5. Finalment, per tal que l'estudiant pugui tenir visible i accedir a la nova unitat de treball, mitjançant les condicions i propietats de nivell B, la nova unitat es farà visible. D'aquesta manera quedaran invisibles les unitats que no són recomanables per l'estudiant i només es mostraran les que ho són. Aquest procés

```

Clicc:/wol=6/run=8>ca
usage: completeActivity [-userId] [-runId] -identifier <type>
Clicc:/wol=6/run=8>ca Estudiant1 8 "rolepart-bb679fdf-74e6-4976-af4e-92de783267dd" role-part
role-part [rolepart-bb679fdf-74e6-4976-af4e-92de783267dd] is now completed
Clicc:/wol=6/run=8>

```

Figura 4.32: Interfície clicc per a completar les unitats.

s'anirà repetint successivament fins que l'estudiant completi totes les unitats que formen el seu itinerari formatiu.

D'aquesta manera es podran produir els diferents canvis d'itinerari dels estudiants i, per tant, es podran realitzar itineraris formatius adaptatius seguint l'especificació IMS-LD, emprant els nivells A i B. L'adaptació que s'introdueix mitjançant el nivell B fa que s'apliquin les condicions per avaluar i mostrar els resultats de cada unitat, recomanar i oferir la possibilitat de triar un itinerari, realitzar la tria i canviar de rol d'estudiant per canviar d'itinerari. Per tant, s'ofereix el màxim grau possible d'adaptació. Per tal de valorar la viabilitat d'aquest procés en un entorn virtual d'aprenentatge és necessari realitzar la seva implementació en un entorn real. En els propers capítols d'aquest treball de tesi es realitza la implementació dels itineraris formatius adaptatius en dues assignatures dels estudis d'EIMT de la UOC.

4.3 Resum

En aquest capítol s'ha detallat el procés de disseny i creació dels itineraris formatius adaptatius amb l'especificació IMS-LD. En primer lloc, s'ha realitzat una descripció d'IMS-LD establint la correspondència i identificació de les entitats que conformen l'especificació al procés d'ensenyament i aprenentatge basat en itineraris de formació. Concretament i, entre d'altres, s'ha identificat l'entitat *play* com a itinerari formatiu i l'entitat *act* com a unitat didàctica que conté els mòduls de formació i les activitats d'aprenentatge.

En segon lloc, s'ha analitzat la granularitat de les unitats didàctiques (granularitat baixa), els rols que intervenen l'acció formativa (rol docent i rol estudiant), i les condicions i propietats (nivell B de l'especificació) que són necessàries per la creació d'IFAs amb IMS-LD.

Finalment, s'ha descrit pas a pas el procés de creació dels itineraris formatius adaptatius amb l'editor i el *player* seleccionats en el capítol anterior (ReCouse i CopperCore) i, s'ha mostrat el procés d'edició i execució dels diferents nivells d'IMS-LD

per un model de formació adaptativa contemplant les seves particularitats (com per exemple, realitzar un canvi de itinerari en temps d'execució).

Capítol 5

Implementació d'Itineraris Formatius: el cas de Criptografia

En aquest capítol es descriu la primera implementació d'itineraris formatius realitzada amb l'especificació IMS-LD. Aquesta primera implementació s'ha realitzat a l'assignatura de Criptografia dels estudis d'Informàtica, Multimèdia i Telecomunicació (EIMT) de la UOC (veure Apèndix B). Mitjançant el treball conjunt entre el professor i el consultor, s'ha redissenyat l'assignatura creant diferents itineraris de formació per Criptografia i s'ha dissenyat un test inicial emprant l'especificació IMS-LD per a recomanar als estudiants l'itinerari formatiu més adient en funció del seu perfil.

El test inicial de Criptografia té com a objectiu conèixer el perfil dels estudiants de l'aula i la seva experiència professional vers l'àrea de coneixement de l'assignatura per recomanar un itinerari formatiu. El test inicial ha estat creat amb l'eina d'edició d'IMS-LD, ReCourse, i s'ha executat amb l'eina d'execució CopperCore. L'objectiu ha estat més avaluar les possibilitats de l'especificació que no pas ser un instrument complex per avaluar les competències de cada estudiant.

En aquest capítol es descriu el disseny, creació i implementació del test inicial a Criptografia així com la creació i el desenvolupament dels diferents itineraris formatius. També es comenten els resultats obtinguts en les diferents fases de treball en base al funcionament de l'eina creada i a la satisfacció dels estudiants vers la prova pilot realitzada.

5.1 Objectius de la prova pilot

En aquesta primera prova pilot amb l'assignatura de Criptografia es pretenen assolir principalment quatre objectius:

1. En primer lloc es pretén dissenyar un test inicial per identificar de forma senzilla el perfil de l'estudiant de Criptografia i conèixer les seves competències i la seva experiència professional prèvia relacionades amb l'assignatura.
2. En segon lloc es pretén emprar l'eina d'edició ReCourse per a crear el test inicial seguint IMS-LD (nivells A i B) i l'eina d'execució CopperCore per a executar-lo a l'aula virtual de la UOC.
3. En tercer lloc es pretén implementar a Criptografia el test inicial creat amb IMS-LD i els diferents itineraris formatius, per tal de valorar seva l'aplicació en l'entorn virtual de la UOC.
4. Finalment, es pretén realitzar una avaluació global de la implementació realitzada en el cas de Criptografia, tant des del punt de vista tecnològic com des de punt de vista dels estudiants i docents involucrats.

Idealment, els estudiants que cursen Criptografia han d'haver assolit prèviament uns coneixements bàsics de matemàtiques i programació, per tal de poder cursar l'assignatura correctament. Molts estudiants cursen l'assignatura sense aquests coneixements i és necessari identificar quin és el nivell inicial del qual parteixen. Durant la primera setmana de l'assignatura, per tal d'identificar els coneixements previs i l'experiència professional dels estudiants, es proposa realitzar un test inicial amb algunes preguntes genèriques i d'altres més específiques relacionades amb aquestes àrees de coneixement. Com que alguns estudiants tenen una àmplia experiència professional vinculada a l'assignatura, també es realitzaran algunes preguntes relacionades amb la seva expertesa que ajudaran a determinar el grau de maduresa de cada estudiant vers els continguts de l'assignatura. En funció de les respostes obtingudes en el test inicial, es podran tipificar els perfils dels estudiants existents i es podrà determinar el nivell global de coneixements del grup d'estudiants de l'aula. Conseqüentment, es podrà adaptar el procés d'aprenentatge establint l'itinerari formatiu més adient per a cada estudiant.

5.2 Descripció de l'assignatura

Criptografia és una assignatura optativa de 6 crèdits que s'oferta a quatre titulacions oficials dels estudis d'Informàtica, Multimèdia i Telecomunicació de la UOC. És una assignatura semestral que ha tingut 70 estudiants de mitjana per semestre en els darrers tres anys, i pretén formar als alumnes en l'àmbit de la criptografia moderna. L'assignatura proporciona un enfocament pràctic d'aquesta ciència i, és per aquest motiu, el qual alguns mòduls (a més de les activitats pràctiques) permeten conèixer els problemes reals que sorgeixen en la implementació de sistemes criptogràfics.

Per cursar l'assignatura cal tenir uns coneixements bàsics de matemàtiques, aritmètica modular i de programació. Els principals objectius de l'assignatura són:

- Assimilar la història, la terminologia i els fonaments de la criptografia.
- Conèixer els fonaments teòrics de la criptografia moderna.
- Adquirir els coneixements necessaris per a implementar sistemes de xifrat de clau pública i de clau privada.
- Comprendre els components i el funcionament d'una infraestructura de clau pública (PKI).
- Entendre el funcionament de diferents protocols criptogràfics que s'utilitzen en l'actualitat.

El material didàctic de l'assignatura es compon de 8 mòduls didàctics, els quals són els següents:

- Mòdul 1 (Introducció a la criptografia) i Mòdul 2 (Fonaments de criptografia): en aquests mòduls es treballen els conceptes bàsics. S'estudien la terminologia bàsica i l'evolució històrica de la criptografia.
- Mòdul 3 i Mòdul 4 (Xifres de clau compartida: xifres de flux i xifres de bloc): s'estudia les dues grans famílies de criptosistemes de clau compartida: xifratge de bloc i xifratge de flux.
- Mòduls 5, 6 i 7 (Xifres de clau pública, signatures digitals, infraestructura de clau pública): es dona la caracterització de les propietats més importants dels criptosistemes de clau pública (distribució de claus, signatura digital, etc.). Per

entendre el funcionament dels criptosistemes de clau pública, s'introdueix la base matemàtica sobre la qual es recolzen. A continuació es descriuen diferents esquemes de signatura digital. Finalment, s'estudia l'arquitectura i els protocols associats a les infraestructures de clau pública.

- Mòdul 8 (Aplicacions criptogràfiques): es descriuen les aplicacions criptogràfiques més rellevants.

A més d'aquest material didàctic, per a realitzar algunes de les activitats pràctiques s'empren diferents eines, com ara la calculadora on line WIRIS¹, el programari OpenSSL o el llenguatge de programació JAVA.

Per altra banda, l'avaluació d'aquesta assignatura és exclusivament a través de l'avaluació continuada, la qual consta de:

- Quatre PACs sobre el contingut dels 8 mòduls de l'assignatura. Les PACs consistiran en diverses preguntes referents als mòduls corresponents que han de permetre a l'estudiant reflexionar sobre els conceptes que s'han donat als mòduls.
- Una pràctica que serveix per assimilar els continguts teòrics de l'assignatura.

Per a superar l'assignatura és imprescindible que es lliurin totes les proves d'avaluació continuada (PACs i Pràctica).

5.2.1 Coneixements previs

L'assignatura de Criptografia és optativa i la cursen estudiants que provenen de diferents titulacions d'Informàtica i, per aquest motiu, el seu perfil és molt variat i poc homogeni. Al ser una assignatura optativa, els estudiants la poden cursar en qualsevol semestre al llarg dels seus estudis i, per tant, poden haver-hi estudiants amb diferents graus de maduresa.

Els coneixements previs que ha de tenir l'estudiant abans de cursar-la estan vinculats a programació i matemàtiques. Cada semestre es matriculen en l'assignatura estudiants sense tenir en compte les recomanacions, els quals posteriorment es troben amb dificultats per treballar-la. D'altra banda, alguns estudiants tenen una àmplia experiència professional en aquesta àrea i, per tant, és necessari pensar en el reconeixement d'aquestes competències i tenir-les en compte pel seu procés d'aprenentatge a l'assignatura.

¹<http://www.wiris.net/demo/wiris/es/index.html/>

Una de les particularitats de Criptografia és que permet seqüenciar els continguts de diferents formes i treballar els mòduls didàctics en diferent ordre. Això permet que les PACs i la pràctica puguin ser dissenyades també de forma diferent en funció del perfil de l'estudiant, tot i que el nivell d'adquisició de competències que es demana és el mateix per a tots els estudiants. Com es comenta en [23], un model centrat en l'estudiant és la base per a l'adaptació dels paràmetres prefixats en el procés d'aprenentatge i existeixen exemples en els quals l'adaptació té lloc, no solament en el nivell de coneixement de l'estudiant, preferències, interessos o habilitats cognitives, sinó també en les activitats i els objectius del mateix.

Amb la finalitat d'obtenir el perfil competencial de l'estudiant (els seus coneixements previs, experiència professional i necessitats formatives respecte l'assignatura), s'ha dissenyat com a prova pilot un test inicial per obtenir aquesta informació i posteriorment poder crear itineraris de formació per recomanar a l'estudiant el més ajustat al seu perfil.

5.3 Disseny conceptual dels itineraris formatius

El disseny conceptual dels itineraris formatius es comença a treballar conjuntament amb el professor i el consultor de l'assignatura per dissenyar el nou plantejament de Criptografia. Seguint l'experiència d'altres semestres i el funcionament de Criptografia es parteix, d'una banda, de la identificació dels perfils habituals dels estudiants i, per altra banda, de l'anàlisi dels continguts i activitats de l'assignatura. Amb l'objectiu de corregir les mancances observades, el professor ha identificat dos possibles perfils d'estudiants: el primer d'ells són els estudiants que no tenen els coneixements previs requerits per cursar l'assignatura (Perfil 1); el segon són els estudiants que han arribat amb els coneixements previs adients i disposen d'experiència professional (Perfil 2). En funció d'aquests dos perfils inicials es comença a treballar en el primer disseny dels diferents itineraris formatius.

Actualment l'assignatura consta de 4 unitats didàctiques formades pels 8 mòduls en total que es van treballant al llarg del semestre. Durant aquest període, els estudiants han de realitzar les PACs i la Pràctica que estan directament vinculades a les unitats didàctiques de treball i que serveixen per a il·lustrar els continguts teòrics. L'itinerari estàndard que realitzen tots els estudiants fins ara es mostra a la Figura 5.1.

Com es pot observar l'organització dels mòduls i de les activitats és única i totalment

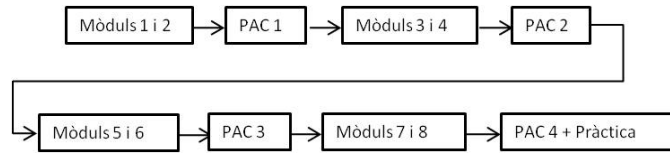


Figura 5.1: Organització de Criptografia.

seqüencial. No permet realitzar cap altre itinerari de formació que no sigui el mostrat i, per tant, tots els estudiants han de fer el camí estàndard independentment del seu perfil i grau de coneixements.

Tenint en compte els perfils habituals dels estudiants de l'assignatura i els continguts a treballar, es proposa organitzar l'assignatura en base a dos itineraris formatius. Els dos itineraris contindran els mateixos continguts i nombre de PACs, però estaran estructurats de forma diferent. Conseqüentment, les activitats i les pràctiques també seran reorganitzades i modificades per respondre als objectius de l'assignatura en funció de la reestructuració dels continguts. Cal comentar que no es pretén passar d'un únic itinerari formatiu a crear un itinerari personalitzat per cada estudiant. L'objectiu és crear diferents itineraris formatius en funció dels perfils dels estudiants identificats a Criptografia, introduint així la flexibilitat en el treball dels continguts i de les activitats perquè s'adaptin al perfil dels estudiants. D'aquesta manera, tots els estudiants poden seguir un itinerari formatiu més ajustat als seus coneixements i experiència professional.

El nou plantejament de l'assignatura respon a la creació de dos itineraris formatius. El primer itinerari manté l'estructura inicial de mòduls i activitats. En el segon itinerari formatiu, en canvi, es realitzen modificacions en la seqüència de treball dels mòduls i, conseqüentment a dues, de les quatre PACs a realitzar (Figura 5.2).

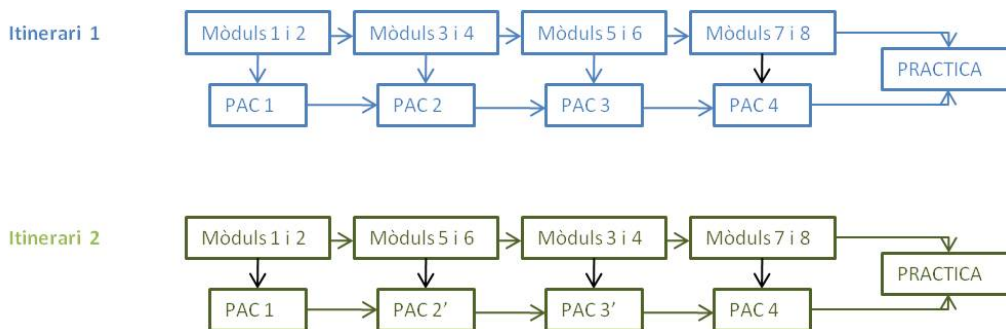


Figura 5.2: Nova organització de Criptografia.

Aquest plantejament respon a la tipificació dels dos perfils d'estudiants habituals a Criptografia (Perfil 1 i Perfil 2, descrits anteriorment). Per una banda, el primer

perfil respon a aquell estudiant sense els coneixements previs requerits i que, per tant, necessita treballar els continguts i realitzar les PACs d'una manera molt progressiva per a superar l'assignatura. En aquest perfil es situa també l'estudiant que no té experiència professional relacionada amb l'assignatura. El perfil 1 correspon a l'Itinerari 1.

El segon perfil d'estudiant fa referència a aquells estudiants que tenen els coneixements requerits sobre matemàtiques, programació i a més han cursat alguna assignatura vinculada a Criptografia, com és Seguretat en Xarxes de Computadors. En aquest segon perfil es situa, també, l'estudiant que té experiència professional vinculada a l'assignatura perquè treballa en aquesta àrea, així com també algun estudiant que sigui repetidor. Aquest perfil correspon a l'Itinerari 2.

Atenent els dos perfils d'estudiants establerts, tot seguit es descriuen els itineraris formatius plantejats. A l'Itinerari 1, després de realitzar els mòduls 1 i 2, els estudiants han de realitzar primer els mòduls 3 i 4 per anar treballant progressivament els continguts de l'assignatura i consolidar els conceptes bàsics per abordar millor la part més complexa de l'assignatura, que són els mòduls posteriors. A l'Itinerari 2, després de realitzar els mòduls 1 i 2, els estudiants han de cursar abans els mòduls 5 i 6 perquè ja tenen els coneixements bàsics i poden començar abans a treballar els continguts que requereixen una base teòrica. En aquest segon itinerari, les PACs associades a aquests mòduls difereixen de les dues PACs de l'Itinerari 1. No difereixen en quant als objectius i competències a assolir, ni tampoc en quant al grau d'exigència, però sí que difereixen en el plantejament de l'activitat en si. És important remarcar que tant les competències a assolir com el grau d'exigència a l'assignatura són les mateixes per tots els estudiants, independentment de l'itinerari que cursin.

Aquest plantejament també es pot abordar des dels mòduls i activitats comunes (Figura 5.3) i, per tant, els itineraris comencen a partir del treball a realitzar després de la PAC 1. Això és degut a que tant el professor com el consultor van considerar adient que tots els estudiants matriculats a Criptografia havien de fer al principi de l'assignatura els mòduls de conceptes bàsics i concloure també alhora amb la mateixa pràctica pel seu pes en l'AC. Com es pot veure, els mòduls inicials i finals són els mateixos per tots els estudiants i, per tant, tots comencen treballant els mateixos mòduls i fan la mateixa activitat (PAC 1) i finalitzen fent els mateixos mòduls i activitats (PAC 4 i Pràctica). Com es pot veure a la Figura 5.3, bàsicament la diferència entre ambdós itineraris formatius recau en una alteració de la seqüència de treball dels mòduls i, consegüentment, de les activitats associades. En funció de l'itinerari formatiu, les activitats són replantejades i s'elaboren de forma diferenciada.

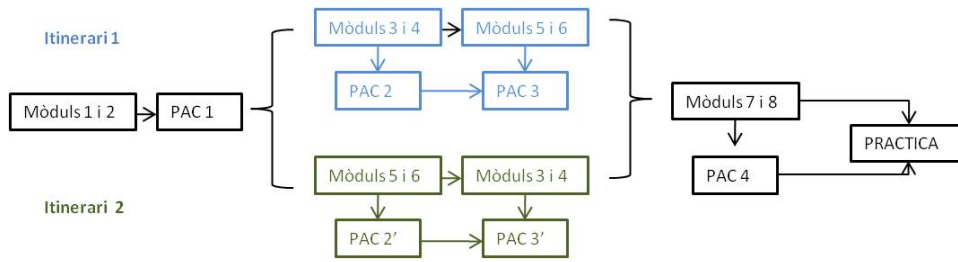


Figura 5.3: Nova organització de Criptografia segons parts comunes.

Tenint en compte el contingut de l'assignatura, com estan estructurades les unitats didàctiques, les activitats i l'experiència del consultor i professor, es proposa dissenyar un test inicial. El test inicial té com a finalitat obtenir els perfils actuals dels estudiants que es troben a l'aula a Criptografia. El test inicial es dissenya com la primera activitat que han de realitzar tots els estudiants per tal d'obtenir el seu perfil i assignar-los a un itinerari formatiu concret. Per tant, al disseny conceptual dels dos itineraris formatius creats anteriorment s'afegeix com a primera activitat el test inicial. Així, l'assignatura queda configurada com mostra la Figura 5.4.

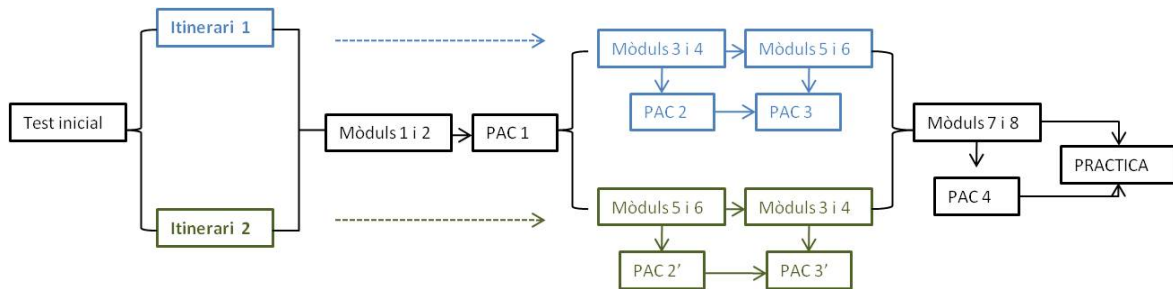


Figura 5.4: Nova organització de Criptografia amb test inicial.

5.3.1 Adaptació inicial mitjançant un únic punt de decisió

Un dels objectius que es pretén assolir amb la creació d'itineraris formatius és adaptar el procés d'aprenentatge al perfil de l'estudiant. L'objectiu és sempre adequar el procés d'ensenyament-aprenentatge als coneixements i expertesa de l'estudiant, proporcionant la possibilitat de cursar un itinerari de formació més ajustat als seus coneixements i, per tant, adaptar l'assignatura, en cert grau, als seus coneixements.

Mitjançant la creació de dos itineraris formatius a Criptografia, els estudiants tenen a la seva disposició dos possibles itineraris de formació. Així, qualsevol estudiant podrà cursar l'itinerari que més s'ajusta al seu perfil, sense necessitat que tots els estudiants

hagin de cursar el mateix. Per tal d'assignar els estudiants a l'itinerari adient, com ja s'ha comentat anteriorment, es realitza un test inicial que permet conèixer el bagatge acadèmic i professional de l'estudiant. Aquesta activitat permet identificar els coneixements previs dels estudiants i la seva experiència professional vers l'assignatura i és un dels pocs mecanismes existents per a obtenir aquesta informació dels estudiants en un entorn virtual d'aprenentatge. Sovint, els estudiants troben poc flexibles i ajustades les assignatures als seus coneixements. Al introduir el test inicial i els dos itineraris de formació s'amplia el ventall de possibles itineraris de formació oferts fins ara a Criptografia i es realitza un primer pas cap a la formació adaptativa.

En el cas de Criptografia, a diferència del que es presenta en el Capítol 6 amb l'assignatura de Lògica, no s'han creat itineraris formatius adaptatius que es van adaptant constantment al treball de l'estudiant i al resultat obtingut en diferents activitats i pràctiques. En aquest cas s'ha realitzat un primer pas en l'adaptació de la seqüència dels continguts i les activitats als diferents perfils d'estudiants. S'han creat dos itineraris formatius en funció d'un únic punt de decisió inicial que és el test inicial (com es comenta al Capítol 2). El resultat del test inicial és l'únic punt on l'estudiant rep la recomanació d'un itinerari formatiu i es produeix un cert grau d'adaptació al seu perfil. Quan l'estudiant realitza el test inicial rep una recomanació amb l'itinerari que més s'ajusta al seu perfil i, per tant, és informat de l'itinerari més adient que ha de cursar.

A partir d'aquesta recomanació, l'estudiant té la possibilitat de triar si vol realitzar aquest itinerari formatiu o bé l'altre. Un cop realitzi la tria, ja no podrà canviar d'itinerari al llarg del curs. L'adaptació, per tant, només es produeix a l'inici de l'assignatura i l'estudiant no podrà canviar d'itinerari formatiu posteriorment.

5.4 Assignació dels estudiants als itineraris formatius

Seguint els objectius marcats a l'inici d'aquest capítol, per tal d'assignar els estudiants als diferents itineraris formatius dissenyats a Criptografia, és necessari dissenyar i crear el test inicial seguint l'especificació IMS-LD. En aquest apartat es descriu el procés de disseny i creació del test inicial, emprant l'especificació IMS-LD i les eines d'edició i execució corresponents (detallades al Capítol 3): ReCourse per a crear el test inicial i CopperCore per a executar el test inicial en l'aula virtual de la UOC.

5.4.1 Disseny i creació del test inicial

El test inicial ha estat dissenyat conjuntament entre el professor i el consultor de l'assignatura, ja que són els experts de l'àrea i coneixen l'assignatura, els seus continguts, i la tipologia d'activitats i pràctiques que es poden proposar. El disseny del test inicial realitzat per experts docents permet, d'una banda, elaborar preguntes específiques dels continguts propis de Criptografia per a obtenir el grau de coneixements de l'estudiant vers l'assignatura i, d'altra banda, permet realitzar preguntes específiques sobre les assignatures relacionades amb Criptografia i que formen part del coneixements requerits per cursar l'assignatura. D'aquesta manera es podrà obtenir com a resultat del test inicial un perfil d'estudiant que s'ajusti a un dels dos perfils citats anteriorment.

Disseny del test inicial

Es dissenya el test inicial en base a tres blocs temàtics: informació general de l'estudiant, coneixements previs i experiència professional, i coneixements vers Criptografia. A continuació es detallen més extensament cadascun dels tres blocs que formen el test inicial:

1. El primer bloc de preguntes sobre informacions generals dels estudiants, fa referència al programa que estan cursant, al temps que porten com a estudiants de la UOC i si són estudiants novells a Criptografia o bé repetidors. Bàsicament són preguntes de situació per conèixer de quins estudis prové i en quin punt de la titulació es troba.
2. En el segon bloc es realitzen les preguntes relacionades amb els coneixements previs de l'estudiant, amb la seva experiència professional i les assignatures cursades prèviament relacionades amb Criptografia: aritmètica modular, seguretat en xarxes de computadors, matemàtiques, programació, etc.
3. Finalment, en el tercer bloc del test inicial es realitzen les preguntes que estan relacionades directament amb part dels continguts que es treballen a l'assignatura de Criptografia: certificats digitals, informació xifrada, claus públiques i privades, etc. Aquest bloc, juntament amb l'anterior, és el més important.

El test inicial (veure Apèndix C) consta d'un total de 14 preguntes de diferents tipus (obertes, tancades, de múltiple resposta), és senzill de respondre pels estudiants

i, ahora, prou concís per obtenir els resultats donada l'especificitat i concreció de respostes possibles.

Els possibles perfils en base als quals s'ha dissenyat el test inicial de Criptografia corresponen al Perfil 1 i Perfil 2, que ja s'han comentat en apartats anteriors i que es resumeixen a continuació:

- Perfil 1: correspon a l'estudiant que no té els coneixements previs d'altres assignatures, no coneix bàsicament Criptografia ni té experiència professional.
- Perfil 2: correspon a l'estudiant que té coneixements previs sobre matemàtiques i programació, té experiència professional i, a més, ha cursat assignatures relacionades amb Criptografia.

La majoria de respostes del test inicial són importants per determinar el perfil de l'estudiant, però s'han seleccionat algunes preguntes concretes de cada bloc temàtic les quals són especialment rellevants per la seva avaluació. Les respostes obtingudes en les preguntes seleccionades són aquelles que fan referència únicament a l'experiència professional, als coneixements previs d'altres assignatures vinculades i als coneixements propis de l'àrea de Criptografia (blocs 1, 2 i 3; preguntes de la 4 a 11). De totes les respostes, les de major rellevància són les específiques a la pròpia assignatura (bloc 3; preguntes 9, 10 i 11).

Si l'estudiant respon correctament a les preguntes seleccionades, el seu perfil correspon al Perfil 2, i se li recomanarà l'itinerari 2. Per contra, si l'estudiant no respon satisfactòriament a les preguntes seleccionades en aquests blocs, el seu perfil correspon al Perfil 1, i se li recomanarà cursar l'itinerari 1. Aquest perfil d'estudiant és el que necessita treballar els continguts i realitzar les activitats de forma més pautada.

Per tant, la correspondència entre les respostes del test inicial, el perfil de l'estudiant i els itineraris formatius es pot resumir a la Taula 5.1.

	Perfil 1	Perfil 2
Coneixements previs	-	✓
Experiència professional	-	✓
Coneixements bàsics de Criptografia	-	✓
Itinerari 1	✓	-
Itinerari 2	-	✓

Taula 5.1: Correspondència.

Un cop dissenyat el test inicial i establerts els requeriments per la determinació del perfil de l'estudiant es procedeix a crear-lo seguint IMS-LD.

Creació del test inicial

Per crear el test inicial emprant l'especificació IMS-LD és necessari treballar amb els nivells A i B de l'especificació. El nivell A permet crear el test inicial i el nivell B permet assignar les condicions i propietats a les respostes obtingudes en el test inicial per tal de determinar el perfil de l'estudiant i, conseqüentment, el seu itinerari formatiu.

Com s'ha descrit al Capítol 3, la majoria d'editors permeten treballar amb el nivell A, però no tots els editors existents tenen les funcionalitats necessàries per editar el nivell B de l'especificació. L'editor més complet i que actualment permet editar els dos nivells completament és el ReCourse (v.2.0) i, per tant, és l'editor que s'empra per a la creació del test inicial de Criptografia. Així doncs, seguint IMS-LD, mitjançant l'edició del nivell A es crea el test inicial i mitjançant l'edició del nivell B d'IMS-LD s'apliquen les condicions i propietats que permetran determinar el perfil dels estudiants en funció de les respostes obtingudes i, per tant, desenvolupar itineraris formatius.

En primer lloc, mitjançant el nivell A de l'especificació es crea una unitat d'aprenentatge que conté un sol *play* i una sola unitat. Aquesta unitat conté com a única activitat avaluable el test inicial, que serà assignat a tots els estudiants de Criptografia per tal que puguin realitzar-lo. L'assignació del grup d'estudiants es realitza creant un únic 'rol estudiant' per a tots els estudiants. El "rol estudiant" definit s'associa a l'activitat test de la unitat, formant el binomi *rol-part*. Aquests mínims són justament l'únic que es necessita per crear el test inicial. Seguint aquests paràmetres, a la Figura 5.5 es mostra com es visualitzen els elements que s'han creat en el nivell A.

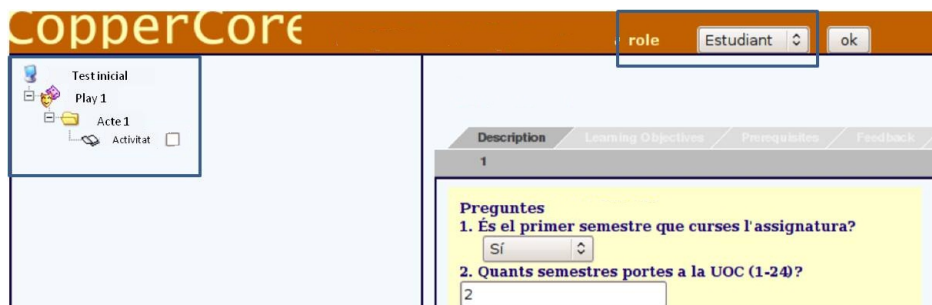


Figura 5.5: Test inicial de Criptografia.

En segon lloc, una vegada creat el test inicial, és necessari treballar amb el nivell B

d'IMS-LD per tal d'establir les condicions i propietats que actuaran sobre les respostes dels estudiants i, consegüentment, permetran recomanar a cada estudiant un itinerari formatiu.

En l'apartat anterior referent al disseny del test inicial, s'ha comentat que en funció de les respostes de l'estudiant en les preguntes seleccionades, aquest rep la recomanació per cursar un itinerari concret. Això implica definir les condicions que s'han d'aplicar a aquest tipus de resposta. En el cas de Criptografia, per tal que l'estudiant sigui assignat a l'Itinerari 2 ha de respondre correctament les preguntes vinculades al segon i tercer bloc del test inicial, si no serà assignat a l'Itinerari 1. Per establir aquesta assignació mitjançant el nivell B, s'han de canviar els valors de les propietats en funció de cada resposta correcta. Posteriorment, mitjançant les condicions es produirà la recomanació d'un itinerari formatiu en base a les propietats establertes anteriorment. Les condicions controlen el valor assignat a les propietats i mostren la recomanació adient.

En aquesta línia, es defineixen tres etapes de treball amb les condicions i propietats. En les diferents etapes es descriuen les condicions referents a les preguntes correctes i incorrectes, com es realitza el càlcul de la recomanació que es farà a l'estudiant i, finalment, es treballa com es mostra la recomanació de l'itinerari. Concretament, es realitza el següent:

1. En primer lloc, hi ha un grup de condicions que s'encarrega de comparar un grup de respostes i recomanar a l'estudiant l'Itinerari 1 o 2. Consta d'una condició que agrupa tres comprovacions de respostes:
 - (a) Si totes les condicions són certes (*imsld:if* pel condicionant, *imsld:all* per requerir que totes siguin certes): que les respostes a les preguntes 10, 11 i 12 siguin correctes (*imsld:is*) i la resposta a la pregunta 2 no estigui en blanc (*imsld:is-not*), aleshores mostrarà (*imsld:show*) la recomanació de triar l'Itinerari 2 i l'opció de triar itinerari, que són dos divisors amb una classe HTML cadascun (*imsld:class*); ocultarà (*imsld:hide*) les classes HTML per la recomanació de l'Itinerari 2 i per l'enquesta, que ja està completada (de nou, *imsld:class* per a fer referència a les classes); també canviarà el valor de la propietat "Puntuació" a "Itinerari 2" (*imsld:change-property-value*).
 - (b) Si la condició anterior no era certa (*imsld:else*) i si la resposta a la pregunta 2 no està en blanc, aleshores es dona per fet que l'enquesta està completada

però que alguna de les preguntes anteriors és incorrecte i, per tant, s'oculten les classes que mostren la recomanació de l'Itinerari 2 i l'enquesta, mentre que es mostren les classes que mostren la recomanació d'Itinerari 1 i la tria d'itinerari, a més de canviar el valor de la propietat "Puntuació" a "Itinerari 1".

- (c) Per últim, si l'anterior condició tampoc era certa, aleshores significa que l'enquesta no s'ha realitzat i, per tant, s'oculten les classes que mostren la recomanació a l'Itinerari 1, l'Itinerari 2, la tria d'itineraris i la classe del divisor que mostra un text d'agraïment.
2. En segon lloc, un grup de condicions s'encarrega de comprovar si la propietat "Puntuació" té el valor per defecte "enquesta sense completar" i per seguretat s'encarrega d'ocultar les classes anteriors de tria i recomanació d'itineraris i d'agraïment per haver completat l'enquesta.
3. En tercer i últim lloc, una condició que comprova si el valor de la propietat "Tria un itinerari" no és "Tria l'itinerari després de completar l'enquesta", que és el text mostrat per defecte quan l'estudiant encara no ha triat un itinerari. Per tant, si la condició anterior és certa, significa que l'estudiant ja ha triat un itinerari. Aleshores s'oculten totes les classes de tria d'itineraris i es mostra el divisor amb la classe HTML "gracies" que conté un text amb l'agraïment per haver completat l'enquesta.

Com es pot observar, s'han emprat diferents tipus de propietats i condicions de nivell B per tal de proporcionar a cada estudiant la recomanació d'un itinerari formatiu concret en funció de les respostes que s'obtenen i també per oferir la possibilitat final de tria d'itinerari.

Finalment, una vegada creat el test inicial amb els nivells A i B d'IMS-LD, és necessari treballar amb una eina d'execució per tal de visualitzar-lo. Tenint en compte que el test inicial s'ha realitzat amb dos nivells de l'especificació, cal disposar d'un *player* (com CopperCore) que suporti correctament l'execució dels nivells A i B. CopperCore, mitjançant un navegador, permet visualitzar el test inicial i, per tant, que estigui actiu per tal de ser respost pels estudiants de la prova pilot. Addicionalment i per tal d'enregistrar i emmagatzemar la informació dels estudiants obtinguda a través del test inicial, s'ha emprat un gestor de bases de dades (MySQL). La base de dades permetrà

revisar les respostes de cada estudiant, verificar la informació proporcionada al mateix i extreure les dades per a la seva anàlisi posterior.

5.4.2 Implementació del test inicial i itineraris formatius

Una vegada creat el test inicial i definits els diferents itineraris formatius, es realitza la prova pilot a Criptografia per tal de provar el test inicial com a eina per proposar als estudiants l'itinerari formatiu adient al seu perfil. La prova pilot es va dur a terme durant el primer semestre del curs 2009-2010 i van participar els 67 estudiants de l'aula virtual de Criptografia.

En el mateix Pla Docent de l'assignatura s'ha indicat la realització del test i també s'han detallat i explicat els itineraris formatius que podran seguir els estudiants. Paral·lelament, en l'aula virtual i a través del Tauler, el consultor també ha donat les indicacions i informacions pertinents per seguir l'assignatura. La participació en la prova pilot ha estat lliure. Els estudiants que no participen en la prova pilot són assignats a l'Itinerari 1, equivalent a l'assignatura abans d'introduir els itineraris formatius.

Durant la primera setmana del curs es va enviar a cada estudiant un correu electrònic amb el nom d'usuari i contrasenya per poder accedir al test inicial. L'estudiant accedeix al test inicial mitjançant un l'enllaç enviat al Tauler de l'aula pel consultor de Criptografia (Figura 5.6). Posteriorment, s'obre una finestra nova i el navegador mostra un quadre de diàleg on es demanen el nom d'usuari i la contrasenya (Figura 5.7).

The image shows a screenshot of an email message. The text is as follows:

Hola a tots,

Per tal de millorar l'assignatura ens resultaria molt útil saber els coneixements previs que els estudiants de la UOC tenen en aquesta matèria.

Per aquest motiu, hem preparat un breu qüestionari (es respon en menys de dos minuts) que trobareu en el següent [enllaç](#).

Òbviament, les respostes són anònimes.

Moltes gràcies,

Figura 5.6: Missatge amb l'enllaç al test inicial.

Quan s'accedeix al test inicial, hi ha una pàgina principal amb indicacions generals per contestar el test. Finalment, quan l'estudiant ha llegit aquestes recomanacions generals, es mostra directament el test inicial (Figura 5.8).

Quan l'estudiant completa totes les preguntes, ha de fer clic al botó 'Acceptar' i automàticament s'actualitza la pàgina del test inicial amb la informació de l'itinerari

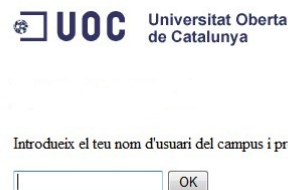


Figura 5.7: Quadre de diàleg de la pàgina d'autenticació.

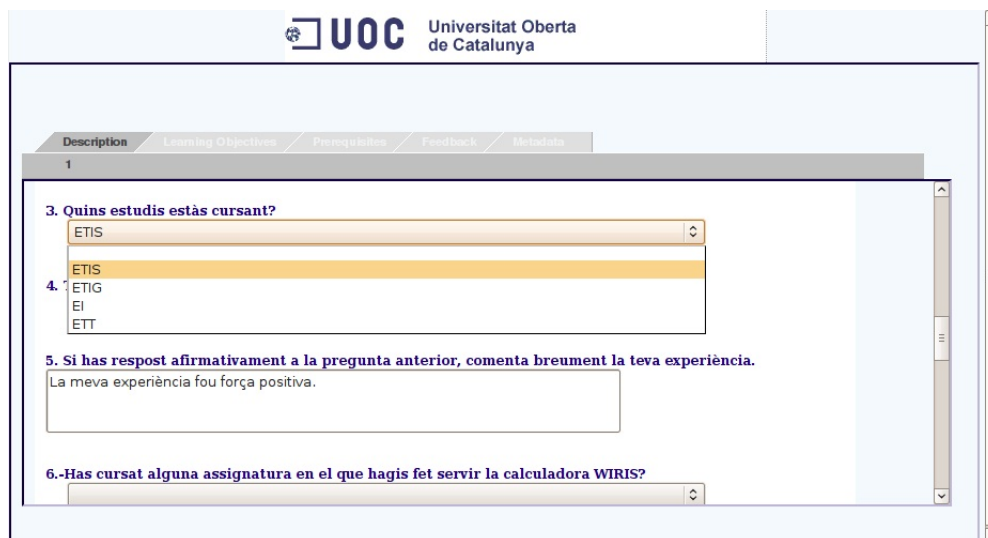


Figura 5.8: Test inicial.

recomanat. Aquesta recomanació és fruit de les respostes obtingudes en el test inicial (correctes i/o incorrectes) i com a conseqüència, s'ha determinat el perfil de cada estudiant i es recomana l'itinerari adient. Tot i que els resultats del test recomanen a l'estudiant cursar un itinerari formatiu, és finalment l'estudiant qui tria quin dels dos itineraris vol cursar. És per això que a la mateixa finestra on es recomana cursar un itinerari concret, l'estudiant pot triar el que consideri més adient (Figura 5.9) en un plaç de temps concret (dos dies). La composició de cada itinerari formatiu i les activitats a realitzar estan detallades des del primer dia al Pla Docent de l'assignatura i l'estudiant ho podrà consultar abans de fer la tria. Igualment, al finalitzar el test inicial, s'indiquen de nou les seqüències de treball.

Un cop l'estudiant ja ha triat l'itinerari formatiu que vol cursar només podrà veure i realitzar l'itinerari triat i, per tant, en aquest cas ja no podrà canviar d'itinerari (Figura 5.10). A partir d'aquest moment, el consultor de l'aula de Criptografia és l'encarregat de dur a terme els dos itineraris formatius. Durant el curs, el consultor

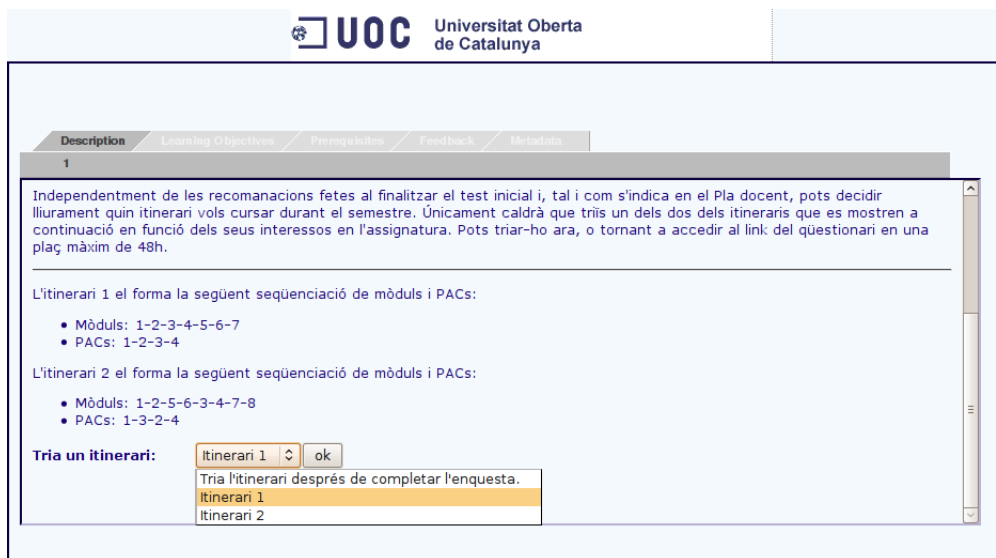


Figura 5.9: Recomanació i tria d'itinerari.

ha anat proporcionant als estudiants tota la informació necessària per seguir els diferents itineraris formatius; ha donat les indicacions pertinents sobre la seqüència de treball dels continguts i ha indicat les activitats corresponents a cada itinerari (PACs i Pràctica).



Figura 5.10: Itinerari triat.

En aquesta línia, cal destacar que el consultor ha tingut a la seva disposició tota la informació de l'estudiant obtinguda en el test inicial a través d'un entorn de monitorització que facilita l'eina d'execució CopperCore (Figura 5.11). Ha pogut visualitzar les

respostes de tots els estudiants, com aquests han estat distribuïts, quin itinerari s'ha proposat i, finalment, quin itinerari han escollit.



Figura 5.11: Exemple d'informació d'un estudiant.

5.5 Resultats obtinguts

En aquest apartat es descriuen els resultats obtinguts arrel de la implementació del test inicial a l'assignatura de Criptografia. La prova pilot es va realitzar al primer semestre del curs 2009-2010 a l'aula virtual de Criptografia i van participar un total de 67 estudiants. Els resultats obtinguts es comenten a partir de tres eixos fonamentals:

1. L'avaluació de l'eina creada (creació i execució del test inicial).
2. L'assignació dels estudiants als itineraris i el seguiment dels itineraris formatius.
3. La satisfacció dels estudiants, del consultor i del professor vers la prova realitzada.

5.5.1 Avaluació de l'eina creada

Com s'ha comentat en l'apartat 5.4.1 d'aquest mateix capítol, l'última versió de l'editor ReCourse (v.2.0.3) i del CopperCore (v.3.2) era la més completa per cobrir les necessitats i condicionants del test inicial i la recomanació d'itineraris formatius. Tot i així, una vegada realitzada la implementació, s'han trobat algunes deficiències a l'emprar les opcions per defecte de les dues eines. Algunes de les limitacions trobades han estat les següents:

- CopperCore no té un mecanisme d'autenticació. En un entorn real d'aprenentatge, els estudiants han de tenir accés amb el seu propi usuari (en el nostre cas el de la UOC, no amb un de diferent) per poder obtenir informació sobre el seguiment sense generar més perfils.
- CopperCore no té un control acurat sobre l'accés dels estudiants. Per exemple, el registre del sistema hauria de dir el moment exacte en que cada estudiant entra a la pàgina inicial.
- La versió anterior del ReCourse (v.1.7.1) no tenia suport per treballar amb totes les característiques d'IMS LD nivell B necessàries i, posteriorment, es va adoptar la segona versió (v.2.0.3) que és més complerta.
- CopperCore no pot carregar les unitats d'aprenentatge d'IMS-LD fetes directament des de ReCourse, a causa de la inclusió d'un conjunt de metadades i espais de noms que Coppercore no pot validar, cal editar-ho manualment.
- CopperCore inclou un sistema d'informació (*navigation tree*), mostrat a la Figura 5.12, que no és pertinent (a nivell d'usabilitat) pels estudiants i els pot confondre a l'hora de realitzar el test inicial.

