

Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Grau en Enginyeria Informàtica

PROJECTE FINAL DE GRAU

Plug-in ACME-Moodle 4 i mòdul LTI

Autor:
Albert Sastre Caballero

Tutors:
Dr. Josep Soler Maso
Ferran Prados Carrasco

MEMÒRIA

Convocatòria:
Juny 2023

Departament :
Informàtica, Matemàtica Aplicada i Estadística

Projecte: Projecte Final de Grau
Document: Memòria
Títol: Plug-in ACME-Moodle 4 i mòdul LTI
Autor: Albert Sastre Caballero
Data: Juny 2023

Estudi:
Grau en Enginyeria Informàtica
Universitat de Girona

Supervisor 1:
Dr. Josep Soler Maso
Universitat de Girona
Email: josep.soler@udg.edu
Web:

Supervisor 2:
Ferran Prados Carrasco
Universitat Oberta de Catalunya
Email: fpradosc@uoc.edu
Web:

Índex

1	Introducció, motivacions, propòsit i objectius del projecte	1
1.1	Introducció	1
1.2	Què es vol fer en aquest TFG?	2
1.3	Objectius	3
2	Estudi de viabilitat	4
2.1	Punt de vista tecnològic	4
2.2	Punt de vista econòmic	4
3	Metodologia	5
4	Planificació	6
4.1	Pla de treball	6
4.2	Tasques i temps estimat	6
4.3	Resultats esperats de les tasques	7
5	Marc de treball i conceptes previs	8
5.1	Marc de treball	8
5.1.1	Plug-in ACME-Moodle v4	8
5.1.2	Mòdul LTI	8
5.2	Conceptes previs : Plug-in ACME-Moodle 4	8
5.3	Conceptes previs : Mòdul LTI	8
5.3.1	Introducció	9
5.3.2	Terminologia	9
5.3.3	Flux general de funcionament del protocol	9
5.3.4	Serveis LTI	10
6	Requisits del sistema	11
6.1	Requisits funcionals	11
6.2	Requisits no funcionals	12
7	Estudis i decisions	13
7.1	Maquinari	13
7.2	Llibreries i/o programari	13
7.2.1	Plug-in ACME-Moodle v4	13
7.2.2	Mòdul LTI	14
7.2.3	Open SSL	14
7.2.4	JWT: JSON Web Token	14
7.2.5	phpseclib : PHP Secure Communications Library	15
8	Anàlisi i disseny del sistema	16
8.1	Anàlisi : plug-in ACME-Moodle 4	16

8.2	Anàlisi : Mòdul LTI	16
8.2.1	Actors	16
8.2.2	Diagrama de cas d'ús	16
8.2.3	Fitxes de casos d'ús	17
8.2.4	Model de dades	18
	<u>LTI</u>	18
	<u>ACME</u>	19
8.3	Disseny del mòdul LTI	20
8.3.1	Disseny d'interfícies	20
9	Implementació i proves	23
9.1	Implementació del plug-in ACME-Moodle 4	23
9.1.1	Instal·lació del Moodle	23
9.1.2	Connexió ACME-Moodle	24
9.2	Implementació del mòdul LTI	25
9.2.1	Creació Activitat ACME (Moodle)	26
	<u>Registre de l'eina LTI a la plataforma</u>	26
	<u>Llibreria LTI Tool Provider, Login Moodle en l'ACME</u>	29
9.2.2	Creació Activitat ACME (ACME)	30
	<u>Personalització de l'activitat</u>	30
	<u>Creació activitat en a l'ACME</u>	32
	<u>Mostrar Menú Activitat ACME</u>	34
9.2.3	Exportar Notes cap al Moodle	35
	<u>Habilitar Servei Notes (Moodle)</u>	35
	<u>Avaluació de les activitats</u>	35
9.2.4	Sincronització d'alumnes del Moodle amb l'ACME	37
	Notificació de nous usuaris	38
9.3	Proves plug-in ACME Moodle 4	38
9.3.1	Creació d'un entorn educatiu <i>real</i>	38
9.3.2	Prova 1 : Creació activitat Moodle	39
9.3.3	Prova 2 : Exportació de notes ACME - Moodle	41
9.3.4	Conclusió	42
9.4	Proves Mòdul LTI	43
9.4.1	Creació de l'activitat, noms poc comuns	43
10	Implantació i resultats	45
10.1	Implantació del projecte	45
10.2	Resultats	45
10.2.1	Creació Activitat (LTI) : <i>Activitats assignatura</i>	45
10.2.2	Creació Activitat (LTI) : <i>Prova presencial</i>	46
10.2.3	Creació Activitat (LTI): <i>Prova no presencial</i>	47
10.2.4	Exportar notes (LTI)	48
10.2.5	Sincronitzar usuaris (LTI)	50
11	Conclusions	52
12	Treball futur	53
13	Bibliografia	54
14	Annexos	55
14.1	Base de dades LTI	55

14.2 Noms especials 56

Capítol 1

Introducció, motivacions, propòsit i objectius del projecte

1.1 Introducció

En els darrers anys, la comunitat educativa ha anat cada vegada més optant per l'ús de les noves tecnologies, l'e-learning ha passat de ser un possible requeriment a posicionar-se com el futur de l'aprenentatge educatiu.

Es aquí on comencen a sorgir tecnologies com LMS, acrònim de Learning Management System. A partir d'ara, tot el relacionat amb el seguiment extern de l'alumnat es pot fer mitjançant la web : el professorat pot gestionar els continguts que vol que els seus estudiants hi tinguin accés.

D'entre tots aquests, el més popularitzat és el Moodle, sistema utilitzat fins el moment per la Universitat de Girona. Moodle permet, amb una instal·lació molt simple, proporcionar un conjunt d'eines que permeten un aprenentatge constructiu, és a dir, permet que tant el professorat com l'alumnat s'involucrin de manera conjunta en el procés d'aprenentatge.



FIGURA 1.1: Logo oficial del Moodle.

Moodle, però, es podria definir com un primer pas, doncs, aquest no acaba de substituir tot el procés d'aprenentatge, és un recolzament, una eina més tant pels professors com pels alumnes.

És amb el pas del temps que el Moodle es va actualitzant i finalment habilita l'opció d'incloure diferents activitats complementàries, entre elles problemes autoavaluable que no necessàriament han de ser desenvolupades per Moodle sinó que poden ser activitats de plataformes externes connectades al Moodle.

A la Universitat de Girona, i molt abans de la implantació del Moodle, ja existia la plataforma ACME, acrònim de Avaluació Continuada i Millora de l'Ensenyament,

desenvolupada pel Departament de Informàtica, Matemàtica Aplicada i Estadística (IMAE) de la pròpia universitat.



FIGURA 1.2: Logo oficial del projecte ACME.

Aquesta plataforma ACME era i és molt utilitzada en diferents assignatures de matemàtiques, de programació, de bases de dades, etc. i en vàries Universitats a més de la de Girona, com ara la Autònoma de Barcelona (UAB), la Universitat Oberta de Catalunya (UOC), etc.

Amb la implantació del Moodle en aquestes Universitats va caldrà desenvolupar un plug-in de lligam i connexió entre les dues plataformes, amb l'objectiu de que en la plataforma ACME no calgués introduir ni la informació dels estudiants, ni de les assignatures i que aquesta informació s'obtingués de la plataforma corporativa Moodle. A més d'aquesta informació, les dues plataformes s'intercanvien a través d'aquest plug-in tota la informació referent a les activitats, terminis, avaluació de les activitats proposades, nous estudiants, etc. de forma que tant l'estudiant com el professor veuen les activitats ACME totalment integrades al Moodle.

En l'actualitat totes dues plataformes treballen conjuntament, per una part, l'ACME corregeix de forma totalment automàtica els exercicis proposats pels professors i que li permeten portar una avaluació continuada de l'estudiant i aquest progrés llavors es emmagatzemat en el Moodle.

És en aquest context d'integració d'aquestes dues plataformes que sorgeix aquest Treball Final de Grau.

1.2 Què es vol fer en aquest TFG?

En aquest TFG es volen fer dues coses:

Primer: En l'actualitat la universitat de Girona utilitza la versió 3.11 del Moodle i està previst que passi a la versió 4 el proper setembre. Sempre que hi ha un canvi important en el Moodle, com passar de la versió 3 a la 4, cal revisar a fons el plug-in i fer les modificacions que calgui per tal de que tot funcioni perfectament quan es posi en marxa la nova versió.

Segon: En l'actualitat, el Moodle es troba adherit al que es coneix com el certificat LMS LTI acrònim de Learning Tools Interoperability.

Aquest estàndard de comunicació permet a les **plataformes d'e-learning** incloure qualsevol tipus **d'eina** que també s'hagi adherit en aquest sistema, és a dir, estableix unes normes per tal de facilitar i incrementar la interoperabilitat dels sistemes LMS (plataformes), és un estàndard de comunicació.

Com hem comentat, en aquest moments ACME es comunica amb el Moodle amb un plug-in sense un estàndard definit, el que significa un grau d'acoblament molt gran

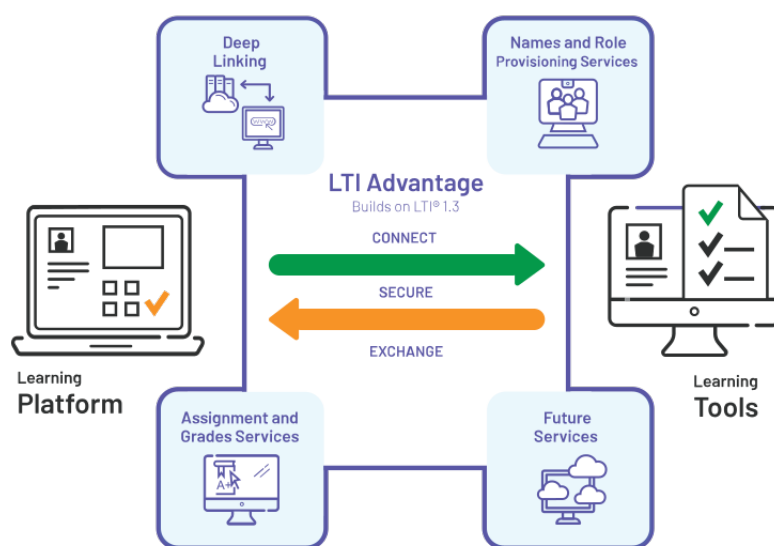


FIGURA 1.3: Esquema estructural d'un sistema LTI

entre els dos sistemes. Això vol dir que petits canvis com actualitzacions d'un dels sistemes, incorporació de nous mòduls, etc. puguin modificar el comportament del sistema i deixar-lo inoperatiu.

