

Plataforma d'aprenentatge basada en Portlets, Scorm i QTI

Hector Casalprim Castella

ETIG / ETIS

Consultor: Salvador Campo Mazarico

13 de Gener de 2014

A l'Antonietta i a l'Adrià,

Gràcies pel vostre suport, comprensió i paciència, durant tots aquests anys... sense els vostres ànims i somriures segur que no hauria arribat fins aquí.

A l'Emiliano,

Fa uns quants anys que ens vas deixar però el teu record encara ens serveix d'inspiració com el primer dia. Allà on siguis company, una abraçada... never surrender!!

Agraïments

A tota la comunitat UOC. Gràcies de tot cor per un projecte educatiu tan útil i de tanta qualitat, gràcies per donar accés a una formació universitària als "sense temps".

Gràcies al Salvador per la seva paciència i els seus bons consells al llarg del TFC... sento no haver estat un estudiant modèlic, però el temps és finit, i amb una feina absorbent i nens petits és difícil trobar el temps necessari per fer el TFC com un voldria.

Resum

Aquest TFC té com a objectiu principal dissenyar tot un conjunt d'eines que facilitin la creació i visualització de continguts/paquets d'aprenentatge reutilitzables, seguint els estàndards definits per IMS LD (IMS Learning Design), incloent suport a documents SCORM i QTI, per poder utilitzar-los en un entorn d'aprenentatge virtual basat en portlets.

El projecte pretén dissenyar i implementar un conjunt de portlets que facilitin la creació i visualització de paquets d'aprenentatge reutilitzables, tot seguint l'estàndard IMS LD, donant suport a documents SCORM per les versions 1.2 i 1.3 (2004) i QTI v2.0. Aquest portlets s'han integrat en el portal de gestió Liferay.

Liferay és un portal de gestió de continguts de codi obert escrit en Java. Es pot implementar en la majoria de servidors d'aplicacions i contenidors de servlets i fa ús de l'especificació Java Portlet (JSR 286) per dissenyar portals totalment configurables, a l'estil plug and play.

Com l'abast del projecte és força gran, per mirar d'accelerar la seva execució s'ha fet una cerca inicial on s'han seleccionat altres projectes de codi lliure realitzats en aquest àmbit per mirar de reutilitzar algunes dels mòduls definits per tal d'agilitzar el procés de desenvolupament.

Índex

RESUM	3
INTRODUCCIÓ.....	6
JUSTIFICACIÓ DEL TFC.....	7
OBJECTIUS DEL TFC.....	8
ENFOCAMENT I MÈTODE SEGUIT.....	8
PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE.....	9
PRODUCTES OBTINGUTS.....	11
ESTÀNDARD SCORM	12
ESPECIFICACIÓ SCORM.....	14
<i>Model d'Agregació de Continguts</i>	15
<i>Entorn d'Execució</i>	15
<i>Seqüenciació i navegació</i>	17
ESTÀNDARD IMS QTI (QUESTION AND TEST INTEROPERABILITY).....	19
PLATAFORMES I EINES D'E-LEARNING	21
TENCOMPETENCE.....	21
VALAMIS E-LEARNING SOLUTION	24
RELOAD	25
OPENOLAT	26
COPPERCORE	26
ALTRES INICIATIVES.....	26
ESQUEMA DE CASOS D'ÚS.....	28
ROL ADMINISTRADOR - TUTOR	28
ROL USUARI - ESTUDIANT.....	29
DIAGRAMA DE CASOS D'ÚS	30
ROL ADMINISTRADOR - TUTOR	30
ROL USUARI-ESTUDIANT	32
INTEGRACIÓ DE PORTLETS D'ALTRES INICIATIVES DE CODI OBERT	35
ADAPTACIÓ PORTLETS TENCOMPETENCE.....	36
DIAGRAMA DE CLASSES.....	37
DIAGRAMES D'ESTAT	39
CONTINGUT D'APRENENTATGE (UNITOFLEARNING).....	39
ASSIGNACIÓ DE CONTINGUT (UOL).....	39
AVALUACIÓ.....	39
DIAGRAMES D'ACTIVITAT	41
CREACIÓ DE CONTINGUT/RECURS.....	41
ASSIGNACIÓ DE CONTINGUT	41
VISUALITZACIÓ DE CONTINGUT	42
DIAGRAMES DE SEQÜÈNCIA.....	43
REPRODUIR CONTINGUT.....	43
INTERACTUAR/AVALUAR CONTINGUT	43
DISSENY DE LA BASE DE DADES	44

GESTIÓ DE LA INFORMACIÓ DE TESTS QTI	44
BASE DE DADES D'INTEGRACIÓ PEL TFC	46
ESQUEMA DE L'ARQUITECTURA.....	47
LIFERAY	48
PORTLETS	48
SPRING	49
SPRING PORTLET MVC	49
JSFs I ICE FACES	49
HIBERNATE	50
PRODUCTE SOFTWARE.....	51
QTI	51
UOL MGMT.....	53
VALORACIÓ ECONÒMICA.....	56
CONCLUSIONS.....	57
GLOSSARI	58
BIBLIOGRAFIA.....	59

Introducció

El procés d'aprenentatge a través de l'ús de les TIC (e-learning), és un nou pas en l'evolució de l'aprenentatge a distància. L'e-learning proporciona noves eines per crear nous entorns d'aprenentatge especialitzats i centrats en l'estudiant. Aquest nous escenaris aprofiten l'ús de les TIC per oferir entorns més interactius, eficients, usables i distribuïts.

L'e-learning és una forma d'utilitzar la tecnologia per distribuir materials educatius i altres serveis, permetent establir un canal de retorn entre professors i alumnes.

Els esforços realitzats a nivell d'estandardització que s'han anat realitzant durant les últimes dècades ens deixa un panorama força dispers, sense un estàndard predominant, sinó una sèrie d'iniciatives que s'han fet més o menys populars al llarg dels últims anys.

A nivell general, els estàndards se centren a cobrir bàsicament tres aspectes fonamentals:

1. Especificacions utilitzades per descriure, descobrir i intercanviar continguts:
 - Learning Object Metadata (LOM): Defineix com s'han d'identificar els continguts, a través de metadades, y com s'ha d'organitzar la informació de l'estudiant de manera que pugui intercanviar-se.
 - Content Packaging: Descriu com s'ha de descriure i empaquetar el material d'aprenentatge.
 - Question and Test Interoperability (QTI): Proposa una estructura de dades XML per codificar preguntes i tests, que permet el seu intercanvi entre distintes plataformes (dels tests i de les dades d'evaluació).
 - Digital Repositories: Defineix com han d'interaccionar els repositoris digitals entre ells.

2. Especificacions per la interacció de continguts i el seu seguiment (fluxe):
 - Simple Sequencing: Defineix regles que descriuen el flux d'instruccions a través dels continguts segons els resultats.
 - Competency Definitions: Defineix una manera estàndard de classificar i intercanviar definicions de competències (habilitats, coneixements).
 - Learning Design: Descriu i codifica les metodologies d'aprenentatge incorporades en una solució e-learning.
 - Accessibility: Defineix una sèrie de recomanacions a l'hora d'adaptar l'accés als continguts d'aprenentatge per a persones amb disminució visual, auditiva, etc.

3. Especificacions per la interoperabilitat de les aplicacions:
 - Learner Information Packaging (LIP): Defineix estructures XML per l'intercanvi d'informació dels alumnes entre sistemes de gestió d'aprenentatge (LMS).

Adicionalment, hi ha hagut altres estàndards que se centren en la descripció dels itineraris formatius. Per fer aquesta feina es poden utilitzar tan les estructures de descripció de recursos (RDF) o bé a través d'IMS LD. El més comú en aquest cas és utilitzar plantilles basades en IMS LD que permeten la gestió de guies curriculars.

Entre totes aquestes definicions d'estàndards han aparegut iniciatives que recullen i integren les propostes d'alguns d'aquests grups. Aquest és el cas de la iniciativa ADL (Advanced Distributed Learning). ADL recull algunes de les propostes dels principals grups d'estandardització (AICC, IEEE i IMS) per definir una proposta de model de referència per a objectes d'aprenentatge intercanviables, SCORM (Shareable Content Object Reference Model).

Justificació del TFC

Actualment, el panorama a nivell de desenvolupament d'eines d'e-learning és força dispers. Trobem forces iniciatives, la majoria a nivell acadèmic que intenten oferir eines bàsiques per desenvolupar en els diferents estàndards que recolzen. Algunes altres eines opten per l'estratègia de donar suport als estàndards més importants de manera global. Entre aquests podem trobar eines de codi lliure, i alguns productes professionals programats en un ampli ventall de llenguatges de programació.

Fent una anàlisi en profunditat de les diferents iniciatives que hi ha a nivell de e-learning actualment, hem pogut copsar que no hi ha gaires solucions disponibles, ja siguin de codi lliure o comercials i hi ha força diversitat a nivell de la tecnologia emprada (llenguatge de programació i arquitectura). Les solucions de codi obert son en gran part liderades per universitats, organitzacions sense ànim de lucre o a través d'iniciatives amb capital públic (projectes europeus, etc). En la majoria dels casos son productes en fases inicials o no gaire acabats.

Aquest projecte pretén fer aportació en aquest aspecte, mitjançant el desenvolupament d'un conjunt de portlets que facilitin la creació i visualització de continguts/paquets d'aprenentatge reutilitzables, tot seguint l'estàndard IMS LD, donant suport a documents SCORM per les versions 1.2 i 1.3 (2004) i QTI v2.0.

Objectius del TFC

Els objectius que persegueix aquest TFC són els següents:

- Fer l'anàlisi, disseny i implementació d'un conjunt d'eines que facilitin la creació i visualització de continguts/paquets d'aprenentatge reutilitzables, seguint els estàndards definits per IMS LD (IMS Learning Desing) en un entorn basat en portlets.
- Conèixer les característiques del desenvolupament d'aplicacions multicapa i distribuïdes i la utilització de tecnologies J2EE (EJBs, servlets, portlets, JSPs, hibernate, etc).
- Conèixer la tecnologia portlets, la utilització de patrons com el MVC a través del framework Spring i la seva combinació amb JSF o ICEfaces.
- Familiaritzar-se amb la feina de reutilització de productes software d'iniciatives de codi obert.
- Conèixer el portal de gestió de continguts de codi lliure Liferay.

Enfocament i mètode seguit

Donada la “limitació” temporal del TFC, l'enfocament utilitzat en el desenvolupament del TFC ha estat el de treballar simultàniament en diversos fronts. Per una banda, hem hagut de cercar informació referent a l'e-learning i les diverses iniciatives a nivell de codi lliure, per una altra banda hem avançat en la corba d'aprenentatge de totes les tecnologies relacionades amb J2EE i Liferay, i per una altra banda realitzant l'anàlisi i disseny de l'aplicació.

En una primera fase, hem cercat informació referent als estàndards d'e-learning i hem identificat els estàndards a seguir, després hem cercat les diferents iniciatives a nivell de codi lliure que utilitzen aquests estàndards i hem vist quines es podrien aprofitar. Un cop triades, hem analitzat el codi d'aquestes solucions i hem començat a fer l'anàlisi i disseny de l'aplicació tenint en compte la integració amb el codi existent.




























Una de les dificultats principals del projecte ha estat la gran quantitat de coneixements nous a adquirir i el poc temps per assolir-los i aconseguir la seva aplicació en un projecte real: estàndards d'e-learning, liferay, J2EE. L'altra dificultat principal ha estat haver d'analitzar un projecte de codi lliure molt gran, migrar-lo tot d'una versió antiga de Liferay a una nova (corregint excepcions, errors de llibreries nove,etc) i després trobar-li l'encaix amb la nostra solució.

Planificació del Projecte

A nivell de planificació, ha estat complicat poder estimar de manera més o menys acurada el temps necessari per poder portar a terme les tasques definides anteriorment perquè part de la feina a fer es vol reaprofitar d'altres projectes de codi lliure que inicialment no s'han pogut revisat a fons i no sabem quina part es podria aprofitar i quina s'hauria de refer.

En qualsevol cas, per mantenir un control més o menys acurat sobre l'estat del projecte es va definir el següent diagrama de Gantt, que hem anat actualitzant a mida que el projecte avançava.

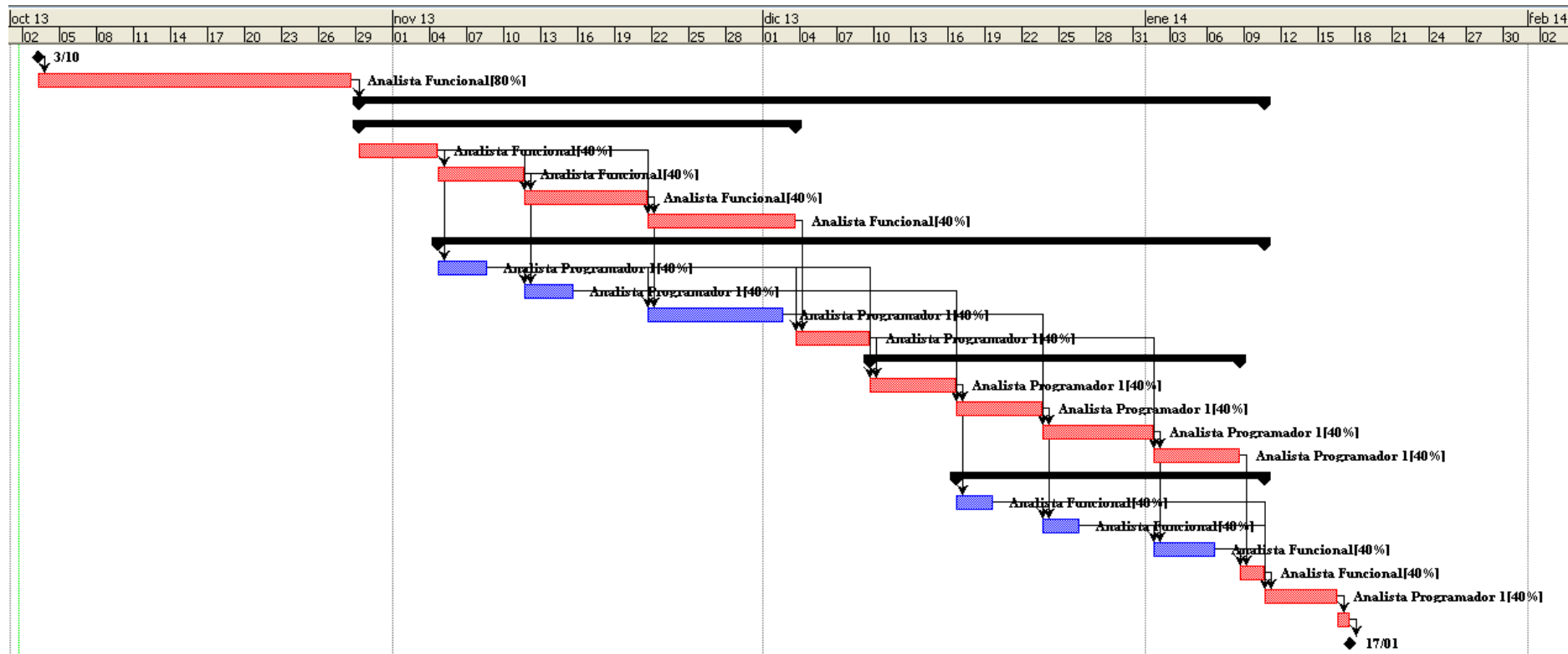
A continuació es mostra la planificació del projecte amb les hores assignades a cada tasca i el recurs assignat a la mateixa. L'assignació de tipus recursos diferents a tasques és merament formal, perquè la feina la realitzarà la mateixa persona.

		Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecessores	Nombres del Recurso
1		Inici	0 days	3/10/13 7:00	3/10/13 8:00		
2		Anàlisi Preliminar	18 days	3/10/13 8:00	28/10/13 17:00	1	Analista Funcional[80%]
3		Constuació de Programari	54 days	29/10/13 8:00	10/01/14 16:59	2	
4		Anàlisi	26 days	29/10/13 8:00	3/12/13 16:59		
5		Anàlisi Portlet Edició Continguts	5 days	29/10/13 8:00	4/11/13 16:59		Analista Funcional[40%]
6		Anàlisi Portlet Edició Tests	5 days	4/11/13 16:59	11/11/13 16:59	5	Analista Funcional[40%]
7		Anàlisi del Portlet de Visualització	8 days	11/11/13 16:59	21/11/13 16:59	5;6	Analista Funcional[40%]
8		Anàlisi Model de Dades	8 days	21/11/13 16:59	3/12/13 16:59	5;6;7	Analista Funcional[40%]
9		Disseny	49 days	4/11/13 16:59	10/01/14 16:59		
10		Disseny Portlet Edició Continguts	4 days	4/11/13 16:59	8/11/13 16:59	5	Analista Programador 1[40%]
11		Disseny Portlet Edició Tests	4 days	11/11/13 16:59	15/11/13 16:59	6;10	Analista Programador 1[40%]
12		Disseny Portlet Visualització	7 days	21/11/13 16:59	2/12/13 16:59	7;10;11	Analista Programador 1[40%]
13		Disseny Model de Dades	4 days	3/12/13 16:59	9/12/13 16:59	8;10;11;12	Analista Programador 1[40%]
14		Programació	22 days	9/12/13 16:59	8/01/14 16:59		
15		Programació Portlet Edició Continguts	5 days	9/12/13 16:59	16/12/13 16:59	10;11;12;13	Analista Programador 1[40%]
16		Programació Portlet Edició Tests	5 days	16/12/13 16:59	23/12/13 16:59	11;15	Analista Programador 1[40%]
17		Programació Portlet Visualització	7 days	23/12/13 16:59	1/01/14 16:59	12;16	Analista Programador 1[40%]
18		Programació Model de Dades	5 days	1/01/14 16:59	8/01/14 16:59	13;17	Analista Programador 1[40%]
19		Proves	19 days	16/12/13 16:59	10/01/14 16:59		
20		Proves Portlet Edició Continguts	3 days	16/12/13 16:59	19/12/13 16:59	15	Analista Funcional[40%]
21		Proves Portlet Edició Tests	3 days	23/12/13 16:59	26/12/13 16:59	16;20	Analista Funcional[40%]
22		Proves Portlet Visualització	3 days	1/01/14 16:59	6/01/14 16:59	17;21	Analista Funcional[40%]
23		Proves Model de Dades	2 days	8/01/14 16:59	10/01/14 16:59	18;22	Analista Funcional[40%]
24		Documentació	3,75 days	10/01/14 16:59	16/01/14 14:59	20;21;22;23	Analista Programador 1[40%]
25		Posada en producció	1 day	16/01/14 14:59	17/01/14 14:59	24	
26		Fi del projecte	0 days	17/01/14 14:59	17/01/14 14:59	25	

La data de finalització aproximada del projecte és el 17 de gener, amb una dedicació de 0,8 homes/dia aproximadament, comptabilitzant una setmana laboral de 40 hores. Hem definit el recurs d'analista funcional i programador amb un 40% de càrrega de treball, perquè les tasques associades als mateixos se solapen i s'entrellacen (fent el 80% total d'un recurs real la major part del temps).