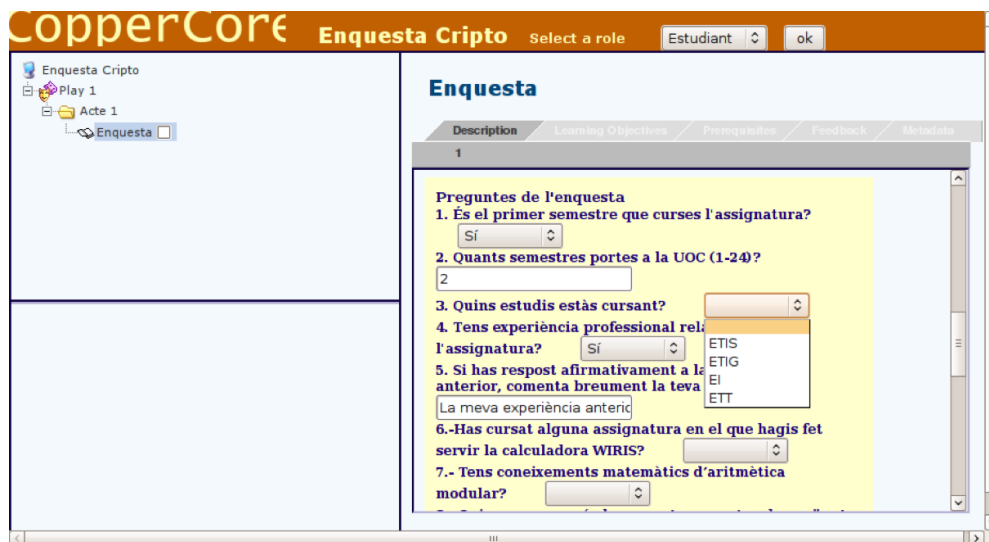


Figura 5.12: Arbre de navegació.

Per tal de cobrir aquestes deficiències s'han implementat alguns canvis que permeten crear un test inicial eficient per a la recomanació d'itineraris. Les solucions aplicades (que es troben publicades en [56]) són les següents:

- Per a l'autenticació, s'utilitza un mecanisme que combina l'ús de CopperCore amb un servidor web Apache 2 amb un mòdul de proxy. Afegint una autenticació HTTP bàsica, es transmeten les sol·licituds de qualsevol connexió amb el servidor web i això és el que s'exigeix als usuaris abans d'accedir a CopperCore.
- Pel que fa al control d'accés i al temps assignat per a respondre el test inicial, s'ha emprat un script senzill en PHP que crida l'estudiant mitjançant el navegador i es carrega el CopperCore. S'ha posat una etiqueta "img" que fa referència al script, en concret: ``. Aprofitant l'avantatge de la informació *referer* enviada pel servidor, l'script captura la informació de l'estudiant i l'emmagatzema en una base de dades.
- Per treballar amb IMS-LD nivell B, que implica l'ús de variables i condicions que inicialment no estaven suportades per l'editor ReCourse (v.1.7.1), va ser necessari editar-les emprant la nova versió del ReCourse (v.2.0.3).
- Per carregar una unitat d'aprenentatge en IMS-LD, s'ha hagut de modificar manualment el fitxer, eliminant qualsevol referència a 'ldauthor' or 'ld-author.xsd', que són inclosos automàticament pel ReCourse i referenciats al fitxer 'imsmanifest.xml'.
- Per millorar i simplificar la interfície per als alumnes i eliminar els elements innecessaris, s'ha ampliat la pàgina, de tal manera que el test inicial es carrega directament sense necessitat de qualsevol enllaç addicional i s'ha amagat l'arbre de navegació, mostrant únicament el test inicial.

Des del punt de vista tècnic, tant l'editor (ReCourse) com el player (CopperCore) emprats han estat suficients per tal de crear i implementar el test correctament amb les extensions realitzades. Les extensions que s'han fet a l'eina d'edició i execució, la incorporació de la base de dades i l'ús combinat del servidor, han permès autenticar als estudiants, enregistrar la informació i mostrar el test inicial correctament. També s'han pogut formular els diversos tipus de preguntes dissenyades i s'han aplicat les condicions restrictives del nivell B d'IMS-LD per recomanar l'itinerari adient. La Taula 5.2 sintetitza els principals elements que han funcionat correctament.

La implementació realitzada a Criptografia ha estat essencial per avaluar les competències dels alumnes i per obtenir tota la informació necessària del perfil dels estudiants i recomanar un itinerari formatiu adient. Només es van trobar problemes menors

	Test inicial
Eina d'edició	✓
Eina d'execució	✓
Accés al test inicial	✓
Visualització general del test	✓
Funcionament general	✓
Condicions d'assignació	✓
Condicions per recomanació	✓
Condicions per tria	✓

Taula 5.2: Síntesi del funcionament del test inicial.

amb els navegadors que van utilitzar els estudiants, la majoria però va poder respondre el test inicial amb normalitat. Totes les respostes van ser gravades i monitoritzades i es va proporcionar l'itinerari adient a cada estudiant en funció dels seus coneixements previs. El test inicial que s'ha dissenyat i implementat mitjançant les eines citades ha funcionat correctament amb les addicions fetes i es pot emprar en altres casos (com es veurà posteriorment al Capítol 6). El fet de crear i executar el test inicial amb l'especificació IMS-LD (nivells A i B) per a la recomanació d'itineraris formatius i els resultats obtinguts són dues de les aportacions importants d'aquest treball de tesi.

5.5.2 Assignació dels estudiants als itineraris i seguiment

Com s'ha comentat anteriorment, la prova pilot de Criptografia es va realitzar amb la finalitat d'implementar un test inicial que permetés identificar els coneixements previs i experiència professional dels estudiants i fer la recomanació d'un itinerari formatiu en funció de perfil de cada estudiant. El test inicial va estar disponible durant una setmana per a tots els estudiants de Criptografia des del primer dia d'inici del semestre.

Del total d'estudiants matriculats a l'assignatura (67 estudiants), 62 van contestar el test i 4 no. A més, només 1 estudiant va tenir problemes tècnics que no es van poder resoldre, però tot i així se li va proposar cursar un itinerari formatiu. La Taula 5.3 detalla el número i el percentatge d'estudiants que han fet el test inicial:

Test inicial	nº d'estudiants	% d'estudiants
L'ha realitzat	62	92.54%
No l'ha realitzat	4	5.97%
Ha tingut problemes tècnics d'accés	1	1.49%

Taula 5.3: Percentatge de resposta.

Una vegada realitzat el test inicial s'analitzen les dades obtingudes en base als tres blocs de preguntes realitzades.

Resultats del test inicial

En el primer bloc es van realitzar les preguntes de situació i d'informació general. Les dades obtingudes són les següents:

- El 76.60% dels estudiants cursaven per primera vegada l'assignatura de Criptografia. La mitjana de semestres matriculats a la UOC per als estudiants que cursen Criptografia és de 7 semestres. Això confirma que els estudiants matriculats a Criptografia (que, recordem, és una assignatura optativa) ja tenen experiència en l'entorn virtual de la UOC.
- El 61% dels estudiants matriculats estan cursant ETIS; el 36% està cursant EI i el 3% restant està cursant ETIG. Un 78% d'ells no tenen experiència professional relacionada amb l'assignatura.
- El 64% dels estudiants troba que seria útil poder triar la seqüenciació dels continguts (mòduls i activitats) de l'assignatura en funció dels seus coneixements previs i experiència. Assumeixen, per tant, que els dubtes al fòrum i el seguiment de l'assignatura no coindirà en el temps amb tots els estudiants de l'aula.
- Al 94% dels estudiants els hi agradaria poder triar el model d'avaluació de l'assignatura. És a dir, els hi agradaria triar si és només una assignatura amb AC, amb exàmen o prova de validació.

D'aquest primer bloc de preguntes s'extreu parcialment que la majoria d'estudiants no tenen experiència professional i que cursen per primera vegada l'assignatura, tot i portar una mitja de set semestres estudiant l'enginyeria. Aquestes dades caldrà treballar-les globalment amb les respostes obtingudes en els altres dos blocs.

En el segon bloc, referent als coneixements previs i assignatures cursades amb anterioritat, es van extreure les següents dades:

- Un 78% no ha emprat mai la calculadora WIRIS i un 80% dels estudiants no sap resoldre un invers multiplicatiu.
- Un 70.5% no té coneixements sobre aritmètica modular i el 69% dels estudiants no ha cursat prèviament l'assignatura de Seguretat en Xarxes de Computadors.

Les respostes obtingudes en aquest segon bloc són especialment importants per poder agrupar als estudiants en funció dels seus coneixements previs i poder oferir una seqüència de treball amb els mòduls i activitats més adaptada al seu perfil. Com es pot observar, la majoria d'estudiants no té els coneixements previs requerits i tampoc ha cursat alguna assignatura relacionada amb Criptografia.

Finalment, i per concloure els resultats del test inicial, el tercer bloc de preguntes feia referència als continguts propis de Criptografia. Les dades obtingudes són les següents:

- Només un 58% dels estudiants identifiquen correctament el tipus de clau que inclou un certificat digital.
- Un 51% dels estudiants coneix la informació necessària per xifrar un missatge que un usuari A ha d'enviar a un usuari B utilitzant criptografia de clau pública.
- El 62.5% sap com verificar la signatura digital que l'usuari A ha realitzat sobre un missatge.

Les respostes obtingudes en aquests tres blocs de preguntes són les que determinen el perfil de l'estudiant i permeten realitzar la recomanació de l'itinerari formatiu que haurà de seguir cada estudiant en funció del seu perfil. A continuació es comenten els itineraris recomanats.

Itineraris recomanats

En funció dels resultats del test inicial es va recomanar a cada estudiant l'itinerari que havia de cursar en funció dels seus coneixements. El sistema va recomanar l'itinerari 1 al 79% dels estudiants i l'itinerari 2 a la resta. Als estudiants que no van respondre el test se'ls va recomanar cursar l'itinerari 1. La Taula 5.4 mostra el número i el percentatge d'estudiants recomanats a cada itinerari:

Recomanat	nº d'estudiants	% d'estudiants
Itinerari 1	49	79%
Itinerari 2	13	21%

Taula 5.4: Recomanació d'itinerari formatiu.

Una vegada recomanat l'itinerari formatiu, els estudiants van disposar de tres dies per decidir quin dels dos itineraris volien cursar. Després de realitzar la tria d'itinerari

formatiu, la distribució final d'estudiants als itineraris 1 i 2, és la que mostra la Taula 5.5:

Seleccionat	n° d'estudiants	% d'estudiants
Itinerari 1	52	82%
Itinerari 2	10	18%

Taula 5.5: Itinerari formatiu triat.

Com es pot apreciar mitjançant la comparació de les Taules 5.4 i 5.5, només un 5% va decidir cursar l'itinerari no recomanat. Tres dels 13 estudiants que es suposava que havien de seguir l'itinerari 2, van decidir canviar a l'itinerari 1. Van decidir canviar d'itinerari perquè probablement consideraven que era més fàcil l'itinerari 1 que el 2. Tal i com s'especificava al Pla docent de l'assignatura i el consultor havia comentat via Tauler, els objectius a assolir i el treball a realitzat a l'assignatura era del mateix nivell per tots els estudiants, independentment de l'itinerari. És a dir, el grau d'exigència i treball era el mateix, però això no va ser entès correctament per alguns estudiants.

La prova exacta de Fisher revela que existeix una forta correlació positiva entre l'itinerari d'aprenentatge seleccionat per alumne i el recomanat ($p < 0,001$), ja que només uns pocs estudiants van decidir canviar l'itinerari formatiu recomanat pel sistema. La Taula 5.6 mostra les dades obtingudes:

	Seleccionat	
Recomanat	Itinerari 1	Itinerari 2
Itinerari 1	48	1
Itinerari 2	3	10

Taula 5.6: Nombre d'estudiants a l'itinerari triat versus recomanat.

Un anàlisi addicional dels resultats del test inicial va indicar que el 22% dels estudiants tenien experiència professional relacionada amb l'assignatura, però que la majoria d'ells no tenien les competències necessàries relacionades amb programació o conceptes matemàtics (65%). Per tant, a la majoria dels estudiants se'ls va recomanar seguir l'itinerari 1, mentre que la resta va cursar l'itinerari 2.

5.5.3 Satisfacció dels estudiants, consultor i professor

Al finalitzar el semestre es va realitzar una enquesta final, per a obtenir informació directa dels estudiants sobre els itineraris realitzats i conèixer la satisfacció dels estudiants vers la prova pilot realitzada a Criptografia (veure Apèndix C.2.2). Per a

dissenyar el qüestionari final també es va emprar el ReCourse per treballar amb el nivell A d'IMS-LD, mentre que per a executar el qüestionari, es va emprar de nou el CopperCore.

Com en el cas del test inicial, el qüestionari es va fer arribar als estudiants a través del Tauler del consultor, tal i com mostra la Figura 5.13.

The image shows a screenshot of an email message. The text is in Spanish and reads: "Hola a tots, Com a complement de l'enquesta que us vam passar a inici de curs per tal de millorar l'assignatura, us adjuntem una nova enquesta, aquesta perquè pugueu donar una valoració del curs, tant pel que fa al model d'avaluació, els materials i els consultors. Us agrairia molt si podeu respondre el qüestionari que trobareu en el següent [enllaç](#) que no us hauria de portar més de cinc minuts. Òbviament, les respostes són anònimes. Moltes gràcies,". The word "enllaç" is highlighted with a blue dashed border.

Figura 5.13: Enllaç al qüestionari final.

En aquesta ocasió no era necessari autenticar als estudiants, ja que havien de donar la seva opinió sobre l'assignatura i els itineraris realitzats de forma anònima. Els estudiants van accedir directament a l'enquesta final mitjançant el missatge del consultor i el van contestar el 22.50% dels estudiants (14 dels 62 estudiants que van participar). Tot i que és un nombre reduït de respostes, és interessant analitzar els resultats per conèixer millor l'opinió dels estudiants sobre experiències innovadores com la d'aquest cas.

En el qüestionari final es van realitzar diferents tipus de preguntes vinculades essencialment a dos bloc temàtics. El primer bloc de preguntes feia referència a dades generals dels estudiants, metodologia de treball i recursos de l'assignatura, distribució d'activitats i pràctiques, feedback i model d'avaluació, etc. En aquest bloc les dades obtingudes són:

- Dades generals: El 43% dels estudiants que van contestar el qüestionari final estaven cursant ETIS i el 57% cursaven EI.
- Metodologia de treball i recursos didàctics: El 95% dels estudiants ha estudiat els mòduls didàctics i posteriorment ha fet les PACs i Pràctiques. Només un 7,10% dels estudiants comenta haver-ho fet al revés. Aquesta dada és especialment d'interés per tenir-la en compte en futures implementacions d'itineraris, ja que

mostra la seqüència de treball que fan els estudiants. Seguidament, se'ls hi va preguntar si haurien fet el mateix en el cas de que l'assignatura tingués examen o prova de validació; el 64,30% dels estudiants va dir que sí. Sobre els recursos necessaris per a realitzar les PACs, el 85% dels estudiants va contestar que van necessitar material addicional.

- Distribució d'activitats i pràctiques: El 78,60% dels estudiants consideren correcta la distribució temporal de les PACs i Pràctica. Tot i així, el 57,20% dels estudiants prefereixen quatre PACs i una Pràctica mentre que el 28,60% prefereix fer quatre PACs i dues Pràctiques. El 64,30% dels estudiants consideren que la Pràctica és imprescindible i no es pot substituir per altres tipus d'activitats. Finalment, destacar que el 57,20% dels estudiants diu que li agradaria tenir totes les activitats al principi del semestre, per tal de començar per la que més li convingui, mentre que el 42,90% dels estudiants prefereix fer-ho com proposa el consultor.
- Feedback i model d'avaluació: El 50% dels estudiants prefereix que el consultor publiqui la solució de les PACs, mentre que el 42,80% prefereix un comentari personalitzat de la resolució de l'activitats. Al 78,60% dels estudiants els hi sembla bé el model d'avaluació establert a l'assignatura (que és només AC), i els hi sembla bé mantenir-lo de cara a propers semestres.

En el segon bloc del qüestionari final es van incloure altres preguntes per valorar el funcionament i els resultats del test inicial, els itineraris formatius que s'han realitzat i l'opinió i satisfacció dels estudiants versus el procés d'aprenentatge seguit a Criptografia. A continuació es detallen els resultats obtinguts:

- Funcionament de l'eina i resultats del test inicial: Un 78,60% dels estudiants valoren molt bé tant l'accés al test inicial com el seu funcionament. Un 71,50% dels estudiants enquestats valoren el test com una eina molt útil.
- Itinerari formatiu realitzat: Un 78,60% dels estudiants han seguit l'itinerari que el test inicial li va recomanar. El mateix percentatge d'estudiants confirma que l'itinerari recomanat s'ha ajustat als seus coneixements previs. Un 50% dels estudiants comenten que la seva experiència professional li ha estat útil per seguir l'assignatura. El 85,70% dels estudiants valora, entre bé i molt bé, l'itinerari que han seguit.

Davant la pregunta de si el seguiment d'un itinerari més ajustat als seus coneixements els ha ajudat a seguir l'assignatura, el 64,30% dels estudiants contesta afirmativament. El mateix percentatge d'estudiants confirma que creu que millora el seu procés d'aprenentatge si pot triar entre diferents itineraris en una mateixa assignatura. Per tant, en la mida del possible, és millor proporcionar un cert grau d'adaptació formativa.

- Opinió i satisfacció: Donat que ja havien finalitzat l'assignatura, quan se'ls va preguntar si els agradaria triar entre diferents itineraris formatius (com havien fet) o bé si preferien un únic itinerari igual per tots, un 50% va contestar que preferia triar entre diferents itineraris i un 50% va contestar que preferia un únic itinerari.

El 85,70% dels estudiants confirma que el fet de que hi hagi més d'un itinerari no suposa cap entrebanc per seguir l'assignatura. Un 78,60% dels estudiants valora, entre bé i molt bé, l'activitat del fòrum, tenint en compte que es feien dos itineraris diferents. Finalment, comentar que el 50% dels estudiants considera que aplicaran el que han après a l'assignatura al seu àmbit laboral, mentre que el 35,70% ho aplicarà a l'àmbit acadèmic i el 14,30% a l'àmbit personal.

A nivell general, i com a resum de l'enquesta final realitzada, es pot concloure que els estudiants han considerat que el test inicial emprat a la prova pilot ha estat molt útil i que ha funcionat correctament. En la mateixa línia, la majoria d'estudiants confirma que l'itinerari recomanat s'ha ajustat al seu perfil i que la realització d'un itinerari formatiu concret l'ha ajudat a seguir l'assignatura. A la Taula 5.7 es resumeixen, a mode de conclusió, els punts més significatius de l'enquesta final realitzada.

A més de la valoració dels estudiants, també es va obtenir la valoració del professor responsable de l'assignatura i del consultor de Criptografia, els quals van participar tant en el disseny com en la implementació del test inicial i dels itineraris formatius.

Els dos docents implicats han valorat positivament la prova realitzada, tot i que comenten que caldria ampliar i millorar el test inicial realitzat. En la proposta de millora suggereixen que, per properes edicions, caldria afegir noves preguntes al test inicial, per tal de poder avaluar de forma més completa el perfil de l'estudiant. En la mateixa línia, els dos docents creuen que seria interessant realitzar una prova pilot més completa amb IMS-LD dissenyant més itineraris formatius i que aquests siguin adaptatius, introduint nous punts de decisió durant el procés d'ensenyament i aprenentatge.

Satisfacció	Item	% Si
Test inicial	Bon accés i funcionament	78,50%
	Molt útil	71,50%
Itineraris	El recomanat s'ha ajustat al perfil	78,60%
	Utilitat de l'experiència professional	50%
	Valoren molt útil l'itinerari seguit	85,70%
	Ha ajudat a seguir Criptografia	64,30%
	No ha suposat cap entrebanc	85,70%
	Bona activitat al Fòrum	78,60%
Preferència d'itineraris	Únic	50%
	Més d'un	50%
Opinió	Més assignatures amb itineraris	28,60%

Taula 5.7: Síntesi de dades.

En termes generals consideren que aquesta línia de recerca encetada és molt adient per a millorar el procés d'aprenentatge i estan disposats a realitzar noves experiències més complertes per a introduir la formació adaptativa a l'assignatura.

Així doncs, la satisfacció i valoració, tant dels docents com dels estudiants implicats, ha estat positiva. En funció dels resultats comentats es considera que en la prova realitzada a Criptografia s'han assolit els objectius marcats inicialment amb la creació del test inicial i s'ha realitzat una recomanació d'itinerari en funció dels coneixements previs de l'estudiant mitjançant l'especificació IMS-LD (nivells A i B). S'han pogut crear itineraris formatius basats en un punt de decisió inicial i, per tant, s'ha produït un primer pas cap a la formació adaptativa.

5.6 Resum

En aquest capítol es sintetitza la primera prova pilot realitzada en aquest treball de tesi amb IMS-LD i es descriu la implementació que s'ha dut a terme a l'assignatura de Criptografia per a introduir la formació adaptativa.

En primer lloc, s'ha realitzat el disseny conceptual de l'assignatura en base a itineraris formatius i, amb les eines d'edició i execució, s'ha creat el test inicial i dos itineraris formatius basats en un punt de decisió inicial únic, emprant IMS-LD. El test inicial ha estat el mitjà per a conèixer el perfil de l'estudiant i a partir d'un punt de decisió inicial, s'ha proposat a l'estudiant l'itinerari formatiu més adient al seu perfil. Per aconseguir aquest objectiu, s'ha emprat el nivell A i B de l'especificació IMS-LD així com les eines

de treball ReCourse i CopperCore per editar-ho i executar-ho respectivament.

En segon lloc, en aquest capítol, també s'ha descrit com s'ha realitzat la prova pilot en l'aula virtual de Criptografia amb un total de 67 estudiants, i s'han analitzat els resultats obtinguts en el test inicial i l'assignació dels estudiants als diferents itineraris formatius. En aquest sentit, s'han valorat les limitacions i avantatges que s'han trobat en l'edició i execució d'IMS-LD durant la prova pilot i es proposen algunes millores per futures proves.

Finalment, s'ha analitzat tant el funcionament com la satisfacció dels estudiants i docents implicats en la prova pilot i també s'ha detallat el seguiment dels diferents itineraris formatius, analitzant així la seva viabilitat per a futures edicions.

Capítol 6

Implementació d'Itineraris Formatius Adaptatius: el cas de Lògica

En aquest capítol es descriu la implementació d'itineraris formatius adaptatius realitzada a l'assignatura de Lògica dels estudis d'Enginyeria Informàtica Multimedia i Telecomunicació de la UOC. En aquesta segona implementació s'ha tingut en compte l'experiència prèvia del cas de Criptografia, millorant i completant la implementació realitzada, i introduint l'adaptació formativa mitjançant més d'un punt de decisió.

En aquest segon cas d'estudi es realitza una descripció del disseny conceptual de l'assignatura de Lògica, del procés de creació dels itineraris formatius adaptatius emprant IMS-LD (i introduint IMS-QTI) i de la implementació realitzada al campus virtual de la UOC. També es detallen els resultats obtinguts, tant del funcionament de l'eina d'itineraris com de l'assignació dels estudiants i el seguiment dels itineraris. Finalment, es comenta la valoració i la satisfacció dels estudiants, professors i consultors que han participat en la prova pilot.

6.1 Objectius de la prova pilot

Els objectius que es pretenen assolir amb la prova pilot de Lògica són els següents:

1. Seguint el treball del cas de Criptografia, es pretén identificar els coneixements previs dels estudiants que s'han matriculat a l'assignatura, a partir d'un test inicial emprant l'especificació IMS-LD i afegint l'especificació IMS-QTI.

2. Emprar els nivells A i B de l'especificació IMS-LD per a dissenyar i crear itineraris formatius adaptatius de tal manera que les activitats i els continguts de l'assignatura es vagin adaptant al procés d'aprenentatge que va fer l'estudiant al llarg del semestre.
3. Implementar l'eina d'itineraris formatius adaptatius, integrant-la en l'aula virtual de Lògica amb la finalitat de que els estudiants puguin realitzar el test inicial i l'itinerari formatiu més ajustat al seu perfil i procés d'aprenentatge.
4. Avaluar la implementació realitzada a l'assignatura de Lògica, tant des del punt de vista tècnic com des de la satisfacció dels estudiants i docents que han interactuat amb l'eina creada.

Seguint els objectius comentats, a l'inici de l'assignatura de Lògica es proposa realitzar un test inicial (com s'ha fet en el cas de Criptografia) amb algunes preguntes genèriques i d'altres més específiques relacionades amb l'àrea de coneixement on està emmarcada l'assignatura. Posteriorment i en funció de les respostes, l'eina d'itineraris formatius adaptatius recomanarà a l'estudiant l'itinerari més adient. Al finalitzar cadascuna de les activitats proposades, en funció de la qualificació i feedback del consultor, l'estudiant podrà canviar d'itinerari. En aquest moment és quan tindrà sentit el terme de formació adaptativa i l'eina donarà suport als estudiants durant tot el procés d'aprenentatge.

6.2 Descripció de l'assignatura

L'assignatura de Lògica, a diferència de Criptografia, és una assignatura obligatòria i semestral de 4.5 crèdits i s'oferta a dues titulacions oficials dels estudis d'Enginyeria Informàtica Multimedia i Telecomunicació, que són Enginyeria Tècnica Informàtica de Sistemes i Enginyeria Tècnica Informàtica de Gestió. Actualment i degut al procés de Bolònia, aquestes dues titulacions estan convergint cap a un únic grau, on també s'ofertarà l'assignatura de Lògica amb algunes evolucions respecte a l'assignatura descrita en aquesta prova pilot. En aquest sentit, Lògica continuarà essent una assignatura obligatòria i amb un volum d'estudiants similar a l'actual (500 estudiants aproximadament cada semestre).

Els fonaments lògics que pretén proporcionar aquesta assignatura es projecten vers altres assignatures de les titulacions en Informàtica i vers l'activitat professional pròpia

de l'informàtic. Atès aquest caràcter fonamental la trobem situada en els nivells inicials d'aquestes titulacions, a prop d'altres assignatures fonamentals com l'Àlgebra i el Càlcul, com també a prop de les assignatures de les àrees de programació o d'arquitectura de computadors. L'assignatura de Lògica proporciona a l'estudiant els fonaments lògico-matemàtics que facilitaran l'estudi de posteriors assignatures de diferents àrees de coneixement. És fonamental per tota l'àrea de llenguatges de programació, per dotar als algorismes d'una bona estructura lògica i per la seva rellevància en la verificació i derivació formal d'algorismes. Dins de l'àrea, els coneixements que aporta també seran de gran utilitat en les assignatures de teoria d'autòmats i llenguatges formals. És també fonamental per a l'estudi de les assignatures de bases de dades que segueixen com a model de dades el model relacional, atès que el llenguatge estàndard per la seva manipulació, SQL, està basat en la lògica de predicats. Finalment, aporta els coneixements necessaris per a l'estudi d'assignatures de l'àrea de tecnologia de computadors, ja que el correcte funcionament del maquinari requereix un bon disseny lògic.

A diferència de Criptografia, aquesta assignatura no requereix haver cursat prèviament cap altra assignatura de les titulacions en Informàtica i tampoc caldrà tenir coneixements previs respecte altres àrees. Sí que serà essencial disposar dels coneixements bàsics de matemàtiques de nivell de batxillerat.

Els principals objectius de l'assignatura de Lògica són:

- Formalitzar en els llenguatges de la lògica d'enunciats i de predicats frases del llenguatge natural presentades de manera més o menys informal.
- Validar raonaments utilitzant la deducció natural i la resolució que són un mètode intuïtiu el primer i un mètode mecanitzable el segon.
- Copsar els conceptes de veritat i falsetat lògica i utilitzar-los com a eina paral·lela a la deducció natural, per a validar raonaments i com a eina de refutació.

El contingut de l'assignatura es divideix en dos mòduls didàctics que presenten una notable interrelació entre ells. En el primer mòdul s'exposen els conceptes i les eines bàsiques, mentre que en el segon s'aprofundeix en aquests conceptes i eines. No s'ha d'entendre que el primer mòdul tingui només un caire introductori; podria, molt bé, tractar-se de manera autocontinguda. És en el segon mòdul on s'assoleix el nivell escaient per a una titulació universitària. Concretament, els continguts d'aquests mòduls són els següents:

- Mòdul 1: Lògica d'Enunciats, que engloba la lògica d'enunciats i el seu llenguatge (M1.1), la deducció natural (M1.2), veritat i falsedat, alternativa i complement de la deducció natural (M1.3), l'Àlgebra d'enunciats (M1.4) i resolució (M1.5).
- Mòdul 2: Lògica de Predicats que engloba la lògica de predicats i el seu llenguatge (M2.1), la deducció natural (M2.2), veritat i falsedat a la lògica de predicats (M2.3), formes normals (M2.4) i resolució (M2.5).

En ambdós mòduls són d'especial importància els temes inicials en els quals s'estudien els formalismes propis de la lògica amb una aproximació notablement pràctica. Tots els conceptes que s'exposen als mòduls s'il·lustren amb exemples. Aquests han de servir, en un primer moment, per clarificar allò que s'explica, però la seva finalitat no s'acaba aquí, és important que siguin utilitzats com a activitats, tornant-los a resoldre per a determinar si s'ha assolit un nivell de comprensió mínim. A més, cada mòdul conté un bon nombre d'exercicis d'autoavaluació, tots ells resolts.

Amb l'objectiu d'oferir eines que facilitin l'assimilació d'alguns dels continguts de l'assignatura, la UOC ha desenvolupat un programari educatiu que facilita i dona suport a l'aprenentatge de dos temes importants de l'assignatura: la Deducció Natural i la Resolució. Aquest programari, que s'anomena *Assistent e-Learning Lògica*, ha estat especialment dissenyat per aquesta assignatura per professionals vinculats a la seva docència. L'*Assistent e-Learning Lògica* permet resoldre diferents exercicis, guiant l'estudiant i informant-lo de la correctesa o no de les seves solucions [65].

L'avaluació continuada (AC) es compon de quatre activitats o proves d'avaluació continuada (PAC). La qualificació d'AC s'obté a partir de la correcció de les quatre PACs que es realitzen durant el semestre. També s'ha de realitzar un examen final (presencial) per superar l'assignatura. La qualificació final de l'AC complementa la qualificació de l'examen final mitjançant l'encreuament d'ambdues qualificacions.

Característiques específiques de les activitats de Lògica

Seguint el model habitual de la UOC, el treball a realitzar a les PACs és molt important, donat que els estudiants han de practicar fent exercicis i, a més, això facilita el treball continuat amb els continguts de l'assignatura i, per tant, la superació de l'examen final.

L'assignatura de Lògica introdueix la lògica proposicional i la lògica de predicats, amb una atenció especial a la semàntica formal. La lògica forma, en aquest nivell, part de la lògica matemàtica i l'assignatura hereta les particularitats matemàtiques que la fan complexa de seguir pels estudiants.

Els estudiants matriculats a Lògica han d'adquirir un conjunt d'habilitats i, en menor grau, una quantitat de continguts. El docent té una funció important per tal que l'estudiant vagi adquirint aquestes habilitats. El suport concret i la interacció amb el consultor és un aspecte fonamental de la metodologia d'aprenentatge. A l'escenari virtual, els estudiants tenen les mateixes necessitats d'interacció però estan interaccionant remotament amb el professor a través del seu ordinador. A més, aquesta interacció intervinguda per ordinador normalment es basa en comunicació textual, proporcionant, en molts casos, una retroalimentació una mica pobre. Aquest aspecte concret es converteix en una dificultat per aprendre i assimilar els objectius i continguts de Lògica.

D'altra banda, Lògica és una assignatura que requereix unes competències, capacitats i aptituds prèvies que, segurament, donaran lloc a diferents maneres de progressar en el procés d'aprenentatge. En aquest sentit, està clar que els estudiants que ja tinguin una maduresa en competències pròpies de les matemàtiques o de programació com són, per exemple, la capacitat d'usar un llenguatge formal, d'utilitzar regles de raonament i algorismes d'una manera rigorosa, o bé descompondre un problema en un conjunt seqüenciat de problemes menys complexos, tindran més facilitat per a superar l'assignatura. Per l'altra banda, existeix un subgrup d'estudiants que tindran més dificultats en manegar llenguatges formals i habilitats matemàtiques i necessitaran, segurament, major pràctica amb les activitats d'aprenentatge.

A causa de la gran varietat i quantitat d'exercicis pràctics, Lògica permet oferir molta flexibilitat i adaptabilitat en el treball dels mòduls i la realització d'activitats. En aquest cas en concret, és molt important poder ajustar l'assignatura al perfil competencial dels estudiants i oferir-los itineraris formatius adaptatius, per tal de millorar el seu procés d'aprenentatge i la seva satisfacció vers l'assignatura.

6.3 Disseny conceptual dels itineraris formatius adaptatius

Seguint les característiques particulars de l'assignatura de Lògica, s'ha treballat conjuntament amb el professor i el consultor per a realitzar el disseny dels diferents itineraris formatius. Aquest nou plantejament pretén introduir diferents itineraris formatius adaptatius en l'assignatura, partint del mateix nombre d'activitats i recursos didàctics de que disposa actualment i conservant el mateix model d'avaluació continuada.

Actualment, l'assignatura està formada per 4 PACs i 2 mòduls didàctics (cadascun

d'aquests engloba 5 submòduls). A més, donat el caràcter instrumental de l'assignatura, es proporciona un suport de treball amb l'eina *Assistent e-Learning Lògica*, per tal de facilitar als estudiants la pràctica constant amb exercicis d'autoaprenentatge. Fins aquesta prova pilot, els estudiants matriculats a Lògica realitzaven un únic itinerari formatiu que distribueix els submòduls i les PACs com mostra la Figura 6.1.

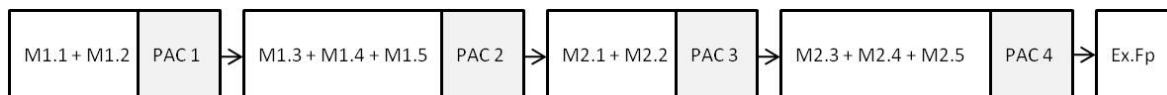


Figura 6.1: Disseny de Lògica abans de la prova pilot.

Com es pot veure a la Figura 6.1, tots els estudiants han de realitzar l'únic camí formatiu existent per seguir l'AC i superar l'assignatura. Han de treballar els diferents mòduls didàctics com estan distribuïts i realitzar les 4 PACs per, finalment, realitzar l'examen final presencial (Ex.Fp).

A l'assignatura de Lògica no hi ha requeriments previs de matrícula, però per experiència d'altres semestres, els estudiants arriben amb uns coneixements bàsics de batxillerat que són insuficients per poder treballar l'assignatura. Igualment, hi ha estudiants que han cursat prèviament assignatures com Àlgebra, Programació o Arquitectura de computadors i, per tant, disposen d'una base per seguir millor l'assignatura de Lògica. És en aquest punt on els itineraris formatius prenen sentit, ja que, atenent els diferents perfils d'estudiants, es poden crear diferents itineraris formatius adaptatius en l'assignatura. L'heterogeneïtat de perfils afavoreix repensar l'estructura, continguts i activitats de l'assignatura per adaptar-la als diferents perfils existents. Dissenyar itineraris adaptatius no consisteix en personalitzar l'assignatura per cada estudiant, sinó en pensar com adaptar determinades activitats i continguts als diferents conjunts de perfils d'estudiants existents en una assignatura.

Dels diferents tipus d'itineraris descrits en l'apartat 4.1.2, es pretén dissenyar diferents itineraris formatius adaptatius en funció del nivell d'entrada (coneixements previs), de l'estil d'aprenentatge i de les competències que va assolint l'estudiant durant el seu procés d'aprenentatge. Així, en una mateixa assignatura es dissenyarà més d'un camí de formació que s'anirà adaptant a les característiques i progrés de cada estudiant.

Tenint en compte el perfil habitual dels estudiants de Lògica en els darrers semestres, el professor explicita els perfils existents d'estudiants a Lògica. A la Taula 6.1 es mostren els tres perfils.

Perfils	Descripció
Perfil 1	<ul style="list-style-type: none"> - Són els estudiants estàndars que té qualsevol professor en ment quan dissenya un únic itinerari d'aprenentatge. - És el perfil més nombrós. - Els estudiants tenen coneixements previs de nivell de batxillerat.
Perfil 2	<ul style="list-style-type: none"> - Són els estudiants sense els coneixements previs adequats, amb un nivell inferior a batxillerat. - Necessiten supervisió constant. - Requereixen major dedicació.
Perfil 3	<ul style="list-style-type: none"> - Són els estudiants que tenen coneixements sobre Àlgebra i/o Programació. - Tenen experiència professional. - Tenen un alt grau d'autonomia.

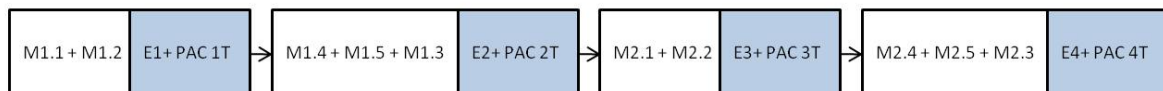
Taula 6.1: Perfils d'estudiants habituals de Lògica.

En aquesta línia de treball i amb l'objectiu de crear itineraris formatius adaptatius, es proposa inicialment dissenyar tres itineraris formatius anomenats Turing, Russell i Gödel, que organitzen i seqüencien els continguts i activitats, com mostra la Figura 6.2.

ITINERARI RUSSELL



ITINERARI TURING



ITINERARI GÖDEL



Figura 6.2: Disseny dels tres itineraris formatius: Russell, Turing i Gödel.

Mantenint el contingut i el nombre d'activitats de l'assignatura inicial de Lògica cada itinerari conté diferents unitats didàctiques que contenen els mòduls didàctics i les activitats a realitzar. En canvi, la seqüència dels mòduls es treballa de manera

diferenciada a cada itinerari i les activitats estan elaborades d'acord a cada seqüència de treball o itinerari formatiu, essent també diferents i sempre avaluables.

Per tal de diferenciar els itineraris, s'ha anomenat cadascun d'ells segons personatges cèlebres de l'àrea de Lògica. D'aquesta manera, els estudiants no podran associar cada itinerari a diferents nivells d'aprenentatge i triar l'opció que creuen és la més senzilla. Anomenar als itineraris amb un ordre lògic (1, 2 ó 3; a, b ó c) suposaria que els estudiants associïn l'Itinerari 1 al més fàcil o, per contra, l'Itinerari 3 com el més difícil. És per això que s'ha obviat aquesta categorització mitjançant l'ús de noms representatius en l'àrea de Lògica.

El primer itinerari dissenyat és el Russell. Està dirigit a aquells estudiants que tenen uns coneixements previs suficients i, per tant, no necessiten obligatòriament d'una pràctica més constant per tal d'assimilar els diferents continguts. Els estudiants de l'Itinerari Russell corresponen al Perfil 1 i són els estudiants tipus pels quals es dissenya l'assignatura. El segon itinerari, Turing, està dissenyat per a aquells estudiants que necessiten un reforç addicional per anar progressant en l'assignatura. És per això que conté diferents exercicis que els ajudaran a practicar més. Aquest perfil d'estudiant s'associa al Perfil 2.

Finalment, el tercer itinerari, Gödel, treballa els mòduls d'una forma diferent, combinant la part sintàctica i semàntica de manera interrelacionada. Està dirigit principalment a estudiants repetidors que ja coneixen l'assignatura, o bé a estudiants amb una base sòlida d'Àlgebra o Programació. Els estudiants d'aquest itinerari corresponen al Perfil 3. En l'Itinerari Gödel, a diferència dels anteriors, no es contempla l'opció de realitzar exercicis addicionals. La correspondència entre els tres itineraris i els continguts que es treballen amb els tres perfils d'estudiants és representa a la Figura 6.3:

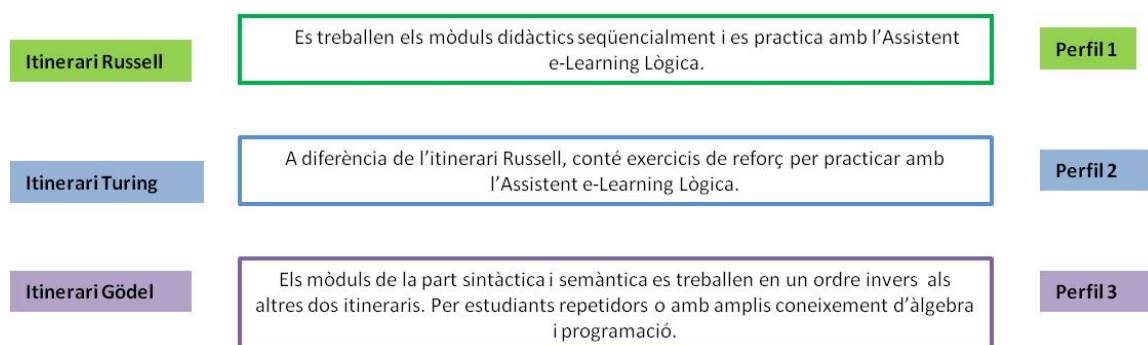


Figura 6.3: Correspondència d'itineraris, continguts i perfils d'estudiants de Lògica.

Els tres itineraris descrits anteriorment treballen els mateixos mòduls didàctics i

proposen diferents PACs a realitzar. La seqüència de treball i les activitats a realitzar són diferents en funció de cada itinerari formatiu. En el primer itinerari, els estudiants han de realitzar únicament les PACs i practicar opcionalment amb l'*Assistent e-Learning Lògica*, mentre que en el segon itinerari, a més de realitzar cada PAC, han de realitzar un conjunt d'exercicis obligatoris amb l'*Assistent e-Learning Lògica*. En aquest segon itinerari formatiu, la qualificació final de la PAC esdevé la nota obtinguda entre la resolució de la PAC més els exercicis realitzats. Finalment, en el tercer itinerari, els estudiants hauran de realitzar únicament les PACs que determina el consultor, sense necessitat de treballar amb l'*Assistent e-Learning Lògica*. En aquest darrer itinerari, donat que els mòduls es treballen en un ordre diferent, les PACs a realitzar són bastant diferents de les activitats dels anteriors itineraris formatius. En qualsevol cas, el objectius i competències a assolir són les mateixes per tots els estudiants, independentment de l'itinerari formatiu que es cursi i tots ells hauran de realitzar el mateix examen final.

En l'assignatura de Lògica, abans d'aquesta prova pilot, tots els estudiants havien de realitzar el mateix itinerari formatiu, però ara tenen l'opció de realitzar un dels tres itineraris formatius dissenyats. És per això que és especialment important recomanar i assignar a cada estudiant l'itinerari que més s'ajusta al seu perfil. Per tant, és important crear un primer punt de decisió que permeti realitzar aquesta assignació d'estudiants. Aquest primer punt de decisió és ubicat a l'inici de l'acció formativa i és el resultat del test inicial. Els estudiants són assignats a un dels itineraris mitjantçant la realització d'un test inicial que conté diferents tipus de preguntes relacionades amb els coneixements previs i el contingut de l'assignatura. El resultat del test inicial determinarà el perfil de cada estudiant i es recomanarà cursar un itinerari formatiu concret dels tres, Turing, Russell o Gödel.

6.3.1 L'adaptació dels itineraris

Una vegada dissenyats els itineraris formatius, cal decidir els camins de formació que serà possible realitzar entre els diferents itineraris. Cal decidir quan es pot produir l'adaptació al llarg del semestre i quan es podrà canviar d'itinerari. Això implica dissenyar tots els camins possibles, per tal d'acabar validant només aquells camins que seran òptims i coherents a nivell educatiu. La Figura 6.4 mostra els possibles canvis entre els 3 itineraris creats a l'assignatura de Lògica.

Definir els possibles canvis d'itinerari que podrà fer un estudiant implica obtenir

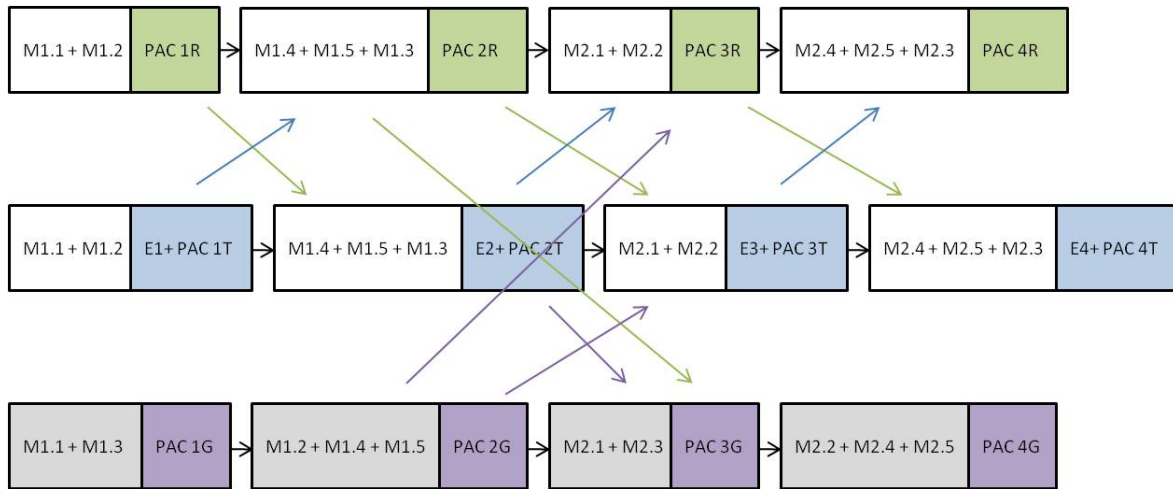


Figura 6.4: Possibles canvis d'itinerari.

nous itineraris. Tot i que inicialment s'han dissenyat tres itineraris formatius, quan s'introdueix l'adaptació sorgeix la possibilitat de canviar d'itinerari i, conseqüentment, sorgeixen nous camins de formació. Si es defineixen tots els possibles itineraris es poden arribar a dissenyar més de vint itineraris pels estudiants matriculats a Lògica. Cada possible canvi d'itinerari crea nous itineraris formatius i cal valorar realment quins d'ells tenen sentit en l'assignatura, descartant així tots aquells que no són coherents a nivell formatiu.