Finalment, sembla ser que futures versions del Moodle i totes les versions de Moodle en el núvol només admetran interoperar amb altres eines a través d'aquest estàndard LTI. Per això la segona part d'aquest TFG consistirà en implementar un mòdul segons l'estàndard LTI per l'ACME. D'aquesta manera, en un futur, no caldrà estar modificant el plug-in sempre que hi hagi un canvi de versió i la integració amb Moodle o altres eines que segueixin l'estàndard LTI serà immediata.

1.3 Objectius

El primer objectiu d'aquest projecte és revisar, actualitzar i testejar el plug-in ACME-Moodle per tal de que tot funcioni correctament amb la versió 4 del Moodle que es posarà en marxa el setembre vinent a la UdG.

El segon objectiu és desenvolupar el mòdul ACME-LTI que permetrà la connexió entre l'ACME i Moodle seguint l'estàndard LTI.

Capítol 2

Estudi de viabilitat

2.1 Punt de vista tecnològic

El desenvolupament tecnològic del projecte es farà en un sistema conegut, mitjançant sistemes informàtics que ens proporciona la universitat de Girona pel projecte ACME. Per accedir en aquests es pot fer tant presencialment a les aules de la universitat com remotament gràcies al proveïdor de serveis externs UDS.

Respecte als requeriments de maquinari necessaris per poder dur a terme els objectius, aquests no són cap problema doncs l'únic requeriment que pot ser fora del nostre abast és el requeriment hardware per poder instal·lar la nova actualització del Moodle.

L'altre punt, la realització del mòdul LTI, només implica la producció de software i llavors en el període de temps proporcionat és amb gran certesa viable la formulació d'aquest nou projecte.

2.2 Punt de vista econòmic

La totalitat del material empleat per la construcció d'aquest projecte no suposa cap problema, no cal fer cap despesa nova que no hi hagués abans pel manteniment del projecte ACME.

Això és possible perquè el projecte només requereix de sistemes informàtics com un ordinador d'ús habitual, com ho són els que s'utilitzen ja pel projecte ACME, i per lo tant la part hardware ja hi seria coberta.

Per la part de software, el Moodle es troba sota la llicència GNU i Creative Commons, llavors és possible el seu ús per la seva distribució i/o modificació sempre i quan és mantinguin les mateixes llicències.

LTI no acaba de ser un software si no un estàndard de comunicació el qual tothom pot desenvolupar per a qualsevol mòdul d'aprenentatge seguint aquest estàndard sense comportar cap conflicte econòmic.

Capítol 3

Metodologia

En aquest projecte no s'ha seguit cap metodologia en concret, el que si s'ha fet però és acatar una sèrie de passos recomanats pel bon desenvolupament d'un treball de fi de grau i alhora de la producció d'un sistema informàtic. Aquests són els següents :

1. **Tria del projecte a desenvolupar** : El primer pas consisteix en explorar i discutir les diferents propostes ja siguin de l'alumnat com pels seus tutors, fins arribar a una decisió conjunta.
2. **Estudi de l'entorn i eines a utilitzar** : Com es treballara sobre un projecte ja existent, s'ha estudiat prèviament com es troba aquest respecte als nous canvis a afegir. Les eines a utilitzar són els llenguatges de programació que ja hi són presents.
3. **Planificació del treball** : Un cop es sap com es treballara els següents mesos, el següent pas és definir els diferents requisits i veure com es pot dividir aquest projecte en diferents subtasques a tractar individualment fins la fi del desenvolupament.
4. **Desenvolupament de les diferents subtasques** : Fase de implementació dels diferents mòduls per desenvolupar.
5. **Fase de testeig** : Per cada tasca/mòdul desenvolupat, és faran diferents escenaris per comprovar la correctesa de la implementació, per lo tant aquest punt i l'anterior es desenvolupen individualment per cada mòdul.
6. **Documentació del projecte** : Tots aquests apartats es faran sota la supervisió del dos tutors, la implementació d'aquest projecte ha sigut coordinada per en Ferran Prados, qui ha fet el seguiment d'aquest treball.

Capítol 4

Planificació

4.1 Pla de treball

A continuació es descriu el pla de treball plantejat per arribar a construir el projecte d'acord a la metodologia descrita a l'anterior capítol :

1. Estudi i anal·lisis sobre el tema a treballar.
2. Estudi sobre l'entorn on es treballarà.
3. Planificació de les tasques per realitzar.
4. Implementació de cada tasca i immediatament es faran les diferents proves necessàries per comprovar el bon funcionament.

Com que en aquest projecte es desenvolupen dos mòduls independents l'un de l'altre, aquests passos es repeteixen pels dos subprojectes.

4.2 Tasques i temps estimat

A continuació es descriuen les tasques a realitzar amb el temps que s'espera per cadascuna d'elles :

Actualització plug-in ACME-Moodle 4	
Tasca	Temps estimat
Estudi previ sobre el plug-in ACME-Moodle, funcionalitats.	1 setmana
Instal·lació de l'entorn, connectar ACME-Moodle 4.	1 setmana
Construcció de l'entorn de proves en el Moodle 4.	1 setmana
Comprovació de cada funcionalitat del plug-in.	2 setmanes

Implementació mòdul LTI	
Tasca	Temps estimat
Estudi previ sobre LTI, connexió entre ACME-Moodle.	1 setmana
Estudi previ sobre les eines a utilitzar, entorn i llenguatges de programació.	1 setmana
Implementació connexió inicial sobre LTI, ACME - Moodle.	2 setmanes
Implementació de les diferents funcionalitats del plug-in amb LTI.	4 setmanes
Comprovació de cada funcionalitat ACME - Moodle.	2 setmanes

Aquest projecte va ser aprovat la darrera setmana de febrer, llavors disposem de 15 setmanes el que no deixa de ser una primera aproximació i pot variar.

4.3 Resultats esperats de les tasques

- Actualització plug-in ACME-Moodle v4
 - **Estudi previ sobre el plug-in ACME-Moodle, funcionalitats** : Amb aquest estudi es veuran quines són les diferents funcionalitats d'aquest plug-in.
 - **Instal·lació de l'entorn, connectar ACME-Moodle** : S'instal·larà en un entorn de proves un Moodle amb la versió més recent i després es connectarà el plug-in de l'ACME en aquest.
 - **Construcció de l'entorn de proves en el Moodle** : Es creara un entorn *real*, s'afegiran assignatures, alumnes, professors, etc.
 - **Comprovació de cada funcionalitat del plug-in** : Es comprovaran la correctesa de les diferents funcionalitats del plug-in, es solucionaran els diferents problemes que hi apareixin.
- Implementació mòdul LTI
 - **Estudi previ sobre LTI, connexió entre ACME-Moodle** : S'estudiarà el nou tipus de connexió LTI, el seu motiu d'ús i com funciona.
 - **Estudi previ sobre les eines a utilitzar, entorn i llenguatges de programació** : S'analitzaran les eines disponibles dins del sistema on ens trobem.
 - **Implementació connexió inicial sobre LTI, ACME - Moodle** : Es connectara el Moodle de l'anterior subprojecte amb l'ACME mitjançant l'ús de LTI.
 - **Implementació de les diferents funcionalitats del plug-in amb LTI** : S'implementaran les diferents funcionalitats del plug-in ACME - Moodle actual mitjançant l'ús de LTI.
 - **Comprovació de cada funcionalitat ACME - Moodle** : Es faran les proves adients per cada funcionalitat implementada amb LTI.

Capítol 5

Marc de treball i conceptes previs

5.1 Marc de treball

En aquesta secció es descriuen diferents fonts de referències per enfocar el treball.

5.1.1 Plug-in ACME-Moodle v4

Per aquest apartat no s'han utilitzats fonts de referències doncs no hi ha un enfoc per actualitzar un plug-in en particular.

El que si s'ha fet servir és la documentació del propi [Moodle](#), aquesta ve integrada de certa manera amb l'instal·lació i ens indica que s'ha de fer, per exemple, per cada pas de l'instal·lació, per quan volem introduir un mòdul, etc.

5.1.2 Mòdul LTI

Per la realització d'aquest mòdul s'han estudiat treballs prèviament realitzats de construcció d'eines LTI. Aquest treball utilitza una llibreria [implementada en PHP](#), que s'explicarà en els següents capítols.

5.2 Conceptes previs : Plug-in ACME-Moodle 4

Per poder revisar i actualitzar el plug-in ACME-Moodle 4 era necessari estudiar els següents punts :

- **Entendre el funcionament de l'ACME.**
- **Entendre el funcionament del plug-in** i de la informació que s'intercanvia amb el Moodle.

Els conceptes de Moodle i de plug-in ACME-Moodle 4 poden trobar-se explicats en el punt 1.1.

5.3 Conceptes previs : Mòdul LTI

Els conceptes previs que han calgut adquirir per fer aquest apartat del TFG han estat **entendre l'estàndard LTI** (Learning Tools Interoperability).

A continuació s'explicarà en profunditat el protocol LTI :

5.3.1 Introducció

El LTI és un protocol creat per la IMS Global Consortium, una organització sense fi de lucre que busca establir un estàndard entre els sistemes de gestió d'aprenentatge de tot el món.

L'estàndard 1EdTech LTI té com objectiu disposar un únic *framework* per integrar qualsevol LMS o *Learning Management System*, com el Moodle, amb qualsevol aplicació d'aprenentatge, delegant la transmissió de dades entre els diferents actors cap a un protocol comú, facilitant la integració de noves eines en els mateixos LMS.

5.3.2 Terminologia

En el context d'aquest estàndard, s'utilitza un determinat vocabulari per identificar els aspectes clau del protocol.