A continuació mostrem el diagrama de Gantt del projecte.

Diagrama de Gantt



Riscos identificats:

- Possible retràs en la construcció dels portlets degut a la seva complexitat
- Possible retràs en la integració amb la resta de mòduls que provenen de les diferents solucions de codi lliure de referència

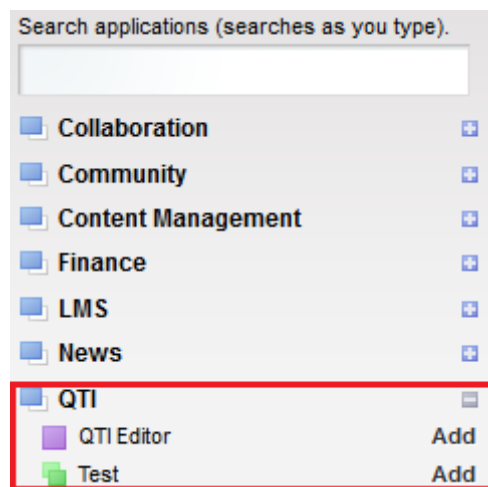
Mesures Correctores:

- Intentar començar la implementació el més aviat possible.
- Intentar aprofitar el màxim dels mòduls ja existents.

Productes Obtinguts

El producte resultant són un conjunt d'eines, en format de portlets, que faciliten la creació i visualització de continguts/paquets d'aprenentatge. Els portlets generats són compatibles amb el portal de gestió de continguts de codi lliure Liferay, però serien fàcilment adaptables a d'altres entorns que suportin la tecnologia de portlets.

El sistema està desenvolupat utilitzant tecnologia J2EE i l'accés al mateix es fa a través d'un navegador. El producte software es compon de 6 portlets, que es distribueixen com dues categories diferents dins del llistat d'aplicacions disponibles al portal Liferay:



- **QTI:** En aquesta categoria hi figuren les taules adaptades del projecte TENCompetence i dos dels seus portlets, un que permet dissenyar un test QTI i l'altre que permet visualitzar-lo:
 - **QTI Editor:** Aquest portlet permet generar tests, seguint l'estàndard QTI.
 - **Test Viewer:** Aquest portlet permet visualitzar i executar tests QTI.

- **Uol Mgmt:** En aquesta categoria hi figuren quatre portlets que permeten fer tasques a nivell de gestió dels continguts d'e-learning:
 - **UolDM:** Aquest portlet incorpora les noves taules/classes al model i proporciona l'accés a la capa de dades (service layer).
 - **Uol Content Viewer:** Permet visualitzar el conjunt de paquets d'aprenentatge donats d'alta al sistema i les seves característiques. Permet activar o desactivar la visualització d'un contingut.
 - **Uol Assignment:** Permet realitzar assignacions de continguts als estudiants.
 - **Test Result:** Permet veure els resultats dels tests realitzats pels estudiants.

Estàndard Scorm

SCORM és un estàndard de disseny de paquets d'aprenentatge reutilitzables, una especificació que permet crear objectes pedagògics estructurats. Defineix un conjunt de regles en l'àmbit de l'e-learning que fan possible que qualsevol contingut pugui ser reproduït en qualsevol sistema de gestió d'aprenentatge (LMS). L'estàndard estableix un conjunt de normes que fa que els continguts d'aprenentatge s'organitzin seguint unes pautes concretes, fent-los compatibles entre ells.

Un paquet d'aprenentatge es compon d'un conjunt de recursos d'aprenentatge, anomenats SCOs, junts en un únic fitxer. Aquest paquet s'acompanya d'un manifest on es defineix el contingut i l'ordre o seqüència amb què s'han de seguir per assolir els coneixements. El contingut del manifest són, per tant, metadades, que proporcionen informació sobre els objectes d'aprenentatge que conté el paquet.

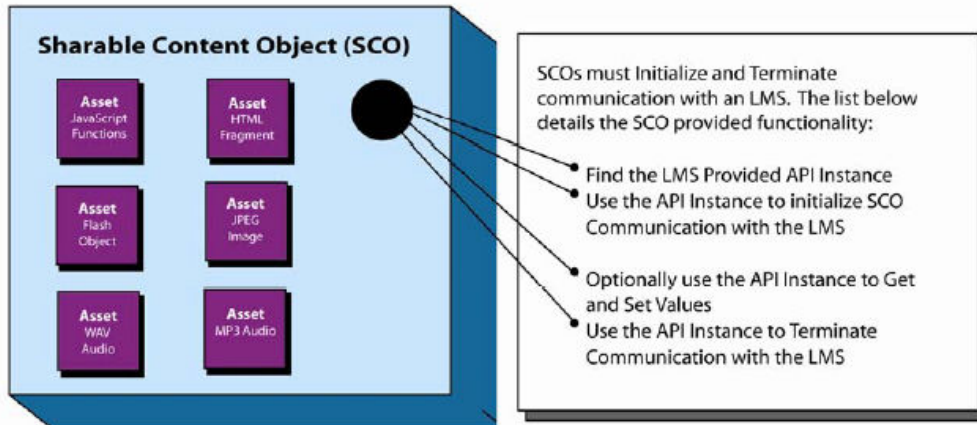
El manifest d'un paquet SCORM és un document XML on s'especifica la informació sobre l'estructura en què s'organitzen els objectes d'aprenentatge. Aquest manifest és interpretat per uns fulls d'estil que transformen aquestes metadades en informació referent al contingut i la manera en la que s'ha de mostrar.

Els principals requeriments que el model SCORM intenta satisfer són els següents:

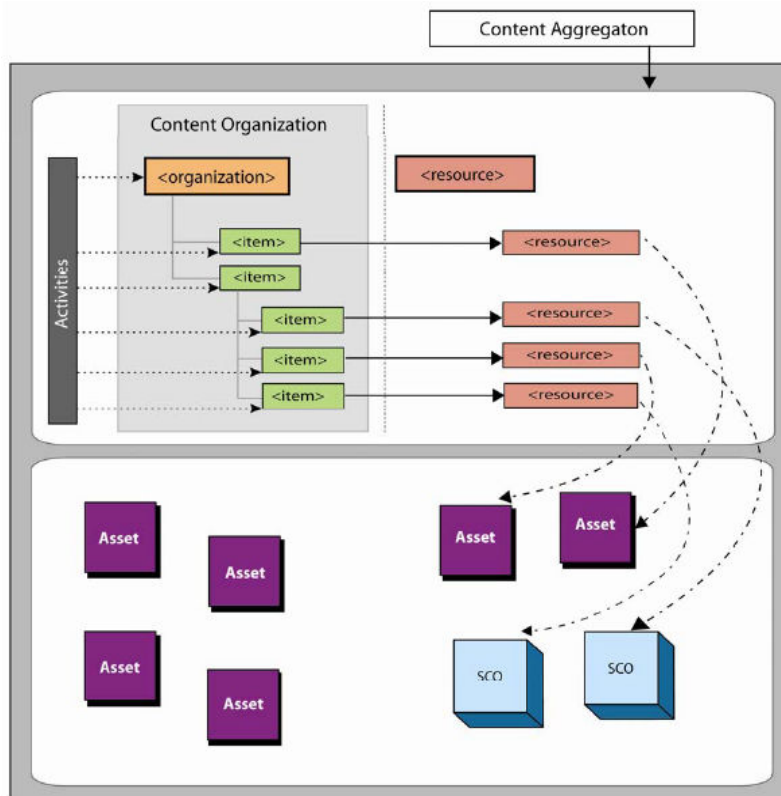
- **Accessibilitat:** Capacitat per accedir a components d'aprenentatge des d'una localització remota mitjançant tecnologia web, i possibilitat de distribuir-los a d'altres localitzacions.
- **Adaptabilitat:** Capacitat de personalitzar la formació en funció de les necessitats de les persones i les organitzacions.
- **Durabilitat:** Capacitat de resistir a les evolucions tecnològiques sense la necessitat d'una reconcepció, reconfiguració o reescriptura de codi.
- **Interoperabilitat:** Capacitat de poder reutilitzar la informació creada en d'altres plataformes i amb un altre conjunt d'eines.
- **Reusabilitat:** Flexibilitat que permet integrar components d'aprenentatge dins de múltiples contextos i aplicacions.

Conceptualment, SCORM divideix el sistema d'aprenentatge en dos components: la plataforma de formació (LMS) i els objectes d'aprenentatge, SCO (Sharable Content Objects). Els SCOs constitueixen les unitats mínimes d'aprenentatge distribuïbles de manera auto-continguda (diferents LMS han de poder intercanviar e interpretar continguts definits segons l'estàndard). La plataforma de formació és un element que emmagatzema informació sobre els estudiants, i que és capaç d'iniciar i de comunicar-se amb els SCOs i que pot interpretar les instruccions que li indiquen la seqüència correcta entre un conjunt de SCOs.

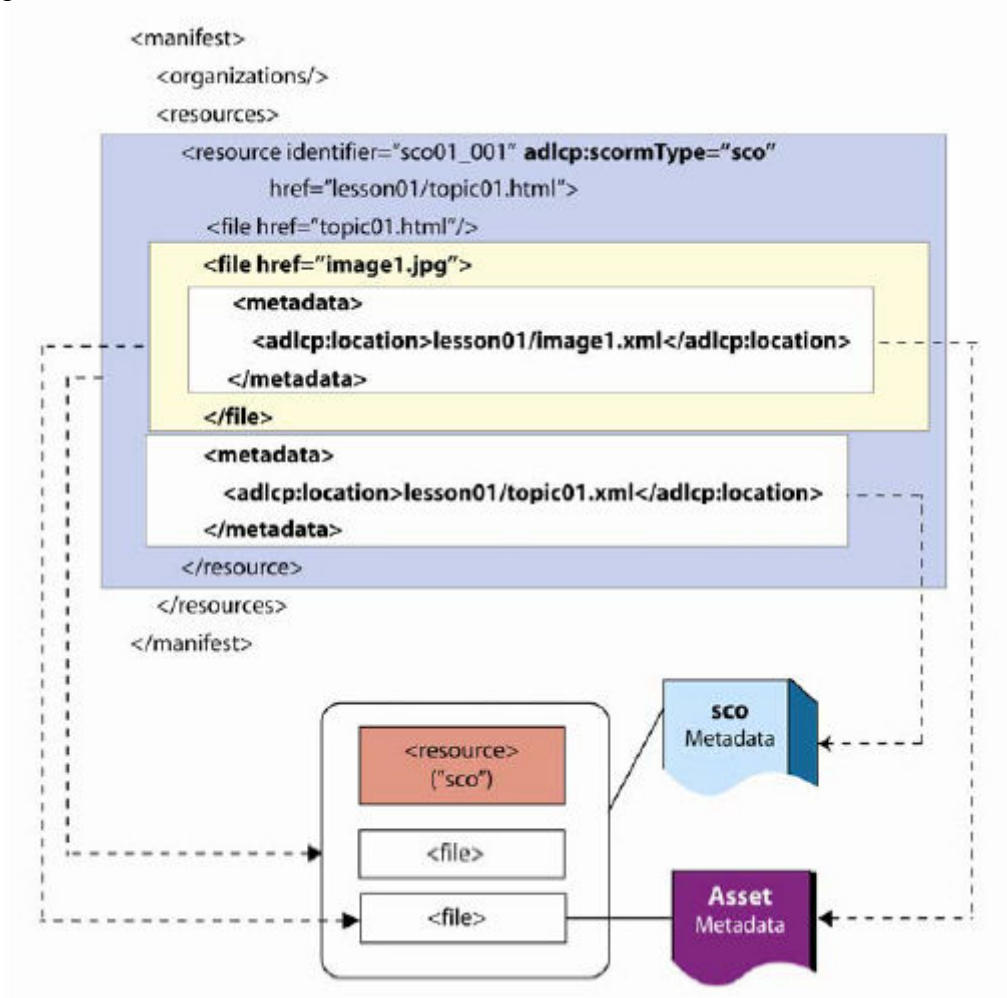
Un SCO és una col·lecció d'un o més elements d'aprenentatge que representen un únic recurs d'aprenentatge que utilitza el Run-Time Environment (RTE) de SCORM per comunicar-se i interactuar amb el sistema de gestió d'aprenentatge (LMS). Un SCO representa el nivell més baix de granularitat d'un recurs d'aprenentatge que es pot controlar des d'un LMS SCORM utilitzant el RTE. L'única diferència entre un SCO i un element d'aprenentatge és que l'OCS es pot comunicar amb un LMS a través del RTE.



Per facilitar la seva reutilització, un SCO ha de ser independent del seu context d'aprenentatge. Un SCO pot ser reutilitzat en diferents experiències d'aprenentatge per complir diferents objectius. A més, una activitat pot acumular més d'un recurs SCO (i/o de recursos actius) per formar una unitat de nivell superior d'aprenentatge que compleixi objectius d'un nivell superior d'aprenentatge.



Un SCO pot ser descrit de manera adicional amb metadades. Això pot facilitar la seva cerca i la seva identificació dins de bases de dades de continguts d'aprenentatge, i permetre la seva reutilització.



Especificació SCORM

L'especificació SCORM està dividida en 3 "llibres tècnics", que agrupen la informació de l'estàndard en 3 temes principals:

- *Model d'Agregació de Continguts (Content Aggregation Model)*: Assegura mètodes coherents en matèria d'emmagatzemament de la informació, identificació, de condicionament d'intercanvis y recuperació de continguts.
- *Entorn d'Execució (Run-Time Enviroment)*: Descriu les exigències sobre el sistema de gestió d'aprenentatge (SGA) que s'ha implementar per a poder gestionar l'entorn d'execució amb els continguts SCORM.

- *Seqüenciació i Navegació (Sequencing and Navigation)*: Descriu la manera en la que es pot fer una presentació dinàmica dels continguts. Descriu com el sistema interpreta les regles de seqüenciació definides al contingut, i com s'interpreten els events de navegació retornats per l'estudiant o pel sistema durant la interacció.

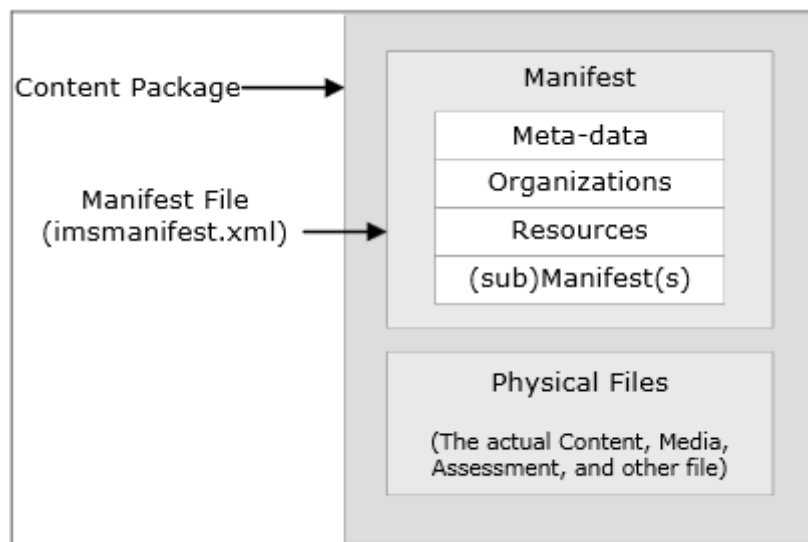
Model d'Agregació de Continguts

El model d'agregació de continguts es pot descompondre en diverses funcionalitats:

La primera és la definició de l'objecte d'aprenentatge «Learning Object Metadata» (LOM). Aquesta definició de metadades, que també s'utilitza dins dels estàndards de IEEE, Ariadne i IMS, permet la definició d'un diccionari de termes que descriuen el contingut de l'objecte d'aprenentatge.

La segona funcionalitat defineix com codificar els arxius XML, per tal que siguin llegibles per la màquina.

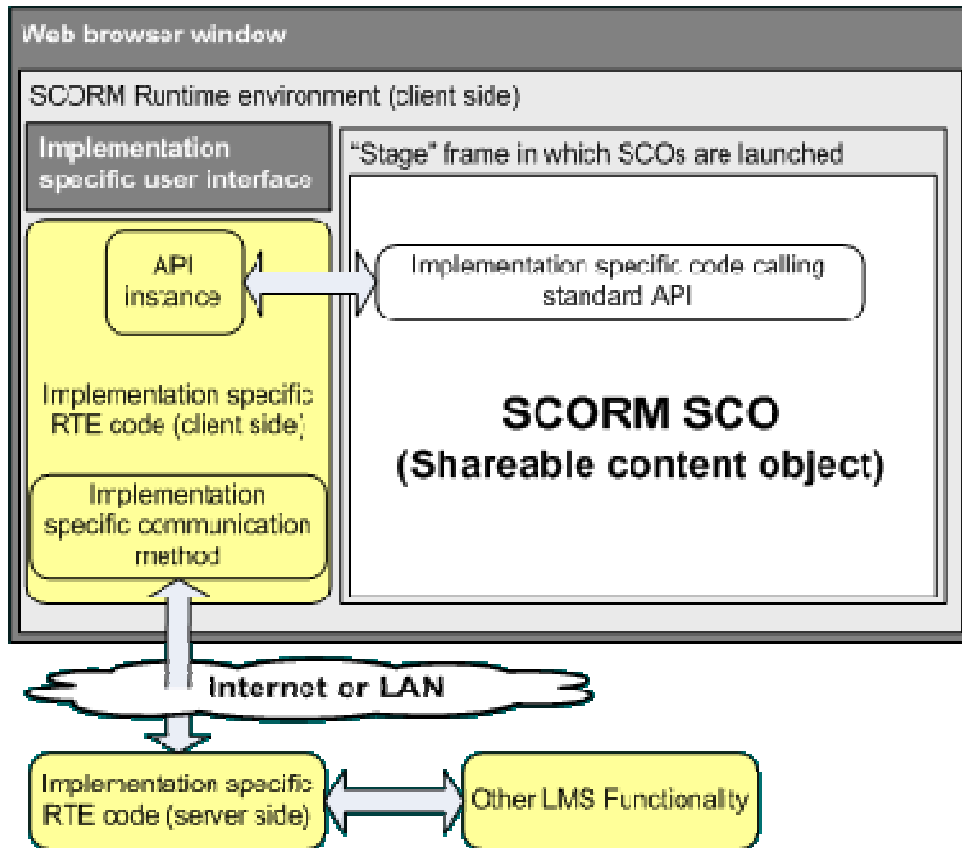
L'última especificació tracta de l'empaquetat. Defineix com empaquetar el conjunt d'una col·lecció d'objectes d'aprenentatge, les seves metadades, i les informacions sobre la manera en què el contingut ha de ser llegit per l'usuari. A la pràctica, es tracta de crear un arxiu zip que conté tots els fitxers apropiats, així com un fitxer xml, manifest.xml, on es defineixen els continguts dels diferents fitxers i les relacions entre ells.