Si es dissenyen els itineraris en base a les unitats de treball que s'empraran a IMS-LD, es tindrà la correspondència mostrada en la Figura 6.5. Cada conjunt de mòduls i PAC s'aglutinen formant una unitat de treball. Així, el conjunt de Mòdul 1.1 i Mòdul 1.2 més PAC 1R formen la Unitat 2. La resta de mòduls i PACs s'organitzen amb la mateixa granularitat i es generen les 12 unitats mostrades (de la Unitat 2 a la Unitat 12).

A l'hora de crear itineraris formatius adaptatius cal valorar quins itineraris són realment viables. Com s'ha descrit al Capítol 2, una manera de treballar-ho és mitjançant punts de decisió. És a dir, definint quants canvis d'itinerari són possibles i fixant quan ho seran. En aquest treball es considera com a punts de decisió la valoració i feedback de cada activitat d'aprenentatge de Lògica i, conseqüentment, es tindran tres moments en que l'estudiant podrà canviar d'itinerari. El canvi d'itinerari sempre es produirà en funció del resultat obtingut en una activitat i, per tant, al finalitzar cada unitat s'ubica un punt de decisió. Segons la qualificació obtinguda a cada activitat es podrà realitzar un o altre camí. Per tant, els possibles itineraris a dissenyar són els de la Figura 6.6.

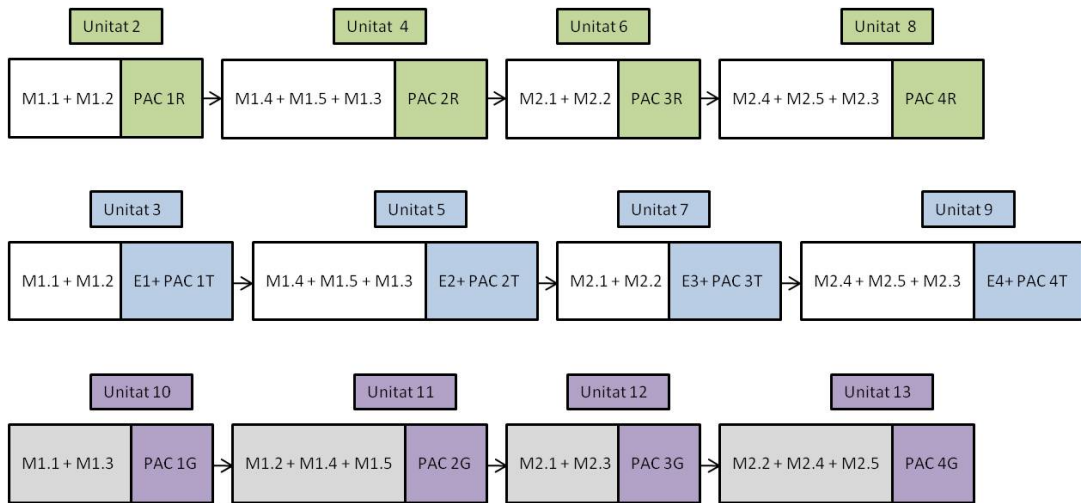


Figura 6.5: Correspondència d'unitats.

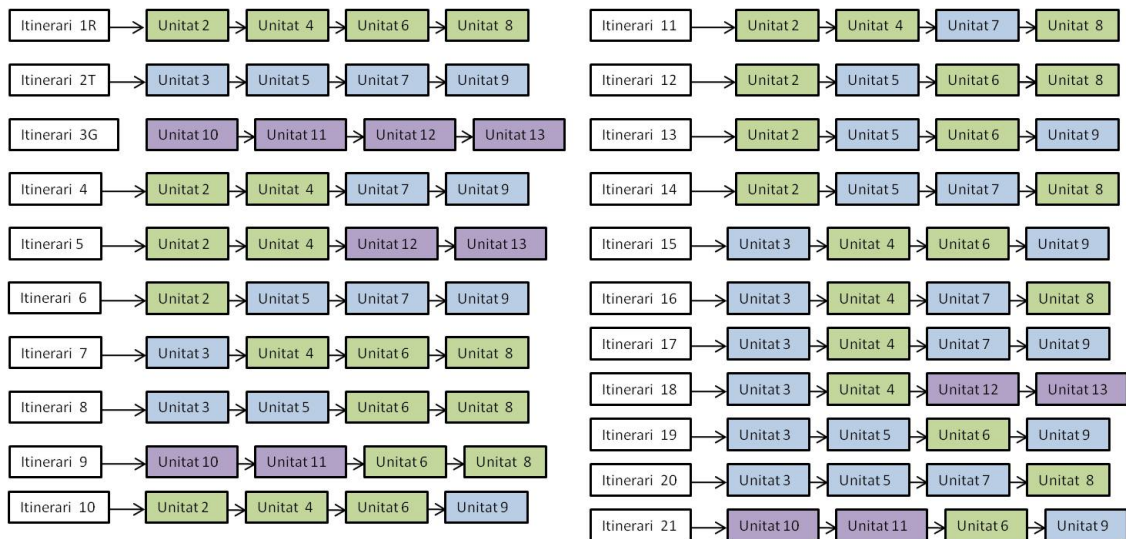


Figura 6.6: Itineraris formatius possibles sorgits de l'adaptació.

Donada la gran quantitat d'itineraris formatius que poden sorgir al fomentar l'adaptació formativa, es proposa treballar amb el professor de Lògica per tal de seleccionar els itineraris que siguin coherents a nivell formatiu i tinguin sentit en el conjunt de l'assignatura. Els continguts de Lògica i les competències a treballar determinaran quins itineraris són coherents, permetent realitzar una primera selecció d'itineraris a descartar. Per tant, en funció del criteri i expertesa del professor es podrà acotar el nombre d'itineraris ideals versus els possibles.

Una altra qüestió important que sorgeix al fomentar l'adaptació és quants canvis

d'itinerari podrà realitzar un estudiant durant el curs. Si ja s'han descartat els itineraris que no són coherents, ara caldrà valorar quantes vegades podrà canviar d'itinerari un estudiant per analitzar els itineraris restants. Per exemple, per a un estudiant que hagi seguit un itinerari concret durant tot el curs, no tindrà sentit que canviï d'itinerari en la darrera unitat; per tant, cal limitar aquest possible canvi a priori i eliminar els itineraris que permetin aquesta opció. D'aquesta manera es descartaran també altres itineraris.

Tenint en compte aquestes qüestions que sorgeixen al fomentar l'adaptació formativa, cal conjugar els punts de decisió i quan es donen, per tal de dissenyar només aquells itineraris que es consideren rellevants en el procés d'ensenyament-aprenentatge, reduint així el nombre d'itineraris que es podrà oferir en una assignatura com Lògica. Després de realitzar aquest procés, els itineraris finals que podrà fer un estudiant seran els nou itineraris representats a la Figura 6.7.

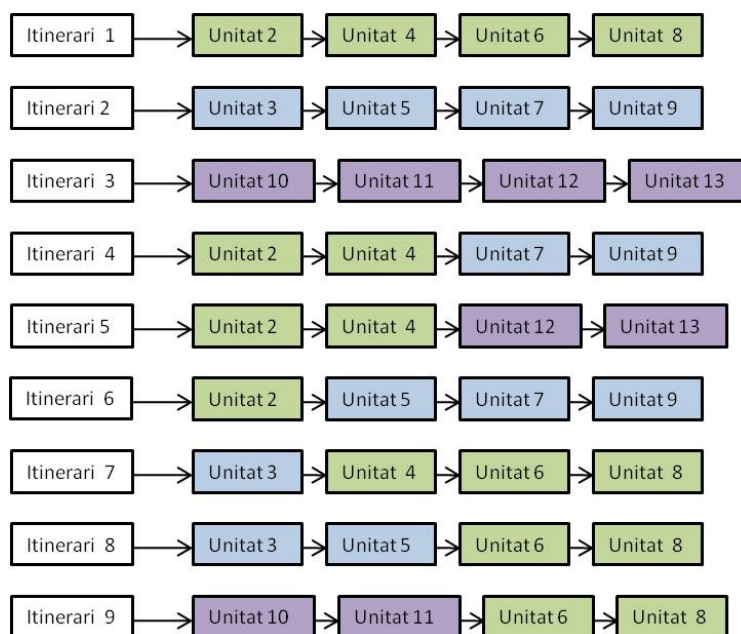


Figura 6.7: Itineraris finals.

Una vegada descartats els itineraris no vàlids, l'estudiant només visualitzarà els tres itineraris plantejats inicialment (Itinerari 1: Russell, Itinerari 2: Turing, Itinerari 3: Gödel) amb les possibles combinacions sense veure desenvolupats (en l'eina d'itineraris) els sis itineraris més que són possibles (Figura 6.8).

L'estudiant podrà deduir els sis itineraris sorgits al fomentar l'adaptació, però no els visualitzarà igual que els tres itineraris principals, ja que el seu itinerari depèn del

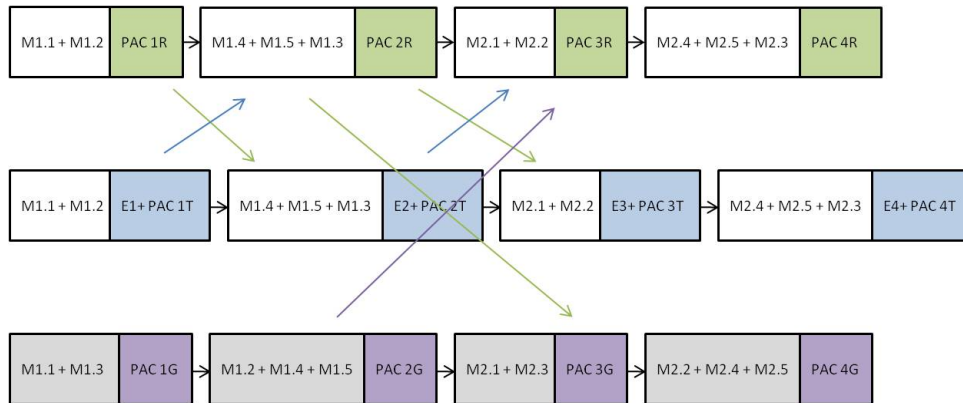


Figura 6.8: Mapa d'itineraris visibles per l'estudiant.

seu procés d'aprenentatge i del resultat que va obtenint a cada unitat. Per exemple, la Figura 6.9 mostra el proper pas a realitzar per un estudiant que hagi tret una bona qualificació de la PAC 1 a l'itinerari Turing i el proper pas d'un estudiant que hagi tret una qualificació baixa a l'itinerari Russell. D'aquesta manera, ambdós estudiants són recomanats a fer un canvi d'itinerari, ja que les properes activitats a realitzar són més adients segons el procés d'aprenentatge previ. Si els estudiants obtenen una altra qualificació se'ls recomana seguir cursant el mateix itinerari formatiu. Aquí és on es produeix l'adaptació i els itineraris formatius es van ajustant al treball i resultats de l'estudiant.

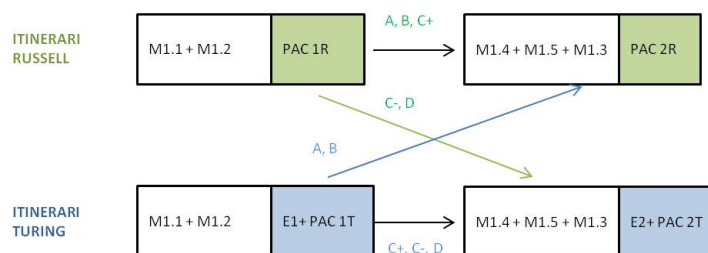


Figura 6.9: Procés d'adaptació.

Per tant, l'itinerari que anirà obtenint l'estudiant dependrà del seu procés formatiu i de la selecció de cada unitat de treball en els diferents itineraris proposats. En qualsevol cas, l'itinerari final serà un dels nou mostrats en la Figura 6.7.

6.3.2 Els punts de decisió

Per a què es produeixi l'adaptació en els diferents itineraris formatius i poder realitzar els canvis d'itineraris dissenyats, s'han d'ubicar diferents punts de decisió al llarg l'assignatura. Els punts de decisió són d'especial rellevància ja que determinaran l'itinerari de formació que podrà fer l'estudiant i estan lligats estretament amb els canvis de 'rol estudiant' que l'eina executarà externament per canviar o mantenir a l'estudiant en un itinerari. La concreció dels punts de decisió amb IMS-LD és un dels treballs clau, ja que mitjançant el nivell B de l'especificació s'han d'aplicar les condicions i propietats necessàries per a que s'executin els punts de decisió en funció de les qualificacions dels estudiants, i és on l'estudiant tindrà l'opció de triar un itinerari.

En aquest sentit, el test inicial de Lògica ubicat a la unitat 1 (com va succeir al cas de Criptografia) esdevé un punt de decisió molt important. És el primer punt on s'hauran d'aplicar les condicions i propietats de nivell B que permeten assignar els estudiants als diferents itineraris formatius que s'han dissenyat a l'assignatura de Lògica.

Inicialment tots els estudiants de Lògica estan assignats a l'itinerari Russell, ja que és l'itinerari que conté el test inicial (Unitat 1) i tindran assignat per defecte el 'rol estudiant 1'. Quan l'estudiant realitzi el test inicial, mitjançant el nivell B d'IMS-LD s'aplicaran les condicions que actuaran sobre les respostes obtingudes, per tal de recomanar als estudiants la següent unitat de treball d'un itinerari formatiu concret dels tres inicials. Per tant, el primer punt de decisió queda ubicat al finalitzar la Unitat 1 (Figura 6.10).

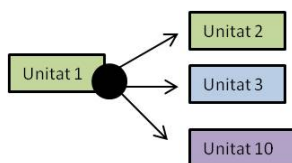


Figura 6.10: Primer punt de decisió que permet assignar estudiants a itineraris.

Posteriorment, una vegada s'ha realitzat la recomanació d'itinerari, l'estudiant ha de decidir quin itinerari comença a cursar. Quan realitzi la tria, el seu 'rol estudiant' serà actualitzat i podrà visualitzar la unitat de treball de l'itinerari triat.

A partir de la Unitat 1, per a que els itineraris formatius dissenyats siguin adaptatius, s'han d'introduir diferents punts de decisió durant el curs per poder reassignar els estudiants als diferents itineraris. Donat que l'estudiant pot canviar d'itinerari al fina-

litzar una unitat, inicialment es proposa incloure un punt de decisió al finalitzar cada unitat de treball, excepte per algunes d'elles per la pròpia estructuració del contingut. A la Figura 6.11 es mostren els diferents punts de decisió marcats amb un punt negre a partir de la Unitat 1.

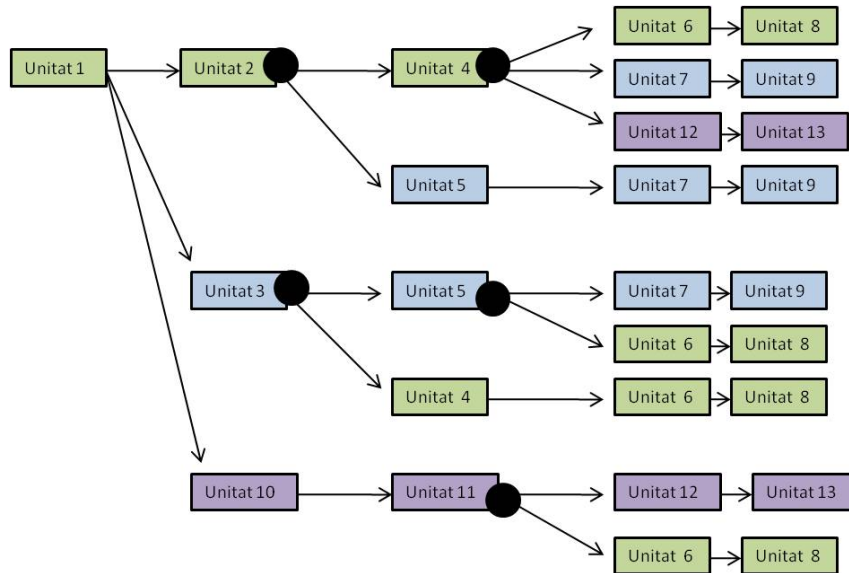


Figura 6.11: Ubicació dels punts de decisió després de la Unitat 1 (test inicial).

La introducció de més punts de decisió indica quan podrà canviar d'itinerari formatiu l'estudiant, adaptant-se l'eina al procés d'aprenentatge que va realitzant. Que els punts indiquin que l'estudiant pot canviar d'itinerari no vol dir que sigui recomanat o obligatori, només és una opció possible. L'estudiant decideix en tot moment si segueix la recomanació que li proporciona l'eina.

Donada l'especificitat de l'assignatura de Lògica i com s'han organitzat els continguts i les activitats, s'ha establert que l'estudiant podrà fer, com a màxim, tres canvis d'itinerari. El primer d'ells, com ja s'ha comentat, serà si s'escau pel seu perfil l'assignació d'itinerari per recomanació del test inicial (Unitat 1). El segon i tercer canvis només seran possibles en un dels altres punts de decisió ubicats on mostra la Figura 6.11. És per això que depenent de l'itinerari que cursi un estudiant, trobarà dos o tres punts de decisió al llarg del procés d'aprenentatge.

En les unitats on no hi ha ubicat un punt de decisió, l'estudiant no tindrà opció de realitzar un canvi d'itinerari, ja que no s'ha dissenyat aquesta possibilitat seguint el criteri docent del professor. Per tant, aquesta opció queda eliminada sense inserir un punt de decisió i l'estudiant haurà de seguir cursant el mateix itinerari formatiu.

En funció dels punts de decisió ubicats a les unitats es tindran dues classes d'itineraris. El primer tipus només conté dos punts de decisió i el segon tipus conté tres. A continuació es detallen els diferents tipus d'itineraris en funció del nombre de punts de decisió:

- Itinerari tipus 1 amb dos punts de decisió: Són els itineraris ressaltats en la Figura 6.12. En el primer cas, el primer punt de decisió està ubicat a la Unitat 1 (test inicial) i el segon a la Unitat 2. En el segon cas, el primer punt de decisió està ubicat a la Unitat 1 (test inicial) i el segon a la Unitat 3. En el tercer i quart cas, el primer punt de decisió està ubicat a la Unitat 1 (test inicial) i el segon a la Unitat 11. Per tant, en els itineraris on s'han ubicat dos punts de decisió, l'estudiant podrà canviar dues vegades d'itinerari.

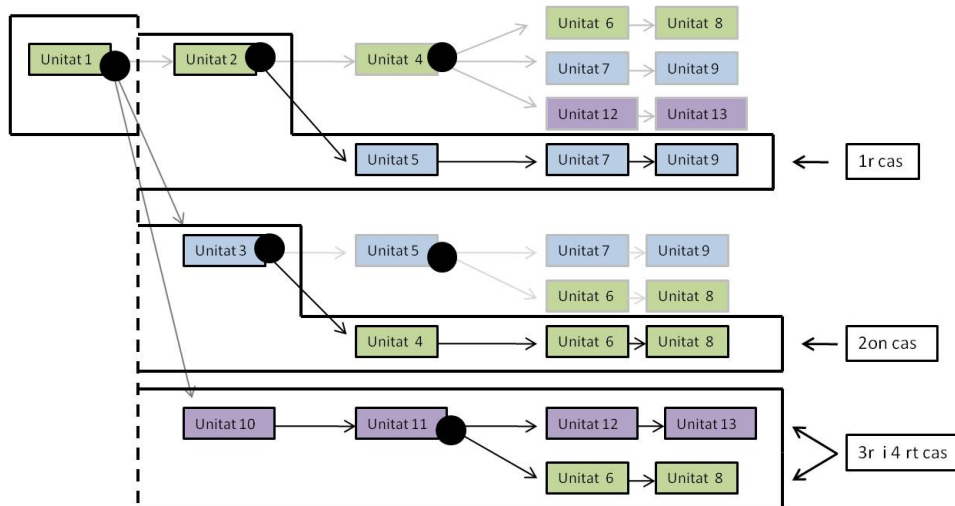


Figura 6.12: Itineraris amb dos punts de decisió.

- Itinerari tipus 2 amb tres punts de decisió: Són els itineraris ressaltats en la Figura 6.13. En tots ells el primer punt de decisió continua essent el test inicial (Unitat 1). El segon (Unitat 2, 3 i 11) i tercer (Unitat 4 i 5) punts de decisió estan ubicats al llarg dels itineraris i dependrà de la segona unitat que realitzi. Per tant, en els itineraris on s'han ubicat tres punts de decisió, l'estudiant podrà canviar tres vegades d'itinerari.

Des d'aquest punt de vista es tindrà un total de 23 punts de decisió¹ entre els itineraris de tipus 1 i de tipus 2 i, per tant, en funció del procés d'aprenentatge de

¹Es compta el punt de decisió, tantes vegades com apareix a cada itinerari

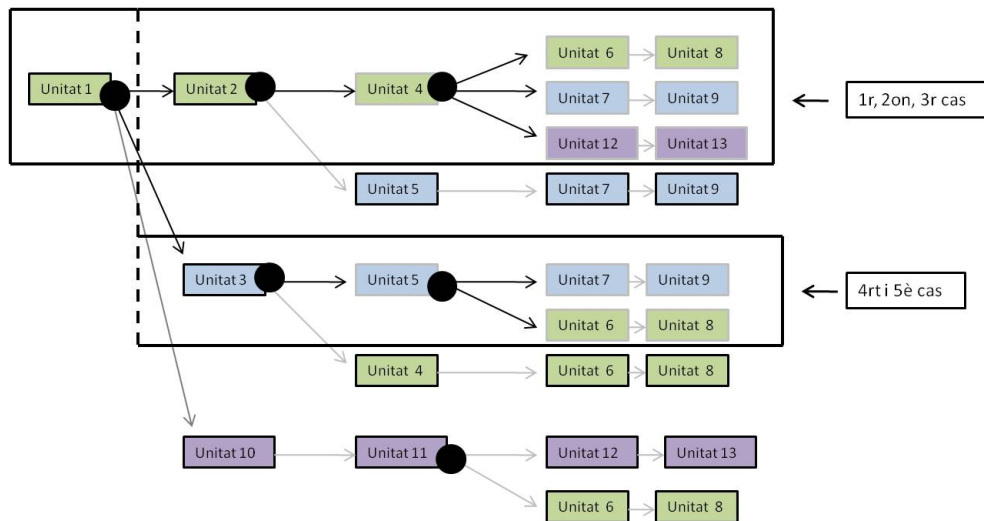


Figura 6.13: Itineraris amb tres punts de decisió.

l'estudiant i de la seva tria en els punts de decisió, anirà descartant o obrint nous itineraris de formació.

L'estudiant és sempre qui decideix l'itinerari que vol cursar en funció de les possibles opcions que li planteja l'eina d'itineraris, però cal tenir en compte que a cada punt de decisió els itineraris poden anar variant en funció de l'opció que tria l'estudiant. Això implica que, es poden anar limitant o obrint nous itineraris en funció de la tria realitzada. Per exemple, en un itinerari amb tres punts de decisió, l'estudiant té tres moments en què pot escollir un itinerari concret. Si en el primer punt de decisió l'estudiant no escull un itinerari, s'assignarà automàticament per defecte a l'itinerari inicial. Això implica que quan accedeixi a la nova unitat de treball ja s'haurà desactivat l'opció de triar itinerari (punt de decisió) i, per tant, no podrà tornar enrere per triar. En canvi, en els propers punts de decisió, i en funció dels seus resultats, podrà triar entre els nous possibles itineraris.

Donat que els itineraris formatius han estat dissenyats per oferir a l'estudiant la màxima adaptació de l'assignatura al seu procés d'aprenentatge mitjançant la interacció amb l'eina, és especialment rellevant que l'estudiant vagi triant el seu camí de formació en els diferents punts de decisió. D'aquesta manera, l'itinerari que realitzi s'haurà anat adaptant constantment en funció del seu procés d'aprenentatge. Si l'estudiant no realitza cap tria en els diferents punts de decisió, l'eina d'itineraris li proporciona igualment un itinerari formatiu. En aquest darrer cas, no es produeix cap adaptació. Per aquest motiu es recomana especialment a l'estudiant interactuar en els punts de

decisió.

A priori i independentment del nivell d'interacció de l'estudiant amb l'eina, una vegada passat el primer punt de decisió, el camí realitzat per l'estudiant pot ser el més adient pel seu procés d'aprenentatge, ja que inicialment se l'assigna a l'itinerari que més s'ajusta al seu perfil. Al llarg del curs, l'execució dels diferents punts de decisió ubicats a les unitats seran sempre dependents del treball que fa l'estudiant i de la seva tria durant l'assignatura i és per això que cap estudiant es podrà trobar en un itinerari incorrecte pel seu procés i podrà seguir el treball de Lògica. L'eina d'itineraris sempre recomanarà a l'estudiant el camí més adient en funció de les seves qualificacions a cadascuna de les unitats i, per tant, l'adaptació dels itineraris al seu procés d'aprenentatge és pràcticament contínua gràcies als punts de decisió.

6.4 Implementació dels itineraris formatius adaptatius amb IMS-LD

En el Capítol 4 d'aquest treball s'han descrit els criteris que es poden aplicar en el procés d'aprenentatge per a dissenyar i crear itineraris formatius seguint IMS-LD. En aquest apartat es descriuen els criteris adoptats i les seves implicacions amb IMS-LD per a la creació d'itineraris formatius adaptatius a Lògica. Per tant, una vegada realitzat el disseny conceptual dels itineraris formatius, cal traspasar aquesta informació a l'especificació d'IMS-LD i començar a treballar amb l'eina d'edició ReCourse. Seguint l'especificació i els requeriments explicitats anteriorment, es comença a treballar amb el nivell A i amb el nivell B.

El primer pas a realitzar és descriure cada itinerari formatiu dissenyat anteriorment com una entitat *play* d'IMS-LD diferent, que segons defineix l'especificació s'executen en paral·lel i de manera independent (Figura 6.14). Per tant, es dissenyaran tres *plays* o *itineraris*. Cada itinerari conté 4 unitats de treball (o *acts*), excepte l'itinerari Russell que contindrà 5 unitats, que funcionaran de manera seqüencial. És a dir, fins que una unitat no està completada, no es podrà accedir a la següent.

En base a un nivell de granularitat baix, s'agrupen diferents elements en un mateix acte o unitat de treball. En els actes o unitats estan incloses les diferents parts dels mòduls didàctics i les activitats avaluable relacionades amb aquests (Figura 6.15).

Seguint IMS-LD i tenint en compte la tipologia d'activitats que es realitzen a Lògica, es poden distingir activitats d'aprenentatge avaluable i, també, activitats estructura-

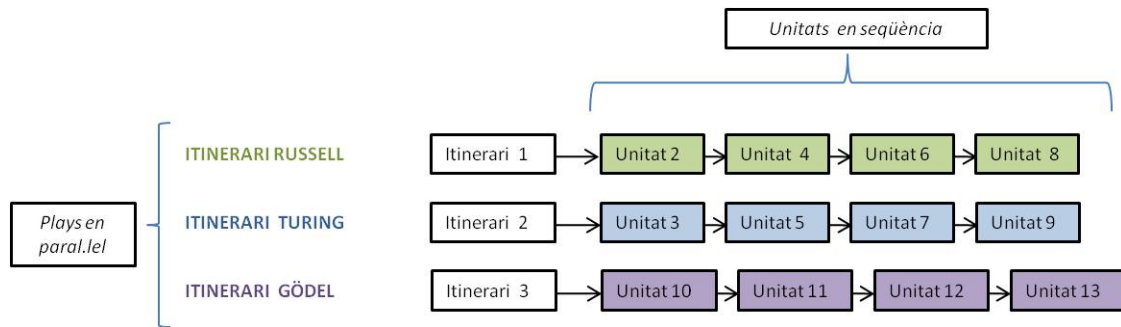


Figura 6.14: Disseny d'itineraris amb IMS-LD.

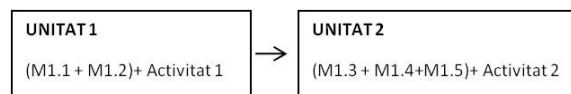


Figura 6.15: Mòduls i activitats en una mateixa unitat.

des que incloguin activitats de suport. Tot i així, les activitats que es dissenyaran seran únicament les activitats d'aprenentatge avaluables (PACs), donat que la seva qualificació i feedback permet adaptar el procés d'aprenentatge proposant la realització dels diferents itineraris. Per tant, per a la creació d'itineraris formatius adaptatius amb IMS-LD, només es treballen les activitats d'aprenentatge. La resta d'activitats que es realitzen amb l'*Assistent e-Learning Lògica* no es dissenyen amb IMS-LD, però el seu resultat es tindrà en compte per emetre una valoració global de cada unitat de treball.

6.4.1 Creació dels itineraris formatius adaptatius

Seguint el nivell A de l'especificació, es creen els diferents itineraris formatius dissenyats a Lògica. Es creen les unitats didàctiques de cada itinerari amb els mòduls corresponents i les activitats associades. Conseqüentment, s'han dissenyat els nou itineraris formatius amb un total de 13 unitats de treball i 12 PACs associades.

Posteriorment, treballant també amb el nivell A de l'especificació, s'han creat diferents rols d'estudiants. Seguint les possibilitats que ofereix l'especificació i la descripció realitzada a l'apartat 4.1.5, el "rol estudiant" s'especifica com mostra la Figura 6.16. Donat que a Lògica es parteix de tres tipus diferents de perfils d'estudiants, es dissenyen tres "rol estudiant" diferents que corresponen a cada itinerari (Figura 6.17). D'aquesta manera es crea un "rol estudiant 1" per l'itinerari Russell, un "rol estudiant 2" per l'itinerari Turing i un "rol estudiant 3" per l'itinerari Gödel.

Tal i com ja s'ha comentat anteriorment, al fomentar l'adaptació van sorgir més

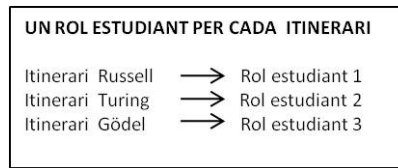


Figura 6.16: Assignació de “rols estudiants” per itineraris.



Figura 6.17: Correspondència de 'rol estudiant' amb cada itinerari.

itineraris i es van seleccionar un total de 6 itineraris formatius que es sumen al 3 existents. Si als tres itineraris existents s'assigna un “rol estudiant” concret es replica el mateix procediment per especificar els rols dels sis itineraris restants. D'aquesta manera s'especifica amb IMS-LD (nivell A) un total de nou “rol estudiant”, assignant cada “rol estudiant” a un itinerari concret (Figura 6.18).

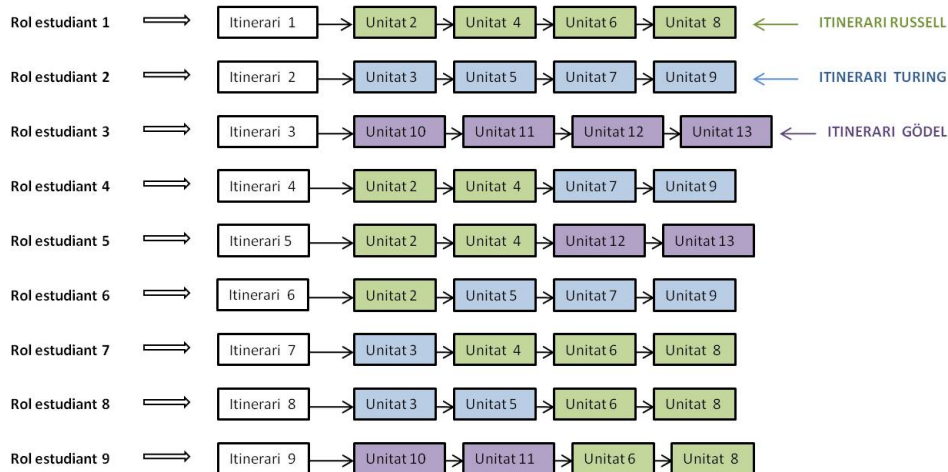


Figura 6.18: Especificació de “rol estudiant” per cada itinerari formatiu.

Una vegada realitzat el disseny dels itineraris i els possibles “rol estudiant” amb el nivell A d'IMS-LD, es procedeix a treballar amb el nivell B de l'especificació per tal d'aplicar els diferents punts de decisió ubicats als tres itineraris formatius inicials i fomentar l'adaptació formativa entre la totalitat d'itineraris finals creats a Lògica. La creació dels punts de decisió es realitza amb el nivell B d'IMS-LD i permet establir les condicions i propietats necessàries per recomanar a un estudiant el seu itinerari

formatiu en funció del treball realitzat.

En el disseny conceptual dels itineraris formatius de Lògica, la majoria de punts de decisió estan ubicats al finalitzar una unitat de treball i és on el consultor emet la qualificació resultant de cada activitat avaluable. El funció del resultat s'han d'aplicar les condicions de nivell B que aniran determinant l'itinerari formatiu que farà durant el curs.

A partir de la nota introduïda pel consultor s'utilitzen els condicionants per mostrar la recomanació per canviar d'itinerari o mantenir-s'hi. El procés per fer-ho és el següent:

1. A cada activitat avaluable on s'emet la qualificació es creen les possibles recomanacions que es poden fer als estudiants.
2. Cada recomanació està ubicada dintre d'un divisor que té un nom de classe. Per exemple que el divisor per "recomanació qualificació A" contingui el text de "tria l'itinerari Russell" o que el divisor "recomanació qualificació C" contingui el text "tria l'itinerari Turing".
3. Per cada qualificació possible s'afegeix una condició que s'encarregui de mostrar el divisor corresponent a aquella qualificació i ocultar la resta de divisors.

Conseqüentment, per exemple, si un estudiant obté una nota A s'executa la condició adient que mostra la qualificació d'A (Figura 6.19) i també recomana la tria de l'itinerari adient.

```
if(nota=='A') then  
  
  show ('recomanació qualificació A')  
  hide ('recomanació qualificació B')  
  hide ('recomanació qualificació C-')  
  ...  
  
end
```

Figura 6.19: Condició aplicada.

Per a que qualsevol estudiant pugui canviar d'itinerari (o *play*) durant el seu procés de formació s'ha de produir un canvi, del "rol estudiant" assignat inicialment al "rol estudiant" corresponent al nou itinerari formatiu. Per defecte, l'especificació IMS-LD no permet realitzar aquest canvi d'itinerari (o *play*) i, per tant, no es pot realitzar un canvi de "rol estudiant" en temps d'execució com s'ha previst idealment. Aquesta és

una de les principals limitacions d'IMS-LD, ja que això implica que no es pot realitzar un canvi d'itinerari i no es produeix l'adaptació. Per salvar aquesta limitació es treballa amb l'eina d'execució d'IMS-LD. Com es veurà tot seguit, el canvi d'itinerari es pot produir mitjançant l'eina d'execució que permet realitzar el canvi del “rol estudiant”.

El canvi de 'rol estudiant' es produirà externament a l'eina d'itineraris mitjançant l'eina d'execució CopperCore. CopperCore incorpora un programa de comandes *clicc* que ens permet realitzar el canvi de rol (i conseqüentment d'itinerari), en temps d'execució. El procés intern que fa l'eina d'execució CopperCore per canviar el “rol estudiant” es mostra, a través de 4 passos, a la Figura 6.20:

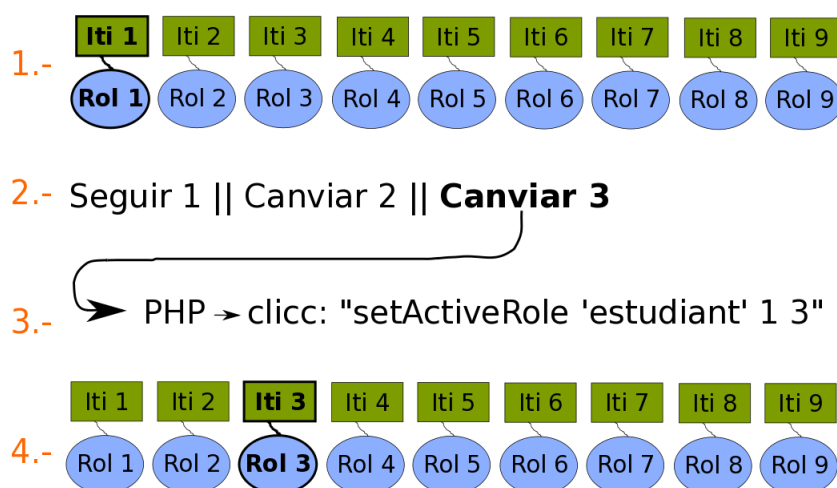


Figura 6.20: Procés de canvi de “rol estudiant”.

- Al pas 1 es poden apreciar els 9 itineraris i els 9 rols que poden tenir assignats. Es ressalta en negreta, el rol actual de l'estudiant i el seu itinerari assignat (Rol estudiant 1, Itinerari 1).
- Al pas 2 es detalla les opcions que se li mostren a l'estudiant una vegada ha realitzat el test inicial: seguir amb l'itinerari 1, canviar a l'itinerari 2 o canviar a l'itinerari 3; en aquest cas selecciona canviar a l'itinerari 3.
- Al pas 3 es veu com al seleccionar l'estudiant a “Canviar 3” es crida a l'script PHP que s'encarrega d'executar la comanda a l'entorn *clicc* del CopperCore, per canviar el rol actiu de l'estudiant.

- Al pas 4 es mostra el nou rol estudiant actiu i, per tant, el nou itinerari assignat (Rol estudiant 3, Itinerari 3) .

Conseqüentment, treballant amb l'eina d'execució es pot salvar aquesta limitació d'IMS-LD i es pot canviar als estudiants d'itinerari (*play*).

Una vegada realitzat el canvi d'itinerari, l'estudiant haurà de visualitzar la primera unitat corresponent per començar a treballar. Per tal de que l'estudiant pugui visualitzar aquesta nova unitat, cal treballar de nou amb les condicions i propietats de nivell B pròpies de l'especificació IMS-LD. Fer que la nova unitat estigui disponible implica, també, donar per fetes les anteriors unitats de l'itinerari al què s'incorpora. D'aquesta manera només tindrà visible la nova unitat a treballar i les anteriors constaran com a fetes. Per aconseguir aquestes dues accions amb el nivell B s'apliquen les següents propietats i regles:

- Per una banda, s'aplica una propietat global personal per a cada unitat de treball i una propietat per cada activitat o PAC. Aquestes propietats tindran valor zero mentre estiguin sense completar.
- Per l'altra banda, a cadascuna de les unitats i activitats es defineixen dues regles de compleció, que fan que: quan la unitat i l'activitat es completi, la propietat global/personal tingui valor 1; i que quan es completin, s'estableixi el valor 1.

D'aquesta manera, s'aconsegueix que quan un estudiant completa una unitat o una activitat, totes les que tinguin el mateix nom de cada itinerari i que tinguin assignades aquestes regles per la mateixa propietat quedin completades. En aquest moment l'estudiant ja tindrà visible la unitat del nou itinerari i podrà començar a treballar els diferents mòduls didàctics per continuar posteriorment amb la PAC associada.

6.4.2 Determinació de l'itinerari formatiu

Amb l'objectiu de determinar l'itinerari formatiu inicial de cada estudiant, al principi de Lògica tots els estudiants han de realitzar un test inicial que permetrà obtenir el seu perfil i assignar-los a la corresponent unitat d'un dels tres itineraris. Per tal que tots els estudiants realitzin el test inicial, el primer itinerari (Russell) conté una unitat amb el test inicial com activitat (Unitat 1), i tots els estudiants estan assignats inicialment a aquest itinerari amb el "rol estudiant 1". Per tant, el test inicial, els 3 itineraris i els "rol estudiant" corresponents, queden representats a la Figura 6.21:

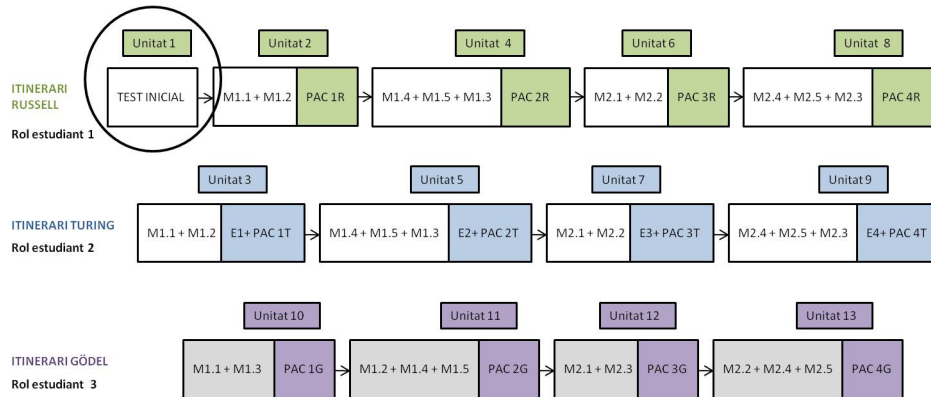


Figura 6.21: Test inicial ubicat a l'itinerari Russell.

En funció del resultat del test inicial (Unitat 1), que és el primer punt de decisió on s'apliquen les condicions i propietats de nivell B d'IMS-LD, els estudiants seran reassignats a l'itinerari que més s'ajusta al seu perfil (Figura 6.22).

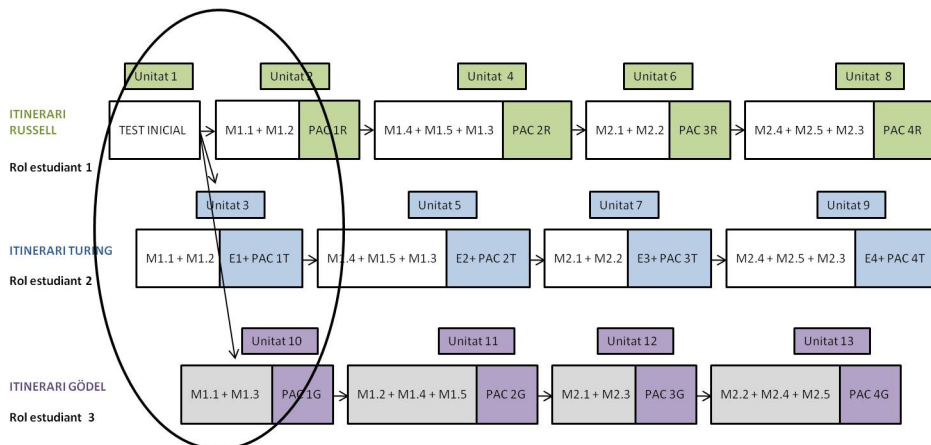


Figura 6.22: Reassignació d'itinerari.

Des del punt de vista d'IMS-LD la reassignació al nou itinerari es realitzarà mitjançant un canvi de “rol estudiant” i per tant, l'estudiant canviarà de “rol estudiant 1” al rol assignat al seu itinerari (per exemple “rol estudiant 2” si canvia de Russell a Turing). Com s'ha comentat anteriorment, aquest canvi de rol es realitzarà mitjançant l'eina d'execució i el seu programa de comandes (*click*).

Una vegada reassignat d'itinerari i per tant, canviat si cal, al nou “rol estudiant”, es farà visible la propera unitat de treball (Unitat 2, Unitat 3 o Unitat 10) mitjançant l'aplicació del nivell B d'IMS-LD. La Figura 6.23 mostra la unitat de treball que ha de fer un estudiant assignat a un dels tres itineraris.

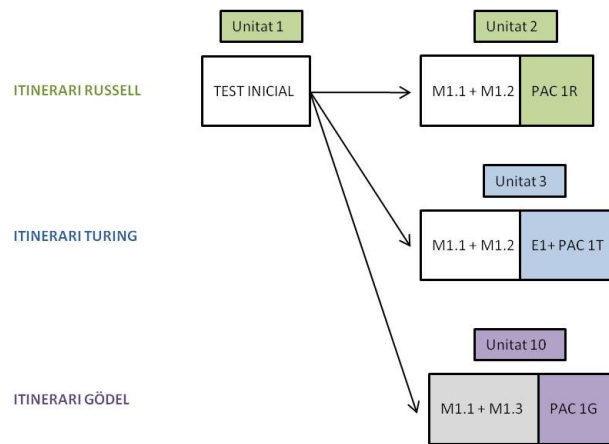


Figura 6.23: Unitat de treball per l'itinerari Russell, Turing o Gödel.

En funció del resultat obtingut en aquesta unitat (qualificació) es dóna un punt de decisió on s'apliquen les condicions de nivell B i, l'eina d'itineraris recomanarà a l'estudiant mantenir-se on està o bé realitzar un canvi d'itinerari. Les següents possibles unitats de treball que podrà fer un estudiant assignat a qualsevol dels tres itineraris són les següents unitats 4, 5 i 11 (Figura 6.24). Com es pot apreciar, al fomentar l'adaptació han sorgit dos dels sis possibles itineraris de formació nous (Itineraris 6 i 7 de la Figura 6.24). Aquests itineraris només els podran fer els estudiants que hagin realitzat la Unitat 2 o bé la Unitat 3.

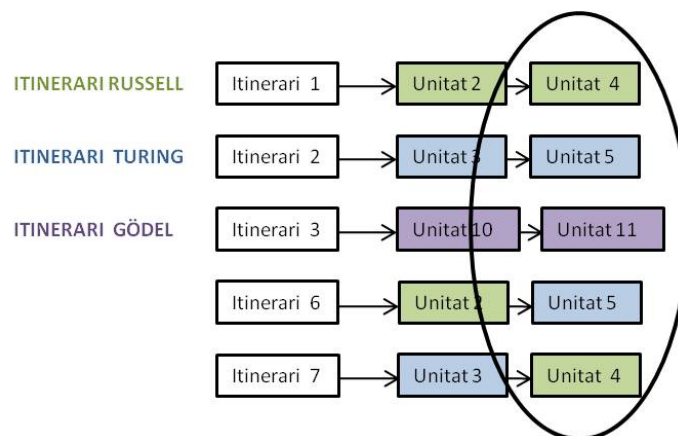


Figura 6.24: Següents unitats de treball possibles.