- **Tool Provider** : Sistema o aplicació que ofereix eines o funcionalitats educatives que poden ser integrades en un entorn d'aprenentatge compatible amb LTI, com un sistema de gestió d'aprenentatge, com el Moodle. **En el nostre cas l'ACME és un Tool Provider.**
- **Tool Consumer** : Sistema o plataforma que pot consumir o utilitzar eines i serveis educatius proporcionats per *tool providers*. **El Moodle és el Tool Consumer.**
- **Context** : Els enllaços o recurs que es troben en el nostre *tool provider* es poden trobar en diferents contextos, és a dir, en una assignatura, en un curs determinat, etc. Per aquest motiu el context on es troba el recurs i que ens aporta informació sobre aquest és el que s'anomena *context*.
- **Resource Link** : Un *resource link* és l'enllaç que ens redirecciona cap al *Tool Consumer* i que conté un *Context* determinat.

5.3.3 Flux general de funcionament del protocol

1. **Actors** : En el context de funcionament amb LTI, hi actuen 3 actors.
 - 1.1 Tool Provider : L'ACME.
 - 1.2 Tool Consumer : Moodle.
 - 1.3 Usuari que es disposa a accedir a un recurs extern.
2. **Inici de Sessió** :
 - 2.1 L'usuari inicia sessió al seu LMS, en el nostre cas, el Moodle.
 - 2.2 L'usuari selecciona el recurs extern des del LMS, com per exemple ACME.
 - 2.3 El LMS genera un *LTI launch request* cap al *Tool Provider*, l'ACME.
3. **Comunicació entre Tool Provider i Tool Consumer** :

- 3.1 El *Tool Provider*, l'ACME, rep la sol·licitud LTI, amb les dades del context pot autenticar i validar que aquesta prové del LMS autoritzat i que les dades són correctes.
- 3.2 El *Tool Provider* o ACME, respón si tot ha anat bé amb una confirmació o *LTI Launch response* que inclou les dades necessàries per poder reedireccionar l'usuari cap al contingut desitjat.

4. Llançament de l'eina :

- 4.1 El LMS o Moodle redirecciona a l'usuari cap a la URL de llançament indicada pel *Tool Provider*.
- 4.2 L'usuari ja hi és al contingut que es troba incrustat en el propi LMS, no cal que es torni a *loggejar* en a l'ACME.

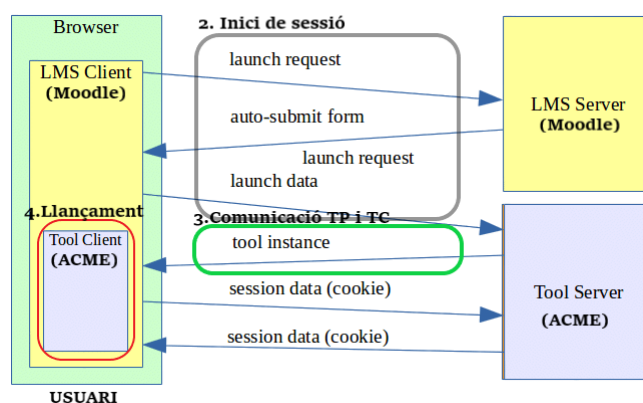


FIGURA 5.1: Seqüència de missatges, protocol de llançament LTI.

5.3.4 Serveis LTI

Un cop hi som connectats al recurs mitjançant el protocol LTI, aquest ens proporciona una sèrie d'avantatges, aquests són :

- **Names and Roles Provisioning Service (NRP):** Servei que permet al *Tool Provider* (ACME) obtenir els noms i rols dins del context específic. Això implica una integració més fluida pel usuari perquè podem adaptar millor el contingut, doncs, podem obtenir més informació d'aquest.
- **Grades Service :** Servei que permet la transferència de dades de qualificacions entre el *Tool Provider* (ACME) i *Tool Consumer* (Moodle), en aquesta direcció.
- **Deep Linking :** Amb aquesta utilitat el *Tool Consumer* pot generar *enllaços profunds*, el que permet que l'usuari accedeixi directament a recursos que no són accessibles sense una navegació prèvia per l'entorn.
- **Altres :** El protocol suporta la creació de serveis personalitzats que incrementin la funcionalitat d'aquest.

Capítol 6

Requisits del sistema

En els següents apartats no es farà distinció entre els dos mòduls a desenvolupar doncs els requeriments pel dos sistemes per desenvolupar són els mateixos.

6.1 Requisits funcionals

En la versió més recent del Moodle, mitjançant l'ús de l'entorn LTI, el sistema ha de disposar dels següents requeriments.

Com **alumne**, jo he de poder fer :

- Resoldre activitats proposades pel professor de l'ACME, en el Moodle.

Com a **professor**, jo he de poder fer :

- **Crear una Activitat ACME, en el Moodle.**
- **Exportar les notes de les activitats ACME cap al Moodle.**
- Consultar les activitats ACME d'una assignatura, en a l'ACME.
- Consultar els alumnes a l'ACME d'una assignatura, en a l'ACME.
- Consultar els grups d'una assignatura a l'ACME.
- Puntuar les activitats d'un grup/alumne a l'ACME.
- Consultar les dades d'entrega a l'ACME.
- Mirar estadístiques d'una activitat a l'ACME.

Com a **administrador**, jo he de poder fer :

- Gestionar les dades de l'ACME.
- Gestionar Assignatures de l'ACME.
- Gestionar els usuaris de l'ACME.
- Gestionar els grups de l'ACME.

El sistema ha d'executar un script a diari per actualitzar els usuaris que es poden haver afegit a l'assignatura un cop creada l'activitat en a l'ACME.

Cal recordar que aquest projecte no tracta de crear noves funcionalitats, si no de tornar a implementar-les amb un nou tipus de comunicació, tot aquest llistat ja es troba implementat amb un mòdul preexistent.

Les úniques funcionalitats que es veuran en aquest treball són les marcades en negreta, doncs, són les úniques on intervé el mòdul LTI.

6.2 Requisits no funcionals

Al no afegir-se realment cap addició al sistema actual que un usuari pugui identificar, el possible requisit no funcional que es pot extreure és el **reconeixement de convertir l'ACME en un *tool provider* en el context LTI.**

Per poder generar aquest reconeixement, IMS disposa d'un software anomenat *certification test suite* el qual genera uns resultats els quals es poden enviar al conjunt de persones que gestionen aquest sistema (*staff*) i al cap d'un temps si tot ha anat bé, l'eina obtindrà un *1EdTech certification*.

El software per obtenir el reconeixement i la resta de passos a dur a terme es poden trobar en [aquí](#).

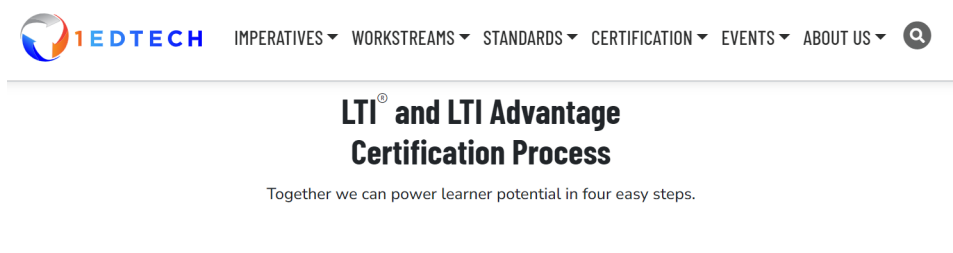


FIGURA 6.1: Certificat LTI que ofereix 1EDTECH.

Capítol 7

Estudis i decisions

7.1 Maquinari

- **Hardware** : Pel desenvolupament del treball, s'ha utilitzat un ordinador d'ús personal per connectar-se a un ordinador remot del sistema informàtic proporcionat per l'UdG.
- **Software** : Tot el projecte es realitzarà mitjançant PHP, el motiu de pes és que es treballa sobre un projecte ja existent, l'ACME, el qual es va escriure principalment en PHP. De totes maneres, PHP a l'actualitat té encara molta rellevància doncs és el llenguatge més utilitzat per la construcció d'entorns WEB.



FIGURA 7.1: Logo oficial de PHP

També destacar que per l'instal·lació del Moodle i la construcció del mòdul LTI es farà ús d'una base de dades proporcionada per **postgreSQL**, eina que es troba actualment en ús en el sistema on es treballarà.

7.2 Llibreries i/o programari

7.2.1 Plug-in ACME-Moodle v4

En aquest mòdul s'actualitza tant el software Moodle com la llibreria pròpia que en aquest apartat dirigeix la connexió ACME - Moodle anomenat **XML-RPC**.

Aquest mòdul és un protocol de crida a procediments remots, com el que es fan entre el Moodle i l'ACME, on, per codificar les crides s'utilitza XML i HTTP com a mecanisme de transport de les dades.

L'ACME llavors utilitza aquesta llibreria quan estableix connexions remotes, en aquest cas al Moodle, per l'intercanvi de dades.

7.2.2 Mòdul LTI

En aquest mòdul és on canviem de llibreria, de XML-RPC com manera de transportar les dades pel protocol LTI.

Per poder disposar del protocol LTI, s'ha d'**implementar una mena d'interfície** que proporcioni el mínim necessari per poder iniciar una connexió LTI i després per com s'han d'implementar les crides.

A la web hi han diferents implementacions LTI per diferents sistemes en diferents llenguatges de programació, en el nostre cas volem codificar LTI per l'ACME en PHP.

Pel desenvolupament d'aquest projecte, s'utilitzara una llibreria en PHP, que consisteix en la interfície a implementar amb l'objectiu de *convertir* l'ACME en una **eina**, aquesta és pot trobar en [aquí](#).

7.2.3 Open SSL

El protocol LTI utilitza claus públiques i privades pel criptosistema que es vol utilitzar (RSA, ElGamal, etc), en el nostre cas utilitzarem RSA.

Per aquest motiu, el programari que s'utilitzarà per generar les claus és **openssl**, biblioteca de codi obert per la criptografia i seguretat en les xarxes que proporciona implementacions de protocols de seguretat, algorismes de xifrat i eines per la gestió de claus.

El programari es pot trobar en la [pàgina oficial de openssl](#).