Entorn d'Execució

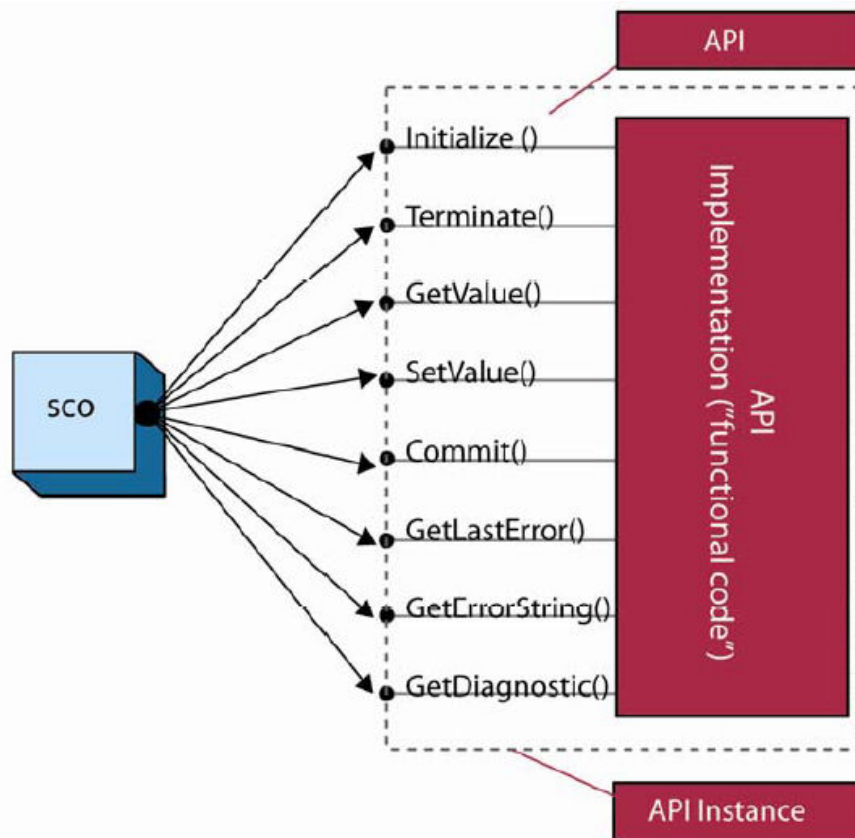
SCORM defineix un entorn d'execució (Run-Time Environment) comú perquè el LMS i els SCOs puguin treballar de manera cooperativa. El LMS és responsable de l'execució (inici) dels SCO i de proveir un context dins el qual es desenvoluparà el seu

cicle de vida. Aquest context està format per una finestra de navegació i un API. Fora d'aquest entorn, el SCO no té accés a la resta de serveis o components del LMS.



SCORM divideix el sistema de gestió i execució de continguts d'aprenentatge en una part client i una part servidora, i tenim components específics d'una part i de l'altre. La part servidora (dins del LMS) és l'encarregada d'instanciar els components de la part client (API de comunicació, model de dades amb la definició de la informació utilitzada per la comunicació, etc)

ADL ha definit una API (Application Program Interface) en Javascript, que subministra una manera estàndard de comunicar amb un LMS, independentment de l'eina utilitzada per desenvolupar el contingut.

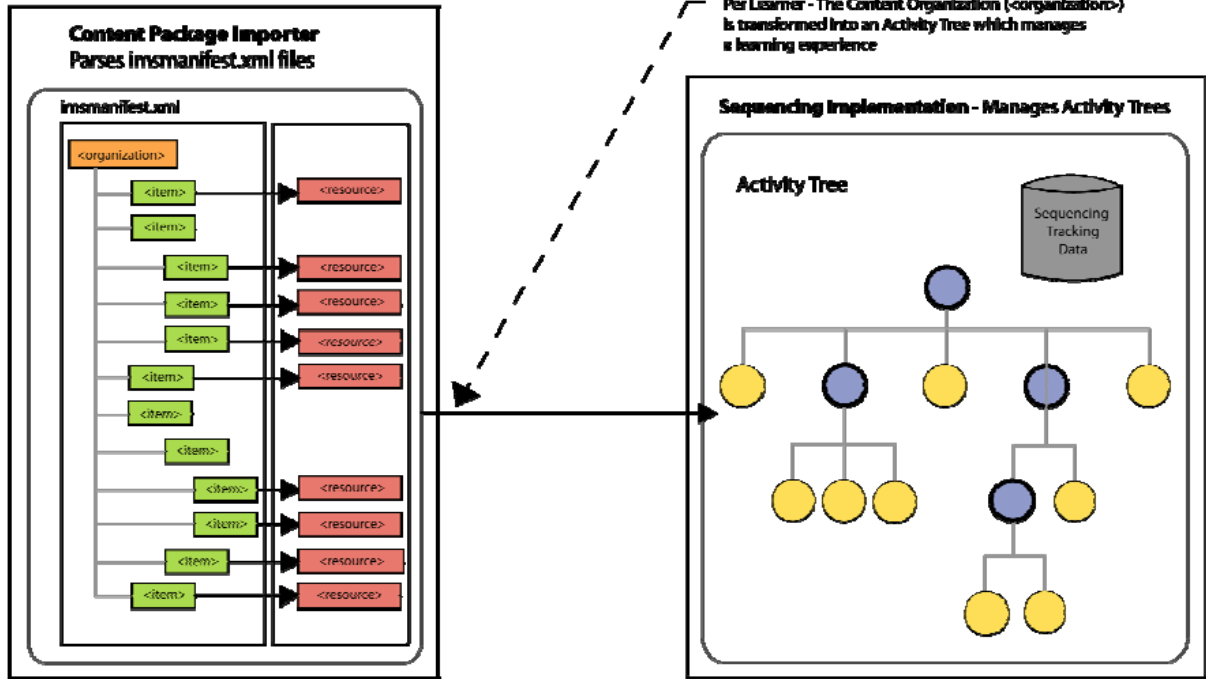


Si volem executar un contingut SCORM és necessari establir una connexió amb el Runtime Engine remot del LMS.

Actualment, es troba en fase final de definició (versió 0.95 i 1.0), una nova especificació, batejada amb el nom de Experience API (xAPI) o Tin Can API, que permetrà l'execució tant on-line com off-line de continguts d'e-learning. Pel TFC hem preferit centrar-nos en l'estàndard actual, SCORM 2004 perquè la TIN CAN API encara no s'ha ratificat i no hi ha gaire informació relacionada, tot i que alguns dels portlets seleccionats pel projecte ja disposen d'una interfície d'integració amb la TIN CAN Api (portlets de Valamis).

Seqüenciació i navegació

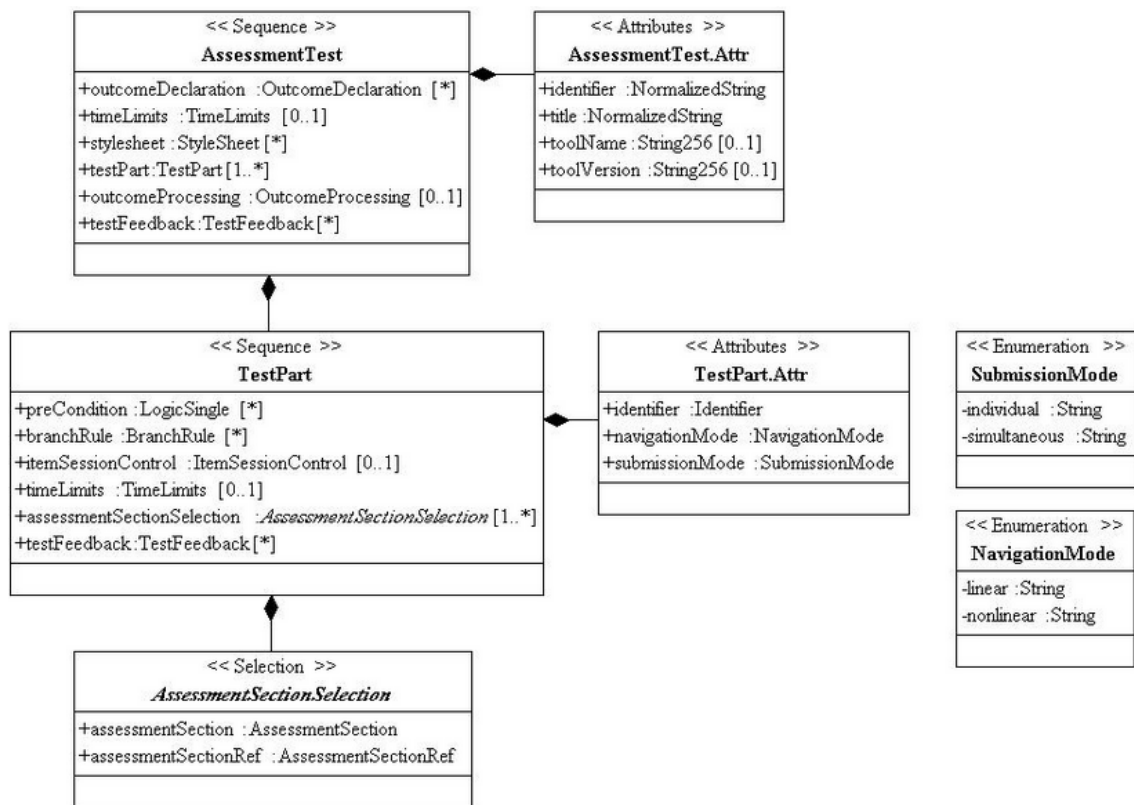
Aquesta especificació descriu l'ordre de la presentació dels continguts segons la navegació feta per l'usuari. Amb aquest propòsit es defineixen els anomenats arbres d'activitats, que defineixen les possibles ordenacions segons les accions efectuades per l'usuari final.



Estàndard IMS QTI (Question and Test Interoperability)

QTI és un estàndard per al disseny de preguntes, tests i eines d'avaluació. La seva especificació defineix un model de dades i la seva corresponent representació en llenguatge XML per a intercanviar informació relativa a preguntes (assessmentItem), tests (assessmentTest) i resultats d'avaluació entre diferents sistemes (eines d'autor, item banks, test constructional tools, learning systems and assessment delivery systems).

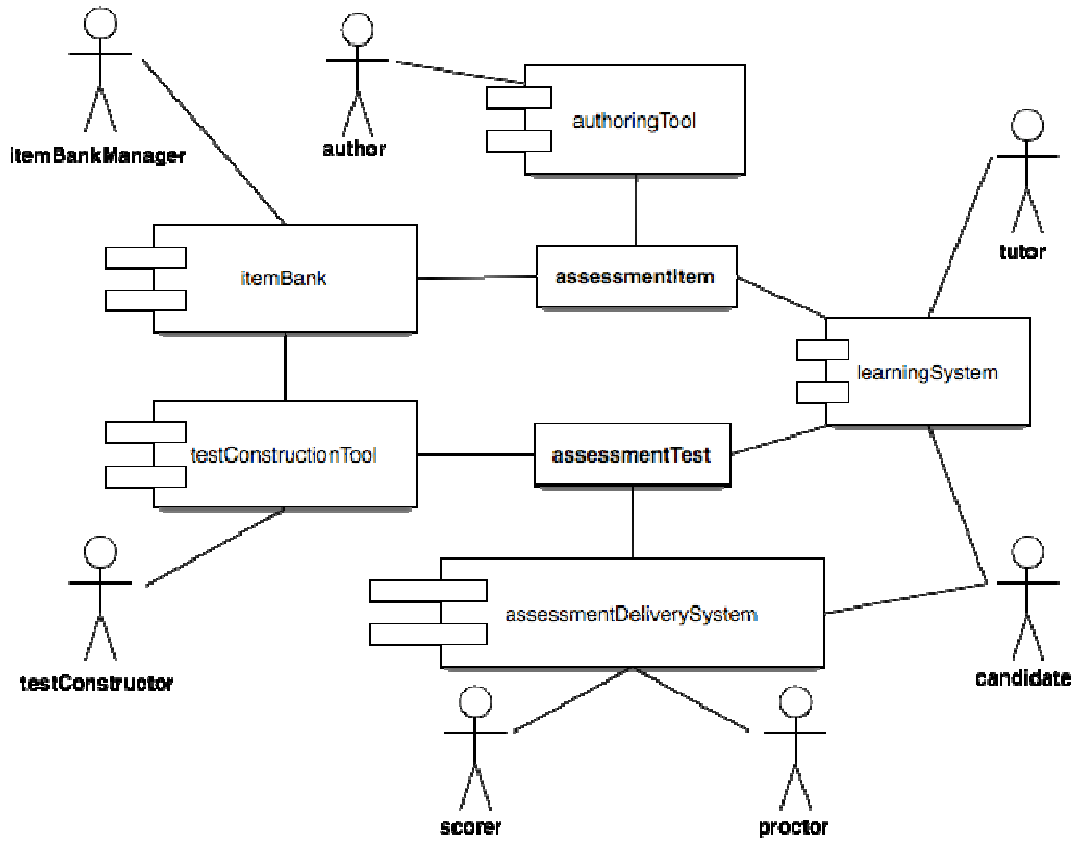
El model de dades està descrit de manera abstracte mitjançant notació UML per facilitar el seu l'ús a un major nombre d'eines de modelatge, però per a facilitar l'intercanvi d'informació entre sistemes es proporciona una representació en XML.



QTI està dissenyat per:

- Proporcionar un format de contingut ben documentat per emmagatzemar i intercanviar elements independentment de l'eina d'edició utilitzat per crear-los.
- Donar suport a la implementació de bancs de preguntes en una ampli ventall de sistemes de gestió d'aprenentatge i avaluació.
- Proporcionar un format de contingut ben documentat per a l'emmagatzematge i l'intercanvi de tests independentment de l'eina utilitzada per la seva creació.

- Donar suport a la implementació de preguntes, bancs de preguntes i tests de diverses fonts en un sol sistema de gestió d'aprenentatge o avaluació.
- Proporcionar als sistemes la capacitat de generar informes de resultats de les proves d'una manera consistent.



Plataformes i Eines d'E-learning

En una primera fase de cerca s'han identificat diversos projectes de codi obert orientats a la generació, visualització i tractament de paquets d'aprenentatge amb abasts diferents i arquitectures diferents de la proposada, però que ens poden servir com a punt de partida.

S'ha fet una anàlisi en profunditat de les diferents iniciatives que hi ha a nivell de e-learning en aquest moment, posant èmfasi en les solucions de codi obert, però sense fer cap distinció a nivell de tecnologia. Hem pogut copsar que no hi ha gaires solucions disponibles, ja siguin de codi lliure o comercials i hi ha força diversitat a nivell de la tecnologia emprada (llenguatge de programació i arquitectura). Les solucions de codi lliure son en gran part liderades per universitats, organitzacions sense ànim de lucre o a través d'iniciatives amb capital públic (projectes europeus, etc). En la majoria dels casos son productes en fases inicials o no gaire acabats. Sorpren una mica veure que no s'han iniciat gaires projectes d'aquesta temàtica en els últims anys.

TENCompetence

TENCompetence és un projecte europeu que se centra en l'àrea de desenvolupament de competències personals. Dins del projecte, s'han desenvolupat una sèrie de portlets orientats a la generació de recursos de coneixement i a la creació d'activitats. Els portlets s'han desenvolupat pel servidor de continguts Liferay.

Alguns dels portlets desenvolupats cobreixen altres àrees d'interès a les que ens adrecem en aquest projecte, però ens poden servir com a punt de partida per a desenvolupar més ràpidament nous portlets.

Els portlets del TENCompetence estan dividits en dues categories:

- Els portlets que donen suport als usuaris en la seva orientació, planificació, execució i seguiment de les tasques relacionades amb el seu desenvolupament de competències personals.
- Els portlets que donen suport a la creació i gestió de xarxes de desenvolupament de competències i serveis.