Com succeeix en el test inicial i, per exemple en el cas de l'itinerari Russell, quan es finalitza la Unitat 2 (nou punt de decisió), s'emet una qualificació i una recomanació d'itinerari. Si l'estudiant tria canviar d'itinerari, canvia també de "rol estudiant"

seguint el procés descrit anteriorment. Quan es produeix el canvi de rol, es farà visible la nova unitat de treball de l'altre itinerari (Figura 6.25). Si no canvia d'itinerari i es manté on està, no es produirà un canvi de rol i, per tant, es farà visible la propera unitat del propi itinerari (Figura 6.26).

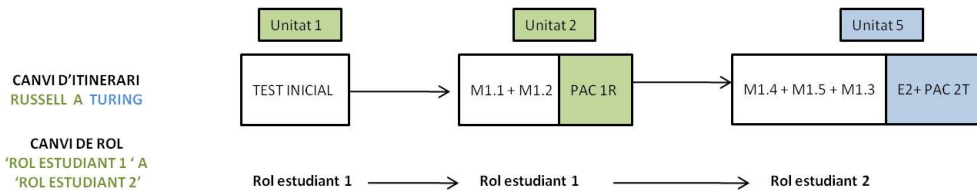


Figura 6.25: Següent unitat de treball d'un itinerari diferent.

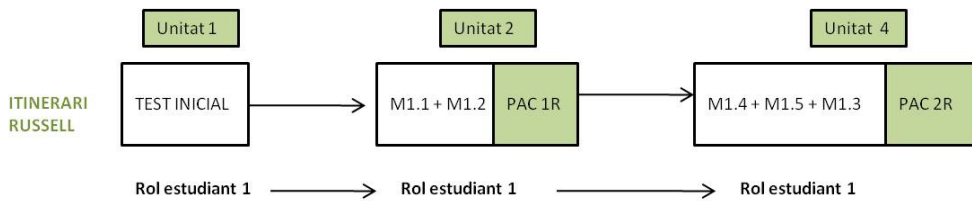


Figura 6.26: Següent unitat de treball d'un mateix itinerari.

D'aquesta manera quan l'estudiant tria un itinerari, només veurà la següent unitat de treball, descartant així les altres possibles unitats (Figura 6.27).

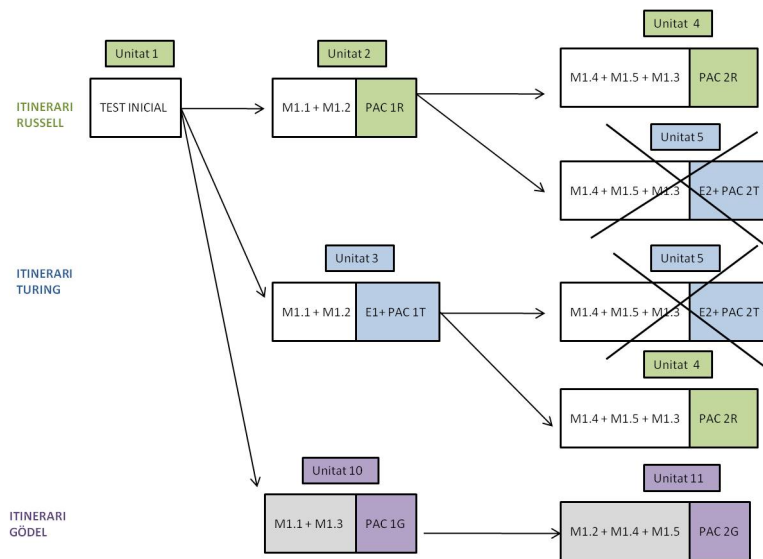


Figura 6.27: Unitats descartades.

En el cas de l'itinerari Gödel l'estudiant no tindrà opció de canviar d'itinerari (donat que no s'ha ubicat un punt de decisió) fins la finalització de la unitat 11 i, per tant, després de realitzar la Unitat 10 només tindrà l'opció de realitzar la unitat 11. Com s'ha comentat anteriorment, aquest itinerari ha estat organitzat invertint l'ordre de la part semàntica i sintàctica dels continguts de Lògica. Aquests continguts es treballen de manera interrelacionada i, tal i com s'ha organitzat l'itinerari no es permet canviar fins finalitzar la Unitat 11 corresponent a Gödel. Conseqüentment en aquest itinerari no es realitzarà un canvi d'itinerari (Figura 6.28).

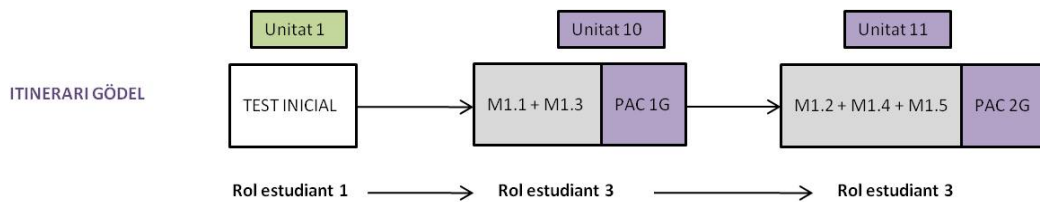


Figura 6.28: Següent unitat de treball de l'itinerari Gödel.

Quan tots els estudiants situats en les Unitats 4, 5 i 11 de cada itinerari finalitzen el treball amb la seva respectiva unitat i el consultor emet la qualificació i feedback de l'activitat corresponent, de nou, es recomanarà a cada estudiant la següent unitat de treball en funció del treball realitzat i la qualificació obtinguda (Figura 6.29).

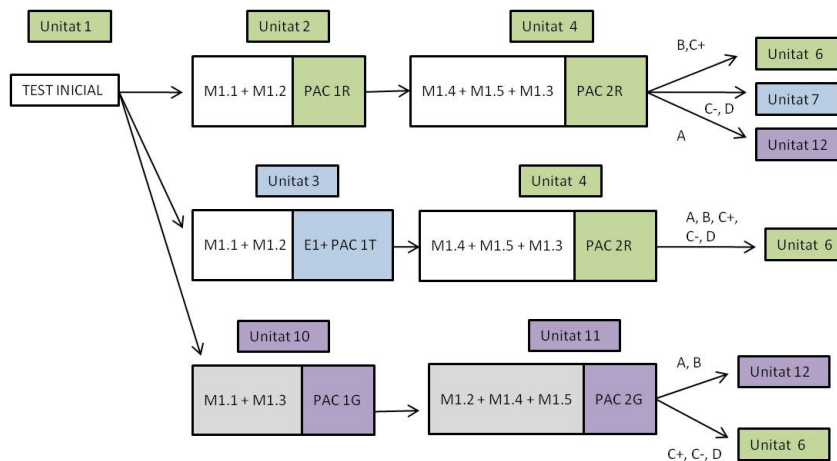


Figura 6.29: Properes unitats possibles de treball.

Una vegada realitzada la recomanació de treball, l'estudiant podrà seguir la recomanació o decidir fer una altra unitat de les que són possibles. Com va succeir des del principi, a mida que l'estudiant va triant, va descartant possibles itineraris. En

funció de la decisió de l'estudiant s'haurà de produir un canvi de “rol estudiant” per tal de canviar a l'estudiant d'itinerari. La Figura 6.30 indica els rols que poden adoptar a cada unitat de treball tant si es mantenen en l'itinerari actual com si decideixen canviar.

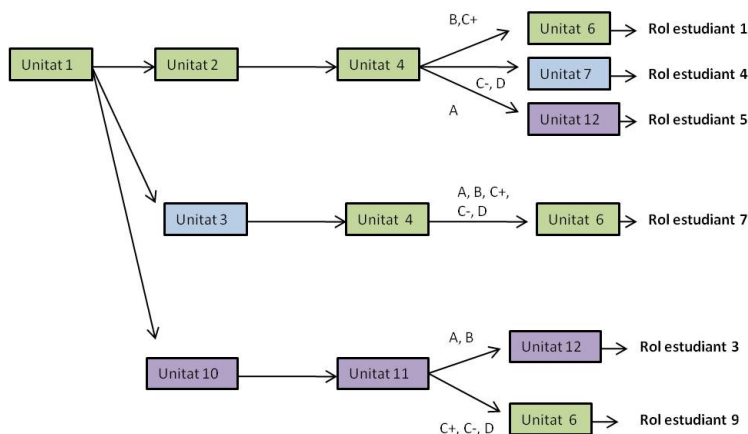


Figura 6.30: Possibles “rol estudiant” si l'estudiant es canvia o manté d'itinerari.

Finalment quan els estudiants finalitzen la penúltima unitat de treball ja no es permet realitzar cap canvi d'itinerari (independentment de l'itinerari que s'estigui cursant o de la qualificació obtinguda), ja que de la manera en que estan organitzats els continguts i les activitats careix de sentit realitzar un darrer canvi al finalitzar l'assignatura. Arribats a aquest punt, la unitat de treball final, serà la darrera del mateix itinerari per tots els estudiants (Figura 6.31). En el pas de la penúltima a la última unitat de treball donat que no es produirà cap canvi d'itinerari no hi haurà cap canvi de “rol estudiant” i, per tant, els estudiants continuaran amb el mateix rol assignat a la penúltima unitat.

L'estudiant pot veure en tot moment en quin punt es troba i l'itinerari que està realitzant mitjançant un diagrama indicatiu ubicat a l'eina. Conseqüentment, l'estudiant anirà realitzant el seu itinerari formatiu en funció dels resultats obtinguts a cada unitat de treball de l'assignatura i veurà on es va trobant. Al finalitzar totes les unitats dels diferents itineraris i segons el procés que haurà fet a cada unitat, haurà realitzat un dels 9 possibles itineraris. També haurà canviat de “rol estudiant” tantes vegades com hagi canviat d'itinerari formatiu o s'hagi permès el canvi. La Figura 6.32 mostra les possibles unitats que se li han recomanat a l'estudiant en funció de les seves qualificacions durant el curs.

Per tant, l'estudiant obté el seu propi itinerari formatiu, ja sigui un dels tres prin-

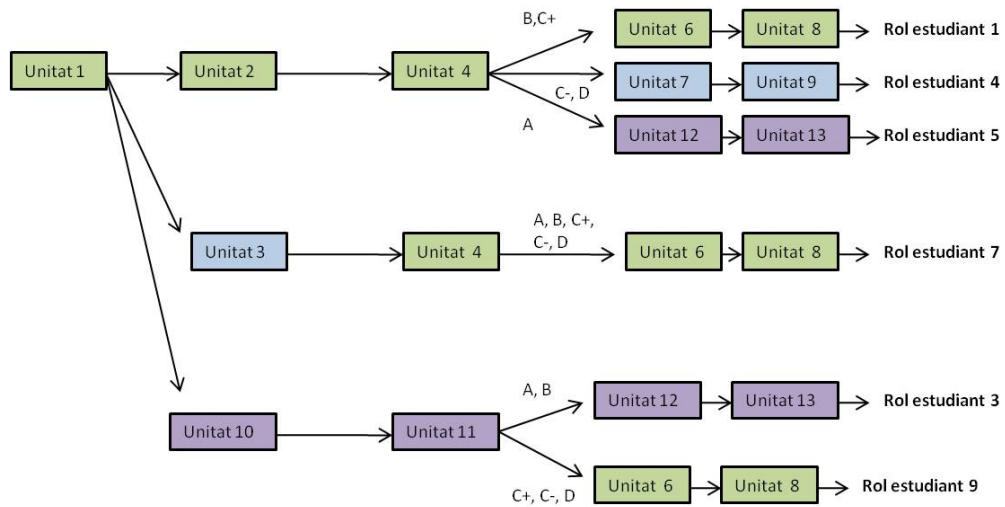


Figura 6.31: Darrera unitat de treball de tots els itineraris sense canvi de "rol estudiant".

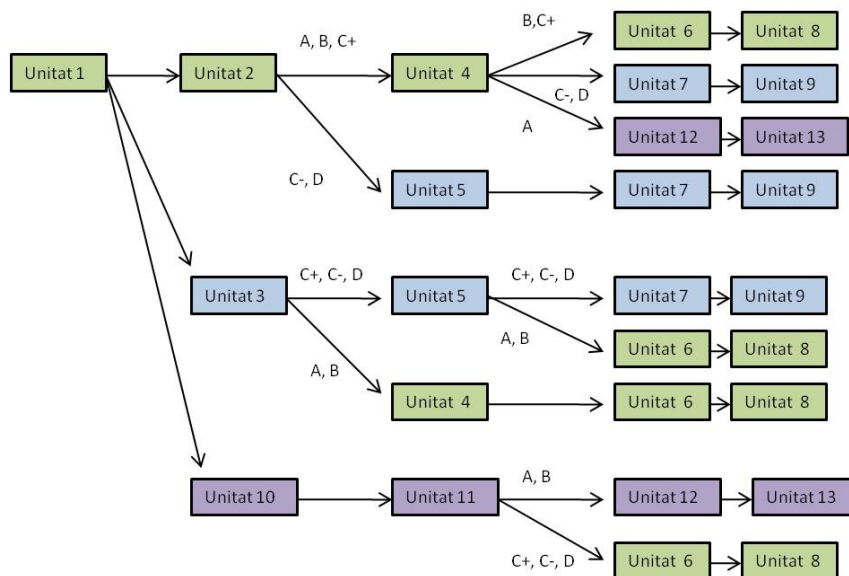


Figura 6.32: Unitats recomanades en funció de la qualificació i feedback.

cipals dissenyats inicialment, o bé qualsevol dels altres que hagi sorgit al fomentar l'adaptació formativa. L'estudiant haurà realitzat un dels itineraris definits (descrits anteriorment a la Figura 6.7).

6.4.3 Disseny i creació del test inicial

Tenint en compte les característiques de l'assignatura de Lògica i els coneixements bàsics que es recomanen tenir a l'inici de l'assignatura, s'ha dissenyat un test inicial en base a tres blocs de preguntes, per tal d'obtenir la màxima informació del perfil d'estudiant (veure Apèndix C.3). Tot seguit es descriu breument cada bloc:

1. El primer bloc de preguntes fa referència a informació general sobre l'estudiant; si és repetidor, quants semestres porta a la universitat, programa en que està matriculat, etc.
2. El segon bloc de preguntes fa referència a la seva experiència professional, als seus coneixements i competències sobre matemàtiques i programació.
3. Finalment, en el tercer bloc, es van formular algunes preguntes claus sobre els propis continguts de Lògica per tal de saber si tenen un nivell de coneixements equivalent a batxillerat.

El test inicial està format per un total de 12 preguntes, algunes obertes i d'altres tancades, que l'estudiant pot respondre fàcilment en uns minuts. L'objectiu d'elaborar un test breu és que tots els estudiants el puguin respondre sense interrupcions i que sigui senzill (sense necessitat de respondre moltes preguntes o molt elaborades), per obtenir un perfil d'estudiant i poder assignar a cada estudiant l'itinerari més adient al seu perfil.

En funció de les respostes obtingudes en les diferents preguntes del test inicial l'estudiant és assignat inicialment a un dels tres itineraris proposats: Turing, Russell o Gödel. El test inicial ens permet tipificar als estudiants i obtenir el nombre d'estudiants que hi ha a cada tipus de perfil. Obtenint, consegüentment, el perfil d'estudiant s'assignen automàticament a un itinerari concret. Posteriorment i, en funció del resultat obtingut en les diferents activitats, l'estudiant tindrà la possibilitat de mantenir-se en el mateix itinerari o bé canviar a un altre itinerari formatiu més ajustat al seu procés d'aprenentatge.

Per crear el test inicial, s'ha triat l'especificació IMS-QTI perquè és una especificació interoperable amb IMS-LD i, la mateixa especificació, el cita com a complement per desenvolupar activitats tipus test. IMS-QTI permet definir diferents tipus de preguntes: obertes, tancades, de múltiple resposta; i per tant, ens permet crear el test inicial que s'ha dissenyat prèviament, de forma completament interoperable amb IMS-LD, amb

l'eina d'edició ReCourse i l'eina d'execució del CopperCore. Mitjançant IMS-QTI i IMS-LD, s'apliquen les *condicions* que permeten:

1. definir perfils d'estudiants en funció de les respostes obtingudes i, per tant,
2. assignar als estudiants a un dels tres itineraris definits;
3. assignar un rol d'estudiant determinat i,
4. mostrar la primera i/o següent unitat de treball.

És important destacar que abans de realitzar el test inicial, s'informarà als estudiants dels possibles itineraris que podran cursar i en què consisteix cadascun d'ells. De la mateixa manera mitjançant el pla docent de Lògica, s'ha incorporat tota la informació per a que estigui disponible durant el curs i l'estudiant la pugui consultar quan ho consideri.

Una vegada dissenyat el test inicial es comença a treballar amb l'eina d'edició ReCourse per elaborar el test inicial amb IMS-QTI. En primer lloc es crea una *Test Activity* (Figura 6.33):

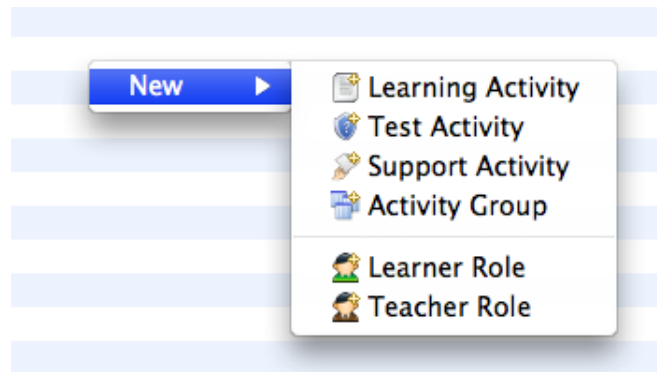


Figura 6.33: Creació d'una activitat tipus test amb ReCourse.

A la finestra de diàleg s'assigna l'activitat tipus test a tots els "rols estudiant" (Figura 6.34). Seguidament es mostra una nova finestra que permet introduir, una a una, totes les preguntes del test inicial (Figura 6.35). En aquest moment es pot triar el tipus de resposta que es vol proporcionar (resposta múltiple, resposta única, camp obert de resposta, etc).

Quan ja s'han creat totes les preguntes del test inicial i s'han assignat als "rols estudiant" existents, cal definir i aplicar les condicions i propietats que actuaran sobre

Figura 6.34: Assignació de rols al test inicial.

Figura 6.35: Introducció de preguntes i tipus de resposta.

les respostes obtingudes. L'aplicació del nivell B d'IMS-LD, com va succeir en el cas de Criptografia, permetrà recomanar a cada estudiant un itinerari formatiu en funció de les respostes obtingudes.

Seguint les pautes de resposta definides al test inicial (veure Apèndix C.1) es defineixen tres fases de treball amb les condicions i propietats. Cada fase descriu les condicions referents a les preguntes correctes i incorrectes, com es realitza el càlcul de la recomanació que es farà a l'estudiant i, finalment, es treballa com es mostra la recomanació de l'itinerari. Concretament es realitza el següent:

1. En primer lloc hi ha un grup de condicions anomenat “Enquesta_inicial_correctes_8_12” que s’encarrega de mirar el nombre de respostes correctes entre la pregunta 8 a la pregunta 12.

El grup està format per 5 condicions idèntiques que comparen el valor de la resposta amb el valor que és correcte (amb “imsld:is”) i, en cas de coincidir -si la resposta és la correcta- incrementa en un el valor de la propietat “enquesta_inicial_correctes_8_12” (utilitzant “imsld:change-property-value”, “imsld:sum” i “imsld:calculate”). Aquesta propietat serà utilitzada per les condicions que vénen a continuació de manera auxiliar.

2. En segon lloc hi ha un grup anomenat “Calcular recomanació enquesta inicial” que està format per tres condicions:

- si les respostes a les preguntes 8, 9, 10, 11 i 12 són correctes (“imsld:all” és utilitzat per obligar a que les condicions “imsld:is” hagin de ser certes en els 5 casos), es canvia la variable “Enquesta_inicial_recomana” al valor “1” (“imsld:change-property-value”).
- si el valor de la variable “Enquesta_inicial_correctes_8_12” que abans hem establert al nombre de respostes de la 8 a la 12 que són correctes és “1” (una sola pregunta correcta, es compara amb “imsld:is”), aleshores la variable “Enquesta_inicial_recomana” s’estableix a “3” (“imsld:change-property-value”).
- si la resposta a la pregunta 7 és correcta (“imsld:is”), la resposta a la pregunta 4 o a la pregunta 6 són correctes i la propietat “Enquesta_inicial_correctes_8_12” és major de “3” (“imsld:greater-than”) aleshores s’estableix la variable “Enquesta_inicial_recomana” a “1”.

3. Per tercer i últim pas, hi ha el grup de condicions que s’encarreguen de mostrar la recomanació adient en base a les propietats establertes anteriorment. S’anomena “Mostrar recomanació enquesta inicial” i consta de 4 condicions.

- La primera condició comprova si el valor de “Enquesta_inicial_recomana” és “0”, és a dir, el valor que té aquesta propietat per defecte (“imsld:is”). Si ho és, significa que no hi ha hagut cap recomanació i, per tant, que l’estudiant no ha realitzat l’enquesta. En aquest cas, s’encarrega de mostrar

el text del divisor “Enquesta_inicial_no_recomanat” (“imsld:show” per mostrar, “imsld:class” per seleccionar la classe del divisor HTML) i d'ocultar els divisors “Enquesta_inicial_recomana-1”, “Enquesta_inicial_recomana-2” i “Enquesta_inicial_recomana-3” (“imsld:hide” per amagar, “imsld:class” de nou per seleccionar la classe del divisor HTML).

- Les tres condicions següents són pràcticament idèntiques: mostren el divisor “Enquesta_inicial_recomana-1”, “Enquesta_inicial_recomana-2” o “Enquesta_inicial_recomana-3” i oculten la resta de divisors depenent de si el valor de “Enquesta_inicial_recomana” és “1”, és “2” o és “3”. De nou s'empren els tags “imsld:show” per mostrar, “imsld:hide” per ocultar i “imsld:class” per seleccionar el nom de la classe del divisor HTML.

A més, en els tres casos, també s'amaga l'activitat que correspon a l'enquesta, ja que significa que s'ha finalitzat. En comptes d'utilitzar “imsld:class”, en aquest cas, s'utilitza “imsld:learning-activity-ref” per fer referència a l'activitat d'aprenentatge a ocultar.

Com es pot observar s'han emprat diferents tipus de propietats i condicions que faran viable la recomanació de l'itinerari formatiu més adient a cada estudiant en funció de les respostes obtingudes. Una vegada creat el test inicial amb el IMS-QTI i IMS-LD, es procedeix a executar-lo amb l'eina d'execució CopperCore. L'estudiant visualitzarà el test inicial com es mostra a la Figura 6.36.

A partir d'aquest moment el test inicial ja està preparat per inserir-lo a l'aula virtual i els estudiants podran començar a respondre'l quan el consultor faciliti les indicacions pertinents.

6.5 Visualització de l'eina d'itineraris

Una vegada s'ha dissenyat i creat, tant el test inicial com els diferents itineraris formatius, l'estudiant visualitzarà l'eina d'itineraris des de l'inici del curs. Des del principi de l'activitat acadèmica podrà interactuar amb l'eina i realitzar en primer lloc el test inicial per ser assignat a un itinerari i, posteriorment realitzarà el seu itinerari formatiu de Lògica. En aquest apartat, a diferència dels anteriors, es descriu com l'estudiant visualitza l'eina d'itineraris des del procés inicial d'assignació al seu itinerari fins la producció de l'adaptació formativa del seu procés d'aprenentatge durant el curs.

Enquesta inicial

Description Learning Objectives Prerequisites Feedback Metadata

1

No ho sé

11.- Si no totes les persones no són fiables, aleshores ...:

Hi ha persones que són fiables

Hi ha persones que no són fiables

Totes les persones són fiables

No ho sé

12.- Un contraexemple d'una propietat és:

Un exemple de la propietat contrària

Un cas que no és un exemple de la propietat

La propietat contrària

Un cas en el que no es compleix la propietat

No ho sé

Enviar respostes

Figura 6.36: Botó únic per enviar tots les respostes del test inicial.

6.5.1 Visualització del test inicial

Una vegada creat el test inicial l'estudiant accedeix al test mitjançant un enllaç a l'eina d'itineraris que, a diferència del cas de Criptografia, ha estat inserit en l'aula virtual de Lògica, tal i es mostra a la Figura 6.37. Donat que és una prova pilot es situa a l'apartat de recursos de l'aula i serà accessible pels estudiants assignats a aquella aula virtual.

Quan l'estudiant accedeix al test inicial ja pot començar a respondre'l (Figura 6.38). Totes les seves respostes s'aniran enregistrant i quedaran emmagatzemades a la base de dades.

Al finalitzar el test inicial i en funció de les respostes indicades, l'eina d'itineraris recomana a l'estudiant l'itinerari més adient al seu perfil (Figura 6.39).

Tot i que l'eina d'itineraris recomana a l'estudiant quin itinerari ha de cursar, és finalment l'estudiant qui decideix quin itinerari vol començar a cursar. Per exemple, a la Figura 6.39, se li recomana a l'estudiant cursar l'itinerari Turing. En el mateix moment, se li ofereix la possibilitat de canviar d'itinerari i se li torna a proporcionar una breu descripció de cada itinerari per la seva tria. És a dir, per defecte no s'activa la recomanació automàticament sinó que el mateix estudiant l'ha de seleccionar.

Lògica aula 5 [Tornar a vista del consultor](#)

Comunicació

- Tauler general [21]
- Tauler [33]
- Fòrum [796]
- Participants de l'aula [1]

Planificació

2010 febrer

di	dm	dc	dj	dv	ds	dg
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

2010 març

di	dm	dc	dj	dv	ds	dg
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Activitats

Calendari semestral

Pla docent

Recursos

Materials i fonts

Assistent E-learning

Lògica

Eina d'itineraris

Avaluació

Liurament d'activitats

Notes aval. continuada

Notes finals

Planificació

Data	Títol	Esdeveniment
25	Setmana 0	Guia d'estudi
1	Setmana 1	Guia d'estudi
8	Setmana 2	Guia d'estudi
15	Setmana 3	Guia d'estudi
17	PAC 1	Inici
22	Setmana 4	Guia d'estudi
26	PAC 2	Inici
28	PAC 1	Liurament
29	Setmana 5	Guia d'estudi
29	PAC 1	Solució

Activitats d'avaluació continua

Títol	Enunciat	Lliurament	Solució	Nota
PAC 1	17/03/2010	28/03/2010	29/03/2010	-
PAC 2	26/03/2010	11/04/2010	12/04/2010	-
PAC 3	28/04/2010	09/05/2010	10/05/2010	-
PAC 4	19/05/2010	30/05/2010	31/05/2010	-

Figura 6.37: Accés a l'eina d'itineraris.

Enquesta inicial

Description Learning Objectives Prerequisites Feedback Metadata

1

8.- El cardinal d'un conjunt infinit és...

- El nombre exacte d'elements que té aquest conjunt
- El tamany aproximat que té el conjunt
- Infinit
- No ho sé

9.- Si és cert que "si P aleshores Q" i que "si Q aleshores T", també ha de ser cert que:

- T
- Si T aleshores P
- Si P aleshores T
- No ho sé

10.- La frase "Només si no bec alcohol conduexo" es pot formalitzar lògicament de la següent manera prenent les proposicions següents: P= "no bec alcohol", Q= "no conduexo".

- Si no Q aleshores P

Figura 6.38: Mostra d'algunes preguntes del test inicial.

6.5.2 Visualització dels itineraris: seguiment i adaptació.

Quan l'estudiant ha fet el test inicial i ha triat un itinerari concret (ja sigui el Russell, Turing o Gödell) se li mostrarà la nova unitat de treball que conté els mòduls didàctics i l'activitat que ha de treballar.

L'eina d'itineraris es visualitzarà com mostra la Figura 6.40. A la part superior de

Resultat enquesta

Description Learning Objectives Prerequisites Feedback Metadata

1

Gràcies per completar el test inicial!

A partir de les respostes indicades et recomanem cursar l'ITINERARI TURING.

[Vull triar l'itinerari RUSSELL.](#)

[Vull triar l'itinerari GÖDEL.](#)

[Vull triar l'itinerari TURING.](#)

Independentment de les recomanacions fetes al finalitzar el test inicial i, tal i com us hem anat comentant, podeu decidir lliurement quin itinerari voleu cursar.

Si no vols fer l'itinerari que et recomana el test inicial, únicament caldrà que triïs quin itinerari vols fer dels que es mostren a continuació en funció dels seus interessos en l'assignatura. Tingueu en compte les descripcions de cadascun d'ells i les recomanacions.

Els itineraris establerts són:

- Itinerari Russell: Treballareu els mòduls com indica la GES i podeu practicar amb l'assistent e-learning Lògica.
- Itinerari Turing: Treballareu els mòduls com indica la GES i podeu practicar amb l'assistent e-learning Lògica. A diferència de l'itinerari Russell, conté més exercicis per practicar amb l'assistent e-learning Lògica.
- Itinerari Gödel: Treballareu els mòduls de la part sintàctica i semàntica de manera relacionada com indica la GES i també podeu practicar amb l'assistent e-learning Lògica. Aquest itinerari el recomanem només per aquells de vosaltres que ja tingueu amplis coneixements dels continguts de Lògica.

Figura 6.39: Recomanació d'itinerari a l'estudiant.

l'eina l'estudiant veurà un diagrama que mostra la seva situació actual i el recorregut que ha realitzat fins aquest moment en color blau. A la part esquerra veurà un arbre de navegació de la unitat, que conté els recursos didàctics i les activitats a realitzar en aquesta unitat. Quan clica a l'enllaç de l'arbre d'activitats, automàticament apareix a la part central, els mòduls de treball i, quan finalitzi el treball amb els mòduls, haurà de clicar a *Finalitzar tasca*. Per qualsevol problema tècnic amb l'eina d'itineraris sempre tindrà visibles una adreça on dirigir-se per solventar el problema.

Quan finalitzi el treball amb els mòduls i premi el botó *Finalitzar tasca*, seguint el calendari acadèmic i la data prevista de publicació de PAC, tindrà accessible l'activitat a realitzar (PAC 1) en aquesta unitat. Tot i que l'estudiant finalitzi el treball amb els mòduls abans de la data prevista, no tindrà accessible l'activitat fins la data establerta en el calendari acadèmic. Atenent les dates del calendari quan l'enunciat sigui visible podrà ser descarregat en qualsevol dels format inclosos i també es podrà visualitzar des de l'eina d'itineraris (Figura 6.41).

Des de la publicació de l'activitat fins al seu lliurament els estudiants disposen del temps estipulat pel professor per realitzar la PAC. Seguint la data prevista de lliurament els estudiants envien la PAC realitzada al consultor per tal que l'avalui i tingui feedback sobre ella. El lliurament de la PAC es fa via la bústia actual del campus virtual de la UOC i per tant, fora de l'eina d'itineraris. Quan el consultor faci la correcció, introdueixi la seva qualificació i feedback sobre l'activitat a l'eina,

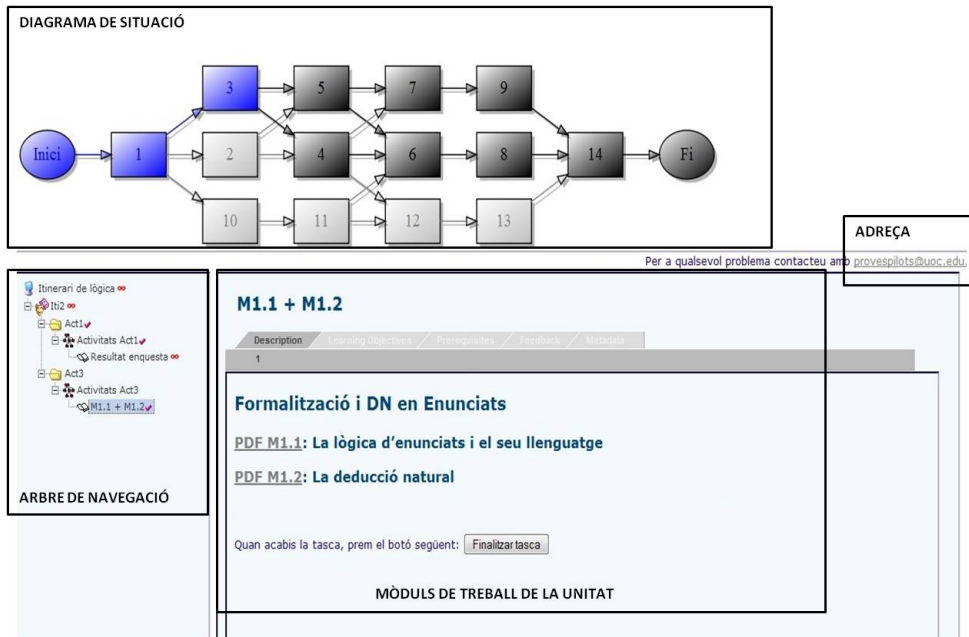


Figura 6.40: Contingut de la unitat de l'eina d'itineraris.

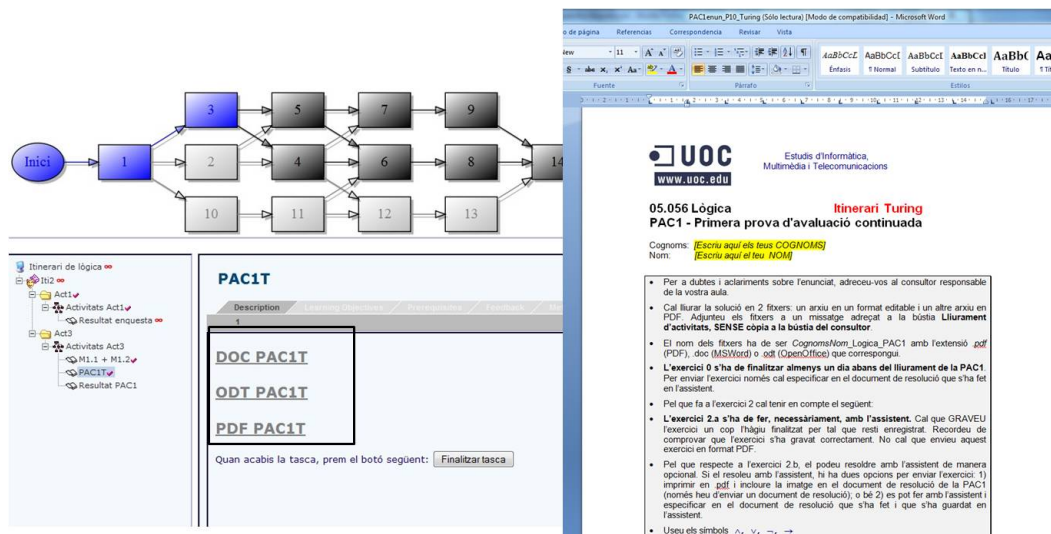


Figura 6.41: Visualització de la PAC 1.

l'estudiant tindrà visible la qualificació, feedback i una proposta de nova unitat de treball. Aquesta proposta indicarà i recomanarà a l'estudiant l'itinerari a treballar. En funció de la qualificació (punt de decisió establert) se li recomanarà continuar al mateix itinerari o bé, canviar d'itinerari (Figura 6.42). L'estudiant finalment triarà l'opció que considera més adient, dintre de les recomanacions donades.



Figura 6.42: Qualificació i recomanació d'itinerari.

En el cas de l'exemple mostrat (Figura 6.42), si l'estudiant decideix seguir les recomanacions de l'eina d'itineraris, seguirà realitzant el mateix itinerari que feia fins ara. Per tant, es farà visible i accessible la següent unitat de treball de l'itinerari Turing (Unitat 5) amb els seus mòduls didàctics. Així, la Figura 6.43 mostra d'una banda la nova unitat de treball amb els propers mòduls didàctics a treballar i, de l'altra, el camí que va fent l'estudiant en la part superior de la pantalla.

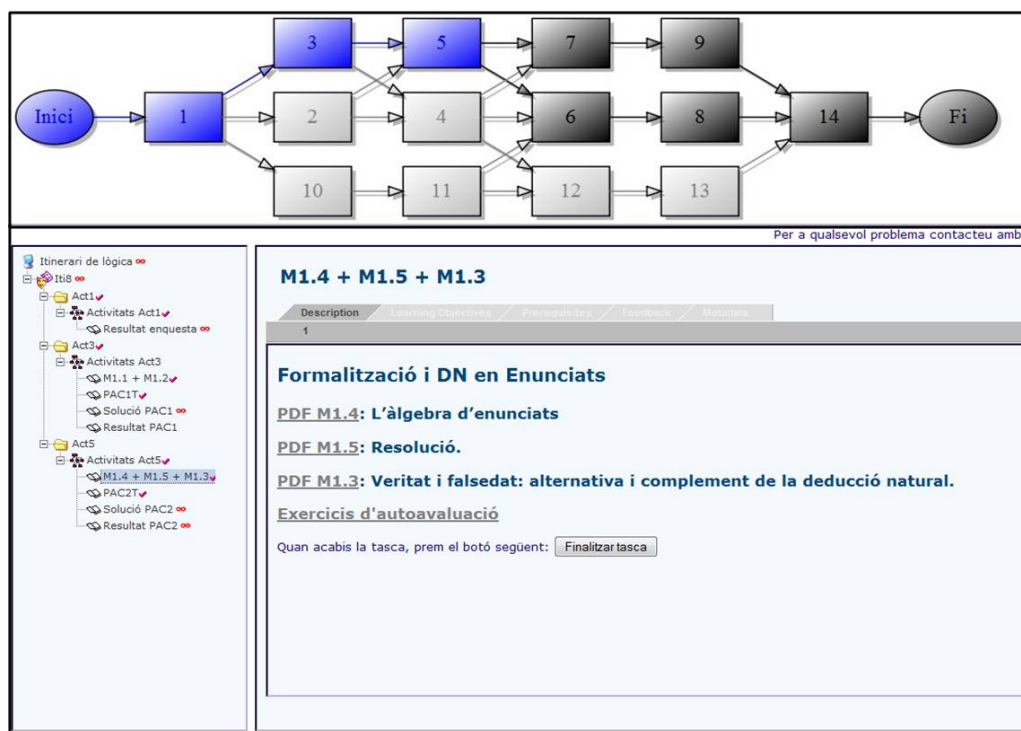


Figura 6.43: Següent unitat de treball de l'itinerari Turing.

Si l'estudiant decideix canviar d'itinerari, es farà visible i accessible la següent unitat de treball però només de l'itinerari triat. En aquest cas, donat que l'estudiant està situat a l'itinerari Turing, només podrà canviar a l'itinerari Russell. La Figura 6.44, mostra el canvi d'itinerari, havent-se produït externament a l'eina d'itineraris un canvi de "rol estudiant 2" a "rol estudiant 1" per poder canviar d'itinerari. Aquest

canvi de rol és sempre transparent l'estudiant i és el mecanisme de l'eina d'execució que permet realitzar el canvi d'itinerari de qualsevol estudiant, sense alterar la visió dels itineraris de la resta d'estudiants i fomentant, alhora, la formació adaptativa.

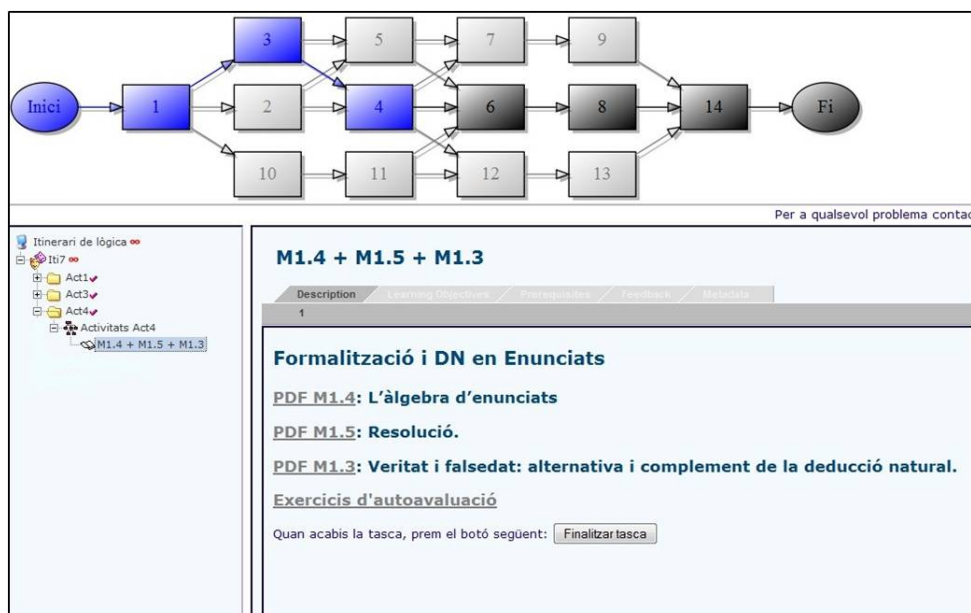


Figura 6.44: Següent unitat de treball, canviant de l'itinerari Turing a Russell.

Quan l'estudiant que estava situat a l'itinerari Turing (Figura 6.43) finalitzi la PAC 2 associada a la unitat i itinerari corresponent, es troba de nou amb una recomanació d'itinerari formatiu (punt de decisió). Com succeeix des de l'inici del curs podrà decidir seguir la recomanació de l'eina d'itineraris, tant per mantenir-se en el mateix itinerari com per canviar. La Figura 6.45 mostra la nova ubicació de l'estudiant si segueix el mateix itinerari que està cursant (Turing) i la nova unitat de treball (Unitat 7). La Figura 6.46 mostra la nova ubicació de l'estudiant si canvia d'itinerari (Turing a Russell) i la nova unitat de treball (Unitat 6).

Al finalitzar la PAC 3 associada a aquestes unitats (no hi ha punt de decisió), l'estudiant ja no té la possibilitat de canviar d'itinerari. Per tant, independentment del resultat obtingut en aquesta activitat, l'eina d'itineraris mostrarà directament la última unitat de treball. Aquesta darrera unitat de treball, contindrà els darrers mòduls didàctics i, també, la darrera activitat (PAC 4). Quan l'estudiant finalitzi l'activitat i el consultor l'avalui, obtindrà la qualificació de la PAC 4 i, finalment, la qualificació final d'avaluació continuada. Posteriorment haurà de realitzar l'examen final presencial que es simbolitza en el diagrama de situació com la unitat 14. La qualificació obtinguda en

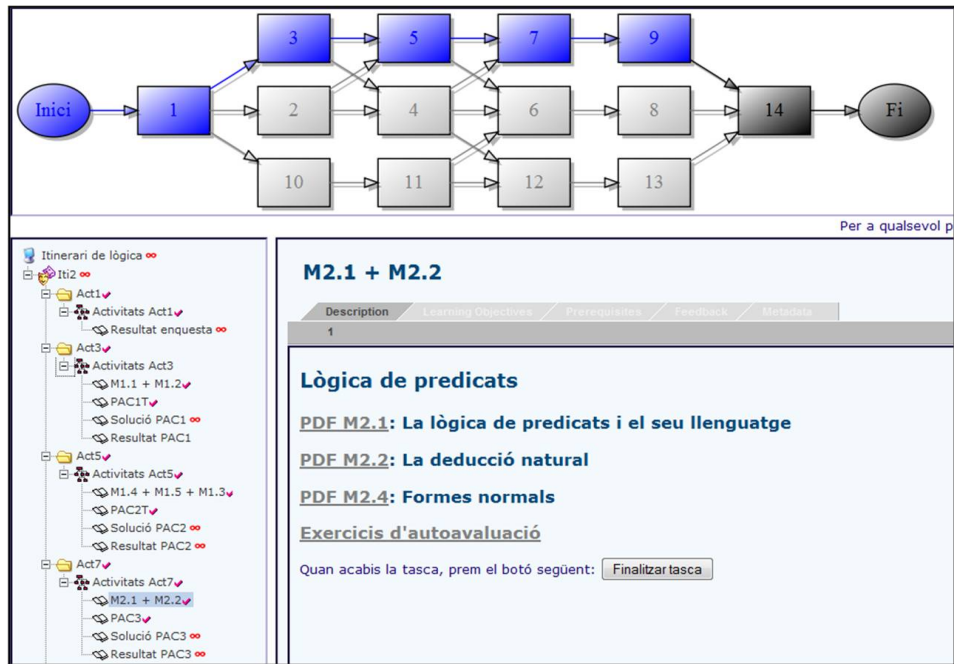


Figura 6.45: Següent unitat de treball l'itinerari Turing.

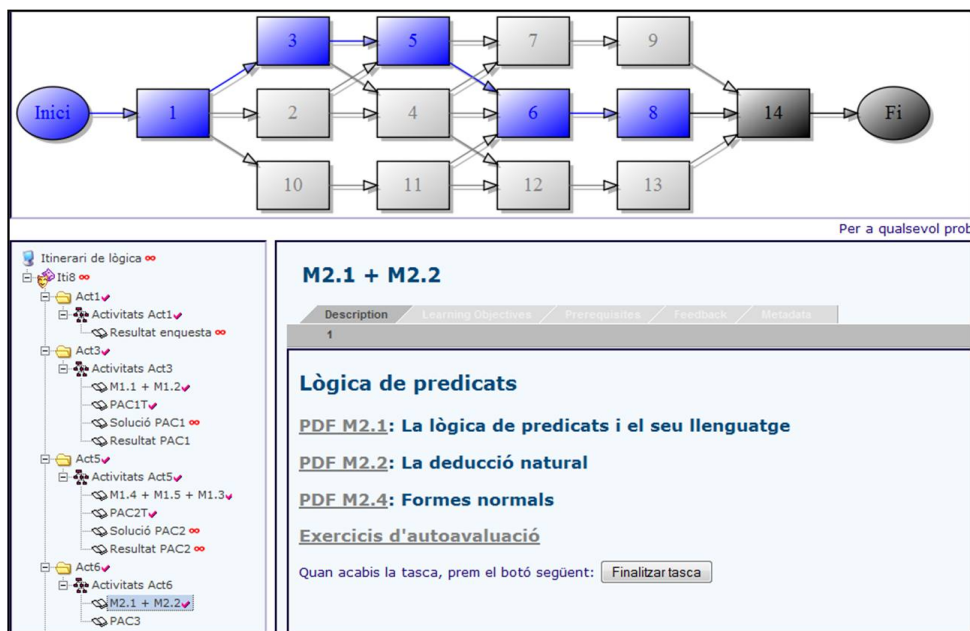


Figura 6.46: Següent unitat de treball canviant a l'itinerari Russell.

l'avaluació continuada creuarà amb la nota de l'examen final obtenint la qualificació final de l'assignatura de Lògica.