7.2.4 JWT: JSON Web Token

En el protocol LTI, tot missatge LTI (peticions de dades, llançament inicial, entre altres) va signat dins del que s'anomena un **JSON Web Token**.



FIGURA 7.2: PHP més JWT, implementació per Firebase

Els JWT són *tokens* o credencials digitals que s'utilitzen per transmetre dades entre dues o més parts de manera segura. Aquests es troben compostats per tres parts :

- Capçalera : Conté informació rellevant sobre com s'ha de tractar el token i principalment l'algorisme de signatura utilitzat.

- *Payload* : Conté el missatge que és vol transmetre.
- *Signatura* : En aquí intervenen les claus generades en el punt anterior (openssl), el destinatari haurà d'utilitzar la clau pública indicada en el registre de l'eina a la plataforma per poder comprovar la autenticitat del missatge.

Hi ha diferents implementacions de JWT per PHP, la més popular i que s'utilitzarà és la implementada per Firebase, és pot trobar en [aquí](#).

7.2.5 **phpseclib : PHP Secure Communications Library**

Per necessitats de la llibreria JWT, els algorismes que es requereixen per encriptar i desencriptar s'obtenen d'aquesta llibreria phpseclib, principalment ens interessa la implementació del algorisme RSA.

phpseclib és una llibreria de codi obert per PHP que proporciona una ample gamma de funcions i classes per realitzar operacions criptogràfiques, aquest conté la implementació dels diferents protocols que s'utilitzen en aquests criptosistemes.



FIGURA 7.3: Logo oficial de phpseclib.

El repositori de la llibreria es pot trobar en [aquí](#).

Capítol 8

Anàlisi i disseny del sistema

8.1 Anàlisi : plug-in ACME-Moodle 4

En aquest apartat es refereix només al mòdul LTI, el motiu és que no s'han trobat mancances que requereixen d'una modificació del sistema per actualitzar el plug-in.

8.2 Anàlisi : Mòdul LTI

Una vegada estudiat el protocol LTI i en funció del requisits que havia de fer el nou mòdul ACME LTI, es procedirà a analitzar i desenvolupar cadascun d'ells.

8.2.1 Actors

En aquest sistema només hi trobem 4 actors :

- **Sistema** : El programari en si mateix, disposa del tot el codi per dur a terme els diferents requisits.
- **Administrador** : Usuari que gestiona tot el sistema.
- **Professor** : Usuari que avalua una o més assignatures, dins d'aquest hi ha l'especialitat de **Responsable**, encarregada de gestionar l'assignatura o assignatures.
- **Alumne** : Usuari al qual són assignades uns exercicis per una activitat en una assignatura.

8.2.2 Diagrama de cas d'ús

En el següent diagrama de cas d'ús es mostren les funcionalitats o casos d'ús, els que no tenen color de fons són funcionalitats que ja hi són al sistema però no es tractaran, no intervé el mòdul LTI en aquests.

A més, com l'idea del mòdul LTI és integrar les diferents eines dins de les diferents plataformes, ja no cal considerar Moodle i ACME com diferents entorns, el que implica que el sistema que projectem al diagrama és pugui agrupar en un de sol, el sistema que conté el Moodle i que a dins seu hi és l'ACME.

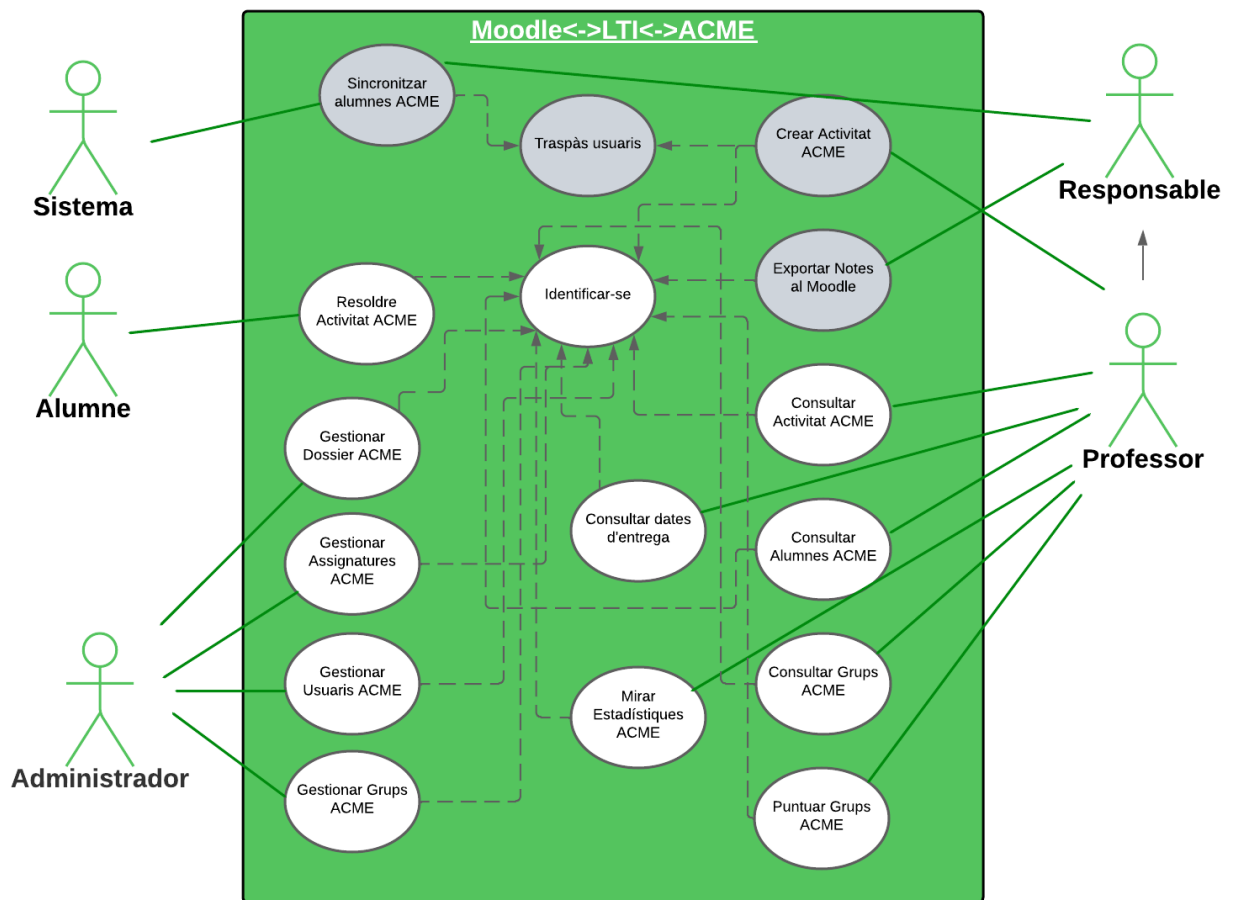


FIGURA 8.1: Diagram de cas d'ús pel sistema.

8.2.3 Fitxes de casos d'ús

Les fitxes de casos d'ús que cal implementar pel mòdul LTI són :

Cas d'ús: Crear Activitat ACME	
Versió	Visió anàlisi
Actors	Professor
Precondició	Cap.
Flux principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Si no existeix <i>Assignatura</i> o <i>Activitat</i> a l'ACME : <ol style="list-style-type: none"> 1.1) Buscar Assignatura al Moodle. 1.2) assign=Obtenir_dades_Assignatura(). 1.3) Buscar Usuaris de l'assignatura al Moodle. 1.4) usuària=Obtenir_dades_usuaris(). 1.5) Buscar Activitat al Moodle. 1.6) act=Obtenir dades activitat(). 1.7) Crear_activitat_ACME(assign,usuari,act). 2. Fsi. 3. Buscar activitat a l'ACME. 4. Mostrar activitat al Moodle.

Cas d'ús: Exportar Notes al Moodle	
Versió	Visió anàlisi
Actors	Responsable
Precondició	Cap.
Flux principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escollir activitats a traspassar (notes) a l'ACME. 2. Obtenir dades de les activitats. 3. Per cada activitat fer : <ol style="list-style-type: none"> 3.1) Obtenir notes activitat. 3.2) Enviar dades activitat al Moodle. 4. Actualitzar nota a l'alumne a l'assignatura en l'activitat al Moodle.

Cas d'ús: Sincronitzar alumnes Acme	
Versió	Visió anàlisi
Actors	Sistema
Precondició	Cap.
Flux principal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Per cada assignatura de l'ACME : <ol style="list-style-type: none"> 1.1) Obtenir dades assignatura ACME. 1.2) Obtenir dades assignatura al Moodle. 1.3) Obtenir els alumnes de l'assignatura al Moodle. 1.4) Per tot alumne de l'assignatura del Moodle : <ol style="list-style-type: none"> 1.4).1) Si alumne no existeix a l'ACME : <ol style="list-style-type: none"> 1.4).1).1) Crear alumne. 1.4).2) Fsi. 1.5) Fper. 2. Fper.

8.2.4 Model de dades

Una vegada analitzats els diferents requeriments i tenint clar que calia fer segons les fitxes de casos d'ús ens vam centrar en analitzar les dades que calia guardar.

LTI

Per la llibreria LTI, és necessari la creació de d'una base de dades relacional per poder registrar la nostra plataforma en la nostra eina, en altres paraules, per poder verificar i autenticar les peticions LTI que ens arriben.

Les taules a implementar ja hi són donades per la pròpia llibreria i responen a les necessitats del mòdul LTI, figura 8.2.