De la primera categoria en destacaríem els següents:

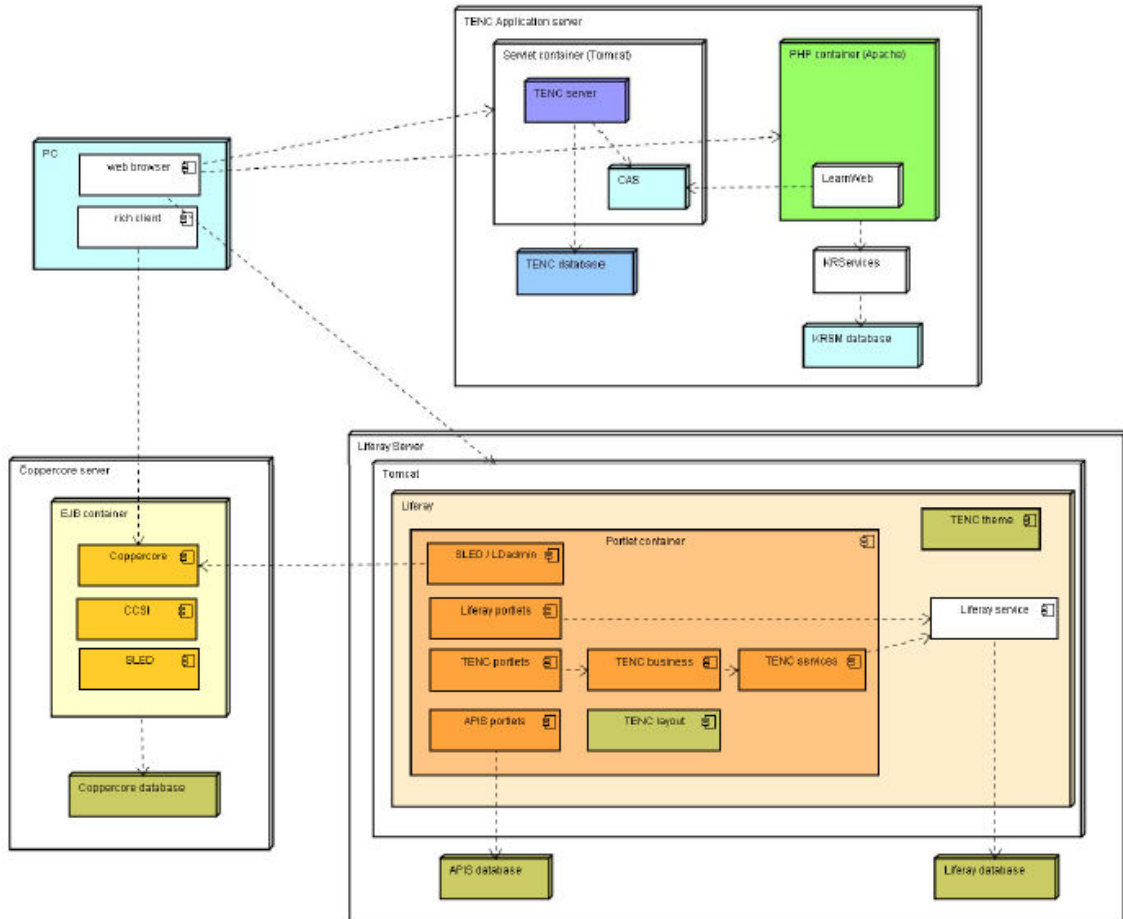
- **Test portlet:** El Test Portlet permet als usuaris prendre fer un test per tal d'autoavaluar els aspectes que són rellevants en l'establiment de fites, assoliment de coneixements, etc. Aquestes proves es creen amb l'editor de portlets QTI. Els resultats dels tests són informatius, i no dirigits a una competència específica.

- **SLeD Portlet:** El SLeD portlet és una versió del SLeD IMS Learning Design Player que s'executa en un portlet. El SLeD portlet reproduïx el contingut proporcionat pel RunTime-Engine de CopperCore. L'aplicació està dissenyada per a ser re-utilitzat i integrada amb altres sistemes per proporcionar funcionalitat de disseny de materials d'aprenentatge via plug-in.
- **ASTRO Learning Design Player portlet:** És una alternativa a Run-Time Environment més recent que SLeD. Permet, per exemple, interfícies gràfiques més modernes, no compatibles amb SLeD. Aquest reproductor també està dissenyat per ser reutilitzat i integrat amb altres sistemes com a plug-in.
- **Progress portlet:** El Progress portlet permet disposar de diverses vistes (configurables), de la informació d'usuari i de les seues progrés a nivell de competències, activitats d'aprenentatge i resultats de les proves, etc. El portlet té dos modes principals: un que permet supervisar el progrés en detall i un altre que només presentar l'estat actual d'un usuari. El portlet és molt flexible i pot servir per a molts propòsits.

De la segona categoria de portlets en destacariem els següents:

- **Competence Model Editor Portlet:** Aquest portlet permet crear i mantenir competències. Aquestes entitats (competències) són visibles per a tots els portlets i les eines que utilitzen competències.
- **QTI Editor Portlets:** Aquest portlet permet crear avaluacions QTI, d'acord amb l'especificació l'IMS QTI 2.1. Les proves creades amb aquesta aplicació són accessibles als usuaris a través dels portlets Test Portlet i Assessment Portlet.
- **Learning Path Editor Portlet:** Aquest portlet permet definir tot una sèrie d'accions que ajuden a l'alumne a aconseguir un determinat conjunt de competències. Aquestes accions poden ser formals, no formals o informals. El resultat és una ruta d'aprenentatge.
- **Learning Design Administration Portlet:** Aquest portlet s'encarrega de l'administració de les unitats d'aprenentatge d'IMS o d'aprenentatge creades amb l'editor de recursos. Inclou la creació de noves unitats, i l'assignació d'usuaris i rols a les diferents reproduccions dels mateixos.

A continuació es mostra l'arquitectura general de la solució definida pel projecte TENCompetence:



En aquest projecte hi trobem portlets que permeten tan l'edició i visualització de tests seguint l'estàndard QTI com la càrrega i visualització d'unitats d'aprenentatge SCORM.

Si ens fixem en l'arquitectura de la solució podem veure que la part referent a la visualització de continguts SCORM no està totalment integrada dins de Liferay i s'executa en un altre servidor (JBOSS). Al ser l'arquitectura tan complexa, descartem utilitzar els portlets de visualització SCORM i optem per reaprofitar únicament els portlets que permeten l'edició i visualització de tests QTI.

Els portlets desenvolupats en aquest projecte són compatibles amb una versió antiga de Liferay, la 5.2.3. Per poder carregar-los i veure el seu funcionament i decidir de quina manera els podem aprofitar els haurem d'actualitzar a la versió actual, la 6.1.1, abans de poder treballar amb ells.

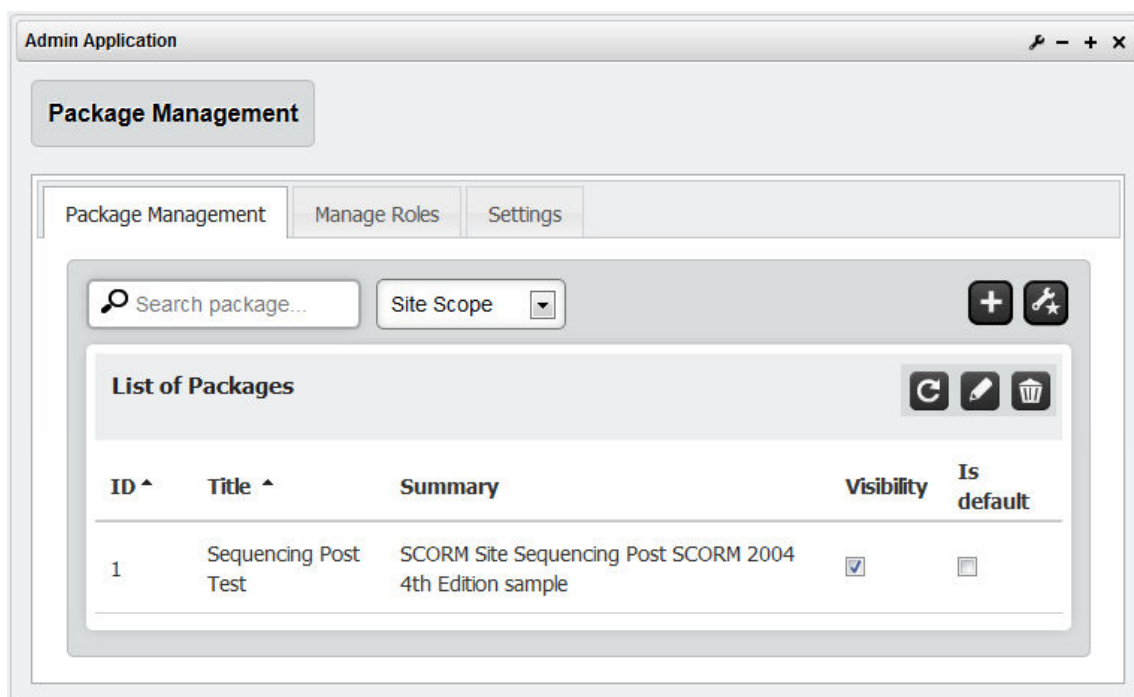
Valamis e-Learning Solution

Valamis és un entorn d'aprenentatge social per a l'intercanvi de coneixement que s'ha desenvolupat com a iniciativa open source dins de Liferay. Es distribueix com una sèrie de portlets que permeten cobrir diferents aspectes a nivell de gestió curricular, gestió de continguts d'aprenentatge, i visualització dels mateixos. El sistema permet la integració amb altres LMS a través d'un interfacie que permet integrar-se amb un RTE, TINCAN Api i Mozilla Open Badges.

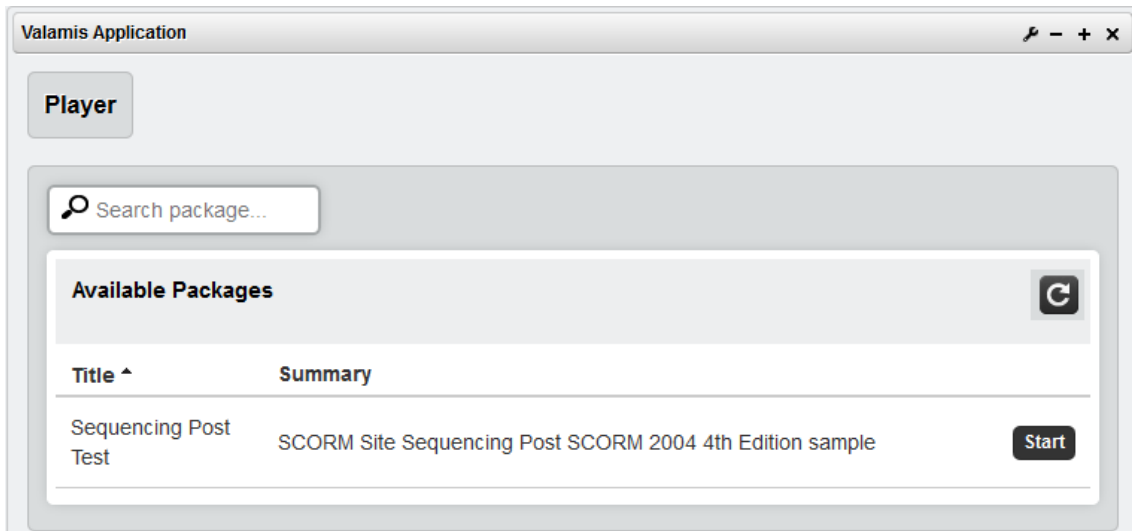
Valamis disposa de portlets LMS i d'eLearning que fan possible l'ús de materials compatibles amb SCORM. Valamis és compatible amb els estàndards SCORM 1.2, SCORM 2004, 3^a i 4^a edició. També permet crear qüestionaris basats en SCORM utilitzant algun dels seus portlets. Els portlets estan desenvolupats sota el llenguatge de programació scala.

Del conjunt de portlets disponibles per la solució en destacariem els següents:

Admin Portlet: Aquest portlet permet carregar i gestionar continguts, gestionar els rols d'usuaris de professor i estudiant.



Valamis Application: Aquest portlet permet visualitzar continguts SCORM.



Inicialment hem triat aquests dos portlets com a candidats per a poder reutilitzar-los per la part de gestió i visualització però no hem pogut integrar-los dins de la solució global per falta de temps.

RELOAD

RELOAD és un projecte finançat pel programa d'Aprenentatge X4L del JISC (Joint Information Systems Committee). El projecte se centra en el desenvolupament d'eines que es basen en tecnologies emergents en l'àmbit de tecnologies de l'educació/aprenentatge. El projecte està liderat per les Universitats de Bolton i de Strathclyde.

Els objectius principals d'aquest projecte són:

- Facilitar la creació, l'intercanvi i la reutilització d'objectes d'aprenentatge i serveis.
- Augmentar el ventall d'enfocaments pedagògics disponibles amb l'ajut de la utilització d'eines que facilitin la planificació de lliçons.

Entre les eines desenvolupades destaquem les següents:

- Editor de Continguts educatius: L'Editor està basat en la plataforma Eclipse Rich Client i és compatible amb les especificacions IMS MD (versions 1.1, 1.2.1 i 1.2.4), IEEE LOM, IMS CP (versions 1.1.1, 1.1.2 i 1.1.4) així com SCORM 1,2 i SCORM 2004 (tercera edició).
- Visualitzador de paquets educatius: El reproductor de paquets d'aprenentatge es basa en l'eina CopperCore Engine Design desenvolupada per la Universitat Oberta dels Països Baixos. Suporta els tres nivells de Learning Design definits per IMS (A, B i C).

OpenOlat

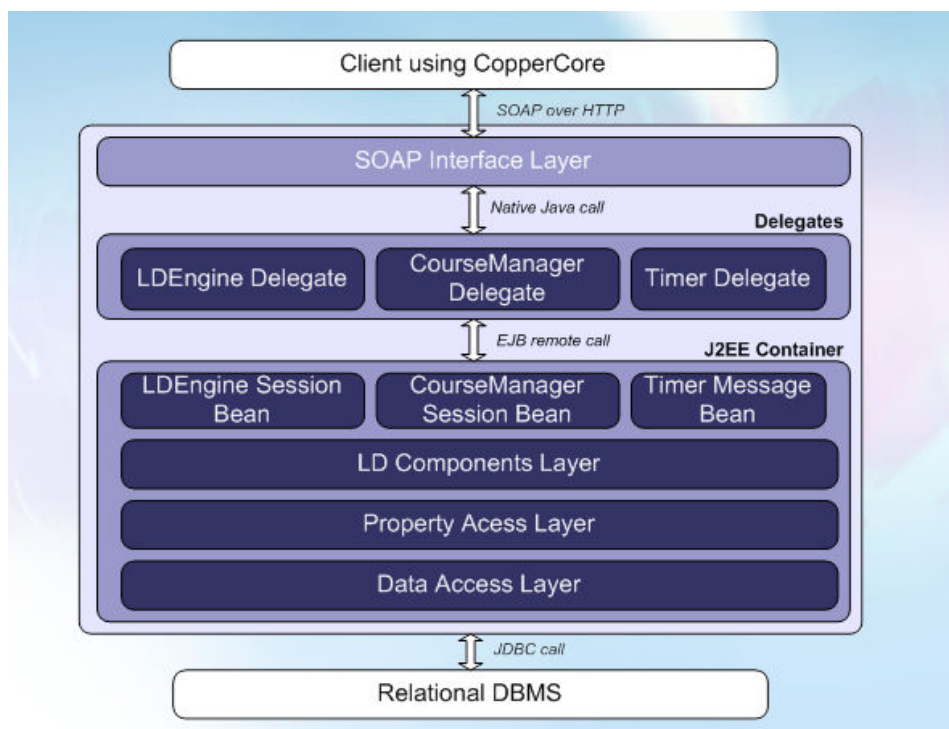
OpenOLAT és un sistema de gestió d'aprenentatge completament escrit en Java. El programari s'utilitza en àmbits educatius per oferir continguts e-learning, i com a plataforma de treballar col·laboratiu en diversos escenaris d'aprenentatge.

OpenOLAT està llicenciat sota la llicència Apache 2.0 de codi obert i programat en Java i amb l'API de servlets. És compatible amb la versió 1.2 de SCORM, però no amb la versió 1.3 (SCORM 2004). També té compatibilitat amb QTI.

CopperCore

Totes les iniciatives citades anteriorment utilitzen com a “Runtime Engine” el programari CopperCore, un desenvolupament J2EE de Runtime Engine per l'estàndard IMS Learning Design fet per la universitat OUNL de codi lliure.

L'arquitectura de la solució és la següent:



Altres Iniciatives

Hem trobat d'altres iniciatives interessants en l'àmbit de l'e-learning però utilitzen altres llenguatges de programació i els hem descartat pel projecte:

- **Wemooc**: Wemooc és una plataforma d'aprenentatge social per a l'intercanvi de coneixement desenvolupat per Telefonica Learning Services com a iniciativa open source (LGPL) sota la plataforma Liferay. És una iniciativa molt recent i

no es disposa de gaire informació, però sembla una iniciativa a tenir molt en compte en el futur.