6.6 Resultats obtinguts

En aquest apartat es comenten els resultats obtinguts en la realització i implementació dels itineraris formatius adaptatius en el cas de l'assignatura de Lògica. La prova pilot dels itineraris formatius adaptatius s'ha realitzat durant el segon semestre del curs 2009-2010 i, del total d'estudiants matriculats l'assignatura (487 estudiants), van participar en la prova 85 estudiants. La participació en la prova pilot ha estat voluntària i s'hi han acollit tant estudiants novells a l'assignatura com estudiants repetidors. Via el Tauler transversal de les aules de Lògica s'ha donat informació sobre la prova pilot, en què consistia i tota la informació referent als itineraris formatius i l'eina d'itineraris. Els estudiants que han decidit participar s'han agrupat i reubicat en una aula nova per tal de realitzar la prova pilot. En aquesta aula virtual tenen a la seva disposició l'eina d'itineraris. El treball amb l'eina ha estat sempre guiat pel consultor de l'aula que és la persona encarregada de donar totes les recomanacions i instruccions pertinents pel seu ús. Els resultats obtinguts en la prova pilot realitzada es comenten a partir de tres eixos fonamentals:

1. L'avaluació de l'eina creada: edició i execució del test inicial i dels itineraris formatius adaptatius.
2. L'assignació i el seguiment dels itineraris formatius adaptatius: assignació inicial i seguiment dels estudiants als diferents itineraris formatius.
3. La satisfacció dels estudiants, professor i consultor vers la prova realitzada.

6.6.1 Avaluació de l'eina

Per tal d'avaluar l'eina d'itineraris emprada a la prova pilot de l'assignatura Lògica es parteix de l'anàlisi i del treball realitzat en la creació i implementació del test inicial i dels itineraris formatius adaptatius. Concretament:

- del treball realitzat en l'edició i execució del test inicial per assignar cada estudiant als diferents itineraris formatius i,
- del treball realitzat en l'edició i execució dels itineraris formatius adaptatius per reassignar i recomanar les unitats d'aprenentatge a cada estudiant.

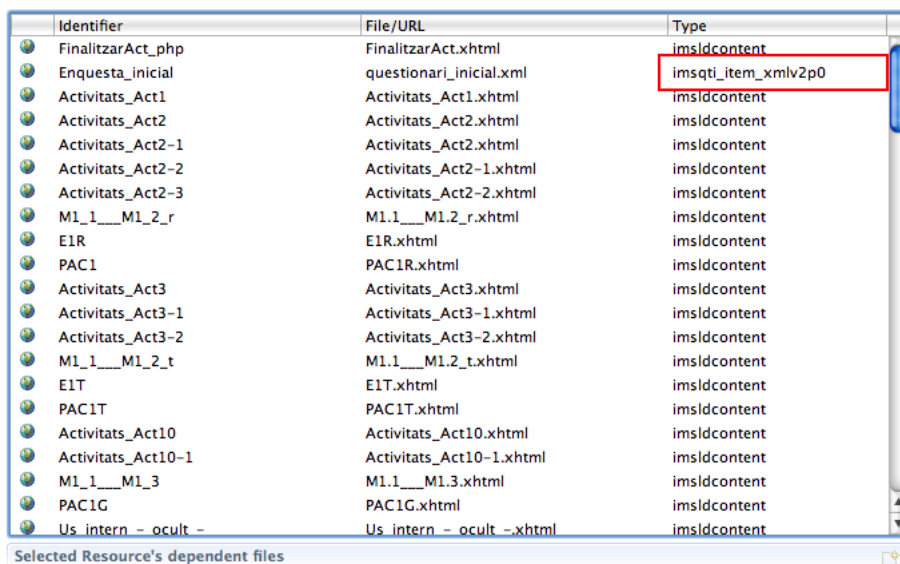
En aquest sentit, s'ha valorat globalment l'eina d'itineraris formatius adaptatius incloent el treball realitzat amb les diferents eines seleccionades i la seva implementació en l'aula virtual de la UOC.

Edició i execució del test inicial

El test inicial de Lògica va ser elaborat amb l'eina d'edició ReCourse seguint l'especificació IMS-LD i incorporant l'especificació IMS-QTI. Per l'elaboració de preguntes del test inicial es va emprar IMS-QTI donada la seva interoperabilitat amb IMS-LD.

Durant l'elaboració del test inicial es van trobar algunes limitacions en l'eina d'edició i també en l'eina d'execució, diferents a les trobades en el cas de Criptografia, donada la introducció d'IMS-QTI. Tot seguit es detallen les limitacions trobades i com s'han abordat:

- La primera limitació que es va trobar després d'elaborar totes les preguntes amb l'eina d'edició ReCourse és que, per defecte, l'eina d'edició crea un recurs de tipus *imsqti_test_xmlv2p1* que l'eina d'execució CopperCore no reconeix i, per tant, no interpreta com a qüestionari si es manté en el directori. Aquesta primera limitació s'ha pogut solventar canviant el tipus de recurs com a *imsqti_item_xmlv2p0* (Figura 6.47).



Identifíer	File/URL	Type
FinalitzarAct_php	FinalitzarAct.xhtml	imsldcontent
Enquesta_inicial	questionari_inicial.xml	imsqti_item_xmlv2p0
Activitats_Act1	Activitats_Act1.xhtml	imsldcontent
Activitats_Act2	Activitats_Act2.xhtml	imsldcontent
Activitats_Act2-1	Activitats_Act2.xhtml	imsldcontent
Activitats_Act2-2	Activitats_Act2-1.xhtml	imsldcontent
Activitats_Act2-3	Activitats_Act2-2.xhtml	imsldcontent
M1.1___M1.2_r	M1.1___M1.2_r.xhtml	imsldcontent
E1R	E1R.xhtml	imsldcontent
PAC1	PAC1R.xhtml	imsldcontent
Activitats_Act3	Activitats_Act3.xhtml	imsldcontent
Activitats_Act3-1	Activitats_Act3-1.xhtml	imsldcontent
Activitats_Act3-2	Activitats_Act3-2.xhtml	imsldcontent
M1.1___M1.2_t	M1.1___M1.2_t.xhtml	imsldcontent
E1T	E1T.xhtml	imsldcontent
PAC1T	PAC1T.xhtml	imsldcontent
Activitats_Act10	Activitats_Act10.xhtml	imsldcontent
Activitats_Act10-1	Activitats_Act10-1.xhtml	imsldcontent
M1.1___M1.3	M1.1___M1.3.xhtml	imsldcontent
PAC1G	PAC1G.xhtml	imsldcontent
Us intern - ocult -	Us intern - ocult -.xhtml	imsldcontent

Figura 6.47: Canvi de tipus de recurs.

- En segon lloc, l'eina d'edició ha creat tants fitxers *xml* com preguntes s'han fet, de forma que cada pregunta es visualitza en una pàgina i per completar el test inicial, s'han creat tantes pàgines com preguntes. S'han d'anar completant les preguntes passant de pàgina en pàgina i això és un procés llarg per l'estudiant. Aquesta segona limitació s'ha solucionat unint els fitxers *xml* (amb un editor de text) en un únic fitxer que conté totes les preguntes del test inicial (Figura 6.48). L'eina d'execució CopperCore mostra, aleshores, totes les preguntes a la mateixa plana, però sorgeix una nova limitació que s'explica tot seguit.

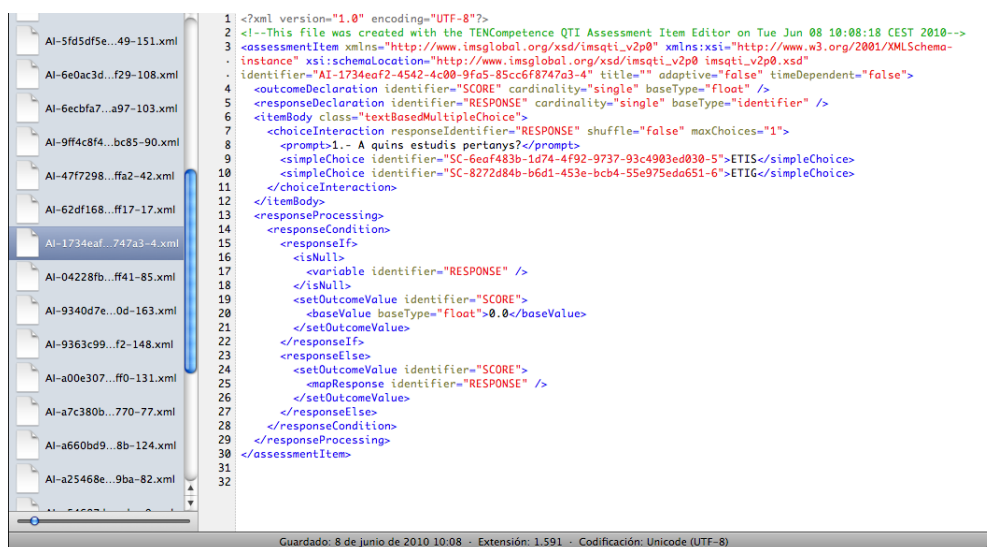


Figura 6.48: Unió de fitxers XML de les preguntes del test inicial.

- En tercer lloc, apareix un botó per enviar la resposta de cada pregunta individualment; no hi ha un únic botó per enviar tots les respostes alhora (Figura 6.49).

Per solventar aquesta tercera limitació, la solució ha estat crear un script (amb JavaScript) que oculta tots els botons d'enviar la resposta individual (*treuBotons.js*, que oculta tots els botons de tipus *send*) i un altre script (*enviaRespostes.js*) que mostra un botó al final, farà el treball d'enviar tots les respostes juntes. Per limitacions de CopperCore, això s'ha fet enviant una a una les respostes fins que finalitza i adverteix a l'usuari de l'enviament o no degut a un possible error.

Una vegada es van resoldre aquestes limitacions, es va preparar el test per inserir-lo en l'aula virtual de Lògica. Els estudiants van accedir al test inicial mitjançant un

Enquesta inicial

Description Learning Objectives Prerequisites Feedback Metadata

1

ok

7.- Tens coneixements de programació?

Sí

No

ok

8.- El cardinal d'un conjunt infinit és...

El nombre exacte d'elements que té aquest conjunt

El tamany aproximat que té el conjunt

Infinit

No ho sé

ok

9.- Si és cert que "si P aleshores Q" i que "si Q aleshores T", també ha de ser cert que:

T

Si T aleshores P

Figura 6.49: Botons d'enviament de resposta individuals.

enllaç inserit a l'aula i, per tant, una vegada registrats en el campus virtual. Aquest fet és important perquè permet que les respostes dels estudiants puguin ser enregistrades amb la mateixa identificació del campus virtual, sense necessitat de identificacions afegides. D'aquesta manera s'han pogut emmagatzemar a la base de dades les respostes del test inicial de forma individualitzada i, conseqüentment, s'ha pogut recomanar individualment un itinerari formatiu a cada estudiant.

En termes generals, l'accés al test inicial va ser correcte per tots els estudiants, a excepció d'alguns d'ells, que es van trobar amb petits problemes tècnics amb els navegadors que es van resoldre fàcilment. Bàsicament eren versions antigues de navegadors que una vegada actualitzades van fer que accedissin amb normalitat al test inicial. En funció de les respostes obtingudes, emprant les propietats i condicions establertes amb el nivell B d'IMS-LD, es va recomanar a tots els estudiants l'itinerari més adient als seus coneixements previs. Dels 85 estudiants que van formar part de la prova pilot, només 4 d'ells no van realitzar el test inicial i se'ls va assignar a l'itinerari Turing per defecte (itinerari recomanat pel professor). Els 81 estudiants restants van realitzar el test inicial i, per tant, van tenir l'opció de seguir la recomanació o bé triar l'itinerari que consideraven. Observant que la majoria dels estudiants han pogut accedir al test inicial i realitzar-lo, es pot concloure que l'execució del test inicial creat seguint IMS-QTI i IMS-LD ha funcionat correctament.

Edició i execució dels itineraris formatius adaptatius

Pel que fa referència al treball realitzat en l'etapa de disseny i creació dels itineraris formatius adaptatius, es van trobar una sèrie de limitacions per poder realitzar-los. Algunes d'aquestes limitacions es van donar durant el període d'edició i d'altres es van donar durant el període d'execució. En alguns casos es van haver de resoldre les limitacions abans d'iniciar la prova pilot de Lògica i, en d'altres, durant la prova mateixa. D'aquesta manera, es va poder oferir l'assignatura amb els diferents itineraris formatius adaptatius creats i funcionant correctament en l'entorn real d'aprenentatge, com ha estat l'aula virtual de Lògica.

Durant el treball realitzat amb el nivell A d'IMS-LD, l'eina d'edició ReCourse ha funcionat correctament i s'han pogut crear els diferents itineraris formatius amb els seus mòduls didàctics i activitats. En la mateixa línia, també es va poder realitzar correctament la definició dels diferents 'rol estudiant' i el 'rol docent', i es van poder assignar a les PACs pertinents (generant el *rol-part* adient). Tot i que l'eina d'edició és molt rudimentària i poc intuïtiva per persones amb un nivell d'usuari, a nivell d'edició es pot afirmar que el nivell A d'IMS-LD s'ha pogut desenvolupar amb ReCourse satisfactòriament.

Les principals limitacions es van trobar durant el treball realitzat amb el nivell B d'IMS-LD i, conseqüentment, amb les condicions i propietats que s'han indicat. En aquest nivell l'especificació detalla algunes accions com a possibles amb l'eina d'edició que en realitat no són viables. S'han de treballar via l'eina d'execució o amb altres eines que la completin, per tal de poder crear i executar els itineraris formatius adaptatius. En la mateixa línia, IMS-LD explicita algunes condicions i propietats inamovibles per a que es respecti la pròpia especificació, que són contradictòries en la seva aplicació. A continuació es detallen les limitacions trobades en aquest nivell de l'especificació i com s'han pogut solventar:

- Una de les primeres limitacions trobades en el treball amb el nivell B de l'especificació ha estat la realització del canvi d'itinerari formatiu. Com es va comentar en el Capítol 3 segons l'especificació, els diferents itineraris s'han de dissenyar en paral·lel i les unitats en seqüència, sense permetre un canvi d'itinerari en temps d'execució. Aquesta limitació implica definir tots els camins possibles que pot fer l'estudiant com a itineraris formatius independents, sense possibilitat de proporcionar l'adaptació a partir dels tres itineraris dissenyats inicialment. D'aquesta manera no es poden generar nous itineraris durant el procés d'aprenentatge i

s’han de definir prèviament tots els possibles camins. Definir-los prèviament implica definir tants itineraris possibles com tantes possibilitats de canvi d’itinerari es proporciona a l’estudiant, generant-se així un mapa molt extens de treball amb l’especificació que és pràcticament inviable d’executar amb les eines existents actualment i, en alguns casos, poc lògic i real (veure Apèndix D). Per salvar aquesta limitació, inicialment es van crear tres itineraris formatius i es van preveure els possibles canvis d’itinerari que eren viables, descartant tots aquells que segons el criteri docent careixien de sentit. Una vegada definits els itineraris i analitzada l’eina d’execució triada, l’adaptació ha estat possible treballant amb el programa de línia de comandes de CopperCore, anomenat *clicc*, que ha permès realitzar els diferents canvis de “rol d’estudiant” i, conseqüentment, el canvi d’itinerari en temps d’execució. D’aquesta manera els estudiants han pogut anar canviant d’itinerari en funció del seu procés d’aprenentatge, sense necessitat de generar un mapa complex de ruta dels itineraris ni tots els itineraris possibles.

- La segona limitació trobada està completament relacionada amb l’anterior. Per tal de que els estudiants canviïn d’itinerari, s’ha de realitzar prèviament un canvi del “rol estudiant”. Segons l’especificació, aquest canvi de rol és viable però en l’edició no s’especifica com s’estableix aquest canvi. Per poder realitzar-lo, s’ha hagut de treballar novament amb l’eina d’execució. Mitjançant el programa anterior (*clicc*), l’eina d’execució s’ha encarregat de realitzar el canvi de “rol estudiant” en funció de la tria d’itinerari realitzada per l’estudiant al finalitzar les diferents unitats de treball. Realitzar aquest canvi de “rol d’estudiant” ha permès realitzar el canvi d’itinerari i conseqüentment, ha permès introduir l’adaptació formativa que era un dels objectius d’aquest treball de tesi. En aquesta línia, partint dels tres itineraris formatius dissenyats inicialment s’han pogut realitzar els nous itineraris que han sorgit al fomentar l’adaptació formativa.
- La tercera limitació referent al nivell B ha estat la visualització automàtica de les diferents unitats didàctiques en temps d’execució. Per defecte, l’estudiant ha hagut de triar sempre l’itinerari que vol cursar però això ha implicat realitzar diferents operacions amb les condicions i propietats, per tal de que la unitat fos visible. Tot i que l’especificació detalla que és possible un canvi de “rol d’estudiant”, no està explicitat com es produeix i com es segueix el treball de les següents unitats. En aquest sentit, es va trobar que els estudiants no tenien visible la propera unitat de forma automàtica si no s’establien altres condicions

i propietats per la visualització en funció de la tria de l'estudiant.

L'establiment d'aquestes condicions ha comportat la sincronització de tots els estudiants en els punts de decisió. Fins que tots els estudiants no van realitzar la tria d'itinerari no es va poder fer visible la nova unitat de treball aplicant les condicions de nivell B. Aquest fet ha provocat que al finalitzar cada unitat de treball s'hagi hagut de sincronitzar el treball de tots els estudiants i, conseqüentment, aquell estudiant que no ha finalitzat l'activitat en el període establert es trobi amb la nova unitat de treball. En el mateix sentit, aquells estudiants que no han realitzat l'activitat assignada també han estat sincronitzats per continuar els itineraris. Per això ha estat molt important recordar als estudiants que després d'obtenir la qualificació corresponent a cada PAC i obtenir la recomanació de l'eina d'itineraris, realitzessin la tria d'itinerari el més aviat possible. D'aquesta manera es sincronitza l'activitat de tots els estudiants i, mitjançant les condicions aplicades per la visibilitat, es pot fer visible la nova unitat de treball de l'itinerari triat. Per qüestions del calendari acadèmic i dates previstes de lliurament de les activitats, aquesta sincronització no ha estat problemàtica en el cas de Lògica, però en altres assignatures o sistemes mixtes d'educació pot ser una limitació que distorsioni el funcionament de l'assignatura.

- Arrel del treball amb les diferents unitats didàctiques i com a conseqüència dels canvis d'itineraris i 'rol estudiant' que s'han de fer per tal de que els itineraris siguin adaptatius, s'ha hagut de fer que les anteriors unitats realitzades per cada estudiant a cada itinerari que va cursant constin com a realitzades, tot i no ser així en realitat. Donat que cada itinerari contenia activitats amb el mateix nom (PAC 1, PAC 2,..) s'ha hagut de treballar amb les propietats per tal de mostrar com a completades les que hereta del seu nou itinerari formatiu (tal i com descriu l'especificació). Mitjançant el nivell B, s'ha pogut mostrar sempre a l'estudiant les anteriors unitats realitzades independentment de l'itinerari on es troba en aquell moment. Això ha permès canviar totalment a l'estudiant a l'itinerari actual, sense heretar les accions antigues de l'itinerari nou i mantenint visible i consultable tot el camí fet prèviament en l'anterior itinerari.
- Finalment, cal destacar que l'eina d'execució proporciona un entorn de visualització molt rudimentari i poc intuïtiu per a que els estudiants puguin realitzar els diferents itineraris formatius. Això és degut a que:

- En primer lloc, l'eina d'execució només ofereix als estudiants un arbre desplegable de navegació al marc esquerre per tot el curs. Aquest arbre es va desplegant en funció del treball que fa l'estudiant i la sincronització de les seves unitats de treball, sense proporcionar informació de les properes accions o limitacions. En aquest sentit, en la prova pilot de Lògica es van donar totes les indicacions via Tauler de l'aula i en el mateix Pla docent de l'assignatura. D'aquesta manera, tots els estudiants han estat informats dels propers passos a realitzar amb l'eina d'itineraris.
- En segon lloc, i degut a l'entorn de visualització, s'ha hagut de treballar en la creació d'un mapa d'itineraris extern a l'eina d'edició i execució, per tal de que l'estudiant pugui visualitzar en tot moment, el treball realitzat, el punt en què es troba i el camí que queda per realitzar. Aquest mapa d'itineraris ha estat un diagrama que s'ha incorporat a l'eina d'itineraris que visualitza l'estudiant i que, a més, s'ha anat actualitzant en funció del treball que fa l'estudiant. D'aquesta manera, l'estudiant ha tingut sempre visible la seva trajectòria durant la realització dels diferents itineraris formatiu adaptatiu.

Una vegada superades les limitacions comentades anteriorment, s'han pogut desenvolupar els itineraris formatius adaptatius amb normalitat. Una vegada s'ha seleccionat l'itinerari de treball, s'ha realitzat l'assignació del "rol estudiant" pertinent a cada estudiant per tal de començar a treballar la unitat corresponent. L'assignació del "rol estudiant" es va realitzar amb el programa de comandes *clicc* de la pròpia eina d'execució CopperCore i va reassignar correctament als estudiants al seu itinerari en funció de la seva tria o recomanació. Per fer visible la corresponent unitat de treball de cada itinerari, es va treballar amb el nivell B d'IMS-LD i, per tant, una vegada reassignats els estudiants s'ha permès la visualització dels mòduls didàctics de la unitat aplicant-se les condicions i propietats establertes. En aquest sentit, tant la reassignació dels "rol estudiant" mitjançant l'eina *clicc* com l'aplicació d'IMS-LD han funcionat correctament, permetent així realitzar un canvi de *play* o itinerari en temps d'execució. Aquest resultat és un dels més importants d'aquest treball de tesi, ja que és on s'ha treballat l'adaptació de Lògica i prenen sentit els itineraris formatius adaptatius, donat que demostra que la seva aplicació mitjançant IMS-LD és realment possible en un entorn virtual com ara la UOC.

Com ja s'ha comentat en capítols anteriors aquest procés de reassignació dels estudiants a les diferents unitats de treball a cada itinerari es produeix diverses vegades fins

la finalització de l'assignatura. Per tant, l'estudiant ha pogut anar canviant d'itinerari mitjançant els canvis de 'rol estudiant' que s'han anat executant durant el curs, o bé sense realitzar cap canvi ja que no ha variat el seu itinerari formatiu durant el curs. En tots els punts de decisió establerts a priori en l'eina d'itineraris, s'han executat les condicions de nivell B i la realització de canvi de rol ha funcionat correctament.

Un dels punts rellevants d'aquests resultats és la valoració i feedback que ha anat fent el consultor al finalitzar cada unitat de treball. En el Capítol 4 es va descriure la importància de l'emissió de la qualificació del consultor com a *trigger* de noves opcions de treball amb les unitats. En funció de la qualificació emesa es va mostrar a cada estudiant les possibles opcions de treball amb l'eina d'itineraris i les següents unitats de treball possibles. En aquest sentit, les condicions i propietats establertes amb el nivell B d'IMS-LD a cada punt de decisió han funcionat correctament, de tal manera que s'han delimitat els itineraris que no eren adients per cada estudiant i això ha permès, posteriorment, mostrar els itineraris possibles per tal de que l'estudiant realitzés la seva tria. Tant la introducció de la qualificació com el feedback qualitatiu proporcionat a cada estudiant que ha seguit l'avaluació continuada ha pogut ser introduïda i emmagatzemada en la base de dades i ha permès continuar el treball amb les properes unitats didàctiques en base als condicionants establerts en els diferents itineraris formatius. Igualment, els estudiants han pogut anar triant l'itinerari que han considerat durant el curs i han estat reassignats correctament a cada unitat.

A mode de resum, a la Taula 6.2 es mostra una síntesi de com ha estat el funcionament de les diferents accions realitzades per crear l'adaptació. El símbol ✓ indica el funcionament correcte de cada item emprat pel test inicial i els itineraris formatius, mentre que la X indica un funcionament incorrecte. Com es pot veure, tot ha funcionat correctament excepte un element que es comentarà tot seguit.

Per altra banda, tant el treball del docent com el de l'estudiant ha estat continuat i aquests han interactuat assíduament amb l'eina d'itineraris amb normalitat i sense problemes tècnics. La Taula 6.3 sintetitza les accions dels estudiants i del consultor que s'han dut amb normalitat amb l'eina (marcades amb ✓) i també s'indiquen les que no corresponen a cada perfil (marcades amb -), podent concloure que l'eina d'itineraris ha funcionat correctament.

Conseqüentment, s'ha pogut aplicar el grau d'adaptació que es pretenia obtenir en els itineraris formatius i l'eina d'itineraris formatius adaptatius creada seguint l'especificació IMS-LD ha funcionat en un escenari real com ha estat l'assignatura de Lògica.

	Test inicial	Itineraris
Eina d'edició	✓	✓
Eina d'execució	✓	✓
Accés a l'eina d'itineraris	✓	✓
Visualització general de l'eina	✓	✓
Funcionament general de l'eina	✓	✓
Condicions inicials d'assignació dels estudiants	X	✓
Condicions per recomanació d'itinerari	✓	✓
Programa de reassignació dels estudiants	-	✓
Condicions per tria d'itinerari	✓	✓
Propietats de visualització d'unitats	-	✓

Taula 6.2: Síntesi del funcionament de l'eina.

	Estudiants	Consultor
Accés/visualització	✓	✓
(Re) Assignació	✓	-
Visualització i descàrrega dels mòduls	✓	✓
Visualització i descàrrega de les activitats	✓	✓
Situació individual a l'itinerari	✓	-
Introducció de qualificacions	-	✓
Consulta de qualificacions	✓	✓
Recomanació d'itinerari	✓	-
Tria d'itinerari	✓	-
Seguiment individual dels d'itineraris	✓	✓
Seguiment grupal dels d'itineraris	-	✓
Visualització d'unitats	✓	✓

Taula 6.3: Síntesi de les accions del consultor i dels estudiants en l'eina.

6.6.2 Assignació i seguiment dels itineraris formatius adaptatius

En aquest apartat es comenten els resultats obtinguts en l'assignació inicial dels estudiants als diferents itineraris (Fase 0), així com els resultats obtinguts durant el seguiment dels diferents itineraris formatius adaptatius (Fases 1, 2, 3 i 4).

Assignació inicial (Fase 0)

La primera recomanació que s'ha donat a tots els estudiants que participaven en la prova pilot és la realització del test inicial (Fase 0), per tal d'assignar-los a un dels tres itineraris formatius inicials.

Dels 85 estudiants situats en l'aula pilot, van realitzar el test inicial 81 estudiants. Atenent les respostes obtingudes, l'eina d'itineraris va recomanar a 74 estudiants cursar inicialment l'Itinerari Turing, a 1 estudiant cursar l'Itinerari Russell i, finalment, a 6 estudiants realitzar l'Itinerari Gödel (Taula 6.4). Als quatre estudiants que no van realitzar el test inicial no se'ls hi va realitzar cap recomanació i van ser assignats per defecte a l'Itinerari Turing.

Recomanació d'itinerari	nº d'estudiants	% d'estudiants
Itinerari Turing	74	87.05%
Itinerari Russell	1	1.17%
Itinerari Gödel	6	7.05%
Total	81	95.27%

Taula 6.4: Recomanació d'itinerari formatiu inicial.

L'eina d'itineraris recomana un itinerari a cada estudiant i és el propi estudiant qui finalment tria quin itinerari formatiu vol començar a cursar. En aquest sentit, es van canviar d'itinerari un total de 15 estudiants. Dels 74 estudiants recomanats a l'Itinerari Turing, 6 estudiants van decidir cursar l'Itinerari Russell i 5 estudiants van decidir cursar l'Itinerari Gödel. L'estudiant assignat a l'Itinerari Russell va canviar a l'Itinerari Turing i, dels 6 estudiants assignats inicialment a l'Itinerari Gödel, 2 d'ells van decidir cursar l'Itinerari Turing i 1 l'Itinerari Russell. La distribució dels canvis es mostra a la Taula 6.5.

Canvis d'itinerari	A Turing	A Russell	A Gödel
Itinerari Turing	-	6	5
Itinerari Russell	1	-	-
Itinerari Gödel	2	1	-
Total	3	7	5

Taula 6.5: Canvis d'itinerari inicial.

Després de realitzar la tria d'itineraris, els estudiants van quedar distribuïts i assignats inicialment tal i com mostra la Taula 6.6, on ja s'afegeixen els 4 estudiants que no van realitzar el test inicial i es van assignar a l'Itinerari Turing.

Com es pot observar, la majoria d'estudiants comencen a cursar l'Itinerari Turing i la resta d'estudiants queden distribuïts, de forma menor, entre els itineraris Russell i Gödel. En aquest sentit, el nombre d'estudiants assignats a l'Itinerari Turing és el més alt i correspon a l'estudiant sense coneixements previs i amb un nivell de coneixement requerit inferior a batxillerat. L'itinerari Gödel, en canvi, s'inicia amb pocs estudiants

Distribució final	n ^o d'estudiants	% d'estudiants
Itinerari Turing	70	82.35%
Itinerari Russell	7	8.24%
Itinerari Gödel	8	9.41%
Total	85	100%

Taula 6.6: Distribució final dels estudiants a cada itinerari.

donat el perfil d'estudiants que podien estar assignats en ell (amb coneixements previs d'Àlgebra i Programació). Finalment, el nombre d'estudiants assignats a l'Itinerari Russell (7 estudiants) ha estat més baix de l'esperat i correspon a l'estudiant mitjà o normalitzat amb uns coneixements bàsics a nivell de batxillerat.

Aquests resultats no es corresponen al que s'esperava, és a dir, la majoria dels estudiants assignats a l'Itinerari Russell. Analitzant les respostes obtingudes del test inicial en la base de dades de l'eina d'itineraris, s'observen errors d'assignació dels estudiants a l'itinerari corresponent, a banda que algunes respostes no es van enregistrar. L'error s'ha produït en dues regles d'assignació dels estudiants entre els diferents itineraris, essent la diferència més sustancial d'assignació entre l'itinerari Russell i Turing. Concretament, l'error es va produir fent servir la regla de l'especificació anomenada "greater-than", que no va funcionar en temps d'execució. Això va provocar que el càlcul de respostes correctes fos diferent i, per tant, l'assignació d'estudiants no fos la correcta. L'error va ser reportat a CopperCore. En aquest sentit, la Taula 6.7 mostra la recomanació realitzada per l'eina d'itineraris i la recomanació que s'hauria d'haver produït realment. A la darrera fila, la columna "Recomanació realitzada" indica els estudiants que no van fer test inicial, mentre que en la columna de "Recomanació idònia" indica el nombre d'estudiants dels quals no es va enregistrar la informació.

	Recomanació realitzada	Recomanació idònia
Itinerari Turing	74	7
Itinerari Russell	1	42
Itinerari Gödel	6	8
Sense informació	4	28

Taula 6.7: Recomanació realitzada versus recomanació idònia.

Tot i haver-se produït un error en l'assignació de l'itinerari formatiu inicial, no s'ha invalidat la prova pilot a Lògica per vèries raons. En primer lloc, perquè l'objectiu d'aquest treball de tesi és la creació d'itineraris formatius adaptatius amb IMS-LD i no pas la creació d'un instrument de diagnòstic inicial amb IMS-LD. En segon lloc, perquè

al realitzar itineraris adaptatius es pot reconduir l'error mitjançant l'adaptació realitzada a la següent unitat de treball, en funció de la qualificació de cada estudiant. Per aquests motius, es va decidir continuar realitzant la prova pilot i analitzar globalment els resultats obtinguts. Posteriorment, en el detall del seguiment dels itineraris, es podrà apreciar l'evolució que han anat fent tots els estudiants i els resultats obtinguts.

Seguiment dels itineraris formatius adaptatius (Fases 1, 2, 3 i 4)

Un cop els estudiants han realitzat el test inicial, s'ha fet la recomanació i han triat itinerari comencen a interactuar amb l'eina d'itineraris per tal de treballar els mòduls corresponents a la unitat didàctica triada i realitzar la primera PAC del seu itinerari. Al finalitzar aquesta unitat es recomana de nou als estudiants la propera unitat de treball i triaran la unitat que considerin oportuna. Aquest procés es repeteix successivament al llarg de l'assignatura fins finalitzar el treball de totes les unitats didàctiques de cada itinerari formatiu.

La Figura 6.50 mostra els diferents itineraris formatius que s'han creat per l'assignatura de Lògica, les diferents unitats de treball per fases que formen cada itinerari i els punts de decisió establerts. Cada unitat didàctica mostra el número d'estudiants que han arribat a la unitat i es pot deduir el nombre d'estudiants que no han anat continuant el treball durant el curs, és a dir, que no passen d'una fase a la següent.

En la primera fase de treball (unitats 2, 3 i 10) hi ha 7, 70 i 8 estudiants respectivament (Figura 6.50). En canvi, en la segona fase de treball de cada itinerari (unitats 4, 5 i 11) hi ha una fluctuació d'estudiants fruit del resultat obtingut a la PAC 1 (i els possibles punts de decisió), de les recomanacions del sistema i de la tria de l'estudiant. Les possibles unitats d'aquesta Fase 2 a realitzar en els diferents itineraris eren: la Unitat 4 per l'Itinerari Russell, la Unitat 5 per l'Itinerari 6, la Unitat 5 per l'Itinerari Turing, la Unitat 4 per l'Itinerari 7 i finalment, la Unitat 11 per l'Itinerari Gödel, aquest últim sense possibilitat de tria. Com es pot apreciar a la Figura 6.50 en la columna de la Fase 2, el nombre d'estudiants és menor que en l'anterior fase, ja que alguns estudiants opten per no seguir l'assignatura.

Una vegada finalitzat el treball a la Fase 2 i després de l'avaluació i feedback de la segona activitat, el nombre d'estudiants que segueix el treball a la tercera fase (unitats 6, 7 i 12) és el ressaltat en la Figura 6.51. Com es pot observar, hi ha quatre unitats didàctiques en la Fase 3 que no són seguides per cap estudiant (unitats amb valor 0), el que indica que hi ha itineraris formatius que no ha realitzat cap estudiant i, per tant,

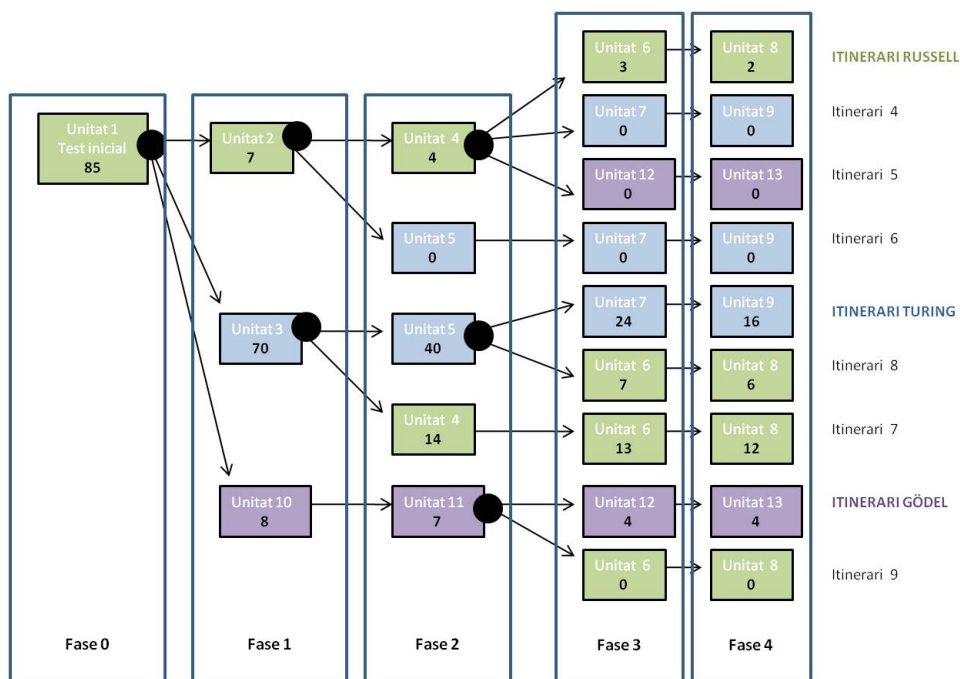


Figura 6.50: Seguiment d'itineraris.

caldrà reavaluar-los per una futura edició de la prova pilot. La resta d'estudiants que sí han seguit el treball fins a la tercera fase han quedat bàsicament distribuïts entre els itineraris Russell, Turing, Gödel i els itineraris número 7 i 8 que són una combinació dels itineraris Russell i Turing.

Els estudiants que han finalitzat la tercera fase (unitats 6, 7 i 12) ja no tenen opció de canviar d'itinerari i, per tant, cursen la darrera unitat didàctica corresponent a cada itinerari formatiu (unitats 8, 9 i 13), la Fase 4. Com ha succeït a les unitats anteriors, això no implica que tots els estudiants que hagin realitzat la tercera fase facin la quarta fase i, conseqüentment, pot haver una pèrdua d'estudiants que no segueixen els itineraris formatius. Això és possible perquè el model d'avaluació de l'assignatura és d'avaluació continuada més examen final presencial, el que porta a molts estudiants que han superat algunes PACs a no realitzar la darrera PAC, perquè la mitjana ja els dona la superació de l'avaluació continuada, més que no pas per abandonament.

Una vegada lliurada i avaluada la darrera PAC, fruit del treball de la quarta fase de cada itinerari, es pot concloure que han seguit els itineraris formatius adaptatius el nombre d'estudiants ressaltats a la darrera columna de la Figura 6.52.

Es pot concloure que del total d'estudiants que van iniciar l'experiència pilot de Lògica han seguit la totalitat de l'itinerari un total de 37 estudiants (un 43.5%). La

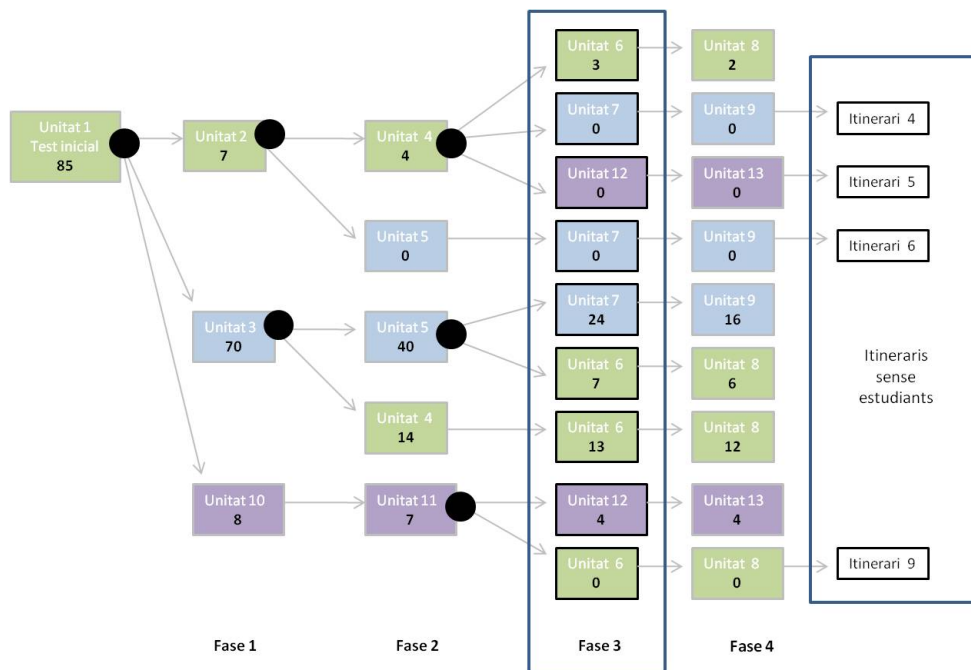


Figura 6.51: Nombre d'estudiants que segueixen a la tercera fase.

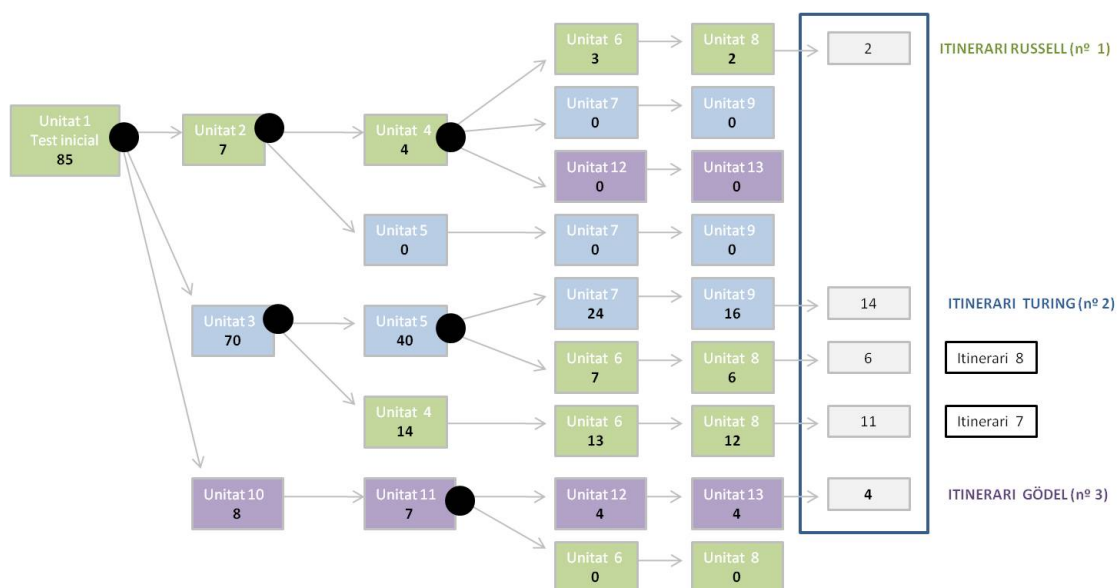


Figura 6.52: Nombre d'estudiants que han finalitzat els IFAs.

resta d'estudiants han deixat de seguir els itineraris al llarg de les diferents unitats de treball i en diferents moments (Figura 6.53).

L'índex de menor seguiment es va donar a l'inici de l'Itinerari Turing, tot just entre la primera i segona fase (16 estudiants van deixar de seguir-lo, un 18.8%); durant

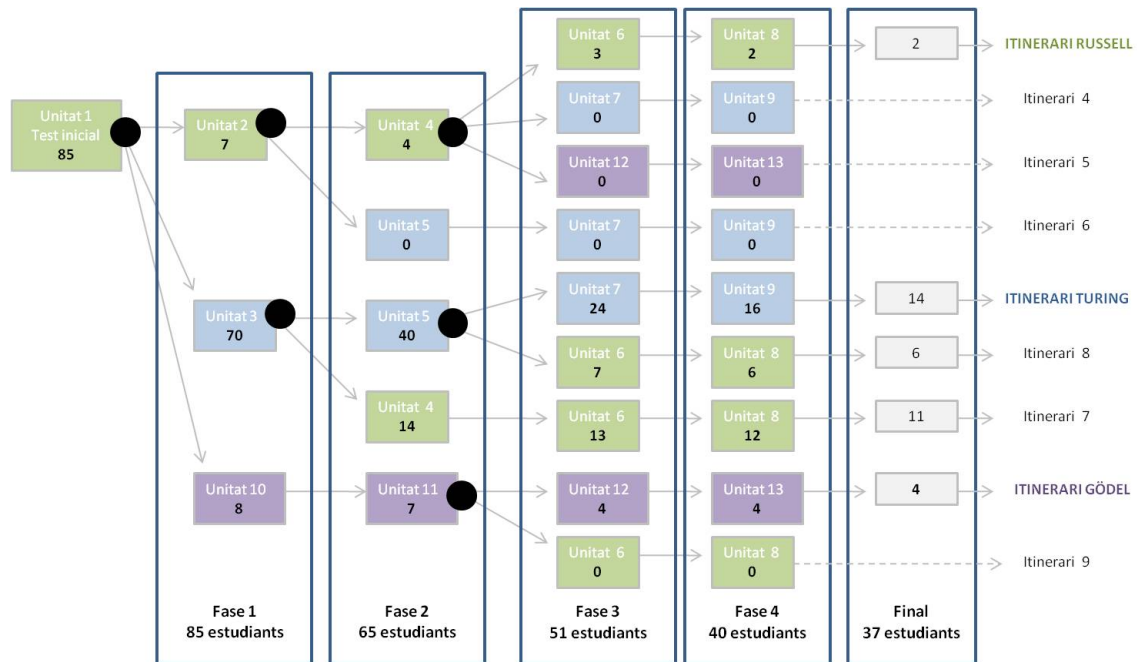


Figura 6.53: Fluctuació d'estudiants en els IFAs.

l'Itinerari Turing i l'Itinerari 8, concretament entre la segona i tercera fase 9 estudiants van deixar de seguir l'itinerari (un 10.5%); entre la tercera i quarta fase 8 estudiants van deixar de seguir l'itinerari (un 9.4%). Aquestes dades de seguiment mostren que la incorporació de l'eina d'itineraris formatius adaptatius a l'assignatura de Lògica no ha influït negativament en el seguiment de l'assignatura, tot i que no és possible fer una comparació amb d'altres aules ja que el seguiment de l'eina d'itineraris no coincideix exactament amb el fet de seguir l'avaluació continuada.

L'itinerari més seguit ha estat l'Itinerari Turing, posteriorment l'Itinerari 7, seguit de l'Itinerari 8 i l'Itinerari Gödel; finalment, l'itinerari menys realitzat ha estat l'Itinerari Russell. Com es pot observar a les dades mostrades a la Figura 6.53, els itineraris 7 i 8 són una combinació dels itineraris Turing i Russell i, per tant, s'ha anat corregint l'error d'assignació de la Fase 0 (test inicial), mitjançant l'adaptació que s'ha produït durant el curs. De fet, alguns dels estudiants assignats per error a l'Itinerari Turing han canviat als itineraris 7 i 8 en la segona i tercera fase. La Taula 6.8 mostra la distribució d'estudiants que ha seguit cada itinerari.