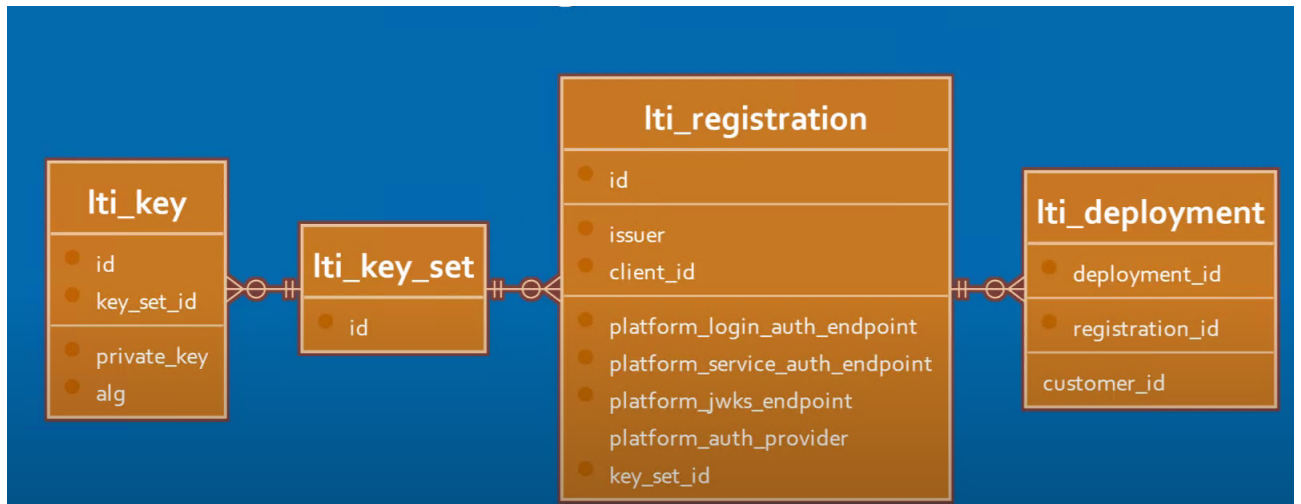


FIGURA 8.2: Model entitat-relació utilitzat per la llibreria LTI-PHP

- **lti_key** : Conté la clau privada que s'utilitza per encriptar les dades i l'algorisme d'encriptació.
- **lti_key_set** : Taula on s'associen les claus conformant un conjunt.
- **lti_registration** : Registre de la plataforma dins l'eina.
 - **issuer** : Text que identifica a la plataforma, com l'URL base d'aquesta.
 - **client_id** : Identificador únic proporcionat per la pròpia plataforma.
 - **platform_login_auth_endpoint** : Recurs que es troba a la plataforma, proporciona un *token* per verificar el *login* del llançament inicial.
 - **platform_service_auth_endpoint** : Recurs que es troba a la plataforma, proporciona un *token* per poder fer crides API a la plataforma des de l'eina.
 - **platform_jwks_endpoint** : Recurs que es troba a la plataforma, proporciona la clau pública de la plataforma per poder autenticar els JWKS rebuts.
 - **platform_auth_provider** : Recurs que permet als administrador configurar mètodes d'autenticació alternatius, no s'utilitzarà.
- **lti_deployment** : Taula que associa una instància d'una eina LTI en una plataforma.

ACME

En el model entitat-relació de l'ACME no s'ha trobat necessari la creació de noves taules, però si s'han modificat i utilitzat, a continuació es comenta amb quines s'ha treballat.

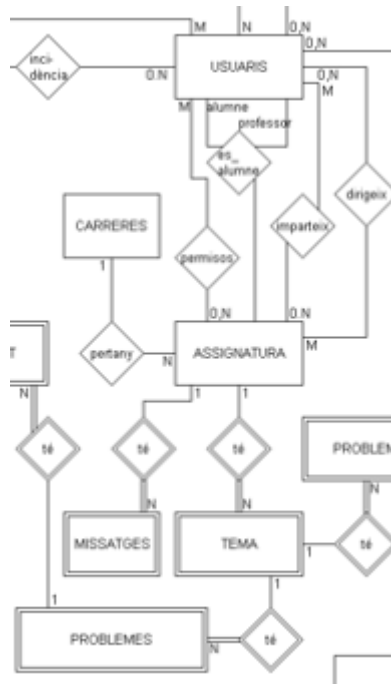


FIGURA 8.3: Model entitat-relació utilitzat per l'ACME. Relacions utilitzades.

- **Usuaris** : Com hem de traspasar els usuaris, tant alumnes com professors, es veu que la utilització d'aquesta taula és imperativa.

A més, per poder estendre la connexió LTI i així poder utilitzar els serveis LTI en altres funcionalitats de l'ACME, s'han creat 3 camps nous, *id_token*, *state* i *id_launch*. D'aquesta manera, cada vegada que un usuari accedeix a una activitat ACME en el Moodle, aquests camps es veuen actualitzats i si es vol fer ús d'una utilitat LTI podem accedir en aquests per disposar del lligam de la connexió LTI.

- **Assignatura** : En la part de creació d'una activitat sempre abans s'ha de crear l'assignatura, llavors haurem d'inserir prèviament l'assignatura del Moodle a l'ACME.
- **Tema** : O també anomenat activitat, part a crear en aquest mòdul.
- **Problemes** : Són els petits exercicis que s'assignen al tema/activitat i que són la part constituent de la nota final de l'activitat.

8.3 Disseny del mòdul LTI

8.3.1 Disseny d'interfícies

En aquest mòdul la majoria d'interfícies són reciclades, per aquest motiu a continuació es mostren ja realitzades les interfícies utilitzades per les diferents funcionalitats i l'única que he hagut de fer jo.

- Formulari per entrar les dades, creació activitat a l'ACME.

General

Data d'inici

Data fi

Tipus d'activitat

Paràmetres exclusius d'activitats

Activitat incremental

Paràmetres exclusius de proves

(A) Vista1, activitat assignatura.

General

Data d'inici

Data fi

Tipus d'activitat

Paràmetres exclusius d'activitats

Paràmetres exclusius de proves

Clau

Durada màxima en minuts

Correcció visible

(B) Vista2, prova presencial.

General

Data d'inici

Data fi

Tipus d'activitat

Paràmetres exclusius d'activitats

Paràmetres exclusius de proves

Durada màxima en minuts

Correcció visible

(C) Vista3, prova no presencial.

- Activitat creada en a l'ACME, vista des d'un alumne.

ACTIVITAT 1 - TEST1				
Data límit		20/6/2023 18:37		
N. Exercici	Estat	Errors de Resultat	Errors Sintàctics	
1	No Result	0	0	

FIGURA 8.5: Activitat creada en a l'ACME, vista des d'un alumne al Moodle.

- Activitat creada en a l'ACME, vista des d'un professor.

Marca com a feta

CONSULTAR GRUP ⓘ

CERCADOR D'EXERCICIS ⓘ

DOSSIER DELS ALUMNES ⓘ

OPIONS DE CONFIGURACIÓ ⓘ

CONSULTAR ALUMNE ⓘ

AVALUACIÓ DE L'ASSIGNATURA ⓘ

Alumne	N. Exercici	Estat	Errors de Resultat	Errors Sintàctics	Lectures
☐ _1, Alum	1	No Resolt	0	0	0
☐ _2, Alum	1	No Resolt	0	0	0
☐ _3, Alum	1	No Resolt	0	0	0
☐ _4, Alum	1	No Resolt	0	0	0
☐ _5, Alum	1	No Resolt	0	0	0

CONSULTAR ACTIVITAT - ACCEDIR A L'ACME

FIGURA 8.6: Activitat creada en a l'ACME, vista des d'un professor al Moodle.

- Selecció d'activitats per exportar les notes.

ASSIGNATURA1 ASSIGNATURA2 ASSIGNATURA3

Admin Usuari

Estàs a » ACME » Iníci » assignatura1 » Avaluació de l'assignatura » Exportar Notes al Moodle

MENÚ DE SELECCIÓ D'OPCIONS ▲

Criteris d'avaluació Descarregar notes	Exportar Notes al Moodle
Format de les notes	

Núm	Nom	Seleccionar
1	Test1	<input type="checkbox"/>
2	Test1	<input type="checkbox"/>
3	Prova1	<input type="checkbox"/>
4	Test6	<input type="checkbox"/>

Exportar

FIGURA 8.7: Selecció d'activitats per exportar les notes, vista responsable a l'ACME

Capítol 9

Implementació i proves

9.1 Implementació del plug-in ACME-Moodle 4

9.1.1 Instal·lació del Moodle

El primer que s'ha de fer és instal·lar el Moodle en la seva versió més [recent](#). Per poder completar la instal·lació però serà necessari disposar de PHP i una base de dades.

Un cop ens hem baixat el Moodle en el nostre servidor, el primer que hem de fer és configurar aquest, per això, obrim un navegador i accedim al fitxer `install.php` dins del servidor on tenim el Moodle :

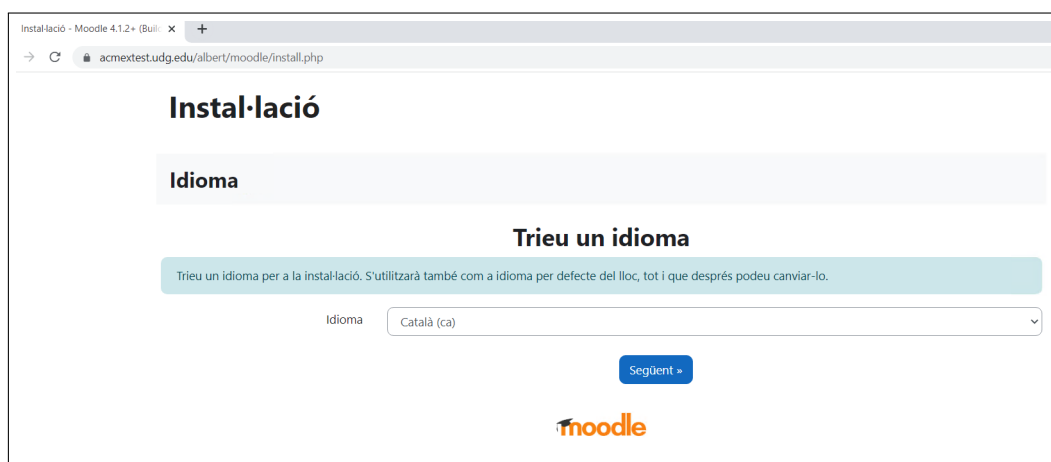


FIGURA 9.1: Pàgina d'instal·lació del Moodle.

Entre els següents passos més rellevants trobem :

- **Configuració de la base de dades**, en el nostre cas disposem de PostgreSQL doncs és el que es troba instal·lat actualment en el sistema on es treballa.