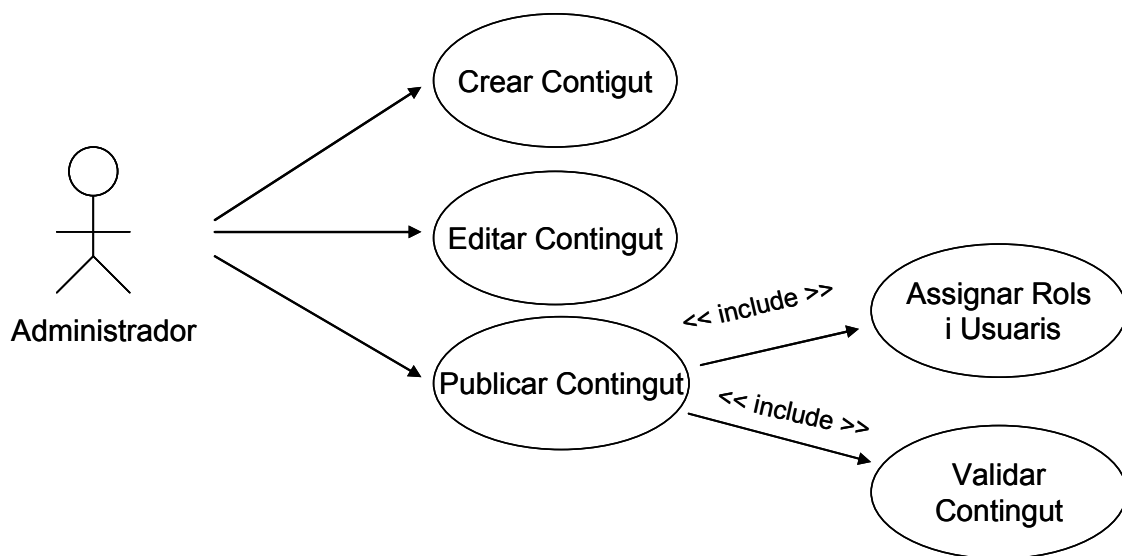
- **Moodle:** Programari de codi lliure que crea entorns virtuals d'ensenyament i d'aprenentatge. Està basat en un servidor PHP i un gestor de base de dades MySQL.
- **.LRN:** Programari de codi lliure per al suport d'aprenentatge virtual i comunitats digitals basat en el framework de codi lliure OpenACS, programat en tcl.
- **Dokeos:** Plataforma d'aprenentatge programada en PHP, Javascript i HTML.
- **ILIAS:** Programari de codi lliure per al suport d'aprenentatge virtual (LMS). Està basat en un servidor PHP i un gestor de base de dades MySQL.
- **Sakai:** Programari de codi lliure per al suport d'un entorn de col·laboració i d'aprenentatge (CLE). És una plataforma de programari educatiu distribuït sota la llicència de la Comunitat Educativa (un tipus de llicència de codi lliure). Se sol implementar utilitzant el servidor Apache Tomcat com a contenidor de servlets. Implementa la part servidor del LMS (Runtime Engine), però ha optat per integrar visualitzadors (SCORM players) propietaris (Icodeon, Rustici Scorm Player, etc).
- Altres: Exelearning, OLAT, etc

Esquema de casos d'Ús

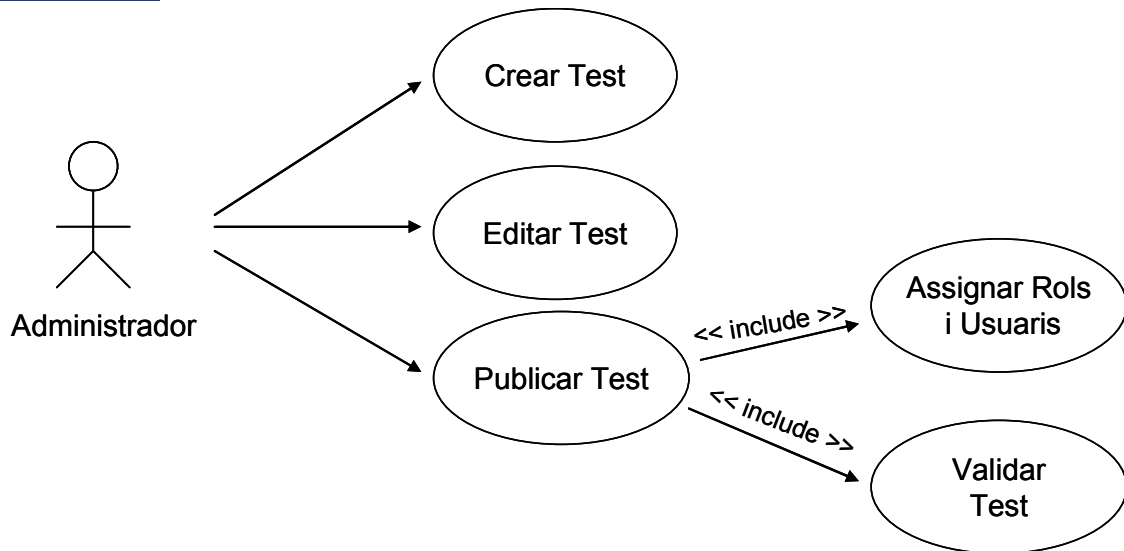
Els diagrames següents il·lustren els casos d'ús que volem implementar.

Rol Administrador - Tutor

El rol d'administrador és el responsable de crear editar i publicar continguts al sistema, ja siguin continguts SCORM com tests QTI. Els casos d'ús en els que està involucrat són els següents:



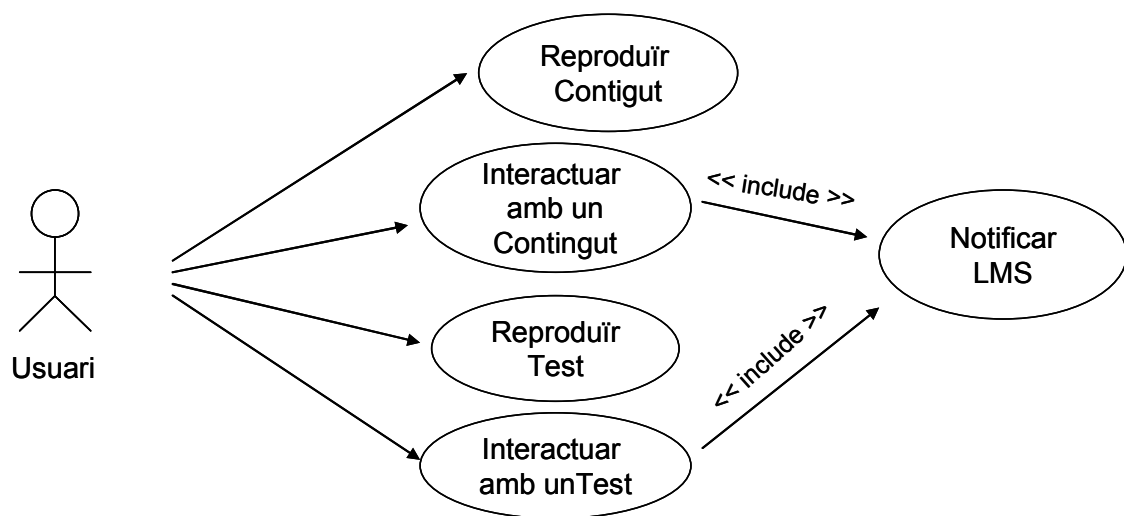
- **Crear Contingut:** El rol administrador disposarà d'un portlet que permeti la generació de continguts de manera visual.
- **Editar Contingut:** L'administrador podrà editar els continguts disponibles en un repositori.
- **Publicar Contingut:** Un cop creat el contingut, es podrà publicar al repositori. Hi haurà una validació prèvia del format del contingut i l'assignació dels rols i usuaris/permisos de visualització del contingut.



- **Crear Test:** El rol administrador disposarà d'un portlet que permeti la generació de tests de manera visual.
- **Editar Test:** L'administrador podrà editar els tests disponibles en un repositori.
- **Publicar Test:** Un cop creat el test, es podrà publicar al repositori. Hi haurà una validació prèvia del format del test i l'assignació dels rols i usuaris/permisos de visualització del contingut.

Rol Usuari - Estudiant

El rol d'usuari és el que fa ús dels continguts i els reproduceix. Els casos d'ús en els que està involucrat són els següents:



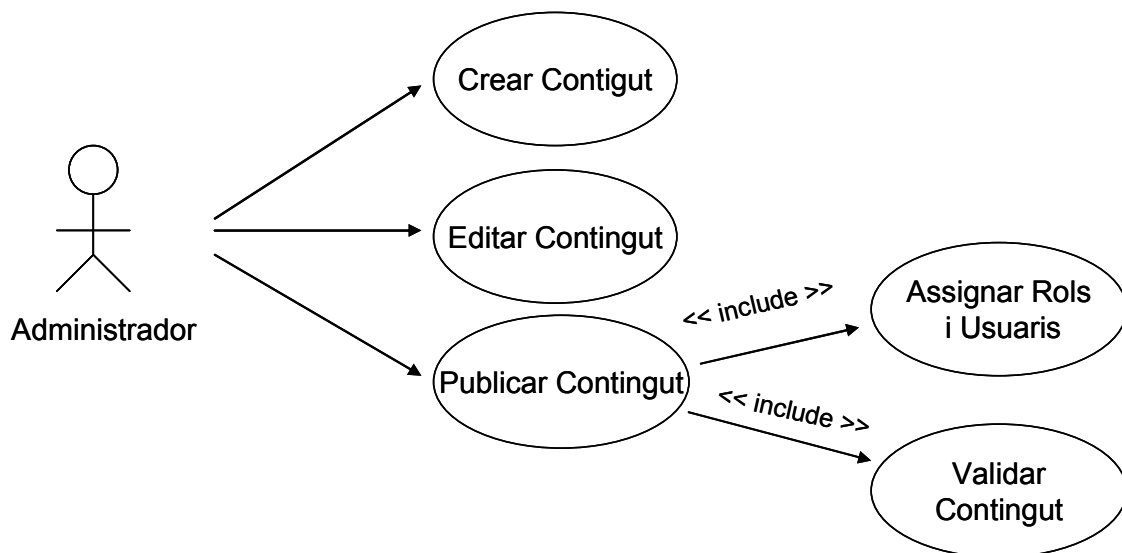
- **Reproduir Contingut/Test:** El rol d'usuari disposarà d'un portlet que permeti la visualització de continguts/tests.
- **Interactuar Contingut/Test:** L'usuari podrà interactuar amb els continguts/tests quan estigui visualitzant-los i aquestes dades es registraran al LMS.

Les funcionalitats que implementarem inicialment se centren en la part de creació, validació, visualització e interacció amb els continguts, però si disposem de temps addicional ens agradaria afegir una part de tractament i visualització de les dades que rep el LMS a través de les interaccions dels usuaris amb els continguts. També seria interessant treballar en eines de seguiment que facilitin la tasca de gestió del tutor (administrador).

DIAGRAMA DE CASOS D'ÚS

Els diagrames següents il·lustren els casos d'ús que volem implementar. Els diagrames corresponents a la creació de continguts i tests son molt similars per tant només en detallarem un dels dos.

Rol Administrador - Tutor



Cas d'ús n°1. Crear Contingut:

Resum de la funcionalitat: Funcionalitat que permet la generació de continguts.

Paper dins del treball de l'usuari: És un dels casos d'ús per introduir dades al sistema necessaris per al funcionament global de l'aplicació.

Actor: Administrador-Tutor.

Casos d'ús relacionats: Modificació Contingut.

Precondició: L'actor s'ha validat correctament en el sistema, té el rol que li permet accedir a la part de creació de continguts del portal.

El contingut no ha d'existir a la base de dades, per això es mira el nom del contingut que es clau primària.

Postcondició: Hi ha dues possibilitats quan l'usuari prem el botó guardar:

- i. si es produeix cap incidència s'informa a l'administrador mitjançant missatge d'error.
- ii. si l'operació és correcta, s'introdueix el contingut amb les seves dades prèviament validades, l'usuari rep un missatge d'operació satisfactòria.

Descripció: Amb aquesta operació queden introduïdes les dades en correctament en el sistema. Quan es guarda i es genera una nou contingut, l'usuari veurà una pantalla amb el llistat de continguts que ha donat d'alta, amb la possibilitat de modificació dels mateixos.

Observacions: Es guarda la data d'alta del contingut i la persona responsable, aquesta informació no es editable per l'usuari.

Cas d'ús n°2. Modificar Contingut:

Resum de la funcionalitat: Funcionalitat que permet la modificació del fitxer associat a un contingut.

La descripció és molt similar al cas d'ús de creació de continguts.

Cas d'ús n°3. Publicar Contingut:

Resum de la funcionalitat: Funcionalitat que permet la publicació de continguts. Un cop creat els continguts, es poden publicar al repositori dels continguts. Hi haurà una validació prèvia del format del text i l'assignació dels rols i usuaris/permisos de visualització del contingut.

Paper dins del treball de l'usuari: És un dels casos d'ús per activar dades dins del sistema necessaris per al funcionament global de l'aplicació.

Actor: Administrador-Tutor.

Casos d'ús relacionats: Assignar Rols i Usuaris i Validar Continguts.

Precondició: L'actor s'ha validat correctament en el sistema, té el rol que li permet accedir a la part d'assignació de continguts del portal.

El contingut ha d'existir a la base de dades i els usuaris/grups als que es vulgui assignar han d'estar creats.

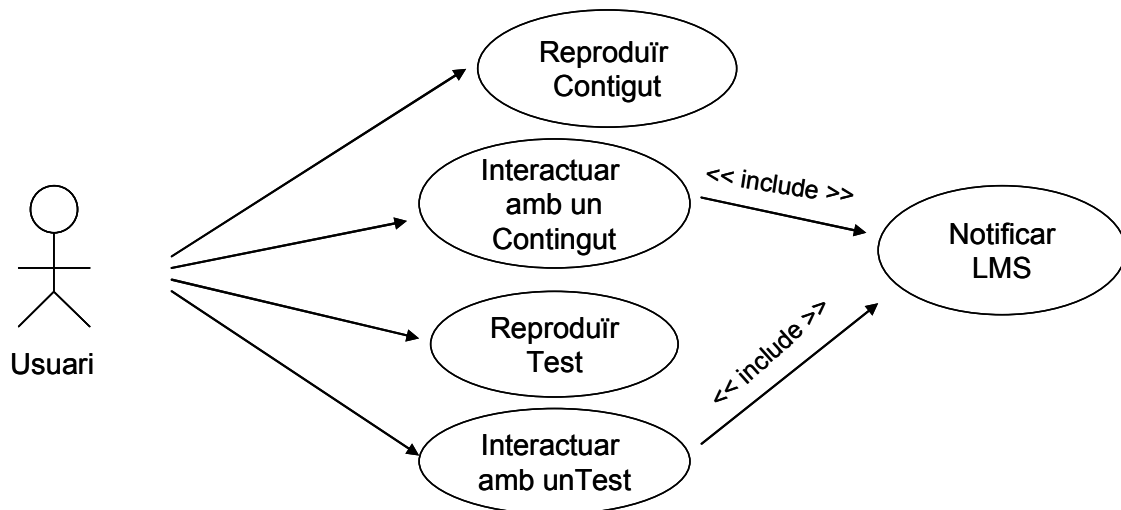
Postcondició: Hi ha dues possibilitats quan l'usuari prem el botó assignar:

- iii. si es produeix cap incidència s'informa a l'administrador mitjançant missatge d'error.
- iv. si l'operació és correcta, s'introdueix l'assignació del contingut amb les seves dades prèviament validades. El contingut passa a estar disponible pels usuaris seleccionats. L'usuari rep un missatge d'operació satisfactòria.

Descripció: Amb aquesta operació es genera una assignació d'un contingut a uns usuaris/grups i queden introduïdes les dades en correctament en el sistema. Quan es guarda i es genera una nova assignació, l'usuari veurà una pantalla amb el llistat d'assignacions de continguts que ha donat d'alta, amb la possibilitat de modificació dels mateixos.

Observacions: Es guarda la data d'assignació del contingut i la persona responsable, aquesta informació no es editable per l'usuari.

Rol Usuari-Estudiant



Cas d'ús nº4. Reproduir Contingut:

Resum de la funcionalitat: Funcionalitat que permet la visualització de continguts. Un cop activat l'accés als continguts per part de l'administrador l'usuari pot accedir als mateixos i reproduir-los.

Paper dins del treball de l'usuari: És un dels casos d'ús per visualitzar dades dins del sistema.

Actor: Usuari-Estudiant.

Casos d'ús relacionats: Interactuar amb un contingut, Notificar al LMS.

Precondició: L'actor s'ha validat correctament en el sistema, té el rol que li permet accedir a la part de visualització de continguts del portal.

El contingut ha d'existir a la base de dades.

Postcondició: Hi ha dues possibilitats quan l'usuari prem el botó guardar:

- v. si es produeix cap incidència s'informa a l'administrador mitjançant missatge d'error.
- vi. si l'operació és correcta, es reproduïx el contingut.

Descripció: Amb aquesta operació l'usuari pot visualitzar els continguts que s'han anat publicat i que té disponibles (activats).

Observacions: Durant la visualització es van emmagatzemant informació relativa al seguiment i punt en el que està.

Cas d'ús nº5. Interactuar amb un Contingut:

Resum de la funcionalitat: Funcionalitat que permet la interacció amb un contingut mentre s'està visualitzant.

Paper dins del treball de l'usuari: És un dels casos d'ús per poder visualitzar dades dins del sistema.

Actor: Usuari-Estudiant.

Casos d'ús relacionats: Visualitzar Continguts, Notificar al LMS.

Precondició: L'actor s'ha validat correctament en el sistema, té el rol que li permet accedir a la part de visualització de continguts del portal.

El contingut ha d'existir a la base de dades i s'ha d'estar visualitzant.

Postcondició: Hi ha dues possibilitats quan l'usuari genera una interacció amb el sistema:

- vii. si es produeix cap incidència s'informa a l'administrador mitjançant missatge d'error.
- viii. si l'operació és correcta, s'actualitza el contingut en funció de la resposta del LMS

Descripció: Amb aquesta operació l'usuari pot interactuar amb els continguts que està visualitzant.

Observacions: Durant la visualització es van emmagatzemant informació relativa al seguiment i punt en el que està.

Cas d'ús nº6 i 7. Reproduir Test i Interactuar amb un Test:

La descripció és molt similar al cas d'ús de creació de continguts.

Integració de portlets d'altres iniciatives de codi obert

De les diferents iniciatives de codi obert que hem estat veient, hem trobat algunes de les que poden aprofitar alguns dels portlets desenvolupats. Després d'analitzar el codi dels projectes seleccionats decidim triar els següents portlets i integrar-los dins de la solució general.

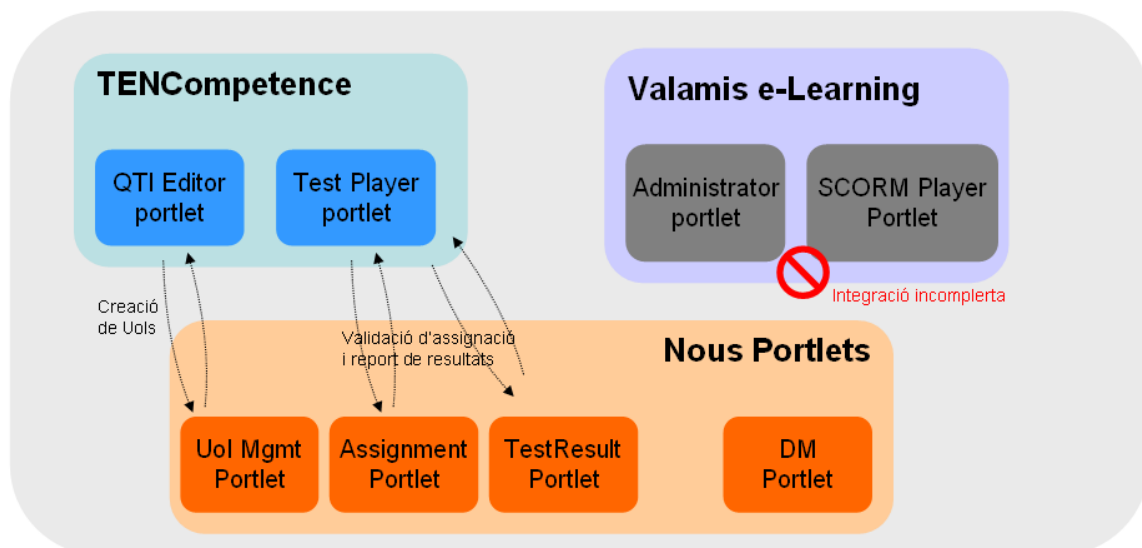
Del projecte TENCompetence:

- **QTI Editor Portlets:** Aquest portlet permet crear avaluacions QTI, d'acord amb l'especificació l'IMS QTI 2.1.
- **Test portlet:** El Test Portlet permet als usuaris prendre fer un test per tal d'autoavaluar els aspectes que són rellevants en l'establiment de fites, assoliment de coneixements, etc. Aquestes proves es creen amb l'editor de portlets QTI.