Durant el període de realització dels itineraris formatius adaptatius i en funció dels punts de decisió establerts a la Fase 1 i a la Fase 2, l'eina d'itineraris formatius adaptatius ha realitzat diferent nombre de recomanacions. En la Fase 1, l'eina ha

	% Seguiment
Itinerari Turing	37.8%
Itinerari Russell	5.4%
Itinerari Gödel	10.8%
Itinerari 7	29.7%
Itinerari 8	16.2%

Taula 6.8: Percentatge d'estudiants que han finalitzat cada itinerari.

realitzat un total de 58 recomanacions als estudiants i un total de 38 recomanacions en la Fase 2, tal i com mostra la Taula 6.9. Donat que en la Fase 3 i 4 no hi ha ubicat cap punt de decisió i els estudiants no han tingut opció de realitzar un canvi d'itinerari, no es realitza la valoració de la recomanació d'itinerari versus el seguiment realitzat.

	Fase 1	Fase 2
Recomanacions efectuades	58	38
Recomanacions seguides	34	16

Taula 6.9: Seguiment de recomanacions d'unitats.

De les recomanacions efectuades pel sistema (on l'estudiant ha tingut opció de canviar d'itinerari), s'extreu que van seguir les recomanacions en la Fase 1 un total de 34 estudiants. En la Fase 2 van seguir les recomanacions realitzades 16 estudiants. Com es pot observar, el seguiment de recomanacions és decreixent, passant del 58.6% de seguiment en la Fase 1 a un 42% en la Fase 2. Això és degut a que el nombre d'estudiants que segueixen l'assignatura va disminuint i, conseqüentment, es realitzen menys recomanacions. D'altra banda, hi ha estudiants que decideixen canviar d'itinerari per experimentar amb l'eina, fet que provoca aquesta variació.

Els resultats obtinguts en el seguiment dels diferents itineraris formatius i en les recomanacions efectuades per l'eina indiquen que els estudiants han interactuat amb l'eina i, en diferent grau, han seguit les indicacions que els ha proporcionat el sistema. Això indica que l'eina ha funcionat correctament i que els estudiants l'han integrat en el seu treball i estudi, considerant de forma implícita que les recomanacions efectuades s'han anat ajustant al seu procés d'aprenentatge durant l'assignatura. Per tant, es pot concloure que l'índex de seguiment dels diferents itineraris i de les recomanacions seguides pels estudiants ha estat positiu. Aquesta valoració es veurà reflexada i complementada amb els resultats de la satisfacció dels estudiants vers la prova pilot i l'eina d'itineraris formatius adaptatius que es descriu en el següent apartat.

6.6.3 Satisfacció dels estudiants

Al finalitzar el semestre s'ha realitzat un qüestionari final per tal de valorar la satisfacció dels estudiants respecte a l'assignatura de Lògica i l'eina d'itineraris formatius adaptatius. El qüestionari va ser adreçat a la totalitat d'estudiants que van participar a la prova pilot (85 estudiants) i l'han contestat 24 estudiants dels 37 estudiants que han seguit els diferents itineraris formatius adaptatius (un 65% dels estudiants que han seguit un itinerari). D'aquesta dada es desprèn que els estudiants que no han finalitzat l'assignatura tampoc van contestar l'enquesta final i només ho ha fet part dels estudiant que han seguit els diferents itineraris formatius.

El qüestionari final va constar d'un total de 31 preguntes de diferents tipus (obertes, tancades, de resposta múltiple, etc), organitzades en diferents blocs temàtics (per més detalls veure l'Apèndix C.3).

- El primer bloc fa referència a informacions generals sobre l'estructura, metodologia, activitats i model d'avaluació de l'assignatura.
- El segon bloc, que és el principal, fa referència al test inicial (utilitat, accés, funcionament, assignació, etc); als itineraris cursats (recomanacions, seguiment dels itineraris, adaptació, repercussions, ús del'eina, etc); i, finalment, a les seves preferències de treball vers altres assignatures.

A continuació es comenten els resultats obtinguts a cada bloc temàtic.

Bloc d'informació general

Els resultats obtinguts al primer bloc temàtic es mostren a la Taula 6.10:

Informació General	% Si
La distribució temporal de les PACs ha estat correcte	100%
Ha estudiant els mòduls i després ha realitzat les PACs	79,17%
Ha necessitat material addicional per seguir l'assignatura	12,50%
Voldria tenir totes les PACs a l'inici del semestre	45,83%
Canviaria el model d'avaluació	29,17%
Prefereix feedback personalitzat en lloc de la solució de la PAC	75%

Taula 6.10: Resultats del primer bloc del qüestionari.

Com es pot observar després de les dades mostrades a la taula anterior, hi ha una valoració molt positiva sobre l'estat de l'assignatura i el calendari acadèmic. La

totalitat d'estudiants que han respost el qüestionari final considera que les PACs han estat ben distribuïdes al llarg del semestre i, per tant, el temps estimat per la realització de les PACs és adient.

En la mateixa línia, pràcticament tots els estudiants consideren que no és necessari material addicional per superar l'assignatura (87.50%) i, conseqüentment, tant l'*Assistent e-Learning Lògica* com el materials didàctics de l'assignatura són suficients. D'altra banda, només un 29.17% dels estudiants canviaria el model d'avaluació de l'assignatura que actualment és el resultant de l'avaluació continuada i l'examen final presencial. Les úniques altres opcions possibles podrien ser optar a un model únic d'avaluació continuada o bé avaluació continuada i prova de validació. En altres possibles edicions de Lògica amb itineraris formatius adaptatius és possible que el professor responsable d'assignatura es pugui plantejar una d'aquestes dues noves possibilitats.

Un altre resultat significatiu és que la majoria d'estudiants ha treballat primer el mòdul i després ha realitzat les PACs (79.17%), fet que denota que l'organització de les unitats és adequada ja que, quan l'estudiant inicia una unitat de treball, en primer lloc té els mòduls de teoria i posteriorment la PAC. Per tant, la majoria d'estudiants no han esperat a tenir la PAC corresponent a la unitat per començar a treballar els mòduls, sinó que ho han fet com proposa l'eina d'itineraris i les indicacions del consultor. D'aquesta dada podem extreure que les unitats estan ben organitzades tal i com s'han plantejat en l'eina d'itineraris.

Finalment, destacar que la majoria d'estudiants també han preferit una valoració qualitativa conjuntament amb la quantitativa de les activitats realitzades. A través de l'eina d'itineraris el consultor ha proporcionat ambdues valoracions als estudiants i aquest fet ha estat molt ben valorat. Per tant, és recomanable introduir aquest model de feedback a l'assignatura.

Bloc d'informació sobre els itineraris

En relació als resultats obtinguts en aquest segon bloc de preguntes, es poden diferenciar tres temàtiques: el test inicial, els itineraris formatius adaptatius i la percepció general dels estudiants sobre la prova pilot. Els resultats obtinguts sobre el test inicial es mostren a la Taula 6.11.

En relació al test inicial, la majoria d'estudiants (83.33%) ha valorat positivament la utilitat del test inicial així com el seu accés al test i el seu funcionament. Gairebé tots els estudiants que han participat a la prova pilot han pogut accedir al test cor-

Test Inicial	% Si
El test inicial ha estat útil	83,88%
L'accés i funcionament del test inicial ha estat correcte	91,66%
Ha triat l'itinerari recomanat	91,67%
L'itinerari recomanat a l'inici s'ajusta als coneixements previs	87,50%
L'experiència professional ha estat útil per superar Lògica	12,50%

Taula 6.11: Resultats del segon bloc (I).

rectament i contestar tots les preguntes (91.66%). Per tant, es considera que el test inicial realitzat amb IMS-LD i IMS-QTI ha funcionat correctament amb l'eina d'execució. En la mateixa línia, la majoria d'estudiants consideren que el test inicial els ha fet la recomanació de l'itinerari inicial que més s'ajusta als seus coneixements previs (87.50%). De fet, només un 8,33% dels estudiants que han respost l'enquesta ha triat un itinerari diferent del recomanat per l'eina d'itineraris. Aquestes dues darreres dades confirmen, l'estudiant percep com a positiu poder triar i, no pas, el que tria.

En la segona temàtica de preguntes d'aquest segon bloc, s'han obtingut els següents resultats que es mostren a la Taula 6.12:

Itineraris Formatius Adaptatius	% Si
Ha canviat d'itinerari durant el semestre	37,50%
Ha seguit recomanacions durant semestre	79,17%
Ha triat itineraris diferents als que li han recomanat	12,50%
Valoració positiva de l'itinerari seguit	95,83%

Taula 6.12: Resultats del segon bloc (II).

Respecte a les recomanacions de l'eina d'itineraris durant el semestre, la majoria d'estudiants (79.19%) ha seguit les recomanacions que els ha fet l'eina a cada unitat i només un 12,5% dels estudiants ha triat itineraris diferents als recomanats. Una altra dada significativa és que un 37,5% dels estudiants ha anat canviant d'itinerari durant el curs, ja sigui per recomanació o perquè ho han triat ells mateixos. Aquests estudiants són els que corresponen a l'Itinerari 7 i 8. En qualsevol cas, el 95,83% dels estudiants han valorat molt positivament l'itinerari final realitzat.

En relació a la percepció general dels estudiants de la prova pilot, s'han obtingut els resultats mostrats a la Taula 6.13:

En la percepció general sobre la prova pilot amb IFAs, la majoria d'estudiants (83.33%) confirmen que el fet de realitzar un itinerari formatiu adaptatiu els ha ajudat a seguir l'assignatura i ha millorat el seu procés d'aprenentatge, per l'adaptació que

Percepció General	% Si
Realitzar un itinerari adaptatiu l'ha ajudat a seguir l'assignatura	83,33%
Ha trobat entrebancs per haver itineraris formatius adaptatius	4,17%
Valoració positiva de l'activitat del Fòrum	95,83%
Percepció positiva en la millora de l'aprenentatge pels itineraris	95,83%
Tornaria a fer Lògica amb itineraris formatius adaptatius	100%
Prefereix més assignatures amb itineraris formatius adaptatius	95,83%
Valoració positiva de participar en la prova pilot	100%

Taula 6.13: Resultats del segon bloc (III).

es va produint al finalitzar cada activitat. Donat que en el Fòrum de l'aula virtual es duia a terme l'activitat general de tots els estudiants assignats als diferents itineraris formatius i, per tant, amb diferents qüestions relacionades amb les PACs, es va realitzar una pregunta específica sobre aquest punt. En aquest sentit, el 95,83% dels estudiants considera positiva l'activitat realitzada en el Fòrum de l'aula. Finalment, cal comentar que només un 4,17% dels estudiants considera que ha trobat algun entrebanc pel fet d'haver més d'un itinerari formatiu a l'assignatura.

Per tant, en termes generals es pot concloure que tots els estudiants han valorat positivament la prova pilot realitzada a Lògica (de fet tots, un 100%). **El 100% dels estudiants que han contestat l'enquesta afirma que tornaria a fer Lògica amb l'eina d'itineraris i un 95,83% dels estudiants afirma que preferiria cursar més assignatures amb itineraris formatius adaptatius.** Es conclou, doncs, que els estudiants que han seguit l'avaluació continuada han treballat amb l'eina d'itineraris realitzant un itinerari formatiu adaptat al seu procés d'aprenentatge, quedant molt satisfets.

6.6.4 Satisfacció del professor i consultor

Des de l'inici de la prova pilot es va crear un document de treball compartit amb el professor i el consultor de l'assignatura per tal d'anar comentant qualsevol qüestió relacionada amb la mateixa. S'ha anat treballant conjuntament per tal d'anar valorant l'eina d'itineraris creada i el seu funcionament durant el semestre. Al finalitzar la implementació dels itineraris formatius adaptatius també es va realitzar una valoració global de la prova, per tal d'obtenir la satisfacció del consultor i professor. Els resultats obtinguts es comenten en aquest apartat.

Satisfacció del consultor

En termes generals, la satisfacció del consultor vers la prova realitzada a Lògica és positiva. La seva valoració inclou propostes que va realitzar durant la realització dels itineraris, propostes de millora de l'eina d'itineraris una vegada finalitzada la prova i una valoració de la seva interacció amb l'eina.

Durant la realització de la prova pilot, el consultor va realitzar algunes propostes de millora i es van aplicar les que van ser possibles durant el temps d'execució (per exemple, afegir PACs en diferents formats). Altres propostes que va realitzar i no es van poder implementar són:

- Incloure tots els materials, recursos de l'assignatura i l'*Assistent e-Learning Lògica* a l'eina d'itineraris. Per exemple, les Guies d'Estudi Setmanals (GES) es van haver de facilitar via Tauler de l'aula.
- Que l'eina d'IFAs tingui el mateix aspecte de visualització que l'aula virtual del Campus virtual de la UOC. Aquest punt s'havia descartat per a la prova pilot.
- Que els estudiants no hagin de clicar a 'Finalitzar' per cada activitat que treballen i que, per tant, l'eina d'itineraris estigui més automatitzada i sigui més usable.

Al finalitzar la prova pilot, i respecte a l'eina d'itineraris, el consultor indica que caldria millorar alguns aspectes com els que es citen a continuació:

1. Temporització: el fet d'haver d'esperar a la tria d'itinerari per part de tots els estudiants fa que es trenqui la temporització que marquen les Guies d'Estudi Setmanals. Caldria modificar la distribució de les mateixes o bé fer que la tria anés més de pressa, posant dates límit, per exemple. Aquest aspecte fa referència a la sincronització d'unitats que ja es proposa automatitzar per altres edicions.
2. Entrada de notes: agilitzar i/o simplificar. Actualment cal obrir un enllaç, triar la nota i confirmar (3 clics). Això també pot provocar errades ja que la pàgina que obre l'enllaç de la llista d'estudiants no mostra el nom. També es podria fer que la nota per defecte fos N. Aquest aspecte fa referència a la interfície de CopperCore i la seva pobra usabilitat.
3. Treball amb les unitats: explicar millor a l'inici o posar més explicacions dins l'eina sobre com ha de fer l'estudiant per avançar en les unitats d'aprenentatge. En

aquest sentit, potser aniria bé disposar d'una guia d'ús o facilitar més indicacions via el Tauler de l'aula virtual.

Donat que el consultor ha tingut a la seva disposició l'eina de monitorització dels itineraris, ha pogut per seguir individualment l'itinerari formatiu que ha cursat cada estudiant i, a nivell més concret, la unitat de treball que ha realitzat cada estudiant en cada moment de la prova pilot (Figures 6.54 i 6.55). La valoració que realitza el consultor de l'entorn de monitorització és positiva, ja que això ha permès ubicar constantment a cada estudiant i, a més, conèixer la situació global de tota l'aula de forma àgil.

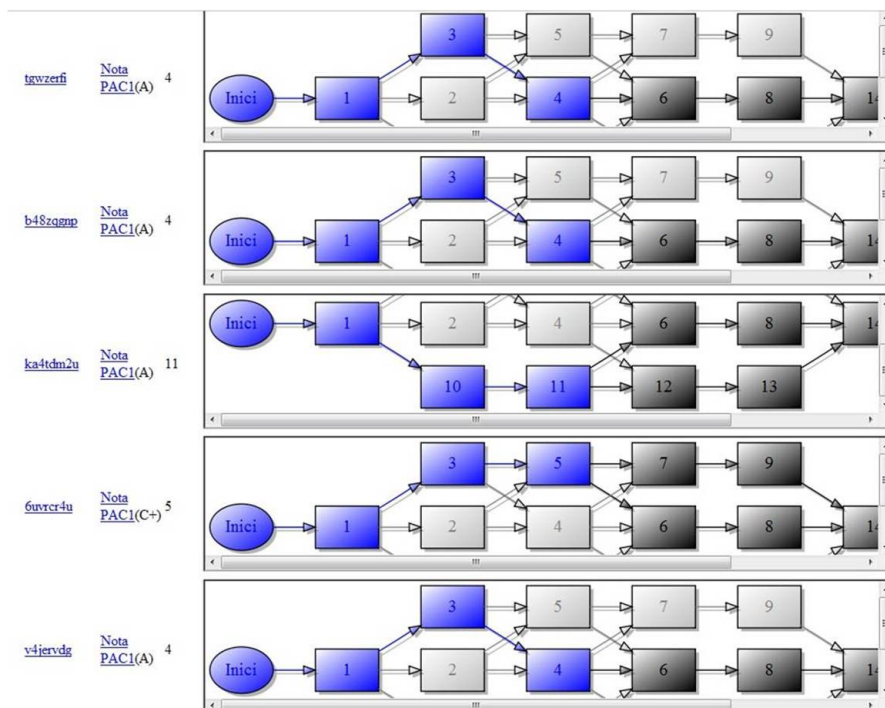


Figura 6.54: Seguiment individual.

Finalment, la valoració global del consultor referent a les seves funcions docents i a la seva interacció amb l'eina d'itineraris es sintetitzen a la Taula 6.14.

En termes generals, el consultor valora positivament la prova realitzada i la seva interacció amb l'eina d'itineraris.

Satisfacció del professor responsable

Finalment, és necessari comentar també l'opinió i satisfacció del professor responsable de l'assignatura de Lògica. Durant la preparació i realització de la prova pilot, la

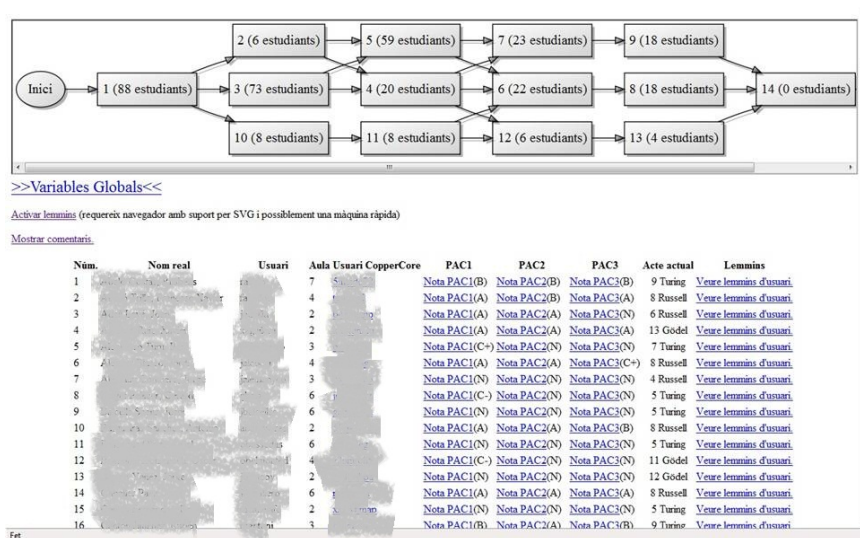


Figura 6.55: Seguiment grupal.

	Valoració
Seguiment assignació test inicial	Correcte
Seguiment individual de la unitat	Correcte
Seguiment individual de l'itinerari	Correcte
Seguiment del grup aula	Correcte
Seguiment del Fòrum	Correcte
Seguiment temporització	Millorable
Correcció de PACs de cada itinerari	Correcte
Introducció de qualificacions i feedback	Millorable

Taula 6.14: Síntesi de la valoració del consultor.

professora ha participat en:

- dissenyar els itineraris formatius adaptatius segons les peculiaritats de l'assignatura de Lògica,
- dissenyar el test inicial per recomanar inicialment als estudiants l'itinerari formatiu més adient segons els seus coneixements previs,
- modificar conjuntament amb el consultor el pla d'estudis, la temporització i les activitats de l'itinerari únic que hi havia a l'assignatura, per tal de crear els dos itineraris formatius nous inicials (Turing i Gödel) i els sorgits al fomentar l'adaptació (Itineraris 4 al 9),
- valorar i ubicar els diferents punts de decisió a cada itinerari formatiu i,

- dissenyar el qüestionari final per tal d'avaluar la satisfacció de l'estudiant.

En general, respecte a la prova pilot realitzada a Lògica, la valoració de la professora responsable es resumeix en els següents punts:

1. A banda del problema detectat, la classificació d'estudiants per mitjà del qüestionari inicial ha estat un resultat molt interessant. A partir del resultat es pot discutir la idoneïtat de les preguntes i és cert que s'haurà de millorar i complementar amb altres dades personals dels estudiants. El que és evident, al marge de la classificació resultant, és que hi ha diferents tipologies i perfils d'estudiants en quant a la seva situació inicial per començar el procés d'aprenentatge i només aquest fet ja justifica aquest tipus d'iniciatives.
2. El comportament i comentaris en el Fòrum de l'aula dels estudiants en els diferents itineraris, així com un seguiment més proper, ha aportat un coneixement extra de les dificultats en el procés d'aprenentatge i dels punts febles de la metodologia que s'han de resoldre. En particular, l'alta valoració de l'assistent com eina de suport i, per tant, dels itineraris que es basaven en un ús intensiu de l'eina.
3. La monitorització individual de cada activitat (inici i final) ha aportat dades sobre la temporització dels estudiants.

La valoració global final de la professora ha estat molt satisfactòria i és partidària de continuar treballant en aquesta línia, tot i que comenta que cal millorar alguns aspectes:

- ampliar el nombre de les preguntes del qüestionari inicial i la seva correspondència amb els diferents perfils d'estudiants,
- millorar la part de l'eina de feedback (qualitatiu i quantitatiu) que es fa als estudiants després de l'avaluació de cada PAC i,
- ajustar millor les activitats específiques de cada itinerari.

Tots els aspectes comentats per la professora i el consultor com les propostes de millora realitzades sobre l'eina d'itineraris són molt importants per fer evolucionar i millorar la implementació dels itineraris formatius adaptatius creats amb IMS-LD. Tots els punts crítics trobats i les millores proposades es tindran en compte per futures implementacions de l'eina.

6.7 Resum

En aquest capítol es descriu la segona prova pilot realitzada amb IMS-LD i es detalla la implementació que s'ha fet en l'assignatura de Lògica dels estudis d'EIMT per introduir la formació adaptativa. A diferència de la implementació realitzada a Criptografia, en aquest cas, s'han implementat itineraris formatius adaptatius basats en més d'un punt de decisió i s'han tingut en compte les limitacions trobades a Criptografia per millorar el treball realitzat prèviament amb IMS-LD.

En primer lloc, s'ha realitzat el disseny conceptual dels 3 itineraris formatius adaptatius a l'assignatura Lògica i s'ha seleccionat el nombre d'itineraris adients a la tipologia d'assignatura (6 itineraris més); descartant així tots aquells itineraris incoherents a nivell formatiu. En segon lloc, s'ha triat la granularitat de les unitats (baixa), s'han definit la tipologia d'activitats (activitats d'aprenentatge), s'han creat els diferents "rol d'estudiant" (9 "rol estudiant", un per itinerari creat) i s'han definit les condicions i propietats necessàries per fomentar la formació adaptativa seguint l'especificació IMS-LD. En tercer lloc, s'ha creat el test inicial emprant les especificacions IMS-LD i IMS-QTI; i s'han creat els diferents IFAs seguint IMS-LD (nivell A i B) amb les eines ReCourse i CopperCore, per finalment inserir-los en l'aula virtual de Lògica. En quart lloc, s'ha realitzat la implementació dels IFAs durant un semestre amb un total de 85 estudiants que han participat voluntàriament en la prova pilot. Posteriorment, s'ha analitzat el procés d'aprenentatge dels estudiants tenint en compte el seguiment que s'ha produït en els diferents IFAs (dels 85 estudiants inicials ha seguit un 43.50%), les recomanacions realitzades (un total de 96 recomanacions entre la Fase 1 i 2) i la tria d'itinerari realitzada pels estudiants (un total de 50 recomanacions seguides).

Finalment, s'ha fet una avaluació global del funcionament de l'eina d'IFAs, de l'editor i del *player* emprats per treballar amb l'especificació IMS-LD i els seus nivells. S'han comentat les limitacions trobades amb l'editor per descriure els itineraris, especificar els canvis de *plays*, aplicar condicions i propietats, modificar la visualització i, finalment, realitzar correctament els canvis de "rol estudiant" per fer que els itineraris siguin adaptatius. També s'ha mostrat la satisfacció dels estudiants i dels docents implicats en la prova pilot, que ha estat positiva, i s'han comentat algunes implicacions a tenir en compte per futurs docents que vulguin introduir la formació adaptativa.

Capítol 7

Conclusions

En aquest capítol es presenten les conclusions derivades d'aquest treball de tesi i les implicacions que suposa l'aplicació dels itineraris formatius adaptatius en un entorn virtual d'aprenentatge. També s'enumeren les aportacions realitzades durant aquest període de recerca i, finalment, es detallen les línies de recerca que queden obertes.

7.1 Principals conclusions

La introducció de l'Espai Europeu d'Educació Superior combinada amb la disponibilitat de plataformes i entorns virtuals d'aprenentatge ha estat clau per a la modernització recent de l'oferta formativa de les institucions universitàries. En aquest context, la UOC ha estat sempre un laboratori únic que ha permès implementar solucions innovadores per a nous reptes, com ara personalitzar el procés d'aprenentatge a les particularitats i preferències de cada estudiant, tenint en compte el seu perfil competencial previ, adquirit parcialment mitjançant la seva experiència professional. La personalització és un element clau per facilitar el procés d'aprenentatge a estudiants que, per les seves característiques, no poden seguir el model tradicional i opten per estudiar a distància, però també per a millorar models híbrids que combinen totes dues aproximacions. Aquesta tesi ha explorat les possibilitats que ofereix la personalització basada en sistemes d'e-learning utilitzant els estàndars i especificacions existents, dintre del marc del projecte de recerca PERSONAL(ONTO).

Concretament, en aquest treball de tesi s'ha realitzat el disseny i creació d'**itineraris formatius adaptatius** mitjançant l'especificació IMS-Learning Design. Els itineraris s'han creat seguint els paràmetres del model de l'EEES, fonamentant-se en el concepte

d'activitat com a mitjà per l'adquisició de competències.

Arrel de la implementació realitzada dels itineraris en l'entorn virtual de la UOC, es pot concloure que és factible la formació adaptativa mitjançant els estàndards i especificacions actuals per a l'e-learning. En aquest treball de tesi s'ha realitzat un procés d'adaptació de l'acció formativa al perfil dels estudiants i s'han dissenyat diferents itineraris adaptatius en diverses assignatures dels estudis d'Informàtica, Multimèdia i Telecomunicacions, avaluant-los en dues proves pilot realitzades en un escenari real. Els itineraris formatius s'han anat adaptant al procés d'aprenentatge de l'estudiant durant la seva formació i aquest ha rebut diferents recomanacions formatives en funció del treball realitzat en cada unitat. En tot moment s'ha proporcionat a l'estudiant la flexibilitat perquè pogués triar l'itinerari més convenient fins completar l'assignatura, independentment de les recomanacions realitzades per l'eina d'itineraris.

L'adequació d'especificacions com IMS-LD i IMS-QTI a l'entorn virtual ha estat possible i s'han pogut implementar en el Campus Virtual de la UOC, tot i que no sense certes dificultats. Els grups d'estudiants de les assignatures de Lògica i Criptografia, les proves pilots, han fet servir l'eina d'itineraris adaptatius, seguint així els seus estudis a distància però amb una nova tecnologia. La implementació realitzada ha permès validar l'adaptació dels itineraris i tant els estudiants com els consultors han pogut treballar i completar un itinerari formatiu adaptatiu.

Fruit del treball realitzat en aquest treball de tesi, de la implementació i dels resultats obtinguts en els dos casos d'estudi, es pot concloure que:

- Els itineraris formatius adaptatius creats amb IMS-LD han funcionat correctament. L'eina d'execució CopperCore ha permès aplicar el nivell A d'IMS-LD i també les condicions i propietats de nivell B de l'especificació, de tal forma que s'han pogut implementar i executar satisfactòriament.
- S'ha realitzat un primer pas cap a l'adaptació formativa en un entorn virtual d'aprenentatge. Els estudiants han tingut al seu abast diferents itineraris de formació durant el transcurs de l'assignatura i s'han anat ajustant en funció del treball que han realitzat.
- Els estudiants que han seguit les assignatures de la prova pilot estan satisfets amb l'itinerari realitzat i, també, amb l'eina creada. En aquest sentit, han percebut l'adaptació formativa com un fet positiu i desitjable.

- Tant els consultors com els professors responsables d'ambdues assignatures valoren positivament l'experiència realitzada.
- La implementació dels itineraris formatius adaptatius creats amb IMS-LD en entorns virtuals reals d'ensenyament aprenentatge és viable.

No obstant això, tot i obtenir un resultat satisfactori en l'aplicació dels itineraris, cal tenir en compte un seguit d'implicacions (algunes de les quals es troben publicades a [54]). Aquestes fan referència al que suposa l'aplicació dels itineraris formatius adaptatius tant pels docents involucrats en l'assignatura com pels estudiants que la cursen. Les implicacions següents també fan referència al disseny i la creació dels itineraris amb les eines emprades.

Implicacions per als docents

L'aplicació d'itineraris formatius a l'assignatura comporta una sèrie d'implicacions per als professors i per als consultors que la gestionen. Cal prendre decisions de disseny i planejar l'execució dels itineraris formatius. El treball conjunt entre el professor responsable (qui dissenya l'assignatura) i el consultor (qui la porta a terme) és essencial. El professor ha de redissenyar l'assignatura, les competències a assolir, els continguts i les activitats, per tal d'oferir diferents camins de formació dintre d'una mateixa assignatura. En aquest sentit, cal tenir en compte les següents implicacions:

- El treball fonamental del professor és, precisament, conèixer el perfil dels estudiants que cursen l'assignatura i conèixer en profunditat els continguts i activitats que es treballen, per tal d'estudiar la coexistència de diferents itineraris. Això implica pensar la seqüenciació dels continguts i crear diferents activitats per cada itinerari d'una manera coherent i organitzada, mantenint alhora un calendari acadèmic. També és important repensar el model d'avaluació de l'assignatura i valorar la possibilitat de canviar el model existent degut a la tipologia de les activitats i el moment de realització de cadascuna d'elles. El professor ha de fer una anàlisi completa de tots els elements que conformen l'assignatura i, en definitiva, com es duran a terme els diferents itineraris formatius en l'aula virtual.
- El treball del consultor, que és el conductor de l'aula, consisteix en consensuar aquesta seqüenciació de continguts conjuntament amb el professor responsable i analitzar també les activitats proposades a cada itinerari. En el cas de les

assignatures de Criptografia i Lògica, tant els professors com els consultors van acordar canviar la seqüenciació dels mòduls i van realitzar diferents activitats en funció de cada itinerari formatiu. Es van modificar tant el tipus de proves d'avaluació continuada i pràctiques com el nombre d'activitats a realitzar.

Durant el procés d'aprenentatge, el consultor ha d'anar orientant als estudiants en la realització de les activitats proposades a cada itinerari formatiu (tot i donar-se simultàniament). L'espai virtual d'interacció entre els estudiants és el Fòrum de l'aula. En el Fòrum, els estudiants comparteixen tots els dubtes relacionats amb l'assignatura. Això vol dir que el consultor es troba simultàniament amb qüestions i dubtes de diferents mòduls i activitats. En els resultats obtinguts en les proves pilot, els estudiants han constatat que aquesta situació no ha sigut un inconvenient per seguir els itineraris formatius. La clau ha estat una bona organització del Fòrum, de tal manera que els dubtes han estat agrupats per temàtica, activitat i moment de treball dels diferents mòduls.

Un altre dels temes importants ha estat el seguiment de l'avaluació continuada, element clau en l'adopció del model proposat pel nou Espai Europeu d'Educació Superior. Durant el transcurs de les assignatures amb itineraris formatius, el consultor ha proporcionat als estudiants un comentari i feedback personalitzat a cada estudiant de les activitats que ha anat realitzant. Seguir un model d'avaluació continuada, ha implicat que el consultor hagués de publicar i corregir les activitats diferents de manera simultània, ja que els diferents itineraris formatius es donaven en paral·lel. El consultor ha destacat que el temps de dedicació a la correcció ha estat el mateix que quan l'assignatura tenia un únic itinerari formatiu. El que sí va variar, va ser el moment de publicació de la solució de cada activitat. Donat que es realitzaven activitats similars en diferents moments, la solució no s'ha pogut enviar fins la finalització de les diferents activitats per parts de tots els estudiants, complicant els aspectes de caire organitzatiu.

Implicacions pels estudiants

La creació d'itineraris formatius pels estudiants de les assignatures participants en les proves pilot ha suposat un canvi en la dinàmica de treball habitual a l'aula.

En primer lloc, els estudiants han realitzat un test inicial amb l'objectiu de diagnosticar (de forma aproximada) el seu nivell competencial i la seva experiència professional, per conèixer el seu punt de partida (perfil). En una assignatura plantejada amb un

únic itinerari formatiu, aquesta informació no s'utilitza i, per tant, es presuposa que tots els estudiants parteixen dels mateixos coneixements. Sense la realització d'un test inicial no és possible obtenir aquesta informació, essencial per a la creació d'itineraris formatius i per poder adaptar el procés d'aprenentatge al propi estudiant. Per tant, a diferència d'altres assignatures, es realitza una avaluació inicial que permet identificar el perfil de partida dels estudiants.

En segon lloc, durant la realització dels diferents itineraris, els estudiants han compartit dubtes de diferents activitats al Fòrum de l'aula de manera simultània, sense que això suposés un entrebanc. Per tant, han hagut de seleccionar la informació provinent dels propis companys d'aula, tot i ser diferent del seu itinerari. En la mateixa línia, en l'aula virtual han hagut de descarregar-se les activitats corresponents al seu itinerari formatiu. A diferència d'una assignatura sense itineraris formatius, en l'eina proposada, s'han anat publicant simultàniament les activitats que feien referència als mòduls a treballar en cada itinerari. L'estudiant, per tant, no podia realitzar les activitats assignades a un altre itinerari i només ha tingut visibles les que corresponien al seu itinerari de formació. Amb la informació adequada, això no és un problema pels estudiants.

Com han mostrat els resultats dels qüestionaris finals realitzats a tots els estudiants que han participat a les proves pilot, els estudiants han valorat molt positivament el fet de poder realitzar un itinerari formatiu ajustat als seus coneixements i, a més, els agradaria que hi haguessin més assignatures amb aquest plantejament.

Implicacions tècniques

És important destacar que el treball amb les eines d'edició i execució d'IMS-LD (ReCourse i CopperCore), així com amb les bases de dades i servidors, és força complex. Les eines d'edició i execució d'IMS-LD, tot i estar pensades per l'educació, són complexes i tenen un nivell tècnic massa elevat per a persones amb un perfil estrictament docent i no tècnic. És per això que en aquest treball de tesi es fomenta la creació d'un equip de treball interdisciplinari que permeti treballar conjuntament a docents i tècnics vers la creació i implementació d'itineraris formatius adaptatius. En aquest sentit, el paper dels dissenyadors instruccionals és clau per poder ajudar a l'equip docent a dissenyar activitats adequades i organitzar-les en forma d'itineraris, tal i com proposa [81].

En termes generals, tant els editors com els players d'IMS-LD són eines poc intuïti-

ves i poc flexibles i tenen una interfície gràfica que no permet dissenyar conceptualment qualsevol acció formativa. La part conceptual s'ha de treballar fora de l'eina d'edició i, a més, requereix conèixer en excessiva profunditat les especificacions i estàndards que s'empren.

Tot i que en aquest treball de tesi s'ha treballat amb les especificacions IMS-LD i IMS-QTI, és important destacar que sovint cal contemplar processos i relacions entre entitats que no estan del tot definides als propis models d'informació i documents tècnics de les mateixes especificacions. Això ha implicat, d'una banda, plantejar qüestions als creadors de l'especificació IMS-LD i, d'altra banda, realitzar deduccions parcials del seu funcionament i anar provant pel mètode d'assaig-error els diferents processos.

L'especificació IMS-LD, en termes generals, és prou àmplia per modelar processos d'ensenyament i aprenentatge tenint en compte tots els elements i agents que intervenen en el procés educatiu, però els processos que queden oberts a l'especificació s'han hagut de resoldre emprant d'altres eines. En aquest sentit, per fomentar els diferents canvis d'itinerari de l'estudiant i fer-los realment adaptatius, s'ha hagut de treballar específicament amb programes afegits a l'eina d'execució.

En la mateixa línia, inicialment es pretenia treballar amb els tres nivells d'IMS-LD (A, B i C), però l'aplicació del tercer nivell ha estat inviable. L'especificació detalla l'ús del nivell C, però ni les eines d'edició ni les d'execució estan preparades per a que funcioni correctament. En el Capítol 3 es va realitzar un estudi de les eines existents i s'enunciava que probablement aquest nivell es podria treballar amb les eines seleccionades, però no ha estat possible. Per tant, no s'ha pogut incorporar el sistema de notificació del nivell C com un sistema de comunicació entre el consultor i l'estudiant per notificar cap acció. Aquesta comunicació entre estudiant i consultor s'ha substituït per el sistema tradicional de comunicació del propi Campus Virtual de la UOC. Per tant, l'eina d'itineraris no es pot veure com un sistema autònom sino que cal integrar-la en l'entorn d'aprenentatge.

Finalment, cal destacar que la inclusió dels itineraris formatius adaptatius creats amb IMS-LD en les aules del campus virtual de la UOC no ha estat fàcil. Tot i ser completament obert, interoperable i reutilitzable, el campus de la UOC compta amb els seus propis requisits tècnics i de privacitat, fet que ha comportat treballar amb els tècnics del campus virtual per realitzar la vinculació de l'eina d'itineraris a l'aula. En aquest mateix sentit i donat que es pretenia registrar les accions dels estudiants per a recomanar els itineraris més adients, es va poder aconseguir que, amb una única autenticació al campus virtual, els estudiants tinguessin a la seva disposició l'eina

d'itineraris, sense necessitat d'autenticar-se dos o més cops.

Com es pot observar, aquest treball de tesi proporciona els fonaments d'un primer pas cap a l'adaptació formativa que va més enllà d'una adaptació de la interfície d'usuari o de les preferències de navegació. S'ha produït una adaptació formativa completa que contempla el diagnòstic inicial del perfil de l'estudiant en base a competències, oferint-li així un itinerari formatiu adient; contempla el treball que va realitzant durant la consecució de les diferents activitats, proporcionant-li noves vies de formació més ajustades al seu treball; ha recomanat a l'estudiant el camí més adient en tot moment i, finalment, ha proporcionat un cert grau de llibertat per l'adaptació formativa, permetent a cada estudiant realitzar la seva tria d'itinerari. En definitiva, s'ha proporcionat a cada estudiant el seu propi itinerari de formació de forma completament adaptativa i fent servir IMS-LD.

7.2 Aportacions del treball de tesi

La principal contribució d'aquest treball de tesi és la creació d'itineraris formatius adaptatius emprant l'especificació IMS-LD en un escenari real, com és el Campus Virtual de la UOC. S'ha validat la viabilitat de crear i implementar els itineraris formatius adaptatius amb les eines d'edició i execució existents per IMS-LD. L'eina d'itineraris creada a la prova pilot de l'assignatura de Lògica té com a base fomentar l'adaptació formativa partint dels coneixements i competències prèvies dels estudiants per recomanar un itinerari formatiu que constantment és va adaptant al treball que realitza l'estudiant. Si bé fins ara tots els estudiants realitzen el mateix itinerari formatiu, actualment és possible proporcionar un sistema adaptatiu de formació que permeti a cada estudiant realitzar un itinerari formatiu més ajustat al seu perfil acadèmic.

Seguint les preguntes de recerca formulades i els objectiu establerts a l'inici d'aquest treball de tesi, s'han realitzat les següents contribucions:

- Mitjançant les eines d'edició (ReCourse) i d'execució (CopperCore), s'ha creat un test inicial seguint les especificacions d'IMS-QTI i IMS-LD (nivell A i B) com un mitjà per conèixer les competències prèvies de l'estudiant i els seus coneixements vers les assignatures. El test s'ha realitzat a l'inici de l'acció formativa i ha permès obtenir el perfil d'estudiants existent a cada assignatura per assignar l'itinerari adient a cadascun d'ells.

- S'han analitzat els estàndards, especificacions i eines actuals per l'e-learning i s'ha produït una adequació de l'especificació d'IMS-LD per l'entorn virtual de la UOC. D'aquesta manera s'ha pogut contemplar totes les particularitats del procés d'aprenentatge virtual en funció de l'especificació; optant així per una adopció pràcticament total d'IMS-LD.
- S'han dissenyat i creat els itineraris formatius adaptatius, mitjançant IMS-LD (nivell A i B) amb l'eina d'edició ReCourse, permetent generar diferents itineraris adaptatius de formació en una mateixa assignatura. En la mateixa línia, s'ha realitzat el procés de recomanació individual d'itineraris a cada estudiant i els mateixos estudiants han pogut triar l'itinerari que han considerat (nivell B). Els itineraris formatius adaptatius han permès proporcionar a cada estudiant un itinerari formatiu més ajustat al seu perfil i, a més, en funció del resultat obtingut a cada activitat, s'han anat adaptant contínuament al treball de l'estudiant.
- S'ha demostrat la viabilitat d'aplicació de l'eina d'itineraris formatius adaptatius amb la realització de dues proves pilots en un entorn real d'aprenentatge com és el Campus Virtual de la UOC. Entre ambdues proves han participat un total de 150 estudiants. Tant l'eina d'edició com d'execució han funcionat correctament en les dues proves pilots.
- S'ha superat la rigidesa imposada per l'especificació d'IMS-LD per realitzar canvis d'itineraris en temps d'execució, permetent així que els estudiants hagin pogut canviar d'itinerari diverses vegades durant el curs. En aquest sentit, s'ha dotat de major flexibilitat a l'acció formativa. Això ha estat possible sense modificar l'especificació d'IMS-LD i s'ha realitzat mitjançant l'eina d'execució. El programa de comandes *click* incorporat en CopperCore ha permès realitzar canvis de rol i de *play* respectant totalment l'especificació. Aquest punt és un dels quals ha permès realitzar una veritable adaptació formativa mitjançant IMS-LD.
- S'ha realitzat una descripció de les limitacions i avantatges que s'han trobat durant la realització de les dues proves pilots realitzades a les assignatures de Lògica i Criptografia, que pot ser útil per d'altres docents que realitzin futures implementacions adaptatives.
- Finalment, seguint un dels objectius d'aquest treball de tesi, s'ha produït una millora en l'adaptació del procés d'aprenentatge, seguint el model que marca

l'EEES i fent èmfasi realment en el concepte d'activitat i en el treball que realitza l'estudiant per l'adquisició de noves competències.

7.3 Línies futures de treball

Durant el desenvolupament del treball d'aquesta tesi s'han observat possibles línies de treball futures, que inclouen, per una banda, extensions al treball presentat i, per altra banda, l'aplicació del treball realitzat a d'altres assignatures i/o entorns formatius. En aquesta secció es descriuen les que es consideren més rellevants.

Una primera línia de recerca és l'actualització de l'especificació IMS-LD. La primera i única versió de l'especificació data del 2003 i, actualment, els entorns d'ensenyament i aprenentatge contemplen noves possibilitats i eines que fan necessària una nova versió de l'especificació:

- Els nous elements més conceptuals poden ser aplicats al nivell més descriptiu que és el nivell A d'IMS-LD.
- En el nivell B caldria evolucionar la sincronització dels estudiants al finalitzar les unitats i com es visualitzen les següents unitats de treball. Aquest procés hauria de ser automàtic i hauria de proporcionar directament a l'estudiant la unitat corresponent i només hauria de triar si canvia d'itinerari o no.

També caldria ampliar l'especificació per fer-la realment més flexible i interoperable. D'una banda, tot i que el model d'informació de l'especificació aposta per la creació d'itineraris de formació i per l'adaptació formativa, l'aplicació de les condicions a nivell d'acte fan que l'especificació sigui bastant rígida i s'hagi d'explorar com aplicar-les a nivell de play de forma més extensa. D'altra banda, la interoperabilitat d'unitats d'aprenentatge realitzades amb IMS-LD és pràcticament nul·la. La importació i exportació d'unitats d'aprenentatge genera nous fitxers que dificulten l'execució amb altres eines que no siguin exactament amb les quals s'han creat. En aquest sentit, caldria continuar investigant noves possibilitats de treball de l'especificació per a que realment sigui interoperable. Aquesta nova línia de recerca podria permetre pujar el nivell de treball dels itineraris formatius adaptatius des del nivell d'assignatura al nivell de grau i, a més, que sigui reutilitzable per d'altres entorns.

- En el nivell C, analitzar realment la seva viabilitat, aplicabilitat i ús educatiu. Probablement caldria ampliar l'especificació per detallar correctament el nivell C, la seva edició i la seva execució, donat que el concepte de notificació és molt limitat.

En segon lloc, tenint en compte el treball amb les eines d'edició i execució que s'ha realitzat en aquest treball de tesi, seria convenient realitzar una millora de la seva interfície. L'objectiu seria fer-les més usables per qualsevol docent que vulgui treballar amb l'especificació d'IMS-LD d'una manera més conceptual i intuïtiva, sense necessitat de gaires coneixements tècnics. El treball amb les eines d'edició i execució també podria permetre millorar el diagrama d'ubicació dels estudiants als diferents itineraris, facilitant una informació més acurada per activitat i mòdul treballat. En termes generals, caldria simplificar i millorar la visualització de l'eina d'itineraris que ofereix l'eina d'execució.

En tercer lloc, partint de les dues proves pilot amb itineraris formatius adaptatius realitzades en el marc de la UOC, es proposa integrar els itineraris formatius creats amb IMS-LD en d'altres assignatures de la universitat. De fet, juntament amb el departament de Tecnologia Educativa de la UOC ja s'està començant a treballar en aquesta direcció.

En quart lloc, donat que s'ha fet una prova de concepte, caldria desenvolupar una eina que permeti el disseny d'itineraris amb IMS-LD de forma automàtica, a partir de la conceptualització de l'assignatura en itineraris, de forma visual pensada per a docents sense coneixements tècnics.

Finalment, seria necessari analitzar la inclusió dels itineraris formatius adaptatius en d'altres plataformes per l'e-learning diferents del campus virtual de la UOC. Això permetria promoure la millora de l'especificació IMS-LD en quant a la seva interoperabilitat i reutilització en d'altres contextos educatius, fent-la més atractiva per altres institucions educatives.