Ens demana que indiquem el paràmetres necessaris per accedir a la base de dades, com ho són el nom d'aquesta, l'usuari i la respectiva contrasenya i finalment el servidor i el port al qual connectar-se.

- **Instal·lació d'extensions**, un cop instal·lat el Moodle, en el servidor on es serveixen les peticions s'han de complir uns mínims per disposar de les funcionalitats requerides en cada versió del Moodle.

Moodle 4.1.2+ (Build: 20230414)

Consulteu la informació sobre aquesta versió de Moodle a les **Notes de llançament**

Comprovacions del servidor

Nom	Informació	Informe	Connector	Estat
moodle		☞ esteu executant la versió 4.1.2+ (Build: 20230414) i es requereix la 3.9 ☞		Correcte
unicode		☞ cal instal·lar-lo i habilitar-lo ☞		Correcte
database	postgres (13.4 (Debian 13.4-1.pgdg100+1))	☞ esteu executant la versió 13.4 i es requereix la 12 ☞		Correcte
php		☞ esteu executant la versió 8.0.28 i es requereix la 7.4.0 ☞		Correcte
pcreunicode		☞ s'hauria d'instal·lar i habilitar per aconseguir el millor funcionament ☞		Correcte
php_extension	iconv	☞ cal instal·lar-lo i habilitar-lo ☞		Correcte
php_extension	mbstring	☞ cal instal·lar-lo i habilitar-lo ☞		Correcte
php_extension	curl	☞ cal instal·lar-lo i habilitar-lo ☞		Correcte
php_extension	openssl	☞ cal instal·lar-lo i habilitar-lo ☞		Correcte
php_extension	tokenizer	☞ s'hauria d'instal·lar i habilitar per aconseguir el millor funcionament ☞		Correcte
php_extension	soap	☞ s'hauria d'instal·lar i habilitar per aconseguir el millor funcionament ☞		Correcte
php_extension	ctype	☞ cal instal·lar-lo i habilitar-lo ☞		Correcte
php_extension	zip	☞ cal instal·lar-lo i habilitar-lo ☞		Correcte
php_extension	zlib	☞ cal instal·lar-lo i habilitar-lo ☞		Correcte
php_extension	gd	☞ cal instal·lar-lo i habilitar-lo ☞		Correcte

FIGURA 9.2: Totes les extensions són instal·lades.

Després, un cop finalitzada la configuració, ens demanarà crear un usuari administrador per poder gestionar el Moodle.

9.1.2 Connexió ACME-Moodle

La finalitat del projecte es permetre la connexió entre el mòdul ACME amb el Moodle versió 4. Per fer això, Moodle disposa d'una carpeta anomenada mod on s'hi poden incloure funcionalitats per aquest.

El projecte ACME ja hi té desenvolupat un plug-in ACME que només requereix de fer la tasca prèviament mencionada. Just després, haurem d'immediatament de *registrar* aquest Moodle en a l'ACME, per fer això haurem d'anar a l'ACME, EINES -> Altres utilitats -> Gestió Moodles i emplenar els següents camps :

- **ID Moodle** : identificador únic que es troba dins del fitxer del mòdul ACME `acme.php`.
- **Nom del Moodle** : Arrel base de la URL.
- **IP** : Adreça o adreces on es fan les peticions del Moodle.
- **Adminsitrador** : Nom i/o cognoms de l'administrador.

La resta de camps es poden deixar amb el valor per defecte.

Hola Albert Sastre, vols afegir nous Moodles a la llista:

Afegir el Moodle:

ID Moodle:

Nom del Moodle:

IP:

Administrador:

Limit assignatures:

Limit alumnes:

Limit activitats:

Limit exercicis:

Ilimitat:

Afegir

FIGURA 9.3: Registre d'un Moodle en a l'ACME.

Després ja podem observar que disposem del mòdul ACME en el nostre Moodle :

Nom del connector	Versió	Disponibilitat	Accions	Anotacions
Mòduls d'activitat				
ACME mod_acme	2018050940	Activat	Desinstal·la	Complement

FIGURA 9.4: Plug-in ACME com a connector disponible en llistat.

Finalment, ja trobem disponible l'opció de crear activitats ACME en les nostres assignatures.

Afegeix una activitat o un recurs

Cerca

Tots **Activitats** Recursos

ACME Base de dades Carpeta Consulta Eina externa Enquesta

FIGURA 9.5: Activitat ACME disponible.

9.2 Implementació del mòdul LTI

A continuació passem a veure com hem realitzat la implementació del nou mòdul de connexió seguint l'estàndard LTI. Per això passem a veure com hem implementat cada fitxa de cas d'ús.

9.2.1 Creació Activitat ACME (Moodle)

Registre de l'eina LTI a la plataforma

El nostre objectiu és poder crear una activitat ACME mitjançant la comunicació LTI entre el Moodle i l'ACME.

LLavors, el primer que haurem de fer és permetre a un usuari crear una **activitat** o **eina externa** des del Moodle.



FIGURA 9.6: Opció d'eina externa al Moodle.

Al seleccionar l'opció d'Eina externa haurem d'indicar el nom d'aquesta, i, principalment, l'eina que volem utilitzar.

L'eina LTI que volem utilitzar és l'ACME, al Moodle llavors el que farem serà registrar aquest com a eina, tot això des de l'apartat de connectors a la configuració d'eines externes del Moodle.

En aquest cas haurem de configurar la nostra eina de forma manual on se'ns demanarà els diferents recursos dels que disposa l'eina LTI, l'ACME, per dur a terme una connexió LTI amb una plataforma LTI qualsevol.

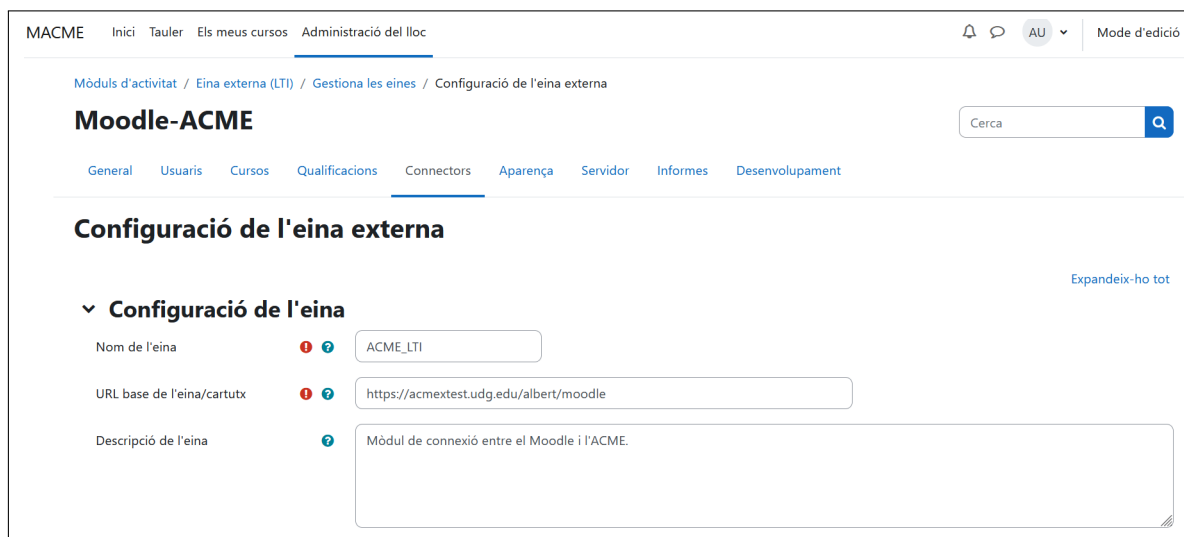


FIGURA 9.7: Pantalla parcial de configuració d'una eina LTI al Moodle 4

A continuació és descriuen tots els paràmetres i com s'han emplenat :

- **URL base de l'eina** : Adreça base d'on es troba allotjat l'eina.
- **Public keyset** : Corresponen a la clau pública de la clau privada a generar, en format RSA.

Creació parell de claus RSA Per poder obtenir dades internes del Moodle o més ben dit per qualsevol petició iniciada per qualsevol dels dos, s'envien missatges **JWT signats per claus privades**, més concretament utilitzarem l'estàndard RSA amb autenticació d'usuari (signatura digital).

Per aquest motiu, haurem de crear un parell de claus, pública i privada, que ens permetin tant codificar els nostres missatges com autenticar aquests.

El programari utilitzat és **openssl**, biblioteca de codi obert per la criptografia i seguretat en les xarxes que proporciona implementacions de protocols de seguretat, algorismes de xifrat i eines per la gestió de claus.

Un cop ens hem baixat els binaris, accedim a la línia de comandes en Windows i ens situem al directori on es troben aquests.

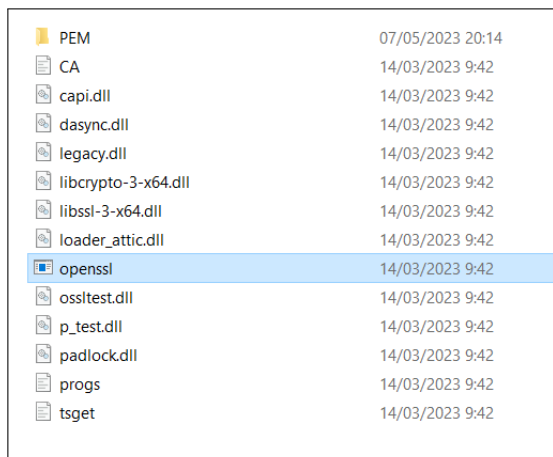


FIGURA 9.8: Binaris del programari openssl

A continuació executem la següent comanda :

```
openssl genpkey -algorithm rsa -pkeyopt rsa_keygen_bits:2048 -out keypair.pem
```

Aquest ens genera la clau privada, si volem obtenir la clau pública corresponent en aquesta haurem d'executar la següent comanda :

```
openssl pkey -pubout -inform PEM -outform PEM -in keypair.pem -out public-key.pem
```

Com podem observar s'està generant la clau pública a partir de la privada, això és necessari doncs les claus han de tenir una relació matemàtica per poder desxifrar el missatge JWT mitjançant RSA correctament, altrament no podem verificar la autenticació.