Del projecte Valamis E-Learning:

- **Admin Portlet:** Aquest portlet permet carregar i gestionar continguts, gestionar els rols d'usuaris de professor i estudiant.
- **Valamis Application:** Aquest portlet permet visualitzar continguts SCORM.

L'esquema general d'integració dels diferents portlets seria la següent:



Per manca de temps no s'ha pogut realitzar la integració amb els portlets de la iniciativa Valamis e-Learning i només s'ha pogut completar la integració amb els portlets de la iniciativa TENCompetence.

Els nous portlets dissenyats, tenen com a objectiu unificar els dos tipus de unitats d'aprenentatge (paquets SCORM i tests QTI) i proporcionar eines per dur a terme

tasques a nivell de gestió dels continguts i visualització/gestió dels resultats de l'execució de les proves/tests:

- UoIDM portlet: Aquest portlet incorpora les noves taules/classes al model i proporciona l'accés a la capa de dades (service layer).
- Uol Content Viewer: Permet visualitzar el conjunt de paquets d'aprenentatge donats d'alta al sistema i les seves característiques. Permet activar o desactivar la visualització d'un contingut.
- Assignment portlet: Permet realitzar assignacions de continguts als estudiants.
- TestResult portlet: Permet veure els resultats dels tests realitzats pels estudiants.

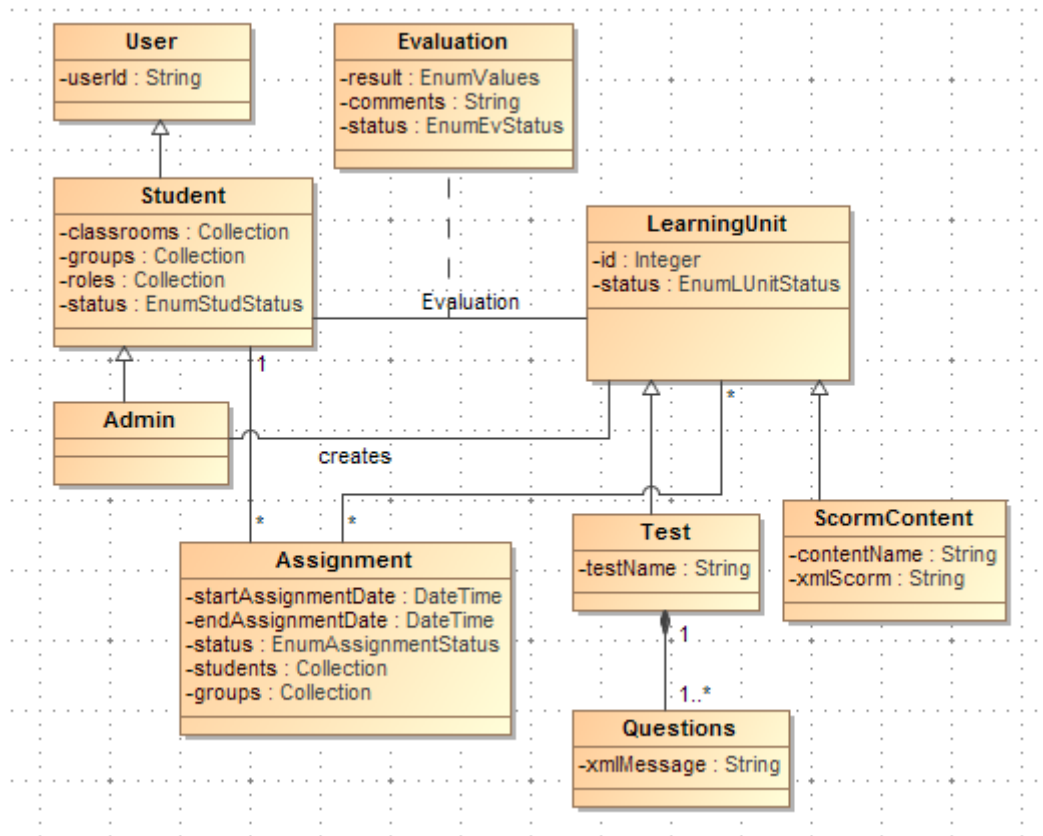
Adaptació Portlets TENCompetence

La integració dels portlets de la iniciativa TENCompetence amb els desenvolupats pel TFC no ha estat una tasca fàcil. Hem hagut de revisar la documentació del projecte, i dels diferents portlets que la componen, recuperar el codi font, adaptar-lo a la nova versió de Liferay (de 5.2.3 a 6.1.1), tornar a recompilar-ho, corregir les excepcions degudes a la migració (classes deprecated, nous dtos, errors, etc). Finalment, un cop compilats i generats els portlets hem identificat les classes que calia modificar per poder integrar els dos portlets que volem utilitzar (Editor de tests QTI i visualitzador) amb la resta de portlets de gestió.

- Projecte **org.tencompetence.business** (pk: org.tencompetence.business.facade):
 - S'ha modificat la classe AssessmentTestFacade que gestiona la creació del paquet QTI quan es genera un nou tests des del portlet QTI Editor de manera que crea una nova entrada al portlet de gestió de continguts Uol cada cop que es crea un nou tests.
- Del projecte **org.tencompetence.independentapi** (pk: apis):
 - S'ha modificat la classe QTIV21test que és l'encarregada de generar el contingut HTML que el portlet de visualització dels tests QTI de manera que fa una validació prèvia abans de mostrar el contingut i verifica que el contingut uol estigui actiu, que l'usuari tingui associat el rol correcte i el contingut i que no hagi fet el test abans.

Diagrama de Classes

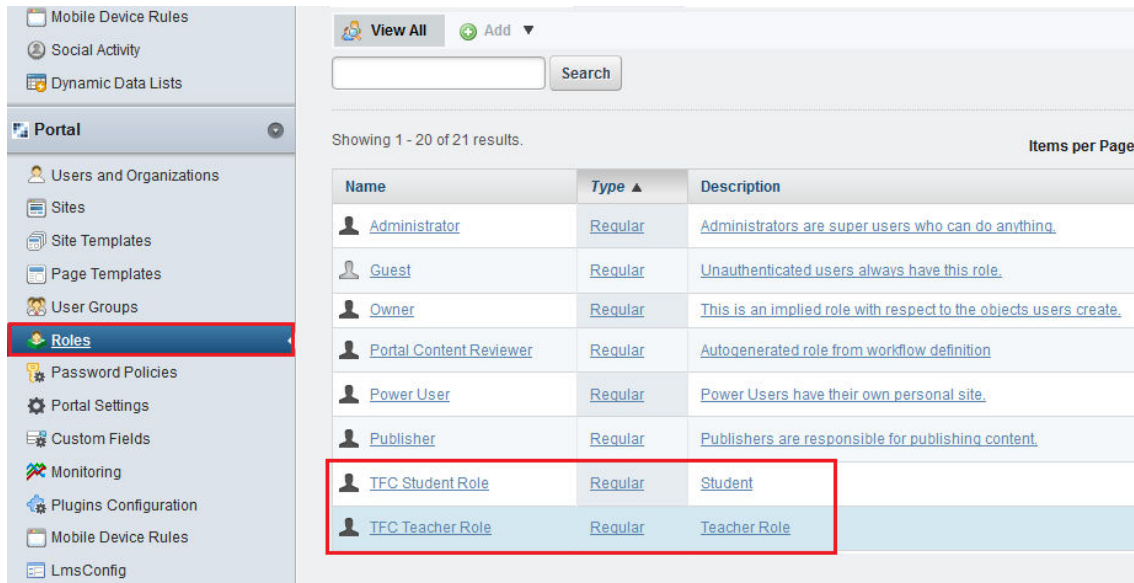
El diagrama de classe inclou únicament les classes que s'han creat addicionalment a les ja existents dins del CMS de Liferay i al projecte TENCompetence i que ens serviran per poder realitzar el TFC.



El diagrama de classes s'ha simplificat una mica per fer-la més entenedora. La classe *User* es correspon a la que ja s'utilitza dins del CMS de Liferay, i no hi figuren altres classes com la de rols, companyies, grups, etc., amb les que estaran relacionades, però son pròpies de Liferay.

En el diagrama es defineixen 3 classes per gestionar els diferents perfils d'usuari de l'aplicació (*User*, *Student*, *Admin*), i després la seva relació amb les unitats de coneixement (*LearningUnits*, *Uol* en l'esquema definitiu) que és com hem batejat la classe que modela tot contingut d'aprenentatge, ja siguin tests QTI com altre contingut de tipus Scorm. Sobre aquests continguts, els administradors/tutors poden fer assignacions (*Assignments*) a usuaris/grups i els usuaris autoritzats poden avaluar-los (*Evaluation*, *TestResult* en l'esquema definitiu).

A nivell de disseny, la discriminació entre els diferents rols del sistema es farà a través dels rols definits per Liferay. Es crearan dos rols nous, un per al perfil d'usuari tutor i un altre pel d'estudiant.



Name	Type	Description
Administrator	Regular	Administrators are super users who can do anything.
Guest	Regular	Unauthenticated users always have this role.
Owner	Regular	This is an implied role with respect to the objects users create.
Portal Content Reviewer	Regular	Auto-generated role from workflow definition
Power User	Regular	Power Users have their own personal site.
Publisher	Regular	Publishers are responsible for publishing content.
TFC Student Role	Regular	Student
TFC Teacher Role	Regular	Teacher Role

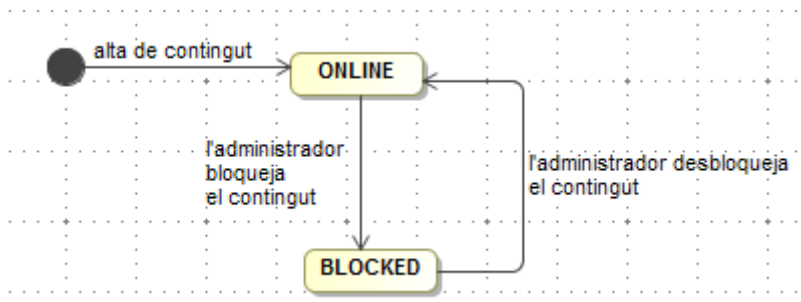
Per verificar la pertinença dels usuaris als rols definits treballarem directament amb les APIs de Liferay.

Diagrames d'Estat

Com a part del modelatge dels aspectes dinàmics del sistema, es presenten els diagrames d'estat més interessants.

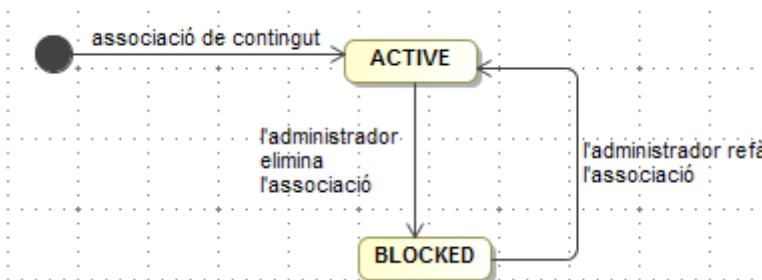
Contingut d'Aprenentatge (UnitOfLearning)

Un cop donat d'alta un contingut (Uol), pot estar disponible o no als estudiants en funció de si està bloquejat o no.



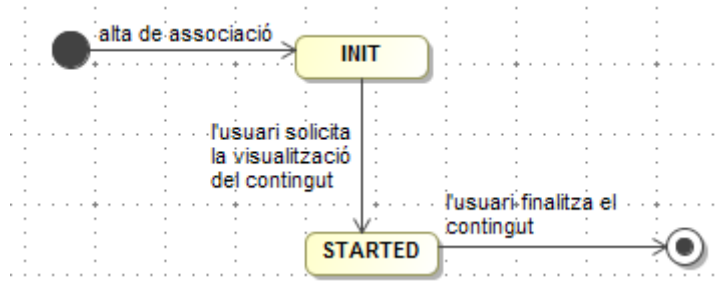
Assignació de Contingut (UOL)

Un cop donat d'alta un contingut (Uol), l'administrador/tutor el pot associar amb un usuari o eliminar la seva associació.



Avaluació

Un cop visualitzat el contingut es genera una avaluació, i no pot ser visualitzat de nou a no ser que el tutor elimini l'avaluació anterior.

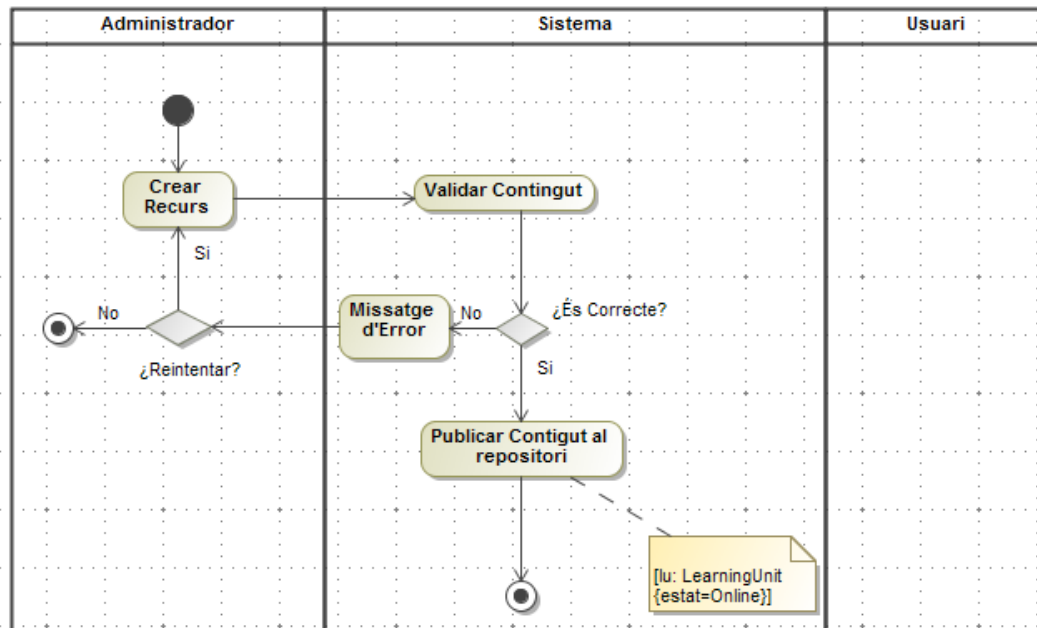


Diagrames d'Activitat

A continuació es presenten els diagrames d'activitat més rellevants.

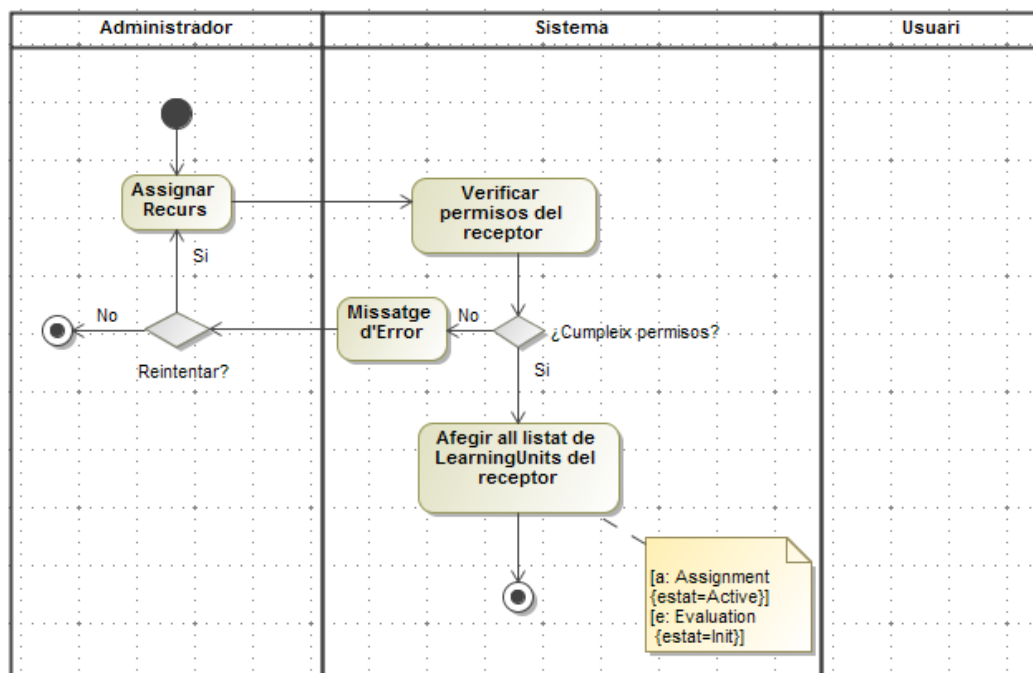
Creació de Contingut/Recurs

Qual el tutor dona d'alta un contingut UOL es publica al repositori de continguts.