7.4 Publicacions derivades

Finalment, donat que aquest treball de tesi abarca principalment dues àrees de coneixement diferents, s'han realitzat diferents tipus de publicacions, tant dins de l'àrea educativa com de l'àrea tecnològica. Durant aquest període, s'han anat presentant els resultats de la recerca duta a terme en aquesta tesi tant en diferents congressos de

caire nacional i internacional, com en diferents revistes i llibres afins a la temàtica del treball de tesi. Les publicacions derivades d'aquest treball de tesi són les següents:

- Guerrero, A., Prieto, J., Minguillón, J., García, I.: Using an IMS-LD Based Questionnaire to Create Adaptive Learning Paths. The 40th Annual Frontiers in Education (FIE) Conference, pp. F1J-1–F1J-6. Washington (USA), 2010.
- Huertas, M^a., Mor, E. Guerrero, A.: Herramienta de Apoyo para el Aprendizaje de la Lógica en la Ingeniería Informática. Actas de la 7^a edición del Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Digitales Educativos (SPDECE), pág. 87-94. Cádiz (España), 2010.
- Guerrero, A., Huertas, M., Mor, E.: Diseño de itinerarios adaptativos en función del perfil del estudiante: el caso de Lógica. Actas de la 7^a edición del Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Digitales Educativos (SPDECE), pág. 79-86. Cádiz (España), 2010.
- Guerrero, A., Minguillón, J., Prieto, J.: Aspectos prácticos del uso de IMS-LD para el diseño de itinerarios adaptativos. Actas de la 7^a edición del Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Digitales Educativos (SPDECE), pág. 63-70. Cádiz (España), 2010.
- Huertas, M., Mor, E., Guerrero, A.: Herramienta de Apoyo para el Aprendizaje a Distancia de la Lógica en la Ingeniería Informática. *Revista de Educación a Distancia* (RED), año X, número 24, 2010.
- Ferran, N., Guerrero, A., Mor, E., Minguillón, J.: User Centered Design of a Learning Object Repository. Proceedings of the 13th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI), M. Kurosu, Ed. Lecture Notes In Computer Science, vol. 5619, pp. 679-688. Springer-Verlag. San Diego (California), 2009.
- Prieto, J., Herrera, J., Guerrero, A.: A Virtual Laboratory Structure for Developing Programming Labs. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 4(1), pp. 47-52. 2009.
- García, I., Herrera, J., Prieto, J., Guerrero, A.: Virtual Laboratory Ontology for Engineering Education. The 38th Annual Frontiers in Education Conference (FIE). IEEE Computer Society, pp. 1-6. Saratoga (USA), 2008.

- Guerrero, A., Mor, E., Minguillón, J.: Analyzing lifelong learning student behavior in a progressive degree. Proceedings of the E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education, pp. 2590-2596 Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Quebec (Canada), 2007.
- Guerrero, A., Minguillón, J., Guàrdia, L., Sangrà, A.: Metadata for describing learning scenarios under the European Higher Education Area paradigm. Proceedings of the 2nd International Conference on Metadata and Semantics Research, Pàg. 69-79 Springer. Corfú (Greece), 2007. Republished in Metadata and Semantics, pp. 69-80. Springer, 2009.
- Guerrero, A., Minguillón, J.: Adaptive learning paths for improving lifelong learning experiences. Proceedings of the TENCompetence Workshop on Service Oriented Approaches and Lifelong Competence Development Infrastructures, pp. 137-143. The Institute for Educational Cybernetics, University of Bolton. Manchester (U.K), 2007.
- Guerrero, A., Mor, E., Minguillón, J.: Proceso de adaptación al EEES mediante el uso de competencias e itinerarios personalizados: el caso de Minería de Datos. Actas de las XXI Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, pp. 79-86. Editorial Thomson-Aranzadi. Bilbao (España), 2006.
- Guerrero, A., Minguillón, J.: From contents to competences through Learning Design: the case of data mining. Proceedings of the EDEN 2006 Annual Conference, pp. 365-371. Academic Conferences Limited Reading. Viena (Austria), 2006.
- Guerrero, A., Minguillón, J.: Metadata for describing educational competences: the UOC case. Proceedings of the 2nd International Conference on Web Information Systems and Technologies. SeBeGe/eL, pp. 275-280. INSTICC Press. Lisboa (Portugal), 2006.

Bibliografía

- [1] E. Amorim, E. Sánchez, M. Lama, and S. Barro. Representación y ejecución de unidades educativas a través de una ontología de diseños de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 33:61–77, 2007.
- [2] L.E. Anido, M.J. Caerio, J.M Santos, J.S. Rodriguez, and M. Llamas. Educational metadata and brokerage for learning resources. *Computer and Education*, 38(4):351–374, 2002.
- [3] J. Annett. *Feedback and human behavior*. Middlesex, UK. Penguin, 1969.
- [4] H. Ashman, T. Brailsford, and P. Brusilovsky. Personal services: Debating the wisdom of personalisation. In *International Conference on Web-based Learning*, pages 1–11, 2009.
- [5] D.P. Ausubel. *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. Springer, 2000.
- [6] A. W. Bates. *Managing Technological Change: Strategies for College and University Leaders*. Jossey-Bass, Inc., San Francisco, 2000.
- [7] J. C. Beck and M. Wade. *Got Game: how the gamer generation is reshaping business forever*. Boston, MA: Harvard Business School Press, 2004.
- [8] B.S. Bloom. *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. David McKay Co Inc, New York, 1956.
- [9] BOE. Ley orgánica 5/2002 del 19 de junio de las cualificaciones y de la formación profesional, 2002.
- [10] J. G. Boticario and O. C. Santos. An open IMS-based user modelling approach for developing adaptive learning management systems. *Journal of Interactive Media in Education Adaptation and IMS Learning Design*, 2007.

-
- [11] R. E. Boyatzis. *The competent manager. A model for effective performance*. Ed. Wiley, 1983.
- [12] P. De Bra, L. Aroyo, and A. Cristea. Adaptive web-based educational hypermedia. In Mark Levene and Alexandra Poulouvassilis, editors, *Web Dynamics*, pages 387–410. Springer, 2004.
- [13] P. De Bra, N. Stash, and D. Smits. Creating adaptive web-based applications. In *Tutorial at the 10th International Conference on User Modeling*, July 2005.
- [14] P. Brusilovsky. Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 6(2-3):87–129, 1996.
- [15] P. Brusilovsky, J. Eklund, and E. Schwarz. Web-based education for all: A tool for developing adaptive courseware. In *Computer Networks and ISDN Systems. Proceedings of the seventh International World Wide Web Conference*, volume 30, pages 291–300, Brisbane, Australia, 1998.
- [16] P. Brusilovsky and M. Maybury. From adaptive hypermedia to the adaptive web. *Commun. ACM*, 45(5):30–33, 2002.
- [17] P. Brusilovsky and P. Miller. Course delivery systems for the virtual university, 2001.
- [18] D. Burgos. The structure and behavior of virtual communities engaged in informal learning about e-learning standards, 2006. Doctoral dissertation, European University of Madrid, Villaviciosa de Odón, Madrid, Spain.
- [19] D. Burgos. Extension of the IMS Learning Design Specification based on Adaptation and Integration of Units of Learning. http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/10016/5143/1/Thesis_Daniel_Burgos_Solans.pdf, 2008. Tesis Doctoral. Universidad Carlos III. Leganés, Madrid.
- [20] D. Burgos, N. Berbegal, and D. Griffiths. IMS Learning Design Level 0, 2005. <http://imsld.learningnetworks.org/mod/resource/view.php?id=174>.
- [21] D. Burgos, C. Nimwegen, H. Oostendorp, and R. Koper. Game-based learning and immediate feedback. the case study of the planning educational task. *International Journal of Advanced Technology in Learning*, Special Issue, 2007.

- [22] D. Burgos and B. Ruiz-Mezcua. Building an interactive training methodology to develop multimedia e-learning software. In *Proceedings of The International Conference on Education, Information Systems, Technologies and Applications. EISTA 2003. Orlando, (USA)*, pages 4–7, 2003.
- [23] D. Burgos and M. Spetch. Implementing adaptive methods with IMS Learning Design. In *ADALE Workshop proceedings*, Dublin, Ireland, 2006.
- [24] CanCore. Canadian Core Learning Object Metadata Application Profile. Available at <http://www.cancore.ca/>, 2008.
- [25] R. M. Carro, A. M. Breda, G. Castillo, and A.L. Bajuelos. Methodology for developing adaptive educational- game environments. In *Proceedings of Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, Lecture Notes in Computer Science 2347, pages 90–99. Springer Verlag, Berlin, 2002.
- [26] J. Casas. *Modelos de diseño de las TIC*. Universitat Oberta de Catalunya, 2003.
- [27] P. Castellví. *Teories i models: Introducció a la psicologia educativa i evolutiva*. Biblioteca universitaria, Barcelona, 1994.
- [28] M.A. Chatti, R. Klamma, C. Quix, and D. Kensche. Lm-dtm: An environment for xml-based, lip/papi-compliant deployment, transformation and matching of learner models. In *Proceedings of the 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Lecture Notes in Computer Science, pages 567–569, July 2005.
- [29] H. Chen, R. T. Wigand, and M. S. Nilan. Optimal experience of web activities. *Computers in Human Behavior*, 15(5):585 – 608, 1999.
- [30] S. Chen and G. Magoulas. *Adaptable and Adaptive Hypermedia Systems*. Hershey, PA: IRM Press, 2005.
- [31] D. N. Chin. Empirical evaluation of user models and user-adapted systems. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11(1-2):181–194, 2001.
- [32] L. Cohen. *Métodos de investigación cualitativa*. La muralla, Madrid, 1990.
- [33] C. Córcoles, C. Casado, M. Huertas, E. Mor, and A. Guerrero. Learning 2.0: concepts and experiences with social networks and software. In *Proceedings of The*

- E-Learn World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare and Higher Education. Quebec, Canada*, pages 6751–6755, 2007.
- [34] P. da Silva, R. Van Durm, E. Duval, and H. Henk Olivié. Concepts and documents for adaptive educational hypermedia: a model and prototype. In *Computer Science reports 98/12*, Lecture Notes in Computer Science, pages 35–43. Eindhoven University of Technology, 1998.
- [35] DeSeCo. The definition and selection of key competencies. executive summary. Technical report, OCDE, 2005. Available at <http://www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf>.
- [36] J. M. Dodero, S. Sánchez-Alonso, and D. Frosch-Wilke. Generative instructional engineering of competence development programmes. *Journal of Universal Computer Science*, 13:1213–1233, 2007.
- [37] J. M. Dodero, C. Tattersall, D. Burgos, and R. Koper. Non-representational authoring of learning designs: from idioms to model-driven development. *Software-Practice and Experience*, 00:1–7, 2006.
- [38] P. Dolog and W. Nejdl M. Challenges and benefits of the semantic web for user modelling. In *Proceedings of The Workshop on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems Conference*, 2003.
- [39] E. Duval, W. Hodgins, S.A. Suttton, and S. Weibel. Metadata Principles and Practicalities. *D-Lib Magazine*, 8(4), 2002. Available at <http://www.dlib.org/dlib/april02/weibel/04weibel.html>.
- [40] K. Evans, N. Kersh, and S. Kontianen. Recognition of tacit skills: sustaining learning outcomes in adult learning and work re-entry. *International Journal of Training and Development*, 8(1):54–72, 2004.
- [41] J.C. Flanagan. The critical incident technique. *Psychological Bulletin*, 51:327–359, 1954.
- [42] N. Friesen. Interoperability and learning objects: An overview of e-learning standarization. *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, 1:23–31, 2005.

- [43] R. Gagné. *Studies of Learning: 50 Years of Research*. Florida State University, 1989.
- [44] S. Gardelliano. UNIDO Competencies. Strengthening Organizational Core Values and Managerial Capabilities. Technical report, United Nations Industrial Development Organization UNIDO, 2002. Available at <http://www.unido.org/fileadmin/media/documents/pdf/Employment/UNIDO-CompetencyModel-Part1.pdf>.
- [45] R. Garries, R. Ahlers, and J. E. Driskel. Game based learning cycle. *Journal of Simulation and Gaming*, 33(4):441–467, 2002.
- [46] S. Gherardi. *Organizational knowledge, the texture of workplace learning*. Malden, MA: Blackwell, 2006.
- [47] IMS Global Learning Consortium. IMS enterprise services. Available at <http://www.imsglobal.org/enterprise/index.html>, 2002.
- [48] IMS Global Learning Consortium. IMS Learning Design specification. Available at <http://www.imsglobal.org/learningdesign>, 2003.
- [49] J. González and R. Wagenaar. Tuning educational structures in Europe. Available at <http://www.relint.deusto.es/TuningProject/index.htm>, 2003.
- [50] H. Green, K. Facer, and T. Rudd. Personalisation and digital technologies. Technical report, Futurelab, 2005.
- [51] A. Guerrero and J. Minguillón. Adaptive learning paths for improving lifelong learning experiences. In *Proceedings of the TENCompetence Workshop on Service Oriented Approaches and Lifelong Competence Development Infrastructures. Manchester (UK)*, pages 137–143, 2007.
- [52] A. Guerrero and J. Minguillón. From contents to competences through learning design: the case of data mining. In *Proceedings of The EDEN Annual Conference*, pages 365–371, Viena (Austria), 2006. Academic Conferences Limited Reading.
- [53] A. Guerrero, J. Minguillón, L. Guàrdia, and A. Sangrà. Metadata for describing learning scenarios under the european higher education area paradigm. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Metadata and Semantic Research (MTSR)*, pages 69–79, Corfu, Greece, October 2007.

- [54] A. Guerrero, J. Minguillón, and J. Prieto. Aspectos prácticos del uso de ims-ld para el diseño de itinerarios adaptativos. In *Actas de la 7ª edición del Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Digitales Educativos (SPDECE)*. Cádiz (España), pages 63–70, 2010.
- [55] A. Guerrero, E. Mor, and J. Minguillón. Proceso de adaptación al eees mediante el uso de competencias e itinerarios personalizados: el caso de minería de datos. In *Actas de las XXI Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*, pages 79–86, Bilbao (España), 2006. Editorial Thomson-Aranzadi.
- [56] A. Guerrero, J. Prieto, J. Minguillón, and I. Garcia. Using an ims-ld based questionnaire to create adaptive learning paths. In *Proceeding of The 40th Annual Frontiers in Education Conference (FIE)*. Washington (USA), pages F1J-1–F1J-6. IEEE Computer Society, 2010.
- [57] K. Halttunen and E. Sormunen. Learning information retrieval through an educational game: Is gaming sufficient for learning? *Education for Information*, 18:289–311, 2000.
- [58] M. Hammond, M. Shreeve, and C. Davies. Developing personalisation for the information environment. Technical report, JISC, 2008.
- [59] J. Hayes. A new look at managerial competence: The AMA model for worthy performance. *Management Review*, 59:2–3, 1979.
- [60] S. He, H. Kinshuk, and A. Patel. Granular approach to adaptivity in problem-based learning environment. In *Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, pages 3–7, Kazan, Rusia, 2002.
- [61] D. Hernández, D. Burgos, C. Tattersall, and R. Koper. Representing computer-supported collaborative learning macro-scripts using IMS learning design. In Martin Wolpers, Ralf Klamma, and Erik Duval, editors, *European Conference on Technology Enhanced Learning (EC-TEL)*, volume 280 of *CEUR Workshop Proceedings*, 2007.
- [62] D. Hernández-Leo, A. Harrer, et J. M. Doderó, J. Asensio, and D. Burgos. Creating by reusing learning design solutions, October 2006.

- [63] K. Holtzblatt and S. Jones. *Contextual Inquiry: A Participatory Technique for System Design*. In *Participatory Design: Principles and Practices*, D. Schuler and A. Namioka. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1993.
- [64] M. Huertas, C. Casado, C. Córcoles, E. Mor, and A. Guerrero. Social networks for learning: wikis, blogs and tagging in education. In *Proceedings of The EDEN 2007 Annual Conference. Naples (Italy)*, pages 7–13. Academic Conferences Limited Reading, 2007.
- [65] M. Huertas, E. Mor, and A. Guerrero. Herramienta de apoyo para el aprendizaje de la lógica en la ingeniería informática. In *Actas de la 7ª edición del Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Digitales Educativos (SPDECE). Cádiz (España)*, pages 87–94, 2010.
- [66] IEEE. WG12: Learning Object Metadata. Available at <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>, December 2002.
- [67] IMS Global Learning Consortium. IMS Learner Information Packaging. Available at <http://www.imsglobal.org/profiles/index.html>, 2005.
- [68] D. Jonassen and J. Moore et al. *Learning to Solve Problems with Technology. A constructivist Perspective*. Merrill Prentice. Columbus, Ohio, 2003.
- [69] J. Jovanovic, D. Gaevic, C. Knight, and G. Richards. Learning object context for adaptive learning design. In *Proceedings of Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems at AH2006*, Lecture Notes in Computer Science, pages 288–292, 2006.
- [70] M. C. Kernan and R. G. Lord. Effects of valence, expectancies, and goal performance discrepancies in single and multiple goal environments. *Journal of Applied Psychology*, 75:194–203, 1990.
- [71] W. Kim. Definition, status, and challenges ahead. *Journal of Object Technology*, 1:29–40, 2002.
- [72] J. Kirriemuir. The relevance of video games and gaming consoles to the higher and further education learning experience. techwatch reporttsw 02.01. Technical report, JISC, 2002.

- [73] P. Kirschner, P. Vilsteren, H. van Hummel, and M. Wigman. A study environment for acquiring academic and professional competence. *Studies of Higher Education*, 22(2):157–171, 1997.
- [74] R. Kitchener. *Piaget's theory of knowledge*. New Haven: Yale University Press, 1986.
- [75] M. Klann. The eud-net's roadmap to end-user development. In *Proceedings of Eorkshop on End User Development at ACM CHI 2003 Conference. Fort Lauderdale, (USA)*, page 17, 2003.
- [76] R. Koper and B. Olivier. Representing the learning design of units of learning. *Educational Technology and Society*, 7(3):97–111, 2004.
- [77] R. Koper and C. Tattersall. *Learning Design: A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training*. Berlin Heidelberg: Springer, 2005.
- [78] B. Landon, T. Henderson, and R. Poulin. Peer comparison of course/learning management systems, course materials life cycle, and related costs. Technical report, Massachusetts institute of Technology, 2007.
- [79] LTCS02 WG12, IEEE Learning Technology Standards Committee. Draft standard for learning object metadata. technical report 1484.12.1, iee inc. Available at http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf/, 2002.
- [80] M. Lytras and M.A. Sicília. On the representation of change according to different ontologies of learning. *International Journal of Learning and Change*, 1(1), 2005.
- [81] M. Maina. Design of pedagogical scenarios: adapting the MISA method to the IMS-LD specification, 2010. Tesis Doctoral. Universitat Oberta de Catalunya. Barcelona, España.
- [82] B. S. Manjunath, P. Salembier, and T. Sikora. *Introduction to MPEG-7: Multimedia Content Description Interface*. John Wiley & Sons, Inc, 2002.
- [83] P. Marqués. Metodologías de investigación. modelo para el diseño de una investigación educativa, 1996. Available at <http://www.pangea.org/peremarques/edusoft.htm>.

- [84] P. Marqués. La tecnología educativa: conceptualización y líneas de investigación, 1999. Available at <http://www.pangea.org/peremarques/tec.htm>.
- [85] B. J. Mason and R. Bruning. Providing feedback in computer-based instruction: What the research tells us, 1999.
- [86] J. Minguillón, E. Mor, F. Santanach, and L. Guàrdia. Personalización del proceso de aprendizaje usando learning objects reutilizables. In *1r Simposio Pluri-disciplinar sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables*, Guadalajara, España, October 2004.
- [87] E. Mor and J. Minguillón. E-learning personalization based on itineraries and long-term navigational behavior. In *Proceedings of the Thirteenth International World Wide Web Conference*, volume 2, pages 264–265, New York, NY, USA, May 2004. ACM Press.
- [88] F. Neven and E. Duval. Reusable learning objects: a survey of LOM-based repositories. In *Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia*, pages 291–294. ACM Press, 2002.
- [89] A. Ng, M. Hatala, and D. Gasevic. Ontology mappings to improve learning resource search. *British Journal of Educational Technology*, 37(3):375–379, 2006.
- [90] OCDE. Organisation for economic co-operation and development, 2008. Available at http://www.oecd.org/home/0,3305,en_2649_201185_1_1_1_1_1,00.html.
- [91] J. Onrubia. Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento. *RED: Revista de Educación a Distancia*, 2005.
- [92] A. Ounnas, I. Liccardi, H.C Davis, D.E Millard, and S.A White. Towards a semantic modeling of learners for social networks. In *Proceedings of SW-EL workshop at AH2006*, Lecture Notes in Computer Science, pages 102–108, July 2006.
- [93] M. Prensky. *Digital Game-based Learning*. McGraw-Hill, New York, USA, 2001.
- [94] J. Prieto, I. Garcia, J. Herrera, and A. Guerrero. Virtual laboratory ontology for engineering education. In *Proceedings of The 38th Frontiers in Education conference. Saratoga (USA)*, volume 1, pages S2F–1 Vol. 1, October 2008.

- [95] A. Quarati. Designing sharable and personalisable e-learning paths. In *Proceedings of the International Conference on Information Technology: Computers and Communications (ITCC'03)*. IEEE Computer Society, 2003.
- [96] S. Reichert and C. Tauch. Trends IV: European universities implementing bologna. Technical report, European University Association, 2005. Available at http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/02-EUA/050425_EUA_TrendsIV.pdf.
- [97] D. Riecken. Introduction: personalized views of personalization. *Commun. ACM*, 43(8):26–28, 2000.
- [98] P. Van Rosmalen, H. Vogten, R. Van Es, H. Passier, P. Poelmans, and R. Koper. Authoring a full life cycle model in standards-based, adaptive e-learning. *Educational Technology and Society*, 9(1):72–83, 2006.
- [99] W. J. Rothwell. A report on workplace learner competencies. Technical report, ILPI, 2006.
- [100] D. Shön. *La Formacion De Profesionales Reflexivos: Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el Aprendizaje en las profesiones*. Paidós Iberica, 1992.
- [101] M. A. Sicília. *Ontology-based competency management: Infrastructures for the knowledge-intensive learning organization*. In: *Intelligent learning infrastructures in knowledge intensive organizations: A semantic web perspective*. Idea Group, 2005.
- [102] N. Smith, N. Ferguson, and SebSchomoller. Personalization in presentation services- a follow-up report for the jisc. Technical report, JISC, 2006.
- [103] R. Snow. Aptitude, learner control and adaptive instruction. *Journal of Educational Psychology*, 15(13):151–158, 1980.
- [104] R. Stake. *Investigación con estudio de casos*. Morata, Madrid, 1998.
- [105] C. Tattersall, C. Janssen, J. van den Berg, and R. Koper. Using IMS Learning Design to model curricula. In *Proceedings of International Workshop in Learning Networks for Lifelong Competence Development. TENCompetence Conference*, pages 37–42, Sofia, Bulgaria, 2006.
- [106] J. Taylor. *Fifth generation distance education*, 2001.

- [107] S. Taylor and R. Bogdan. *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós básica, Barcelona, 1992.
- [108] R. Tennyson. Instructional control strategies and content structure as design variables in concept acquisition using computer-based instruction. *Journal of Educational Psychology*, 72(4):525–532, 1980.
- [109] R. Tennyson. Use of adaptive information for advisement in learning concepts and rules using computer assisted instruction. *American Educational Research Journal*, 18:425–438, 1981.
- [110] R. Tennyson. Adaptive guidance: Enhancing self-regulation, knowledge and performance in technology-based training. *Personnel Psychology*, 55(2):267–306, 2002.
- [111] J. Torres, J. M. Doderó, I. Aedo, and P. Díaz. Designing the execution of learning activities in complex learning processes using lpcel. In *Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT '06*, pages 415–419, Washington, DC, USA, 2006. IEEE Computer Society.
- [112] B. Towle and M. Halm. *Designing adaptive learning environments with Learning Design: A Handbook on Modelling and Delivering Networked Education and Training*. Heidelberg, Germany: Springer Verlag, 2005.
- [113] D. Tuparova and G. Tuparov. Learning paths in open source e-learning environments. In *Current Developments in Technology-Assisted Education*, pages 1565–1569, Badajoz, Spain, 2006.
- [114] M. Vallim. Practicing engineering in a freshman introductory course. *IEEE Electron Device Lett*, 48(1):74–79, 2006.
- [115] B. Wasson. Advanced educational technologies: The learning environment. *Computers in Human Behavior*, 13(4):571–594, 1997.
- [116] R. White. Motivation reconsidered: The concept of competence. *Psychological Review*, 66:279–333, 1959.
- [117] D. Wiley. *The Instructional Use of Learning Objects*. Agency for Instructional Technology, January 2002.

-
- [118] P. Williams. Roles and competencies for distance education programs in higher education institutions. *The American Journal of Distance Education*, 17(1):45–57, 2003.
- [119] D. Woelk. E-learning semantic web services and competency ontologies. In *Proceedings of World conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications*, pages 2077–2078, Colorado, USA, 2002.
- [120] F. Yergeau, T. Bray, J. Paoli, C.M. Sperberg-McQueen, and E. Maler. Extensible Markup Language (XML) 1.0 (third edition). Technical Report. Technical report, RenderX, 2004. Available at <http://www.renderx.com/demos/xmlspec/xml/REC-xml-20040204.pdf>.
- [121] R. Yin. *Case Study Research: Design and Methods*. Sage Publications, Thousand Oaks, CA, 1994.
- [122] T. Zarraonandia, P. Díaz, I. Aedo, C. Fernández, and J. M Doderó. Evaluating the Runtime Adaptation of EML-Described Learning Processes. In *Proceedings of The International Conference on Advanced Learning Technologies and Technology-Enhanced Learning (ICALT)*, pages 413–417. IEEE, 2008.

Apèndix A

Estàndards i especificacions per l'e-learning

En aquest apèndix es descriuen més extensament els estàndards i especificacions citats en el Capítol 3 d'aquest treball de tesi. Els estàndards i especificacions referenciats són: IMS-LIP, IEEE PAPI, SCORM, MPEG- 7 i IMS-QTI.

A.1 IMS-LIP

IMS LIP permet recollir informació de cada estudiant particular, com serien les seves dades personals, les seves preferències i informació sobre la seva progressió acadèmica. El conjunt de dades a recollir s'estructura de manera jeràrquica, atenent a 11 categories principals. Aquestes categories són:

1. Identificació (*Identification*): recull dades biogràfiques i demogràfiques.
2. Meta (*Goal*): recull dades sobre aspiracions i objectius d'aprenentatge de l'estudiant.
3. Qualificacions, Certificacions i Llicències (*qcl*): recull dades sobre qualificacions, certificacions i llicències otorgades a l'estudiant per institucions acreditades.
4. Activitat (*Activity*): dades sobre activitats d'aprenentatge a realitzar per l'estudiant amb independència del seu grau de completitud.
5. Transcripció (*Transcript*): dades que poden ser usades per la institució per expedir resums o altres documents que expliquin els assoliments acadèmics personals

aconseguits. Per exemple, les dades aquí recollides es podrien usar en l'elaboració del Suplement al Diploma previst dins del marc del nou EEES.

6. Interessos (*Interest*): dades sobre hobbies i altres interessos de l'estudiant.
7. Competències (*Competencies*): dades sobre coneixements i habilitats adquirides per l'estudiant.
8. Afiliació (*Affiliation*): dades sobre pertinença a associacions professionals.
9. Accessibilitat (*Accessibility*): dades generals sobre les preferències personals d'elements a usar en el procés d'ensenyament-aprenentatge.
10. Seguretat (*Securitykey*): conjunt d'elements de seguretat assignats a l'estudiant per ser usats en la interacció de l'estudiant amb el sistema gestor de l'aprenentatge.
11. Interrelació (*Relationship*): dades sobre interrelacions existents entre els elements previs. Per exemple, dins d'aquesta categoria podríem establir les associacions pertinents que ens diguin com la consecució d'una meta determinada es relaciona amb l'adquisició d'una sèrie de competències.

Adicionalment, per a cada dada, podem definir metadades (dades sobre les dades), aquestes metadades permeten recollir diferents tipus d'informació; més concretament, a) informació de caràcter temporal (quan una determinada dada relativa a un estudiant ha estat afegida); b) informació per permetre la identificació i indexació de les dades introduïdes; finalment, c) informació destinada a garantir la confidencialitat i privacitat (especificació de drets i control d'accés a les dades).

Per a que un registre representi la informació d'un estudiant concret, cada dimensió pot aparèixer cap vegada (és a dir, l'aparició d'una dimensió és opcional), una o diverses vegades. Ara bé, en cas que una dimensió concreta aparegui, entre les dades que conté, podem distingir entre dades opcionals (O), obligatòries (M), i condicionals (C). Així mateix, poden existir dades multiavaluades. Per finalitzar, és possible estendre el conjunt de dades associades a l'especificació, sempre que no substitueixin elements ja presents en l'especificació.

A.2 IEEE PAPI

IEEE PAPI descriu una especificació i un marc per a l'intercanvi de dades d'estudiants entre diferents sistemes de gestió d'aprenentatge. No pretén únicament establir les bases d'un registre estàndard de dades relatives a un estudiant, sinó que també dona directrius sobre com particionar aquestes dades en diferents repositoris d'acord al tipus d'informació. Aquesta partició facilita el tractament d'aspectes relacionats amb la seguretat, l'administració i l'accés de les esmentades dades.

A la versió actual de l'estàndard es descriu un subconjunt de tipus d'informació relativa a un estudiant. En concret, es descriuen 6 tipus d'informació:

1. Informació personal: informació de contacte, de caràcter privada destinada a aplicacions de tipus administratiu.
2. Informació de relacions de l'estudiant: interrelació de l'estudiant amb altres persones que intervenen en el procés d'ensenyament-aprenentatge com serien, per exemple, professors, tutors i altres estudiants.
3. Informació de seguretat de l'estudiant: informació relativa a les credencials de seguretat de l'estudiant.
4. Informació de preferències de l'estudiant: descriuen preferències que puguin millorar les interaccions persona-ordinador.
5. Informació de rendiment de l'estudiant: recull informació present o històrica de l'estudiant, treball actual, objectius futurs etc. Les dades recollides en aquesta categoria han de possibilitar la personalització i optimització del procés d'ensenyament i aprenentatge.
6. Informació de cartera de l'estudiant: constitueix una col·lecció representativa dels treballs (o referències als treballs) realitzats per l'estudiant, de manera que permeti justificar els assoliments, habilitats i competències adquirides per l'estudiant.

És important destacar que l'aparició d'un dels 6 tipus previs d'informació per a un registre d'estudiant concret (perfil d'estudiant) és opcional. Així mateix, les dades especificades per l'estàndard per a cada tipus d'informació, són també opcionals. Algunes d'aquestes dades poden ser multiavaluades. Per aquests últims, l'estàndard especifica el nombre mínim d'elements que les aplicacions han de ser capaces de processar.

Per finalitzar, cal remarcar que és possible estendre el conjunt de dades associades a l'estàndard, sempre i quan no substitueixin elements ja presents en l'estàndard.

A.3 IEEE LOM

Aquest estàndard ha estat desenvolupat pel grup de treball número 12 de l'IEEE *Learning Technology Standard Committee* [79], i té com a nom oficial IEEE 1484.12.1-2002 *Standard for Information Technology- Education and Training Systems- Learning Objects and Metadata*, encara que se la coneix simplement com estàndard IEEE LOM. Es va desenvolupar en el període 1997-2002 com una proposta conjunta realitzada pel projecte ARIADNE¹ i IMS GLC².

En el context de l'estàndard LOM, els recursos didàctics es denominen objectes per a l'aprenentatge (OA). Un objecte per a l'aprenentatge (*learning object*), es defineix com qualsevol entitat, digital o no digital que pot ser usada, reutilitzada o referenciada durant un procés d'aprenentatge. Alguns exemples d'OAs podrien ser els continguts multimèdia, objectius d'aprenentatge, eines programari, materials didàctics, però també persones, organitzacions i esdeveniments referenciats durant el procés d'aprenentatge. L'objectiu de l'estàndard és definir el conjunt d'atributs (metadades) per permetre que els OAs siguin gestionats, localitzats i avaluats de manera adient. Alguns dels atributs sobre metadades poden ser l'autor, el propietari de l'OA, el tipus d'objecte, estil pedagògic, nivell de coneixements etc.

Els beneficis més rellevants de l'ús de l'estàndard LOM es poden resumir de la següent manera:

- Permetre que estudiants i professors puguin buscar, avaluar, adquirir i utilitzar objectes per a l'aprenentatge.
- Permetre la compartició i intercanvi d'objectes per a l'aprenentatge entre sistemes d'aprenentatge basats en l'ús de la tecnologia.
- Permetre organitzar els objectes per a l'aprenentatge en unitats de manera que aquests es puguin combinar i descompondre en diverses maneres segons les necessitats d'aprenentatge.

¹ARIADNE: The Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe. <http://www.ariadne-eu.org/>

²IMS GLC. <http://imglobal.org/>

- Completar la feina que s'està realitzant en estàndards centrats en el desenvolupament d'entorns oberts i distribuïts d'aprenentatge, de manera que els objectes per a l'aprenentatge es puguin treballar de manera cooperativa.
- Permetre la possibilitat d'adaptar i personalitzar l'accés (i ús) als objectes per a l'aprenentatge d'acord a les necessitats de les persones involucrades en el procés d'aprenentatge (per exemple, estudiants, professors i autors de material didàctic).

L'estàndard LOM inclou un model de dades que defineix el conjunt de metadades que descriuen un OA i és el contingut normatiu de l'estàndard. Aquest conjunt de metadades s'estructura de manera jeràrquica; addicionalment, cada metadada pertany a una de les nou següents categories que defineix LOM:

1. La categoria General (*General*) agrupa tota aquella informació de caràcter general que descriu un objecte per a l'aprenentatge com un tot.
2. La categoria Cicle de Vida (*LifeCycle*) agrupa aquelles característiques relacionades amb la història (diferents estats pels quals ha passat l'objecte per a l'aprenentatge), així com l'estat actual d'un objecte per a l'aprenentatge.
3. La categoria Meta-Metadades (*Meta-MetaMetadata*) agrupa informació sobre la pròpia instància de metadades, en lloc de l'objecte per a l'aprenentatge descrit per la instància de metadades.
4. La categoria Tècnica (*Technical*) agrupa les característiques tècniques d'un objecte per a l'aprenentatge, com serien format, requisits tècnics d'instal·lació, maquinari necessari, etc.
5. La categoria Educacional (*Educational*) agrupa les característiques pedagògiques i educatives d'un objecte per a l'aprenentatge.
6. La categoria Drets (*Rights*) agrupa informació relacionada amb drets de propietat intel·lectual i les condicions d'ús d'un objecte per a l'aprenentatge.
7. La categoria Relació (*Relation*) agrupa les característiques que defineixen la interrelació entre l'objecte per a l'aprenentatge que està sent descrit i altres possibles objectes per a l'aprenentatge relacionats.

8. La categoria Anotació (*Annotation*) proporciona comentaris sobre l'ús educatiu dels objectes per a l'aprenentatge, i sobre quan i per qui han estat creats els esmentats comentaris.
9. La categoria de Classificació (*Classification*) permet descriure un objecte per a l'aprenentatge en relació amb diferents propòsits i d'acord a diferents sistemes de classificació. Com pot fer-se referència a qualsevol sistema de classificació, aquesta categoria es pot entendre com un mecanisme d'extensió, ja que permet complementar la descripció d'un objecte per a l'aprenentatge.

Totes les metadades proposades per LOM són opcionals. És a dir, les aplicacions que creen registres de metadades per a la descripció d'OAs poden seleccionar el conjunt de metadades més apropiat per a les seves necessitats i, fins i tot, poden afegir noves metadades no contemplades en LOM. El que és essencial és garantir que l'esmentat conjunt de metadades, sigui conforme a LOM, a efectes de garantir la interoperabilitat i reutilització dels OAs. Un registre de metadades és conforme a l'estàndard LOM si compleix alguna de les següents condicions:

- Només preveu metadades incloses en LOM. En aquest cas es parla de conformitat estricta.
- Contempla noves metadades, això és, estendre l'estàndard LOM; aquestes noves metadades no reemplacen metadades ja existents. En aquest cas es parla simplement de conformitat.

Adicionalment, l'estàndard LOM inclou la definició de correspondències (*bindings*) que especifiquen com el model de dades queda expressat en un llenguatge com l'XML [120]. Finalment, també es proporciona una interfície de programació d'aplicacions (*Application Programming Interface, API*) que inclou la definició de serveis, que estableix les bases per permetre la cooperació entre diferents sistemes d'aprenentatge.

En el desenvolupament de l'estàndard LOM s'han aplicat una sèrie de principis de disseny que, de fet, són aplicables al disseny de qualsevol esquema de metadades, amb independència del seu entorn d'aplicació [39]. Aquests principis són:

- Modularitat, això són, les metadades, els vocabularis usats, així com els blocs de construcció poden ser combinats segons les necessitats, permetent la interoperabilitat tant des d'un punt de vista sintàctic com a semàntic.

- Extensibilitat, això és, l'esquema de metadades ha de permetre extensions per captar noves necessitats d'un entorn d'aplicació determinat.
- Refinament, això és, cada domini d'aplicació pot utilitzar l'esquema de metadades a diferents nivells de detall, d'acord a les seves necessitats.
- Multilingüisme, això és, l'esquema de metadades ha de respectar la realitat lingüística i la diversitat cultural dels possibles entorns d'aplicació.

Així mateix, alguns autors [39] també suggereixen una sèrie de principis pràctics que s'han de tenir en compte en l'aplicació d'un esquema de metadades en un entorn d'aplicació concret. És especialment important destacar dos d'aquests principis pràctics:

- Perfils d'aplicació (*application profiles*), que es defineixen com un acoblament d'elements de metadades seleccionades d'un o més esquemes de metadades, que es combinen en un esquema compost. El seu objectiu és adaptar-se als requisits funcionals d'una aplicació concreta, alhora que garanteixen la interoperabilitat amb els esquemes base de metadades utilitzades. Són el mecanisme utilitzat per garantir els principis de modularitat i extensibilitat. De fet, existeixen organitzacions, com per exemple CanCore [24], l'objectiu principal del qual és el desenvolupament de perfils d'aplicació de metadades, així com l'elaboració de recomanacions sobre simplificacions i interpretacions de l'estàndard LOM.
- Sintaxi i semàntica. Mentre que la sintaxi tracta sobre la forma, la semàntica tracta sobre el significat; és important mantenir una separació entre ambdós nivells, i és necessari també assolir acords sobre ambdós nivells per habilitar la possibilitat de compartir metadades. En conseqüència, és important mantenir una separació entre la representació sintàctica de les metadades (això és, el llenguatge usat en la seva representació), i el significat (o semàntica) de les esmentades metadades.

La combinació d'ús de IMS-LD i IEEE LOM permet especificar diferents situacions d'aprenentatge basant-se en diferents teories d'aprenentatge, amb diferents activitats on els estudiants i els professors juguen diferents rols i realitzen tasques en un entorn determinat. El que no permet son processos d'aprenentatge més avançats amb una adaptació dinàmica del contingut en funció dels objectius dels estudiants, preferències, estils d'aprenentatge o nivells de coneixements ([69]). Si es volgués obtenir un elevat

grau de personalització, els professor hauria de repetir el procés per cada estudiant i no seria gens sostenible, s'hauria de trobar una manera de sistematitzar-lo i automatitzar-lo.

A.4 SCORM

L'SCORM (Sharable Object Reference Model) és un estàndard que defineix la relació entre objectes de contingut, models de dades i protocols per a que siguin compartides entre sistemes d'aprenentatge web que tenen el mateix model. És un conjunt de normes tècniques que permet als sistemes d'aprenentatge on line importar i reutilitzar continguts d'aprenentatge que s'ajustin al mateix estàndard.

SCORM és un estàndard internacional d'e-learning que va ser impulsat per ADL (Advanced Distributed Learning), una iniciativa del Departament de Defensa (DoD) dels Estats Units per implementar i desenvolupar eines i tecnologies d'aprenentatge. En resum, va ser creat per potenciar l'ús de les tecnologies de la informació per modernitzar l'aprenentatge estructurat.

La primera versió (1.0) data del gener del 2000, tot i que la primera edició és considerada l'edició del 2004 i ha anat evolucionant fins arribar a la quarta edició al març del 2009. La primera edició estava basada en nous estàndards per APIs i la comunicació d'entorns de contingut amb objectes en temps d'execució. Inclou l'habilitat d'especificar, seqüències adaptatives d'activitats que usen objectes de continguts, de compartir informació sobre l'estat dels objectius d'aprenentatge o competències al llarg dels cursos que ha assolit un estudiant en un sistema d'aprenentatge.

L'estàndard actual es centra en tres temes bàsics:

- Model d'Agregació de Continguts (Content Aggregation Model), que assegura mètodes coherents en matèria d'emmagatzematge, d'identificació, de condicionament d'intercanvis i de recuperació de continguts.
- Entorn d'execució (Run-Time Enviroment), descriu les exigències sobre el sistema de gestió d'aprenentatge (SGA) que ha de ser implementat per a que pugui gestionar l'entorn d'execució amb el contingut SCORM.
- Seqüènciació i navegació (Sequencing and Navigation), permet una presentació dinàmica del contingut. Descriu com el sistema interpreta les regles de

seqüenciació introduïdes per un desenvolupador de continguts, així com els events de navegació llançats pel sistema o per l'estudiant.

Els principals beneficis d'emprar SCORM es poden resumir a continuació:

- **Accessibilitat:** La habilitat d'allotjar i d'accedir a components instruccionals des de múltiples localitzacions i lliurar-los a altres localitzacions. Per exemple, un autor pot buscar un contingut al registre de ADL i identificar el contingut rellevant que també ha estat desenvolupat per una altre organització que compleix amb SCORM, per utilitzar-lo amb altres estudiants en qualsevol lloc del món.
- **Interoperabilitat:** La habilitat d'agafar components instruccionals desenvolupats en un sistema i emprar-los en un altre sistema, per lliurar-lo als seus estudiants.
- **Durabilitat:** La habilitat de resistir l'evolució de la tecnologia i/o canvis sense redefinició costosa, reconfiguració, o recodificació. Per exemple, millorant a un sistema operatiu informàtic nou no hauria de tenir cap impacte en el lliurament de contingut pels estudiants.
- **Reusabilitat:** La flexibilitat per incorporar components instruccionals en múltiples aplicacions i contextos. Per exemple, el contingut d'e-learning dissenyat per a una organització es pot reorganitzar, canviar, o ser reescrit per unes altres organitzacions que tenen necessitats d'aprenentatge similars.

A mode general, SCORM defineix una manera de representar objectes d'aprenentatge compatibles en XML, el que propícia que els recursos d'aprenentatge i les seves metadades puguin ser interoperables amb altres entorns virtuals d'aprenentatge. Bàsicament es centra en recursos multimèdia com imatges i so, convertint-se en dades tècniques que operen entre sistemes.

A.5 MPEG-7

L'MPEG-7 [82] és un dels estàndards creat per MPEG (*Moving Picture Experts Group*) per descriure continguts multimèdia, concretament, àudio i video; la versió final data del 2003 i és també coneguda com *Multimedia Content Description Interface*. La distribució de continguts multimèdia segons l'MPEG-7, permet una descripció completa de la sintaxi del contingut, així com una codificació a nivell semàntic. Els anteriors estàndards de la família MPEG, MPEG-1, MPEG-2 i MPEG-4 es basaven en la

compressió i digitalització del senyal de vídeo i àudio. MPEG-7 els complementa ja que la seva missió és estandaritzar la descripció basada en el contingut de diferents tipus d'informació audiovisual. La recerca, recuperació i indexació d'aquests continguts multimèdia necessita disposar d'una eina que descrigui els documents i permeti reutilitzar-los de manera eficient. L'objectiu de MPEG-7 és proporcionar interoperativitat entre sistemes i aplicacions utilitzades en la generació, gestió, distribució i consum de continguts audiovisuals.

La característica principal de l'estàndard MPEG-7 és la seva flexibilitat i l'ús de l'XML³, com a llenguatge de descripció de continguts. També ho és la possibilitat de definir un conjunt de descriptors adaptat a les necessitats de marcat i indexació segons l'aplicació desitjada, permetent l'extensió de l'estàndard MPEG-7 per ser usat en diferents entorns i adaptar-lo en cada cas a les necessitats concretes d'utilització. L'ús de l'XML permet realitzar comprovacions de correcció tant de forma sintàctica com semàntica. L'XML permet un accés estructurat a la informació del document MPEG-7 de forma eficient i, assegura una connexió amb altres estàndards de descripció de continguts, a través de l'ús de transformacions XSLT.

A.6 IMS-QTI

IMS-Question and Test Interoperability(IMS-QTI⁴), és una especificació que descriu com representar preguntes i respostes en un test d'aprenentatge, i com aquest esdevé interoperable en d'altres plataformes per l'aprenentatge que treballen amb OAs d'aquests tipus. IMS-QTI és també una especificació pertanyent a l'IMS GLC, creada per proveir un model de dades per crear qüestions i tests educatius i, consegüentment obtenir un informe de resultats derivat de la realització del test.

L'especificació permet l'intercanvi de preguntes, tests i dades de resultants, entre les eines d'autor, els bancs de dades, altres sistemes d'aprenentatge i d'avaluació. Com succeeix amb IMS-LD, el model de dades es descriu de manera abstracta, usant UML per facilitar la unió amb altres eines de modelatge de dades i llenguatges de programació, però, per a l'intercanvi entre altres sistemes, es proporciona un enllaç d'unió estàndard com és XML. IMS-QTI s'ha dissenyat per ser interoperable amb altres sistemes i, a més, fomentar la innovació proporcionant alguns d'uns punts possibles d'extensió. Aquests punts d'extensió poden ser utilitzats per afegir algunes propietats

³XML: eXtensible Markup Language. <http://www.w3.org/XML/>

⁴<http://www.imsglobal.org/question/>

a les dades. En concret, QTI està dissenyat per a:

- Proporcionar un format de contingut per a emmagatzemar i intercanviar qüestions, independent de l'eina d'edició utilitzat per crear-los.
- Donar suport als bancs de dades de qüestions, a través d'una àmplia gamma de sistemes d'aprenentatge i d'avaluació.
- Proporcionar un format ben documentat de contingut, per a l'emmagatzematge i l'intercanvi de tests, independents de l'eina de creació emprada crear-los.
- Donar suport a l'ús de qüestions, bancs de dades i tests, a partir de diverses fonts, en un sistema d'aprenentatge i avaluació.
- Proveir als sistemes d'aprenentatge amb la possibilitat de reportar els informes obtinguts de manera consistent.