Els fitxers obtinguts són de l'extensió .pem i dins seu contenen claus en format RSA, **la clau privada (keypair.pem) l'haurem d'incloure a la nostra base de dades, ha de ser secreta i fa referència a la clau que el nostre LMS utilitza per encripta les dades.**

La clau pública (public-key.pem), s'ha d'incloure al registre del LMS, aquesta és la clau que la nostra eina LTI utilitzà per autenticar la nostra identitat.

FIGURA 9.9: Configuració de la clau pública, Moodle 4

- **Initiate login URL** : *Endpoint* de l'eina, autentica a la plataforma dins de l'eina.
- **Redirection URI** : Adreça que conté el contingut a mostrar un cop autenticat la plataforma.

Un cop desem els canvis, disposem d'un registre d'una eina LTI a seleccionar quan vulguem utilitzar una eina externa com es mostra a la figura 9.10.

FIGURA 9.10: Selecció de l'eina externa.

Amb això donem per acabat la part a realitzar des de la plataforma LTI, el Moodle. Tot el que s'ha de fer a continuació es realitzarà des de l'eina LTI, l'ACME.

Llibreria LTI Tool Provider, Login Moodle en l'ACME

En una connexió LTI, la nostra eina, l'ACME, només accepta peticions de plataformes que aquesta en tingui en un registre prèviament acordat.

En altres paraules, abans de que la nostra eina proporcioni el contingut, aquesta valida la petició mitjançant els paràmetres que rep.

Llibreria LTI Tool Provider, Creació i ús base de dades EINA La nostra eina també registra el que seria l'altre part en aquest sistema, la plataforma, en una base de dades.

Això significa que, quan la nostra eina rebí els paràmetre de llançament de la plataforma, la nostra eina consultarà a la seva base de dades per poder comparar i comprovar que la petició és vàlida.

La base de dades es generada en l'entorn postgresQL, des de la línia de comandes fem :

```
1 create database example_lti_albert;
```

Un cop i som a la base de dades, generem les taules corresponents (annex 14.1).

Finalment emplenem els valors corresponents, d'entre tots els camps, destaquem els que fan referencia a la taula *lti_registration*, més concretament les tres primeres plataformes, doncs, aquests fan referencia a *endpoints* de la plataforma, el Moodle, són els següents :

```
1 INSERT INTO lti_registration VALUES (
2   ...,
3   'https://acmextest.udg.edu/albert/moodle/mod/lti/auth.php',
4   'https://acmextest.udg.edu/albert/moodle/mod/lti/token.php',
5   'https://acmextest.udg.edu/albert/moodle/mod/lti/certs.php',
6   ...
7 );
```

Un cop disposem d'una base de dades, la nostre eina ha de poder accedir en aquesta i obtenir cadascuna de les taules, per aquest motiu, la llibreria que utilitzem disposa d'una **interfície a implementar les diferents crides que podem fer per obtenir els valors de cada taula.**

```

1 class ACME_LTI_Database implements LTI\Database {
2
3     private $dbconn;
4
5     public function __construct() {
6         $connStr = "... dbname=example_lti_albert ...";
7         $this->dbconn = pg_connect($connStr);
8     }
9
10    ...
11 }

```

Llibreria LTI Tool Provider, Initiate Login URL Ara ja disposem de totes les dades i la manera d'accedir en aquestes per poder fer login de la nostra plataforma en l'eina, per l'ho tant creem el fitxer que havíem indicat en el registre del nostre LMS de la nostre eina LTI, *Initiate login URL*.

Aquest s'encarrega de redirigir la nostra petició cap al recurs de l'eina que volem obtenir verificant la correctesa de la petició part que deleguem a la llibreria.

```

1 use \IMSGlobal\LTI;
2
3 LTI\LTI_OIDC_Login::new(new ACME_LTI_Database())
4     ->do_oidc_login_redirect("https://acmestest.udg.edu/albert/testLTI/
5     web_lti.php")
6     ->do_redirect();

```

Llibreria LTI Tool Provider, Verificació llançament Finalment, un cop s'han enviat tots els paràmetres amb el login en el que seria l'endpoint, el següent pas és verificar aquests.

Per això, la llibreria ens torna a oferir un mètode transparent que verifica que el missatge JWT rebut és d'acord al que s'espera, al registre que hem fet a la base de dades sobre aquesta instància de la plataforma.

```

1 use \IMSGlobal\LTI;
2 $launch = LTI\LTI_Message_Launch::new(new ACME_LTI_Database())->validate()
3 ;

```

9.2.2 Creació Activitat ACME (ACME)

La primera vegada que entrem a l'activitat com professor, l'activitat no es trobarà a l'ACME, per l'ho tant l'haurem de crear.

Per fer això però necessitem diferents dades que haurem de demanar al Moodle un cop hi som des de l'ACME loguejats.

Personalització de l'activitat

En el cas del Moodle, l'opció d'eines externes només ens permet configurar certs paràmetres referents al llançador que utilitzem, però no del contingut al que volem redirigir.

Amb el mòdul anterior que s'utilitzava per la connexió entre el Moodle i l'ACME, veure figura 9.11, abans de que es cregui l'activitat s'indiquen diferents paràmetres que personalitzen l'activitat pel professorat.

FIGURA 9.11: Selecció de paràmetres de l'activitat, mòdul RPC.

D'acord en això, **la primera vegada que el tutor accedeixi a l'activitat**, hauria de veure un menú d'aquest estil on pugui ajustar els diferents paràmetres corresponents, veure figura 9.11.

FIGURA 9.12: Selecció de paràmetres de l'activitat, mòdul LTI.

La pàgina o formulari que es realitza en aquest mòdul però té la gran diferencia de que és fa des de l'entorn de l'ACME i no des de l'entorn del Moodle, el que implica que no disposem dels mateixos recursos.

Els paràmetres indicats són els següents :

- **Linkar una activitat existent** : Permet linkar aquesta activitat amb una prèviament ja creada a l'ACME.

- **Data d'inici** : Data de començament per la qual l'activitat es trobarà activa i l'alumnat hi podrà enviar solucions als problemes assignats en aquesta.
- **Data fi** : Data per la qual l'activitat deixa de ser activa, l'alumnat no pot enviar més solucions.
- **Tipus d'activitat** : Hi han fins a 3 tipus diferents :
 - Activitats assignatura : Exercicis del dia a dia.
 - Proves presencials : Exàmens presencials amb clau.
 - Proves no presencials : Examen no presencial que no necessita clau.
- **Activitat incremental** : Permet que l'alumnat realitzi els exercicis de manera gradual.
- **Clau** : Clau que ha d'introduir l'alumnat en cas de seleccionar Proves presencials.
- **Durada màxima en minuts** : Temps previst en cas de seleccionar una de de les dues modalitats de proves.
- **Correcció visible** : Permet decidir al professorat si vol que l'alumnat pugui veure immediatament la correcció de les seves respostes o no.

Els paràmetres agrupats en *Paràmetres exclusius de de proves* només són visibles si s'ha seleccionat com a *Tipus d'activitat* alguna de les dues proves.

Els vuit paràmetres indicats que es poden agrupar en *General*, *Paràmetres exclusius d'activitats* i *Paràmetres exclusius de de proves*, són les dades mínimes requerides per poder generar una activitat a l'ACME.

Creació activitat en a l'ACME

Finalment, ara que ja disposem de totes les dades necessàries per crear l'activitat del Moodle en a l'ACME, ens disposem a traslladar aquesta a la nostra eina LTI, l'ACME, mitjançant peticions de la llibreria que segueixen el propi protocol LTI, cap al LMS, el Moodle, on hi són les dades.

La llibreria ens permet obtenir les dades de manera transparent, un cop hem verificat la autenticació de la connexió podrem disposar de totes les dades del llançament.

```

1 function Obtenir_Dades_Llancament($launch){
2     $dades=$launch->get_launch_data();
3     $ids = json_decode($launch->get_launch_data()['https://purl.
4     imglobal.org/spec/lti-bo/claim/basicoutcome']['lis_result_sourcedid'],
5     true)['data'];
6     preg_match('/#(\w+)/', $launch->get_launch_data()['https://purl.
7     imglobal.org/spec/lti/claim/roles'][0], $ress);
8     $valors=[
9     'id_moodle' => $dades['aud'],
10    'assignatura' => $dades['https://purl.imglobal.org/spec/lti/
11    claim/context']['title'],
12    'id_assig_M' => $dades['https://purl.imglobal.org/spec/lti/
13    claim/context']['id'],
14    'usuari_M' => $ids['userid'],

```

```

10     'titolacme' => $dades['https://purl.imsglobal.org/spec/lti/
claim/resource_link']['title'],
11     'id_acme' => $ids['instanceid'],
12     'rol_usuari' => $ress[1]
13 ];
14
15     return $valors;
16 }

```

- **Crear Assignatura**

La creació d'una assignatura a l'ACME només implica dos passos :

1. Crear una assignatura a l'ACME.
2. Establir la relació entre la darrera assignatura creada a l'ACME i a la qual ens trobem lligats amb el llançament rebut.

Un cop fet això el següent pas és afegir els diferents usuaris inscrits a l'assignatura.

- **Afegir Usuaris**

Per afegir els diferents usuaris, primer haurem d'obtenir aquests, recordem que com vam dir al primer punt, l'entorn en el que treballem és des del punt de vista de l'eina, és a dir, l'ACME, i llavors els hi haurem de demanar al Moodle.

Per obtenir els usuaris, haurem d'habilitar l'opció que permet a la nostra eina demanar el servei *IMS LTI Names and Role Provisioning*.

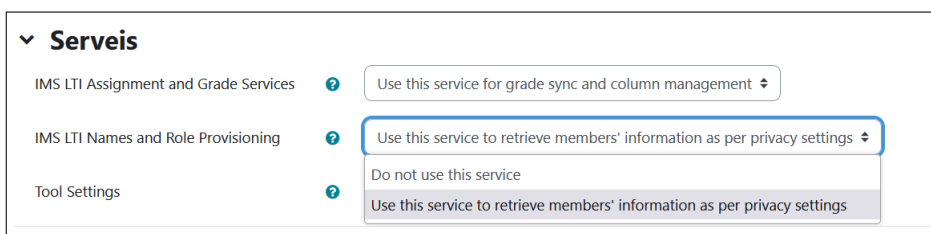


FIGURA 9.13: Configuració de Serveis per eines externes, Moodle.