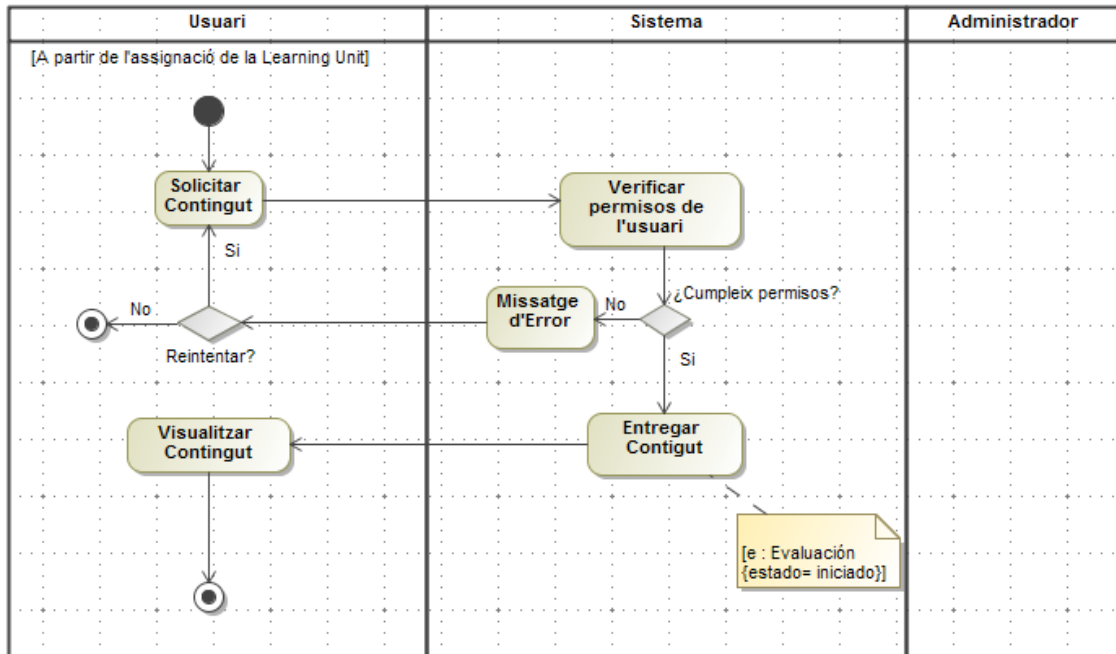
Assignació de Contingut

Qual el tutor assigna un contingut UOL es verifica que l'usuari tingui permisos.



Visualització de Contingut

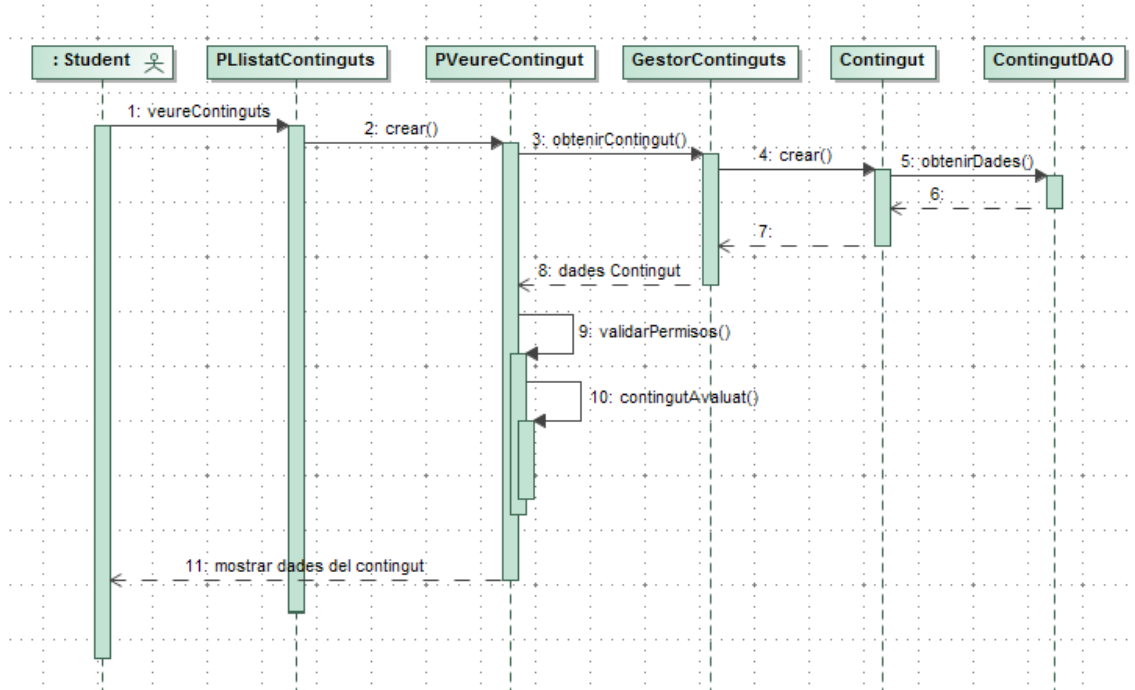
Qual l'usuari vol visualitzar un contingut es valida que tingui permisos, tan ell com el contingut i que estigui correctament associat.



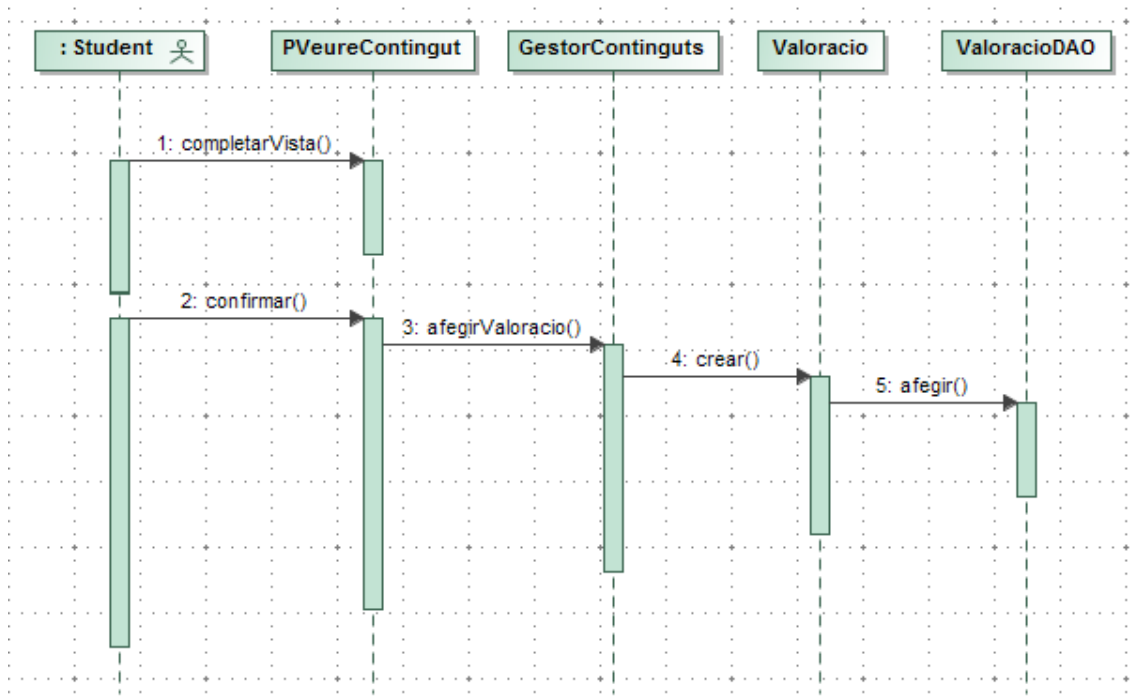
Diagrames de Seqüència

A continuació es presenten els diagrames de seqüència per alguns dels casos d'ús més representatius de l'aplicació.

Reproduir Contingut



Interactuar/Avaluar Contingut

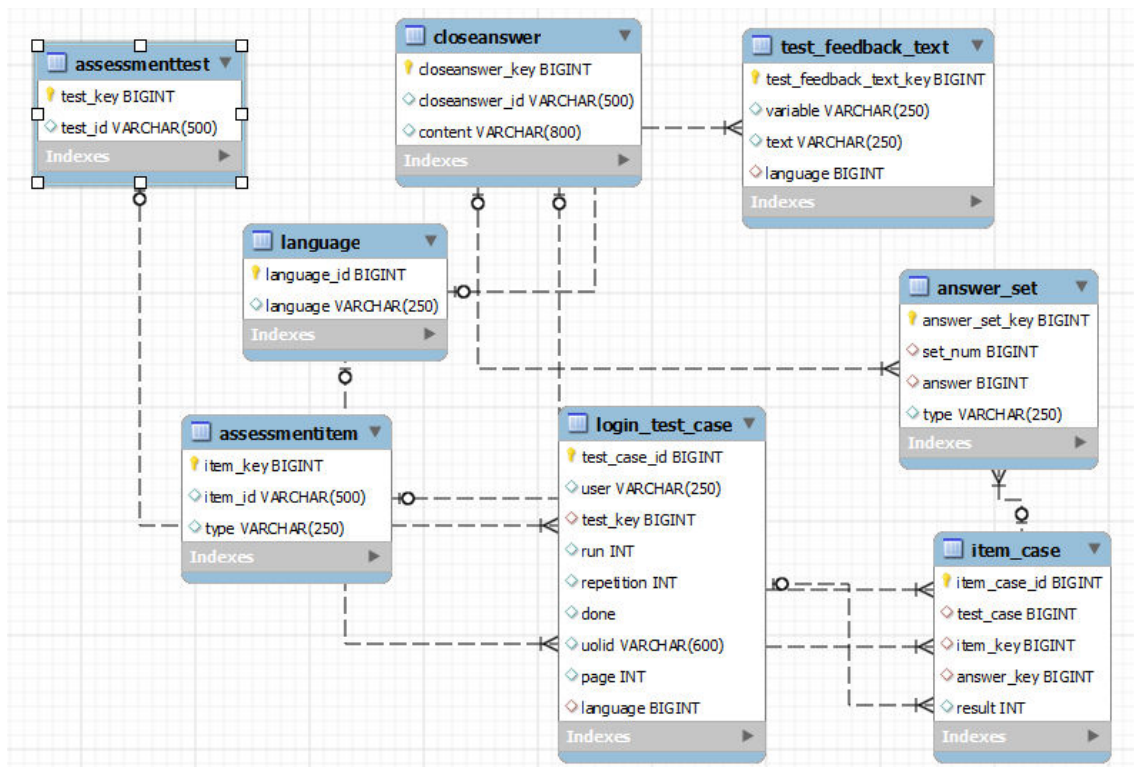


Disseny de la base de Dades

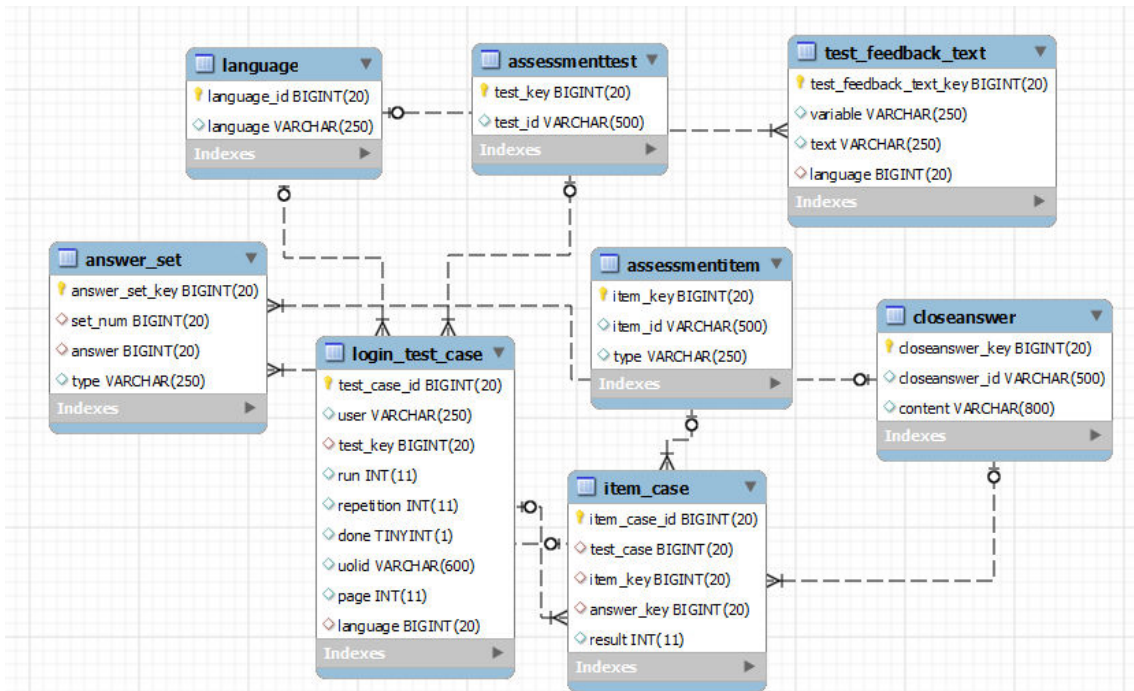
El disseny de la base de dades s'entrellaça amb la base de dades de Liferay i la seva jerarquia de grups, usuaris i rols. El disseny està dividit en tres parts, la part que correspon a la informació de tests, la de documents scorm i la que necessitem per poder integrar-ho tot, la que s'extreu del nostre diagrama de classes.

Gestió de la informació de Tests QTI

L'estructura de la base de dades és la mateixa que la utilitzada a la iniciativa de codi lliure TENCompetence. La base de dades es divideix en dues parts, una primera part està implementada a la mateixa base de dades que suporta Liferay:

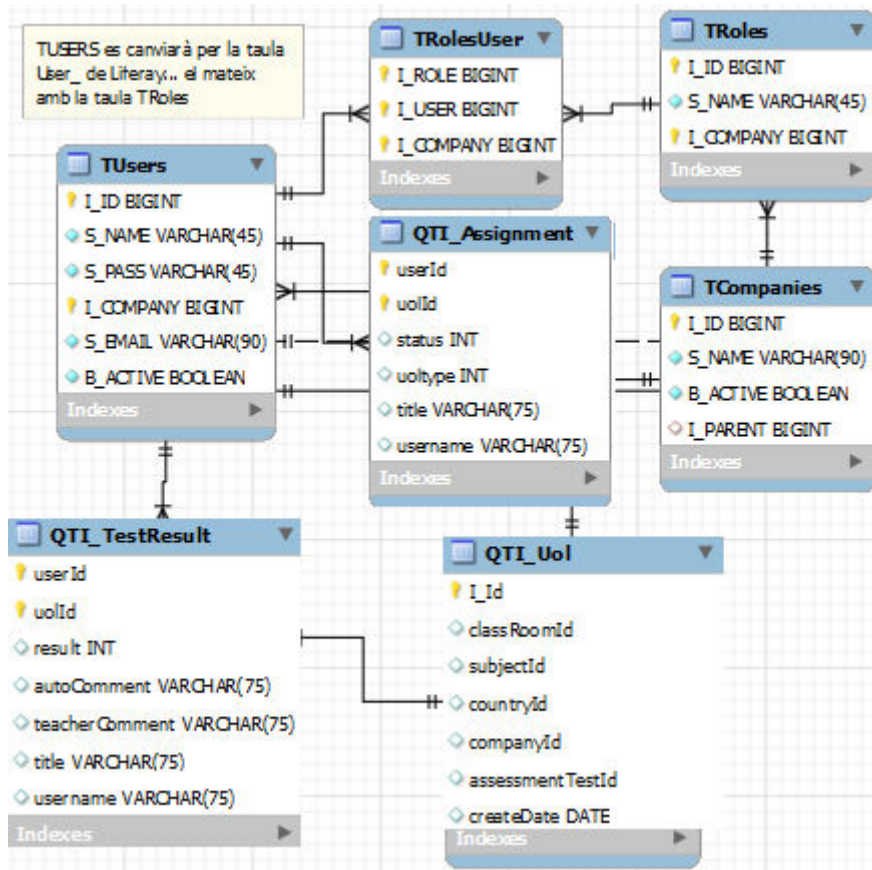


I l'altra resideix en una base de dades paral·lela:



Base de dades d'Integració pel TFC

L'estructura de la base de dades que necessitem per poder fer la integració dels portlets d'altres iniciatives i suportar els portlets de gestió dissenyats pel TFC són els que es mostren en el diagrama següent:



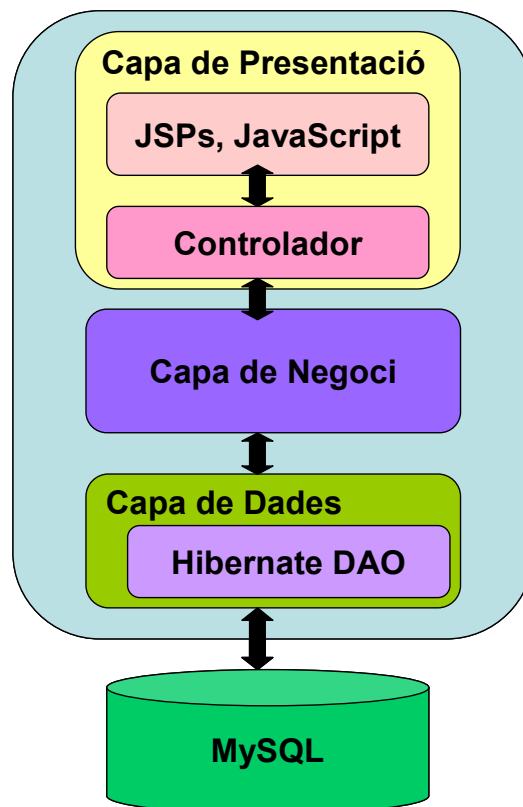
Per fer més entenedor el diagrama s'han afegit les taules de Liferay que s'utilitzaran al llarg del TFC, i que es relacionen d'alguna manera amb les tres taules creades (Usuaris, companyies, rols, etc).

Esquema de l'Arquitectura

El conjunt de portlets que s'implementaran al TFC es faran sota el portal de gestió de continguts Liferay, alguns dels portlets es recolzaran amb el framework Spring Portlet MVC per la seva implementació i d'altres amb el framework JSF/ICEfaces també sota el patró de disseny MVC.