Està format pels següents elements:

- *authoringTool*: Un sistema utilitzat per l'autor per crear o modificar un element d'avaluació.
- *itemBank*: Un sistema de recopilació i gestió d'objectes d'avaluació.
- *testConstructionTool*: Un sistema de muntatge de les proves d'avaluacions individuals.
- *assessmentDeliverySystem*: El sistema conté un motor de lliurament per donar als candidats els tests i, a més, donar les puntuacions de les respostes de forma automàtica (si es vol).
- *learningSystem*: Un sistema que permet guiar als alumnes en les activitats d'aprenentatge i avaluar-les en coordinació amb un professor (independentment de si l'avaluació és formativa o sumativa).

I intervenen els següents agents:

- *author*: L'autor d'un element d'avaluació. En situacions simples un test pot tenir un sol autor, en situacions més complexes un element pot passar per un procés de creació i control de qualitat que afecta a moltes persones. En l'especificació

s'identifiquen totes aquestes persones amb el paper d'autor. Un autor té a veure amb el contingut d'un test, ja que és qui el crea en funció del banc de questions. Un autor crea un test, a través de l'eina de autoria.

- *itemBankManager*: Un actor amb la responsabilitat de gestionar una col·lecció d'elements d'avaluació en un banc de questions.
- *testConstructor*: El rol de constructor de la prova és la creació dels tests. Les preguntes les extreu del banc de questions.
- *proctor*: És la persona encarregada de supervisar el lliurament d'una avaluació. Sovint es refereix com un supervisor. Als efectes d'aquesta especificació un supervisor és qualsevol persona que estigui involucrat en el procés de lliurament, però que no té un paper en l'avaluació de les respostes del candidat.
- *scorer*: Una persona o un sistema extern encarregat d'avaluar les respostes de l'estudiant durant el període d'avaluació. Els resultats obtinguts es poden determinar de forma automàtica emprant algunes regles en la resposta que estiguin definides en ella mateixa.
- *tutor*: Una persona que participa en la gestió, direcció, o dóna suport a l'estudiant durant procés d'aprenentatge, però no està subjecte a l'avaluació.
- *candidate*: La persona que està sent avaluada per una prova d'avaluació o un element d'avaluació.

La interacció entre els diferents elements i agents queda representada en la següent Figura A.1:

La definició de qüestionaris educatius mitjançant IMS-QTI permet obtenir una bateria de preguntes que poden ser emprades per la definició de prerequisits amb IMS-LD. La mateixa especificació d'IMS-LD fa una recomanació sobre el seu ús en el model d'informació i, per tant, és interoperable amb IMS-LD. IMS-QTI permet definir activitats basades en tests o qüestionaris a partir d'un banc de preguntes i pot ser molt útil pel plantejament de diferents activitats en una assignatura.

A.7 Relació entre estàndards i especificacions

En l'apartat previ s'ha realitzat una descripció dels diferents estàndards i especificacions que serveixen per la descripció dels diferents elements que intervenen en el procés

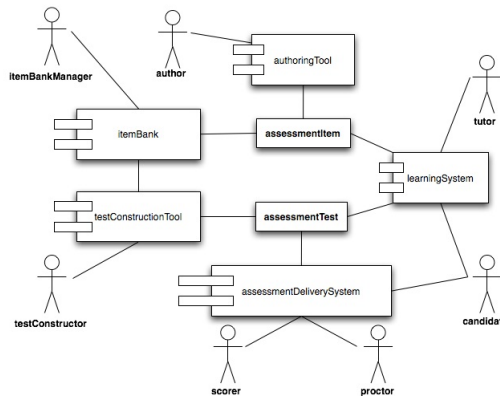


Figura A.1: Representació d'elements i agents.

d'ensenyament i aprenentatge. Els estàndards i especificacions s'han classificat en funció de la seva aplicació i per tant, s'han descrit els que s'empren actualment per la descripció del perfil de l'estudiant i per la descripció dels recursos d'aprenentatge. Tots els estàndards i especificacions han de ser correctament analitzats i s'ha de valorar la seva selecció en relació a la finalitat educativa per la que es vulgui emprar.

La relació entre els diferents estàndards i especificacions és evident i això comporta que el treball que es realitza mitjançant una especificació pot ser parcialment reaprofitat per adequar-lo a una altra. Totes elles en els seus models d'informació defineixen les condicions necessàries per la seva interoperabilitat. Per això és important analitzar les correspondències entre estàndards i especificacions pel seu ús. Per exemple, en el cas d'IEEE PAPI, la majoria dels seus atributs és poden expressar en termes d'IMS LIP que presenta unes estructures més completes i riques, així com unes dimensions de classificació bastant independents.

En el cas de la categoria 'Relacions' d'IEEE PAPI, podríem usar la dimensió 'Interrelació' d'IMS LIP per establir la correspondència (una manera d'expressar que un estudiant es relaciona amb altres estudiants podria ser a través de definir associacions entre diferents identifications a través de la categoria d'interrelació).

La taula prèvia també mostra que les categories 'd'Interessos i Afiliació' d'IMS LIP no tenen correspondència en IEEE PAPI. Això obeeix que en el disseny d'IMS LIP va ser guiat per estratègies de bones pràctiques en l'elaboració de CV, mentre que IEEE PAPI està desenvolupat des de la perspectiva del rendiment de l'estudiant durant el procés d'ensenyament-aprenentatge.

Un altre aspecte important a destacar és la qualitat de la documentació, llegibilitat, exemples d'implementació, guia de bones pràctiques que ofereix IMS LIP en relació

amb IEEE PAPI. A Chatti et al. [28], Dolog i Nejd [38], Ounnas et al. [92] es troba la comparació d'ambdós estàndards. Les correspondències establertes entre ambdós estàndards en aquest document no acaben de coincidir amb les presentades en els treballs previs; fins i tot, entre els treballs previs, tampoc no hi ha consens en relació amb aquest particular. Tot això és símptoma de l'ambigüitat en el redactat de les especificacions i estàndards, sobretot en el cas d'IEEE PAPI. Addicionalment en Chatti et al. es presenta una eina que permet recollir perfils d'estudiant expressats d'acord a IMS LIP i transformar-los en perfils d'usuaris expressats d'acord a IEEE PAPI. Per finalitzar a Dolog i Nejd [38] es proposa un perfil d'estudiant que combina elements d'ambdues especificacions.

En el cas dels estàndards i especificacions emprats per la descripció de recursos didàctics, també existeix una forta correspondència entre les seves categories. Tots els que s'han descrit s'empren per la descripció d'objectes d'aprenentatge (OA) independentment del seu format, tot i que es recomana que en funció del tipus de recursos a treballar s'empri una o altre especificació per les seves característiques.

Tant l'estàndard MPEG-7 com LOM i SCORM⁵, usen XML, com a llenguatge bàsic per a la descripció dels continguts i de les metadades que permeten indexar-los. És, per tant, perfectament factible pensar en la integració de recursos descrits segons un estàndard en un entorn que empri l'altre, sempre i quan es disposi d'un llenguatge comú i d'un conjunt de metadades compatibles. És necessari realitzar una integració de les metadades que habitualment s'utilitzen en l'estàndard LOM al fluxe de dades que descriu l'estàndard MPEG-7, de manera que aquest últim es converteix en una descripció global dels OAs reutilitzables que componen cada curs. Al seu torn, el propi document MPEG-7 també es pot encapsular dins de l'OA a un nivell superior, per la qual cosa la connexió entre ambdós estàndards de descripció de continguts és evident. No obstant això, per a l'elecció del llenguatge de metadades cal tenir en compte altres possibilitats, com es descriu en el treball de Neven et al. [88].

Segons el model d'informació de IMS-LD tots els estàndards i especificacions descrites en aquest treball de tesi es poden relacionar directament amb l'especificació. Els més recomanats i que complementen l'especificació són LIP, LOM i QTI. Aquests tres poden complementar i ampliar la informació del perfil de l'estudiant i la descripció dels recursos d'aprenentatge que s'empren en el disseny d'una Unitat d'Aprenentatge. Tot i així el model d'informació d'IMS-LD els relaciona com un complement i no com una

⁵<http://www.adlnet.gov/Technologies/scorm/default.aspx/>

descripció essencial pel procés d'ensenyament i aprenentatge.

Apèndix B

Els estudis d'Informàtica, Multimèdia i Telecomunicació

Els estudis de Informàtica, Multimedia i Telecomunicació a la UOC (EIMT), estan integrats per un conjunt de quatre de titulacions universitàries que són enginyeries. Aquest treball de tesi, es centra en l'estudi d'algunes assignatures que formen part del curriculum d'aquestes quatre titulacions.

Les quatre enginyeries que s'oferten son: Enginyeria Informàtica Tècnica de Gestió (ETIG), Enginyeria Informàtica Tècnica de Sistemes (ETIS), l'Enginyeria informàtica (EI) i finalment l'Enginyeria Tècnica de Telecomunicació en l'especialitat de telemàtica (ETTT).

L'Enginyeria Tècnica en Informàtica de Gestió ¹, és una especialitat d'informàtica dedicada a temes de gestió i dirigida a estudiants amb esperit analític, capacitat d'abstracció conceptual i mentalitat pràctica. Se centra en l'estudi dels conceptes tècnics i el coneixement de les eines pràctiques de totes les àrees de l'Enginyeria en Informàtica amb l'objectiu d'arribar a ocupar llocs tècnics i de gestió en empreses del sector informàtic. Els enginyers tècnics en informàtica de gestió s'especialitzen en sistemes d'informació orientats a la gestió de petites i mitjanes empreses, on desenvoluparan la seva tasca professional com a tècnics informàtics especialitzats en el món empresarial.

L'Enginyeria Tècnica en Informàtica de Sistemes² és la branca de la informàtica especialitzada en sistemes informàtics. L'enginyer tècnic en informàtica de sistemes és un expert en disseny de programes i aplicacions informàtiques, sistemes operatius i

¹RD 1461/1990 de 26 d'octubre (BOE2 del 20 de novembre).

²RD 1460/1990 de 26 d'octubre (BOE del 20 de novembre).

sistemes de transmissió de dades, que té una gran capacitat d'aprenentatge i adaptació donats els continus canvis a què està sotmès el sector informàtic. El pla d'estudis d'aquesta titulació desenvolupa amb major profunditat els aspectes de l'arquitectura d'ordinadors, fonaments físics i matemàtics de la informàtica, xarxes i llenguatges formals.

L'Enginyeria Informàtica³, és un programa que recull la formació dels dos perfils citats anteriorment, ETIS i ETIG, ampliant els coneixements en àrees d'arquitectura d'ordinadors, xarxes de computadors, intel·ligència artificial, compiladors i direcció i gestió de projectes informàtics.

L'Enginyeria Tècnica de Telecomunicació, especialitat de Telemàtica, té com a objectiu formar professionals especialitzats en les tecnologies de la informació i les comunicacions i preparar-los per a l'adquisició de competències referents al disseny, planificació, instal·lació, gestió i manteniment de xarxes i en la implementació de serveis i aplicacions. Aquests estudis proporcionen una formació d'alt nivell i rigor acadèmic que inclou uns continguts bàsics tant de la informàtica com de les telecomunicacions. L'objectiu és l'aprenentatge de les noves tecnologies, dins del paradigma de la programació orientada a l'objecte, la integració de sistemes i tecnologia Internet, d'acord amb les tendències del mercat professional en les telecomunicacions.

A les enginyeries tècniques els estudiants han de cursar un total de 180 crèdits, i en la de segon cicle un total de 120 crèdits. En el cas de les enginyeries tècniques els estudiants han de cursar un total de 96 crèdits d'assignatures Troncals, 48 crèdits obligatoris, 18 crèdits optatius i finalment un total de 18 crèdits de lliure elecció. En el cas de l'Enginyeria Informàtica, els estudiants ha de cursar 72 crèdits troncal, 36 crèdit optatius i 12 crèdits de lliure elecció. Finalment, en el cas de la Enginyeria Tècnica de Telecomunicació, els estudiants han de cursar 103.5 crèdits corresponents a assignatures troncal, 40.5 a obligatòries, 18 a optatives i 18 crèdits d'assignatures de lliure elecció. A tall informatiu, durant el curs 2008/2009, es van matricular un total de 7.146 crèdits al primer semestre i uns 7.814 al segon semestre, a les diferents titulacions dels estudis de EIMT. La mitjana de crèdits matriculats per expedient acadèmic va ser de 14 crèdits. Durant el primer semestre del curs 2009/2010, es van matricular 8.474 crèdits, fet que constata l'augment de matriculats als estudis, respecte al mateix semestre del curs anterior.

³RD 1459/1990 de 26 d'octubre (BOE del 20 de novembre).

B.1 Perfil d'estudiant d'EIMT a la UOC

El perfil comú respon al d'un adult d'edat mitjana entre 30 i 40 anys, amb una titulació prèvia. És un professional en actiu a jornada completa, però que desitja actualitzar els seus coneixements i ampliar els seus estudis per raons personals o professionals. Inicialment el gruix d'estudiants volia estudiar per ampliar coneixements per l'ocupació actual, mentre que actualment el gruix es troba als que estudien per enriquiment personal. Entre d'altres motius, el perfil general de l'estudiant UOC vol ampliar els seus coneixements per l'ocupació que entén, per canviar de professió o de sector laboral, o bé per promocionar dins de l'empresa.

La majoria dels estudiants de la UOC, van triar aquesta universitat per que és una universitat moderna i innovadora mitjançant l'ús de les TIC, pel seu prestigi, perquè dona una atenció docent personalitzada, pel seu sistema d'avaluació i finalment per que permet gestionar el temps lliurement mitjançant la asincronia a la xarxa. Un estudi intern sobre la satisfacció dels estudiants graduats de la universitat, mostra que van escollir la UOC com a raó principal pel seu model d'aprenentatge, ja que és un sistema completament virtual, que permet estudiar des de qualsevol lloc i a qualsevol hora. El 38% dels estudiants titulats van elegir la universitat per millorar els seus coneixements, i el 44 % d'ells van elegir uns estudis relacionats amb la seva feina, dels quals el 28 % desitjava millorar la seva professió.

En el cas dels estudis que s'ofereixen a EIMT, cadascun d'ells estan dirigits a:

- ETIG: Als professionals que volen adquirir les competències i coneixements necessaris per a desenvolupar programari i aplicacions, gestionar bases de dades o dirigir projectes informàtics; Als professionals que volen entendre la gestió de projectes informàtics; A totes les persones interessades en la programació avançada en orientació a l'objecte, la gestió de xarxes, la gestió de projectes o els sistemes informàtics.
- ETIS: Als professionals que volen entendre la definició i el disseny de l'arquitectura que configura la infraestructura de qualsevol sistema informàtic; Als professionals amb responsabilitat en el mercat professional de l'enginyeria informàtica. A les persones interessades en la programació avançada en orientació a l'objecte, gestió de xarxes, gestió de projectes, sistemes informàtics, etc.
- EI: Als professionals de l'àmbit de la planificació, construcció i manteniment de sistemes complexos d'informació; Als professionals que treballen en la confi-

guració, instal·lació i gestió de xarxes de computadors i del seu programari de base: sistemes operatius i bases de dades; A les persones interessades en la gestió de projectes informàtics per a diferents tipus d'organització i diversos graus de complexitat.

- ETTT: A les persones que volen desenvolupar el seu exercici professional en empreses fabricants d'equips i sistemes de telecomunicació, organitzacions que ofereixen serveis de telecomunicacions o d'Internet o operadores de telecomunicació; Als professionals que volen adquirir les competències i coneixements necessaris per a implementar aplicacions en l'àmbit de la societat del coneixement; A les persones interessades en conèixer i entendre el funcionament de les telecomunicacions.

Els estudiants de les titulacions d'informàtica de la UOC són diferents de la resta d'universitats, tant per la via d'accés com per l'experiència professional prèvia. La majoria d'estudiants provenen de Cicles Formatius de Grau Superior, Formació Professional de segon grau, i/o amb estudis universitaris previs no finalitzats. Gran part dels estudiants d'EIMT volen ampliar coneixements per l'ocupació laboral, per promocionar dins l'empresa i també per canviar de professió o ocupació laboral actual.

El perfil de l'estudiant UOC d'EIMT és diferent a les d'universitats presencials, ja que els estudiants són més madurs, tenen contacte amb la realitat professional i estan més motivats. Molts d'ells són professionals en actiu en el sector de la Informàtica i per tant, ja tenen experiència però no tots tenen la titulació pertinent.

B.2 Continguts i activitats

Com especifica el model educatiu de la UOC⁴, les activitats d'aprenentatge són l'element clau. Al voltant del disseny i la realització de les activitats conflueixen i s'organitzen la resta de components que intervenen en qualsevol procés d'aprenentatge: el rol del docent, la funció de les eines i recursos que es faran servir, el paper dels processos de comunicació amb els companys, etc. Des d'una perspectiva tradicional, les activitats d'aprenentatge es conceben com a oportunitats perquè els estudiants apliquin els continguts treballats amb accions o tasques concebudes expressament. Davant d'una pregunta, un problema o una tasca determinada, els estudiants han d'identificar entre

⁴<http://www.vpapel.net/vpapel/catalogos/uocme09cat/index.htm/>

els continguts disponibles, aquells més adequats per a resoldre correctament la tasca assignada. Aquesta aplicació pot ser més o menys directa i exigir un procés reflexiu més o menys important, però el propòsit de les activitats és fonamentalment que mitjançant l'aplicació els estudiants comprenguin el sentit i la funció d'uns determinats continguts, ja siguin conceptes, procediments o qüestions de valor.

En aquest sentit a la UOC es realitzen diferents tipus d'activitats, vinculades ja sigui al treball més teòric o pràctic, que s'anomenen Pràctica d'Avaluació Continuada (PACs). Les PACs tenen com a objectiu treballar els diferents continguts de cada assignatura de forma continuada durant tot el semestre i es van lliurant parcialment. Acostumen a tenir un caire pràctic per a que l'estudiant posi en pràctica els coneixement i competències que va assolint al llarg de les diferents assignatures que cursa, tot i que també treballa continguts des de la vessant teòrica.

D'altre banda, i amb caràcter eminentment pràctic, sobretot en el cas dels estudis que ens ocupen, es realitzen Pràctiques. A diferència de les PACs, acostumen a exigir un treball molt procedimental i executiu on l'estudiant ha de treballar amb laboratoris virtuals per crear o executar determinats processos tècnics propis de l'enginyeria. Les activitats pràctiques de laboratori són aquells exercicis, activitats o proves que requereixen l'ús d'un instrument o d'un dispositiu per configurar o desenvolupar certes sortides a partir d'un enunciat i d'aquesta manera poder assolir una o més competències.

Els laboratoris poden incloure tot tipus d'activitats pràctiques, des del disseny i implementació de solucions fins a les proves i documentació de diferents aplicacions, sistemes, dispositius i processos [114]. Existeixen per tant, pràctiques de programació, de sistemes operatius, de matemàtiques i física, etc. En la mateixa línia existeixen també assignatures que estan encadenades, això vol dir que l'estudiant ha de cursar prèviament l'assignatura I abans d'arribar a la II. Per part de l'estudiant això implica haver adquirit un conjunt de coneixements i habilitats instrumentals per poder iniciar la següent i, per tant, haver realitzat i superat les pràctiques específiques que formen aquestes assignatures.

En la majoria d'assignatures dels estudis d'EIMT, els estudiants han d'adquirir una sèrie de competències i habilitats més lligades a la capacitat d'abstracció i creació, i posada en pràctica de diferents sistemes, que no pas la simple memorització i treball bàsic dels continguts. Els fonaments matemàtics i lògics són de gran importància i per això en el pla d'estudis, es troben assignatures molt instrumentals i que per tant, requereixen treballar aquests processos molt específicament mitjançant laboratoris o programari específic. Aquest tipus de processos, són doncs abordats en les Pràctiques

que formen part de activitats en les diferents assignatures, algunes de les quals estan encadenades.

B.3 Sistema d'avaluació

El model d'avaluació de les diferents assignatures depèn de la tipologia de continguts que es treballen a cada assignatura (més instrumentals, procedimentals, de coneixement..). Bàsicament es fonamenta en un model d'avaluació continuada centrat en l'elaboració de diferents activitats (AC) i pràctiques (Pr), més un examen final (ExFp) o prova de validació (PV). Totes les assignatures que s'imparteixen en les titulacions esmentades convinen els tipus citats, obtenint així uns plans d'estudis amb assignatures que poden ser superades únicament amb l'avaluació continuada, que inclou activitats més pràctiques(AC+Pr), o bé activitats i pràctiques més examen final ((AC+Pr)+ExFp) o prova de validació ((AC+Pr)+ PV). Cal destacar que les assignatures que segueixen només un model d'avaluació continuada centrat en activitats i pràctiques son minoritàries a les quatre titulacions, i corresponen principalment als crèdits optatius i/o lliure elecció (exceptuant assignatures transversals com Multimèdia i Comunicació, Anglès i, els treballs i projectes de final de carrera (TFC/PFC)). La majoria d'assignatures ben al contrari es basen un model d'activitat i pràctica, més examen o prova de validació.

B.4 Dades generals de satisfacció

Els nivells de satisfacció dels estudiants de la Universitat Oberta de Catalunya, es continuen situant en cotes molt altes, com es desprèn de les enquestes de satisfacció. Tres de cada quatre estudiants van manifestar que estaven satisfets o molt satisfets de la seva experiència a la Universitat i, el 82,2% dels estudiants recomanarien la UOC als seus familiars i amics. Es destaquen especialment les dades de satisfacció dels estudiants de titulacions de graus, el 78,4% dels quals es declaren molt satisfets o satisfets de les assignatures que van cursar el semestre passat (concretament, el 70,6% dels estudiants del campus en català i el 79,6% dels estudiants del campus en castellà).

Apèndix C

Informació de les proves pilots

En aquest apartat de l'Apèndix es realitza una descripció de l'anàlisi realitzat per seleccionar el casos de treball on posteriorment s'implementaran els diferents tipus d'itineraris formatius creats amb IMS-LD. En aquest sentit i, després de realitzar un estudi de les diferents assignatures dels estudis d'EIMT de la UOC, s'han seleccionat l'assignatura de Criptografia i l'assignatura de Lògica. Posteriorment, en aquest mateix apèndix, es detallen diferents tipus d'informació relacionada amb les dues proves pilots dutes a terme. En concret, es detalla el test inicial i el qüestionari final que es van realitzar, en ambdós casos, a tots els estudiants que van participar en les proves.

C.1 Justificació dels casos triats

De la totalitat d'assignatures que configuren les diferents titulacions dels estudis de Informàtica, Multimèdia i Telecomunicació, s'ha realitzat un estudi de les característiques de les assignatures, per tal de seleccionar els casos d'estudi per la creació d'itineraris formatius.

Per realitzar la selecció dels casos, s'ha previst tenir en compte els següents ítems només de l'entorn català: titulació on s'imparteix dintre dels estudis d'EIMT, tipus d'assignatura, crèdits, semestre que s'imparteix, requeriments previs de matrícula, perfil de l'estudiant, volum d'estudiants a l'assignatura, tipus de contingut, activitats, pervivència al grau i model d'avaluació.

En un primer pas de l'estudi de les diferents assignatures, es van seleccionar Informàtica Gràfica (IG), Matemàtica Discreta (MD), Criptografia (CRIP) i Lògica (LOG) (C.1). Les particularitats d'aquestes assignatures les feien adients per la creació d'iti-

	IG	MD	CRIP	LOG
Titulació	ETIS,ETIG, EI	ETIS, ETIG	ETIS, ETIG, EI, ETT	ETIS, ETIG
Tipus	Optativa	Troncal	Optativa	Obligatòria
Crèdits	6	6	6	4,5
Semestre	Bisemestral	Semestral	Semestral	Semestral
Requeriments	Geometria, Trigonome- tria, Àlgebra lineal	Àlgebra, Al- gorismes, Ma- temàtiques, Fonaments de programació	Matemàtiques, Programació	—
Est. semestre	75 aprox.	400 aprox.	75 aprox.	500 aprox.
Activitats	4 PACs i Pro- jecte	2 PACs	4 PACs i 4 Pràctiques	4 PACs
M. Avaluació	AC	AC+ExF	AC	AC+ExF
Grau	No	No	Si	Si

Taula C.1: Síntesi de les característiques de les assignatures.

neraris formatius. A la segona fase d'estudi es va descartar Informàtica Gràfica donat que només s'ofereix bisemestralment i es necessari que siguin assignatures semestrals per tal de valorar l'ús i implementació de les diferents eines adaptatives. El cas de matemàtica discreta, també va ser descartat perquè en el grau d'Informàtica es reconverteix en una assignatura amb continguts bastant diferents dels actuals i per tant, l'actual s'extingeix.

Finalment en la darrera etapa de la selecció de casos, es va seleccionar l'assignatura de Criptografia per provar l'eina inicial de reconeixement de competències prèvies i experiència professional i, l'assignatura de Lògica, per provar la mateixa eina i a més, implementar els itineraris adaptatius mitjançant l'ús de la especificació de IMS-LD. L'estudi i anàlisi de Criptografia es va dur a terme durant dos semestres de diferents cursos acadèmics (2008/2009, 2on semestre; 2009/2010, 1er semestre) i l'estudi de Lògica durant dos semestres del mateix curs acadèmic (2009/2010, 1er i 2on semestre).

Cal destacar que en ambdós casos, durant el primer semestre de l'investigació es va realitzar, d'una banda entrevistes amb els professors responsables de les assignatures, i d'altre banda uns qüestionaris online (inicials i finals) per tal de valorar el perfil de l'estudiant, coneixements previs, experiència professional, si és repetidor, semestres matriculats als estudis etc. L'objectiu principal ha estat el d'obtenir la màxima informació sobre l'estat actual de l'assignatura i els estudiants abans del disseny i implementació

de qualsevol de les dues eines citades anteriorment.

Per la realització de la implementació d'IMS-LD a l'assignatura de Criptografia es va dissenyar un test inicial per valorar els coneixements previs dels estudiants i la seva experiència professional. Al finalitzar l'assignatura es va realitzar un qüestionari final per tal de que els estudiants valoressin la prova pilot realitzada i indiquessin la seva satisfacció. En aquest apartat s'inclouen les preguntes realitzades en el test inicial (i la seva valoració), així com les preguntes realitzades en el qüestionari final.

C.2 Informació de la prova pilot de Criptografia

C.2.1 Test inicial

El test inicial realitzat en la prova pilot de Criptografia consta de les següents preguntes:

1. És el primer semestre que curses l'assignatura?:
 - (a) Si
 - (b) No
2. Quants semestres portes a la UOC?
3. Quins estudis estàs cursant?:
 - (a) ETIS
 - (b) EI
 - (c) ETIG
4. Tens experiència professional relacionada amb l'assignatura?
 - (a) Si
 - (b) No
5. Has cursat alguna assignatura en el que hagi fet servir la calculadora WIRIS?:
 - (a) Si
 - (b) No
6. Tens coneixements matemàtics d'aritmètica modular?:

- (a) Si
 - (b) No
7. Quina creus que és la resposta correcta a la següent qüestió: l'invers de 9 a Z_{13} :
- (a) 4
 - (b) 3
 - (c) 7
 - (d) No ho sé
8. Has cursat i superat l'assignatura de Seguretat en xarxes de computadors?:
- (a) Si
 - (b) No
9. Quina creus que és la resposta correcta a la següent qüestió: en un certificat digital s'hi inclou:
- (a) La clau privada
 - (b) La clau pública (resposta correcta)
 - (c) Les dues anteriors
 - (d) Cap de les anteriors
 - (e) Sense resposta
10. Si l'usuari A vol enviar un missatge xifrat a l'usuari B, quina informació necessita per xifrar-lo:
- (a) La clau privada de B
 - (b) La clau pública de B (resposta correcta)
 - (c) La clau privada d'A
 - (d) La clau pública d'A
 - (e) No ho sé
11. Si l'usuari B vol verificar la signatura digital que l'usuari A ha realitzat sobre un missatge, quina informació necessita?:

- (a) La clau privada de B
 - (b) La clau pública de B
 - (c) La clau privada d'A
 - (d) La clau pública d'A (resposta correcta)
 - (e) No ho sé
12. Trobes que seria útil poder triar la seqüenciació dels continguts de l'assignatura (mòduls i activitats) en funció dels teus coneixements previs o els teus interessos?
- (a) Si, assumint que els dubtes al fòrum i el seguiment de l'assignatura de la resta dels estudiants de l'aula no coincidirà en el temps
 - (b) No, prefereixo que tots els estudiants seguim la mateixa temporització
13. T'agradaria poder triar el model d'avaluació de l'assignatura (si és només amb avaluació continuada, examen, prova de validació)?:
- (a) Si
 - (b) No

Si l'estudiant contesta afirmativament a les preguntes 4, 6, 7 i 8 i, correctament, a les preguntes 10, 11 i 12, se li recomana fer l'itinerari 2.

C.2.2 Qüestionari final

El qüestionari final realitzat en la prova pilot de Criptografia consta de les següents preguntes:

1. A quins estudis pertanys?
 - (a) ETIS
 - (b) ETIG
 - (c) ETT
 - (d) EI
2. Creus que la distribució temporal de les PACs i pràctica ha estat correcte?

- (a) Si
 - (b) No
3. Si la resposta a la pregunta anterior és negativa, comenta perquè.
4. Consideres que la pràctica podria ser substituïda per altres tipus d'activitats?
- (a) No, és imprescindible.
 - (b) Si, es pot substituir per altres tipus d'activitats
 - (c) Es pot suprimir
5. Quin format de pràctiques consideres més adient per l'assignatura?
- (a) Una única pràctica/projecte global
 - (b) Dues pràctiques (clau simètrica/clau pública)
 - (c) Quatre pràctiques (que consisteixin en exercicis dels blocs didàctics)
6. Si has contestat afirmativament a la pregunta anterior, comenta breument quina proposta faries.
7. En les activitats d'avaluació continuada, creus que és millor que el consultor et doni:
- (a) La solució
 - (b) Comentari personalitzat de la teva resolució
8. Indica quina ha sigut la teva metodologia de treball a l'assignatura:
- (a) Partint dels enunciats de les PAC/Pràctiques he estudiat els mòduls
 - (b) He estudiat els mòduls i posteriorment he fet les PACs/Pràctiques
9. Creus que si l'assignatura tingués examen, la teva resposta a la pregunta anterior hagués estat la mateixa?
- (a) Si
 - (b) No
10. Per superar l'assignatura i realitzar les PACs i Pràctica, t'ha calgut material addicional?

- (a) Si
 - (b) No
11. T'aniria bé tenir totes les activitats a l'inici del semestre?
- (a) Si, per començar per la que més convingui
 - (b) No, prefereixo fer-ho com proposa el consultor
12. Canviaries el model d'avaluació de l'assignatura?
- (a) Si
 - (b) No
13. Valora el test inicial que vas realitzar a l'inici de l'assignatura:
- (a) Molt útil
 - (b) Útil
 - (c) Poc útil
14. Valora l'accés i el funcionament del test inicial:
- (a) Molt bo
 - (b) Bo
 - (c) Dolent
 - (d) Molt dolent
15. Vas triar l'itinerari que et va recomanar el resultat del test inicial?
- (a) Si
 - (b) No
16. L'itinerari recomanat, s'ha ajustat al teus coneixements previs?
- (a) Si
 - (b) No
 - (c) No ho sé
17. Com valores l'itinerari que has seguit:

- (a) Molt bé
 - (b) Bé
 - (c) Malament
 - (d) Molt malament
18. El fet d'haver seguit un itinerari més ajustat als teus coneixements, t'ha ajudat a seguir l'assignatura?
- (a) Sí
 - (b) No
19. Has trobat algun entrebanc en l'existència de més d'un itinerari en l'assignatura?
- (a) Sí
 - (b) No
20. En cas afirmatiu a la pregunta anterior comenta'l.
21. Com valores l'activitat del fòrum tenint en compte que es feien dos itineraris diferents?
- (a) Molt bé
 - (b) Bé
 - (c) Malament
 - (d) Molt malament
22. Creus que millora el teu procés d'aprenentatge si pots triar entre diferents itineraris?
- (a) Sí
 - (b) No
23. Ara que has cursat l'assignatura, t'agradaria poder triar entre diferents itineraris formatius com l'has fet ara o prefereixes un únic itinerari igual per tots?
- (a) Prefereixo triar entre diferents itineraris
 - (b) Prefereixo un únic itinerari igual per tots.

24. T'agradaria cursar més assignatures amb diferents itineraris formatius?
 - (a) Si
 - (b) No
 - (c) M'és igual
25. Comenta el que consideris respecte l'itinerari que has seguit:
26. La teva experiència professional t'ha estat útil per seguir l'assignatura?
 - (a) Si
 - (b) No
 - (c) No, perquè no en tenia relacionats amb els continguts de l'assignatura
27. Creus que el que has après a l'assignatura ho aplicaràs a:
 - (a) L'àmbit laboral
 - (b) L'àmbit personal
 - (c) L'àmbit acadèmic
28. Comenta que els consideris oportú sobre l'assignatura:

C.3 Informació de la prova pilot de Lògica

Per la realització de la implementació d'IMS-LD a l'assignatura de Lògica es va dissenyar un test inicial específic per valorar els coneixements previs dels estudiants i la seva experiència professional. Al finalitzar l'assignatura es va realitzar un qüestionari final per tal de que els estudiants valoressin la prova pilot realitzada i indiquessin la seva satisfacció. En aquest apartat s'inclouen les preguntes realitzades en el test inicial (i la seva valoració), així com les preguntes realitzades en el qüestionari final.

C.3.1 Test inicial

El test inicial realitzat en la prova pilot de Lògica consta de les següents preguntes:

1. És el primer semestre que curses l'assignatura?
 - (a) Si

- (b) No
- 2. Quants semestres portes a la UOC? (1-24)
- 3. Estàs cursant:
 - (a) ETIS
 - (b) ETIG
- 4. Tens experiència professional relacionada amb l'assignatura?
 - (a) Si (resposta a tenir en compte)
 - (b) No
- 5. Si has respost afirmativament a la pregunta anterior, comenta breument la teva experiència. (camp obert de resposta)
- 6. Has superat alguna assignatura de matemàtiques o de programació?
 - (a) Si (resposta a tenir en compte)
 - (b) No
- 7. Tens coneixements de programació?
 - (a) Si (resposta a tenir en compte)
 - (b) No
- 8. El cardinal d'un conjunt infinit és...
 - (a) El nombre exacte d'elements que té aquest conjunt
 - (b) La mida aproximada que té el conjunt
 - (c) Infinit (resposta correcta)
 - (d) No ho sé
- 9. Si és cert que 'si P aleshores Q' i que 'si Q aleshores T', també ha de ser cert que:
 - (a) T
 - (b) Si T aleshores P
 - (c) Si P aleshores T (resposta correcta)

- (d) No ho sé
10. La frase 'Només si no bec alcohol condueixo' es pot formalitzar lògicament de la següent manera prenent les proposicions següents: $P =$ 'no bec alcohol', $Q =$ 'condueixo'.
- (a) Si no Q aleshores P
- (b) Si Q aleshores P (resposta correcta)
- (c) Si P aleshores Q
- (d) No ho sé
11. Si no totes les persones no són fiables, aleshores....
- (a) Hi ha persones que són fiables (resposta correcta)
- (b) Hi ha persones que no són fiables
- (c) Totes les persones són fiables
- (d) No ho sé
12. Un contraexemple d'una propietat és:
- (a) Un exemple de la propietat contrària
- (b) Un cas que no és un exemple de la propietat
- (c) La propietat contrària
- (d) Un cas en el que no es compleix la propietat (resposta correcta)
- (e) No ho sé

Les condicions de resposta del test inicial que determinen l'itinerari que cursa l'estudiant són les que mostra la Figura C.1:

C.3.2 Qüestionari final

Les preguntes formulades en el qüestionari final de Lògica són les següents:

1. A quins estudis pertany?
- (a) ETIS

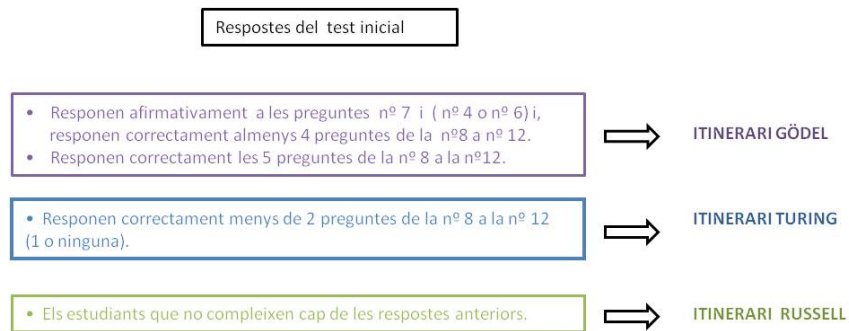


Figura C.1: Criteri de resposta aplicat al test inicial per recomanar un itinerari.

- (b) ETIG
2. Creus que la distribució temporal de les PACs i pràctica ha estat correcte?
 - (a) Si
 - (b) No
 3. Si la resposta a la pregunta anterior és negativa, comenta perquè.
 4. En les activitats d'avaluació continuada, creus que és millor que el consultor et doni:
 - (a) La solució
 - (b) Comentari personalitzat de la teva resolució
 5. Indica quina ha sigut la teva metodologia de treball a l'assignatura:
 - (a) Partint dels enunciats de les PACs he estudiat els mòduls
 - (b) He estudiat els mòduls i posteriorment he fet les PACs
 6. Creus que si l'assignatura tingués Prova de Validació, la teva resposta a la pregunta anterior hagués estat la mateixa?
 - (a) Si
 - (b) No
 7. Per superar l'assignatura i realitzar les PACs, t'ha calgut material addicional?
 - (a) Si

- (b) No
8. T'aniria bé tenir totes les activitats a l'inici del semestre?
- (a) Si, per començar per la que més convingui
- (b) No, prefereixo fer-ho com proposa el consultor
9. Canviaries el model d'avaluació de l'assignatura?
- (a) Si
- (b) No
10. Valora el test inicial que vas realitzar a l'inici de l'assignatura:
- (a) Molt útil
- (b) Útil
- (c) Poc útil
11. Valora l'accés i el funcionament del test inicial:
- (a) Molt bo
- (b) Bo
- (c) Dolent
- (d) Molt dolent
12. Quin itinerari et va recomanar l'eina d'itineraris?
- (a) Russell
- (b) Turing
- (c) Gödel
13. Vas triar l'itinerari que et va recomanar el resultat del test inicial?
- (a) Si
- (b) No
14. L'itinerari recomanat inicialment, s'ha ajustat al teus coneixements previs?
- (a) Si

- (b) No
 - (c) No ho sé
15. Has anat canviant d'itinerari durant el semestre?
- (a) Si
 - (b) No
16. Comenta breument perquè.
17. Has seguit les recomanacions de l'eina d'itineraris per canviar o continuar?
- (a) Si
 - (b) No
18. Has triat un itinerari diferent del que t'ha anat recomanant l'eina d'itineraris?
- (a) Si
 - (b) No
19. En termes generals, com valors l'itinerari global que has seguit:
- (a) Molt bé
 - (b) Bé
 - (c) Malament
 - (d) Molt malament
20. El fet d'haver seguit un itinerari més ajustat als teus coneixements, t'ha ajudat a seguir l'assignatura?
- (a) Si
 - (b) No
21. Has trobat algun entrebanc en l'existència de més d'un itinerari en l'assignatura?
- (a) Si
 - (b) No
22. En cas afirmatiu a la pregunta anterior comenta'l.

-
23. Consideres que participar en aquesta prova de tenir diferents itineraris a l'assignatura ha estat una experiència... :
- (a) Molt bona
 - (b) Bona
 - (c) Normal
 - (d) Dolenta
 - (e) Molt dolenta
24. Com valores l'activitat del fòrum tenint en compte que es feien diferents itineraris?
- (a) Molt bé
 - (b) Bé
 - (c) Malament
 - (d) Molt malament
25. Creus que millora el teu procés d'aprenentatge si pots triar entre diferents itineraris?
- (a) Si
 - (b) No
26. Ara que has cursat l'assignatura,
- (a) Prefereixes un únic itinerari formatiu per tots igual: mateixa seqüència de mòduls i activitats per tots els estudiants sense tenir en compte els teus coneixements previs.
 - (b) T'agradaria poder triar entre diferents itineraris formatius a l'assignatura com has fet ara: diferents seqüències de mòduls i diferents activitats, incloent activitats de reforç, segons els coneixements que tens.
27. T'agradaria cursar més assignatures amb diferents itineraris formatius?
- (a) Si
 - (b) No

- (c) M'és igual
28. Comenta el que consideris respecte l'itinerari que has seguit:
29. Per superar l'assignatura i realitzar les PACs, l'assistent e-learning Lògica ha estat útil?
- (a) Si
- (b) No
- (c) No he utilitzat l'assistent.
30. En relació a l'assistent e-Learning Lògica creus que: Si, No, No ho sé
- (a) T'ha facilitat l'aprenentatge de la Deducció Natural
- (b) T'ha facilitat l'aprenentatge de la Resolució
- (c) T'ha permès reduir el temps de dedicació
- (d) T'agrada la interfície
- (e) T'ha facilitat l'autoaprenentatge
- (f) T'ha facilitat realitzar les PACs amb menys errors
- (g) Has utilitzat l'assistent
31. Valora els materials i els recursos de l'assignatura: Molt bé, Bé, Malament, Molt Malament
- (a) Mòduls teòrics del material
- (b) Assistent e-learning lògica
- (c) Guia d'estudi
32. La teva experiència professional t'ha estat útil per seguir l'assignatura?
- (a) Si
- (b) No
- (c) No, perquè no en tenia relacionats amb els continguts de l'assignatura
33. Comenta que els consideris oportú sobre l'assignatura o els itineraris:

Apèndix D

Mapes de possibles dissenys dels Itineraris Formatius Adaptatius

En aquest apartat de l'Apèndix es detallen dos possibles mapes per al disseny d'itineraris adaptatius. En funció de la conceptualització que es realitzi de l'assignatura de Lògica i de la granularitat de les diferents unitats que es plantegin en els itineraris, el mapa de treball esdevé diferent. En aquest sentit la Figura D.1 mostra el disseny dels diferents itineraris formatius adaptatius a Lògica basant-se en un nivell de granularitat alt (descriu al Capítol 4). En aquest mapa es pot observar que hi han tantes unitats com parts dels mòduls i activitats té l'assignatura, generant així un mapa de treball molt extens i laboriós per ser definit amb l'especificació IMS-LD. Amb aquest nivell de granularitat també es donen itineraris que són repetitius i incongruents i, per tant, es descarta el seu ús per la creació d'itineraris formatius adaptatius.

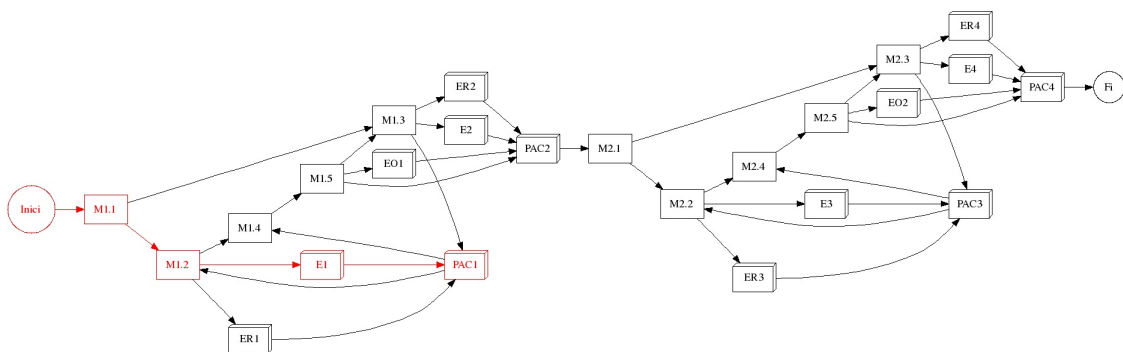


Figura D.1: Mapa de Lògica amb un nivell de granularitat alta.

En canvi, la Figura D.2 mostra el disseny de diferents itineraris formatius adaptatius

a Lògica basant-se en un nivell de granularitat mig (descriu al Capítol 4). En aquesta segona figura es pot apreciar que unes unitats estan formades per un conjunt de mòduls i les altres estan formades únicament per les activitats a realitzar a cada itinerari. Aquest nivell de granularitat és millor que l'anterior i permet crear els itineraris a Lògica d'una manera més coherent. Tot i així, definir aquest nivell de treball suposa incorporar més punts de decisió i, per tant, afegir més condicions i propietats per la finalització de cada unitat i els possibles canvis d'itineraris. El treball per la descripció del nivell A i del nivell B l'especificació esdevé, en aquest cas, un treball més complex que el que finalment s'ha triat.

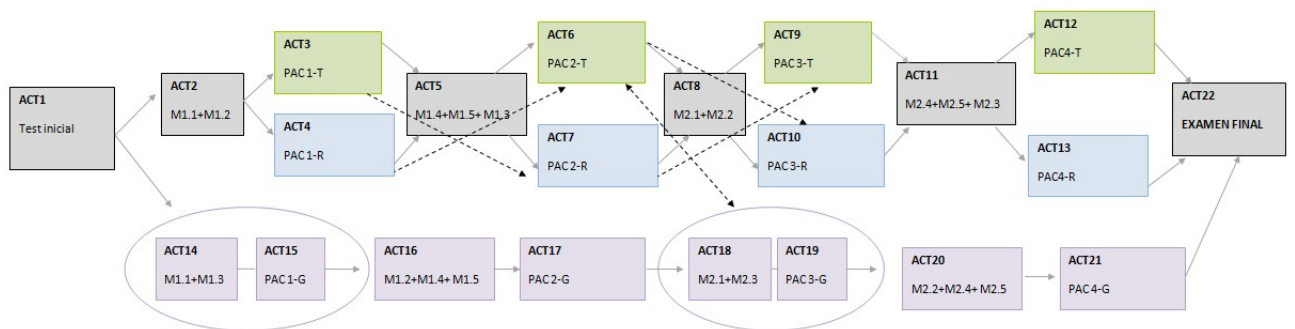


Figura D.2: Mapa de Lògica amb un nivell de granularitat mitja.

Conseqüentment i, com ja s'ha comentat en aquest treball de tesi, el disseny dels itineraris formatius adaptatius es realitza en base a un nivell de granularitat baixa. Aquest nivell permet incloure els mòduls i les activitats en una mateixa unitat i, alhora, permet reduir els possibles punts de decisió i l'aplicació de moltes condicions i propietats per generar itineraris formatius adaptatius.