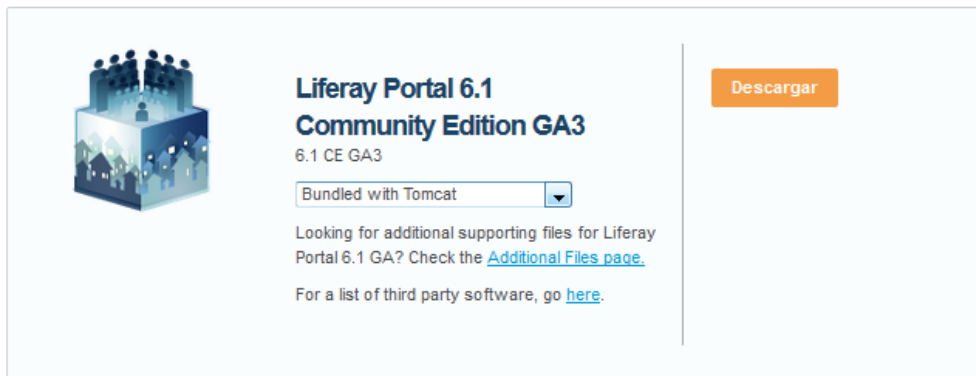
- La Vista es desenvoluparà principalment amb JSP, Javascript i CSS, tot i que alguns dels portlets incorporen JSFs i ICEFaces.
- La capa de Control es recolzarà en la que ens ofereix el framework Spring MVC.
- La capa de Negoci es desenvoluparà en part i una altre part s'adaptarà d'una ja existent (la pròpia del projecte TENCompetence) a les necessitats del projecte (SCORM, IMS-LD, etc)
- La capa de Dades es recolzarà en el framework d'accés a dades Hibernate. El patró de disseny aplicat per a l'accés a les dades serà DAO i el motor de base dades utilitzat serà MySQL.

A la següent figura es mostren els diferents elements que componen l'arquitectura de l'aplicació desenvolupada per aquest projecte.



Liferay

Liferay és un portal de gestió de continguts de codi obert escrit en Java. Es pot implementar en la majoria de servidors d'aplicacions i contenidors de servlets i fa ús de l'especificació Java Portlet (JSR 286) per dissenyar portals totalment configurables, a l'estil plug and play. Disposa de més de 60 portlets pre-carregats, que es poden utilitzar de manera automàtica.



Portlets

Els portlets són components modulars d'interfície d'usuari gestionats i visualitzats en un portal web. Els portlets produeixen fragments de codi que s'agreguen en una pàgina d'un portal. Seguint la metàfora d'escriptori, una pàgina d'un portal es visualitza com una col·lecció de finestres de portlet que no es solapen, on cadascuna d'aquestes mostra un portlet. Un portlet (o una col·lecció de portlets) es pot considerar com una aplicació web que està allotjada en un portal, cobrint una funció específica (per exemple, un portlet d'aplicació pot ser per al correu, un fòrum, notícies, etc).

Els estàndards a nivell de definició de portlets (JSR 168, JSR 286, etc) s'han creat amb l'objectiu de permetre que els desenvolupador de programari creïn portlets que puguin ser utilitzats en qualsevol portal que suporti aquests estàndards (*).

De la mateixa manera que el servlets, els portlets:

- Són gestionats per un contenidor especialitzat
- Generen contingut dinàmicament
- Tenen un cicle de vida que és controlat pel contenidor
- Interactuen amb el client web mitjançant l'ús del paradigma request-response.

(*)En el cas de Liferay es fa ús de llibreries de suport i fitxers de configuració xml específics que fan que els portlets resultants no siguin 100% estàndard.

Spring

Spring és un framework d'aplicacions Java/J2EE. L'objectiu principal de Spring és permetre que els objectes de negoci i d'accés a dades siguin reutilitzables, i que no estiguin lligats a serveis J2EE de manera que es puguin reutilitzar en múltiples entorns diferents.

Spring ens proporciona:

- Gestió de configuració basada en JavaBeans, aplicant els principis d'Inversió de Control (IoC).
- Capa genèrica d'abstracció per a la gestió de transaccions, incloent estratègies genèriques per JTA, i un únic JDBC DataSource.
- Una capa d'abstracció JDBC, simplificant la gestió d'errors.
- Integració amb Hibernate, JDO i iBatis.
- Funcionalitat AOP totalment integrada.
- Framework MVC (Model Vista Controlador), construït sobre el nucli de Spring i altament configurable.

Spring Portlet MVC

El framework MVC de Spring per portlets és altament configurable i permet l'ús de múltiples tecnologies per la capa de vista: JSP, Velocity, Tiles, iText o POI.

El mòdul web MVC de Spring presenta algunes similituds amb altres frameworks que existeixen en el mercat, però aquestes característiques ho tornen únic:

- Spring fa una clara divisió entre controladors, models de JavaBeans i vistes.
- El MVC de Spring està basat en interfícies i és bastant flexible.
- Proveeix interceptors (interceptors) igual que controladors.
- Spring no obliga a utilitzar JSPs com a única tecnologia per a la vista (View).
- Els controladors són configurats de la mateixa manera que els altres objectes a Spring, a través de IoC.
- Les capes Web (Web tiers) són senzilles de testejar.

JSFs i ICE Faces

JavaServer Faces (JSF) és una tecnologia i framework per a aplicacions Java basades en web que simplifica el desenvolupament d'interfícies d'usuari en aplicacions Java EE. JSF utilitza JavaServer Pages (JSP) com la tecnologia que permet fer el desplegament de les pàgines, però també es pot acomodar a altres tecnologies com XUL (XML-based User-interface Language, llenguatge basat en XML per la interfície d'usuari) .

ICEfaces és un framework de desenvolupament de programari de codi obert que estén JavaServer Faces (JSF) utilitzant Ajax. S'utilitza per implementar Rich Internet Applications (RIA) utilitzant el llenguatge de programació Java, basant-se en l'estàndard JavaServer Faces (JSF) 2. ICEfaces estén JSF per simplificar el desenvolupament i

millorar el conjunt de característiques estàndard JSF, millorant simultàniament l'eficàcia desenvolupador i ampliant l'espectre de les capacitats de RIA que es pot incloure en qualsevol aplicació web basada en JSF. Amb ICEfaces, la codificació per a la interacció i l'Ajax al costat del client es programa en Java, en lloc d'en JavaScript, o plug-ins.

ICEfaces ens permet treballar de forma transparent amb el framework JSF, simplificant la integració i fomentant de la compatibilitat amb d'altres llibreries de tercers empreses compatibles també amb JSF 2.

Hibernate

Hibernate és un potent mapejador objecte / relacional i servei de consultes per a Java. És la solució ORM (Object-Relational Mapping) més popular al món Java.

Hibernate permet desenvolupar classes persistents a partir de classes comuns, incloent associació, herència, polimorfisme, composició i col·leccions d'objectes. El llenguatge de consultes d'Hibernate HQL (Hibernate Query Language), dissenyat com una mínima extensió orientada a objectes de SQL, proporciona un pont entre els mons objectual i relacional.

Hibernate també permet expressar consultes utilitzant SQL natiu o consultes basades en criteris.

Suporta tots els sistemes gestors de bases de dades SQL i s'integra sense restriccions amb els més populars servidors d'aplicacions J2EE i contenidors web.

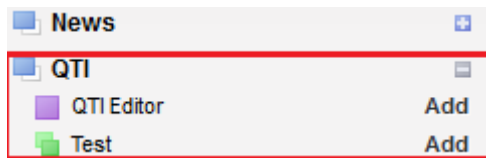
Producte Software

El producte software es compon de 6 portlets, que es distribueixen com dues categories diferents dins del llistat d'aplicacions disponibles del portal Liferay:

Els portlets que es mostren són les pantalles corresponents a l'adaptació dels portlets d'avaluació de Tests (QTI) i als nous portlets de gestió generats. Finalment, no s'ha pogut integrar dins de la solució els portlets per la gestió i visualització de continguts scorm.

QTI

En aquesta categoria hi figuren les taules adaptades del projecte TENCompetence i dos dels seus portlets, un que permet dissenyar un test QTI i l'altre que permet visualitzar-lo.



- **QTI Editor:** Aquest portlet permet generar tests, seguint l'estàndard QTI.



QTI Editor

- [Edit test](#)
 - »

Edit test

Title

Which test results will be presented to the candidate?

number of correct responses
 number of incorrect responses
 number of selected questions
 overall percentage of correct answers

Feedback

Minimum Score	Include Boundary	Feedback Text	EQF Level	Actions
<input type="text" value="2.0"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="You should try to improve"/>	<input type="text" value="2"/>	Actions

Add feedback

There are 1 items found, displaying 1 item(s), from 1 to 1. Page 1 / 1.

Title
[Prueba 1](#) Actions

Add question of type

[Show XML](#)

QTI Editor

- [Edit test](#)
 - »
 - [Edit Choice-interaction question](#)
 - »

Edit Choice-interaction question

Title

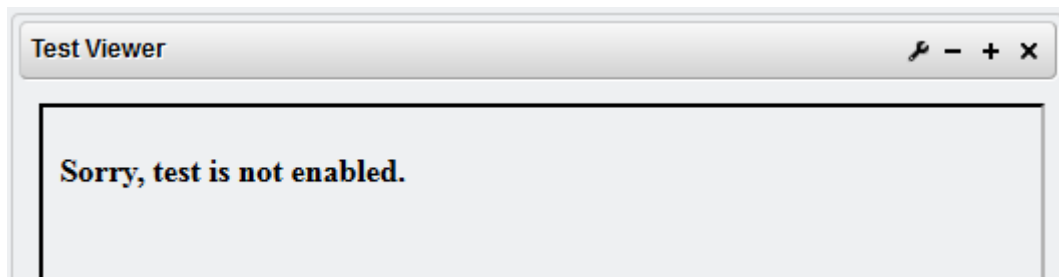
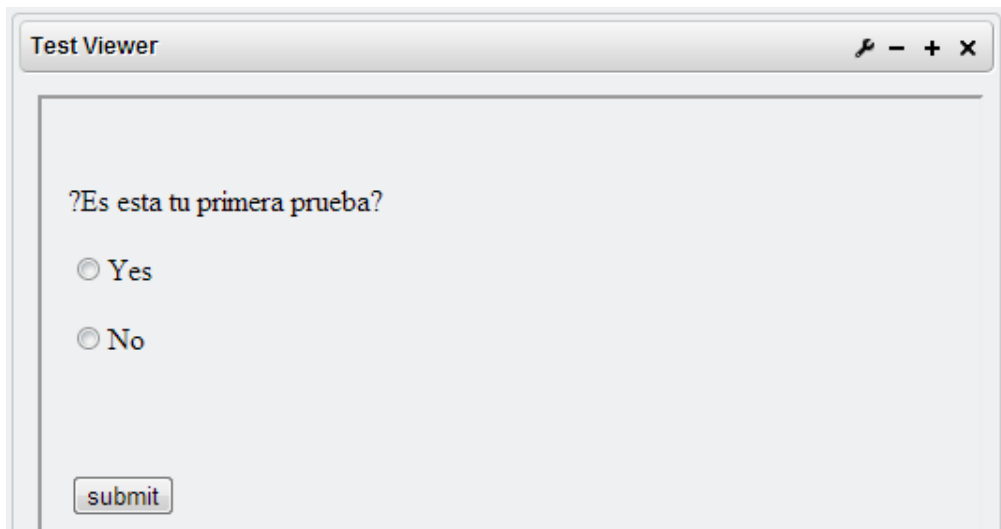
Question Text

Would you like the questions to be shuffled?
 shuffle

Choice Text	Correct	Score	Feedback
<input type="text" value="Yes"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="Good"/>
<input type="text" value="No"/>	<input type="radio"/>	<input type="text" value="0.0"/>	<input type="text"/>

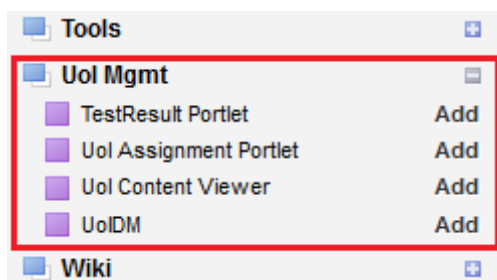
[Show XML](#)

- **Test Viewer:** Aquest portlet permet visualitzar i executar tests QTI.



Uoi Mgmt

En aquesta categoria hi figuren quatre portlets que permeten fer tasques a nivell de gestió dels continguts d'e-learning.



- **UoiDM:** Aquest portlet incorpora les noves taules/classes al model i proporciona l'accés a la capa de dades (service layer).
- **Uoi Content Viewer:** Permet visualitzar el conjunt de paquets d'aprenentatge donats d'alta al sistema i les seves característiques. Permet activar o desactivar la visualització d'un contingut.

Uol Content Viewer

Uol Package List

Uol Title	Description	Creation Date	Active	Action
Test IT 10	Test IT 10	Thu Jan 09 23:19:51 GMT 2014	false	Change Status
Test NG	Test NG	Thu Jan 09 23:22:24 GMT 2014	false	Change Status
Test3	Test3	Thu Jan 09 23:24:45 GMT 2014	true	Change Status

[« Back](#)

Uol Content Viewer

[Show all QTI Tests »](#)
[Add a new QTI Test »](#)

- **Uol Assignment:** Permet realitzar assignacions de continguts als estudiants.

Uol Assignment Portlet

Uol Assignment's List


Uol Title	User	Action
Test NG	test	Delete
Test3	test	Delete
Test NG	bruno	Delete

[« Back](#)

Uol Assignment Portlet

[Show all Uol assignments »](#)
[Add a new Uol assignment »](#)


- **TestResult:** Permet veure els resultats dels tests realitzats pels estudiants.

TestResult Portlet  - + x

Test Result List

Uoi Title	User	Result	Action
Test NG	test	1	Delete

[« Back](#)

TestResult Portlet  - + x

[Show all Test Results »](#)

Valoració Econòmica

El cost associat al projecte, tenint en compte la planificació realitzada i les tarifes de referència adjuntes, seria de prop de 12.000 euros, tal i com desglossem a continuació:

Tarifes de preus dels recursos		
Perfil professional	Nombre	cost/jornada
Analista	36,00 €	288,00 €
Analista programador	24,00 €	192,00 €

Nom de l'activitat	Estimació(hores)	Recurs	Cost
Inici del projecte	0	-	0,00
Anàlisi Preliminar	115	Analista	4.140,00
Anàlisi	83,2	Analista	2.995,20
Disseny	60,8	Analista programador	1.459,20
Programació	70,4	Analista programador	1.689,60
Proves	35,2	Analista	1.267,20
Documentació	12	Analista	432,00
	376,6		11.983,20

Conclusions

Les conclusions que m'aporta la realització del TFC són moltes i totes elles positives. La realització d'aquest projecte m'ha permès aplicar moltes dels coneixements adquirits al llarg de la carrera en un projecte real. També m'ha permès familiaritzar-me amb moltes de les tecnologies J2EE, iniciar-me en el desenvolupament de portlets i poder aprofundir en el coneixement del portal de gestió de continguts Liferay. També m'ha permès aprofundir en el món de l'e-learning, i amb la feina de reutilització de productes software d'iniciatives de codi obert.

Un cop arribat al final del TFC, reflexionant sobre com ha anat tot reconec que la planificació del projecte potser era massa optimista. L'abast del que volíem fer era massa gran per poder finalitzar en el temps requerit pel TFC. S'havien d'afrontar diverses dificultats, i forces incògnites en un curt espai de temps com per poder complir tots els terminis d'entrega. A més, hi havia una gran quantitat de coneixements nous a adquirir i poc temps per poder digerir-los i aconseguir la seva aplicació en un projecte real. L'aprenentatge en aquest sentit va més enllà del producte software obtingut, implica també tots els coneixements aplicats, i l'experiència assolida... aprenent de les decisions poc encertades, i de les correctes també.

GLOSSARI

- **LMS (Learning Management System):** Entorn virtual d'aprenentatge (EVA).
 - **SCORM (Sharable Content Object Reference Model):** Especificació que permet crear objectes pedagògics estructurats.
 - **IMS LD(IMS Learning Design):** Especificació d'un metallenguatge que permet modelar processos d'aprenentatge. La iniciativa està liderada per el IMS Global Learning Consortium.
 - **QTI (Question and Test Interoperability):** Llenguatge XML per a l'intercanvi de preguntes i avaluació entre diferents sistemes.
 - **SCO (Sharable Content Objects):** Objecte bàsic d'aprenentatge dins de la especificació SCORM amb capacitat de comunicar-se amb un LMS.
 - **RTE (Run-Time Environment):** Entorn d'execució per continguts SCORM.
 - **ADL (Advanced Distributed Learning):** Entitat que lidera l'especificació SCORM.
-

BIBLIOGRAFIA

Libres:

- **SCORM Users Guide for Programmers**, ADL (Advanced Distributed Learning).
- **SCORM Content Aggregation Model**, ADL (Advanced Distributed Learning).
- **SCORM Run-Time Environment**, ADL (Advanced Distributed Learning).
- **SCORM Sequencing and Navigation**, ADL (Advanced Distributed Learning).
- **Enterprise portals in e-learning**, Jari Järvelä, Juha Kareinen...
- **Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos**, Josep M. Boneu.
- **In the Eye of the SCORM, An introduction to SCORM 2004 for Content Developers**, Claude Ostyn.
- **Portlets in Action**, Ashish Sarin.
- **Liferay in Action**, Richard Sezov.
- **Liferay Developer's Guide 6.0**
- **Liferay Administrator's Guide 6.0**

Internet:

- Recursos de ADLNet: <http://www.adlnet.gov/scorm/scorm-2004-4th>
- IMS Question & Test Interoperability™ Specification:
- IMS Question & Test Interoperability (QTI) XSD Binding: http://www.imsglobal.org/question/quiv2p1/imsqti_bindv2p1.html
- IMS Question & Test Interoperability Integration Guide: http://www.imsglobal.org/question/quiv2p1/imsqti_intgv2p1.html
- Ostyn Consulting: <http://www.ostyn.com/>
- http://edutechwiki.unige.ch/en/Learning_object_standard
- http://edutechwiki.unige.ch/en/Educational_modeling_language
- <http://www.icslearninggroup.com/index.php/whitepapers-2/got-scorm/>
- Tin Can API: <http://tincanapi.com>
- Rustici Software: <http://scorm.com/scorm-explained/>
- Open Olat LMS: <http://www.openolat.org/home.html>
- RELOAD Tools: <http://www.reload.ac.uk>
- TENCompetence: <http://www.tencompetence.org/>
- ILIAS LMS: <http://www.ilias.de>