Amb això ja tindrem accés en aquest servei el qual podrem accedir amb la llibreria una altra vegada abans havent autenticat el llançament.

```

1 if (!$launch->has_nrps()) throw new Exception("Don't have names and
roles!");
2 $nrps = $launch->get_nrps();
3 $members=nrps->get_members();

```

Un cop disposem dels usuaris, haurem de considerar tres contextos diferents :

1. **L'usuari no existeix.**
2. **L'usuari existeix del tipus oposat però no del seu.**
3. **L'usuari existeix del seu tipus (no importa del tipus oposat).**

*Tipus existents: *Administrador, Professor i Alumne*. En aquest context *Administrador i Professor són el mateix*.

La diferencia és troba en que en el primer i segon cas s'ha de crear un usuari amb dades *noves* però en el darrer cas no.

- **Crear Activitat**

Finalment, tant si hem seleccionat una activitat per linkar o no, hem de crear aquesta.

La creació d'una activitat consta de dues parts :

1. Crear l'activitat o tema a l'ACME, passant els paràmetres personalitzats.
2. Relacionar l'activitat o tema generat a l'ACME amb l'activitat de llançament.

En cas de tractar-se d'una activitat de tipus prova (prova presencial o no presencial) la haurem de donar d'alta com un examen a l'ACME.

Mostrar Menú Activitat ACME

L'implementació d'aquest mòdul no comporta molt més que modificar com s'obtenen els valors en joc, el flux del programa és el mateix.

Un cop implementat, hi han 2 vistes, una com alumne i una altre com professor, figures 9.14 i 9.15.

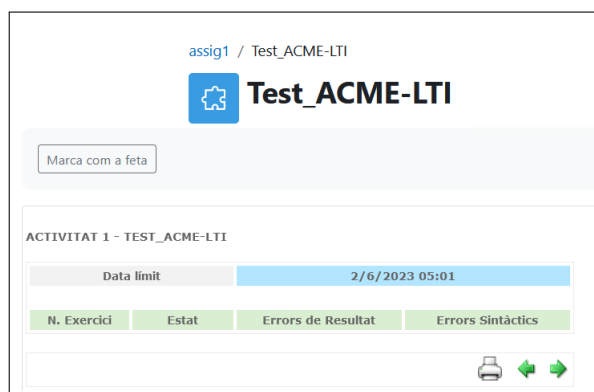


FIGURA 9.14: Vista alumne de l'activitat al Moodle.

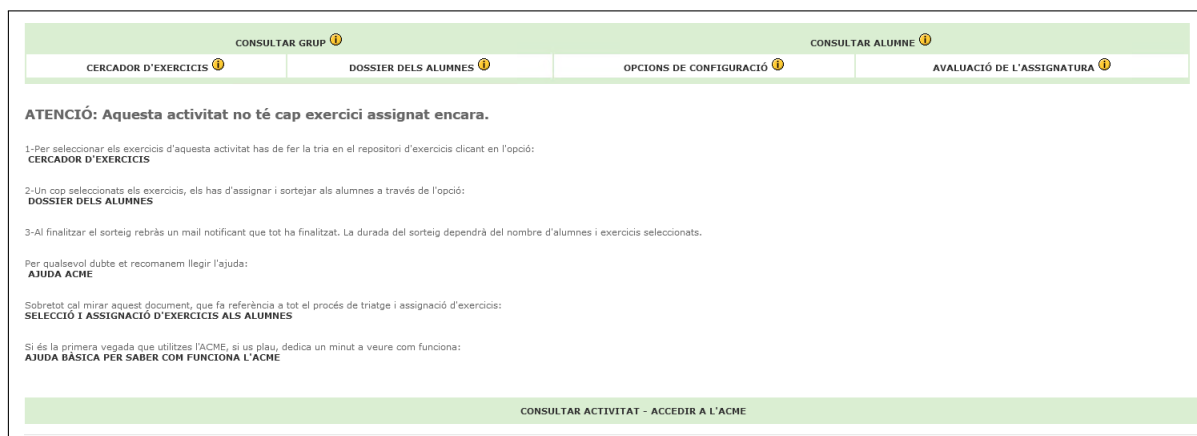


FIGURA 9.15: Vista professor de l'activitat al Moodle.

*Visualització sense cap problema assignat.

9.2.3 Exportar Notes cap al Moodle

Habilitar Servei Notes (Moodle)

El LTI ens proporciona un servei per habilitar la gestió de l'avaluació entre eina i plataforma, *IMS LTI Assignment and Grade Services*. Amb aquest podem directament assignar les notes de la plataforma respecte a l'activitat en la mateixa eina.

Per disposar d'aquest en els nostres llançaments, haurem d'habilitar-lo en la nostra plataforma, el Moodle.

Llavors, a l'apartat d'Administració Del Lloc → Connectors → Mòduls D'activitats → Eina Externa (LTI), seleccionem la configuració de la nostra eina registrada :

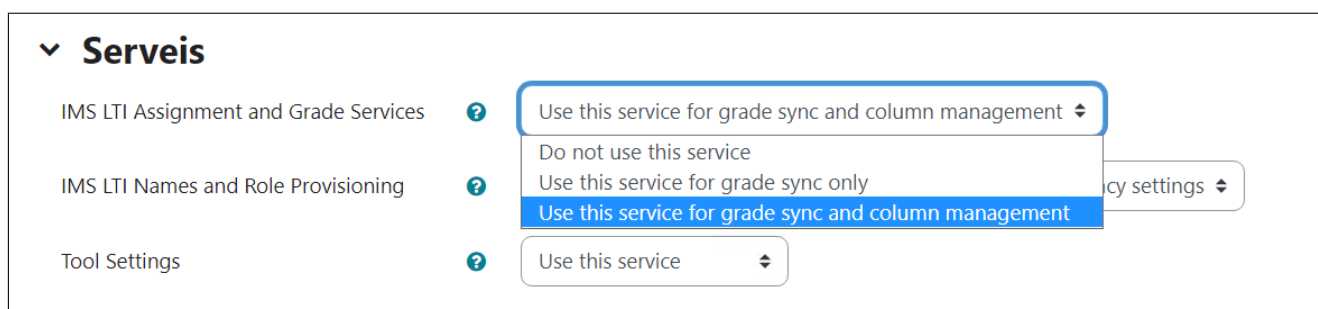


FIGURA 9.16: Servei LTI, Assignació i Avaluació, habilitat al major grau.

Amb aquest servei habilitat ja hi és tot llest des de la part de la plataforma.

Avaluació de les activitats

Obtenció Notes (ACME) En aquest punt només es menciona que és reutilitzarà la implementació de l'obtenció de notes existent per l'ACME doncs el protocol LTI no intervé.

Obtenció Notes (Moodle) Per la exportació de notes cap al Moodle, la llibreria LTI utilitzada ens proveeix de dues interfícies que faciliten la tasca, aquestes són :

LTI_Grades : Objecte que representa a una nota, a més, permet proveir d'altra informació (nota màxima, estat de la qualificació ...), s'associa a un usuari del Moodle.

LTI_Lineitem : Objecte que representa les qualificacions de les activitat de l'assignatura del llançament. S'associa a una activitat dins de l'assignatura del llançament del Moodle.

Llavors, des de l'ACME, un cop disposem de les activitats a exportar, obtenim els alumnes de l'assignatura (Servei LTI per obtenir els usuaris) i per cadascun d'ells, obtenim la nota de l'activitat a l'ACME. Finalment creem els objectes LTI i mitjançant el servei LTI per assignar i avaluar enviem aquests dos objectes.

```

1 function avaluar_alumne($launch,$user,$id_tema_m,$nota,$nota_max=10){
2     $grades = $launch->get_ags();
3
4     $score = LTI\LTI_Grade::new()
5         ->set_score_given($nota) //nota
6         ->set_score_maximum($nota_max) //nota max
7         ->set_timestamp(date(DateTime::ISO8601))
8         ->set_activity_progress('Completed')
9         ->set_grading_progress('FullyGraded')
10        ->set_user_id($user['user_id'])* id de l'usuari*/;
11
12    $score_lineitem = LTI\LTI_Lineitem::new()
13        ->set_score_maximum($nota_max) //nota max
14        ->set_resource_id($id_tema_m) /* id de l'activitat*/ ;
15
16    $grades->put_grade($score, $score_lineitem);
17 }

```

Com observació, les qualificacions obtingudes al Moodle són amb una nota màxima especificada amb un paràmetre propi de l'activitat. La llibreria LTI o l'objecte Grade ja fa la conversió per canviar la nota si les notes màximes no concorden, com és pot veure en la figura 9.17 (en a l'ACME, la nota màxima és sobre 10 i en el Moodle, en aquesta activitat, sobre 100).

FIGURA 9.17: Paràmetre que controla la nota màxima.

9.2.4 Sincronització d'alumnes del Moodle amb l'ACME

Abans de començar a implementar aquest mòdul, es comentarà la problemàtica que s'ha trobat i quina ha sigut la solució proposada.

En l'anterior mòdul de connexió entre Moodle i ACME amb RPC, s'executava un script en segon pla, és a dir, es creava un procés que executés un script constantment (controlat per temporitzadors) que cada nit demanava per cada assignatura del Moodle els alumnes mitjançant una crida RPC.

En el mòdul actual, utilitzant el protocol LTI, això no és factible. Per poder utilitzar un servei LTI com és el de demanar els usuaris del Moodle, s'ha d'haver establert un lligam o connexió on un usuari actiu **explícitament** consulta un recurs extern LTI.

Per aquest motiu en comptes de la reimplementació d'aquest script s'ha optat per la decisió d'afegir una opció a cada activitat LTI creada en a l'ACME que permeti als responsables sincronitzar els alumnes d'aquella assignatura de manera manual, figura 9.18.

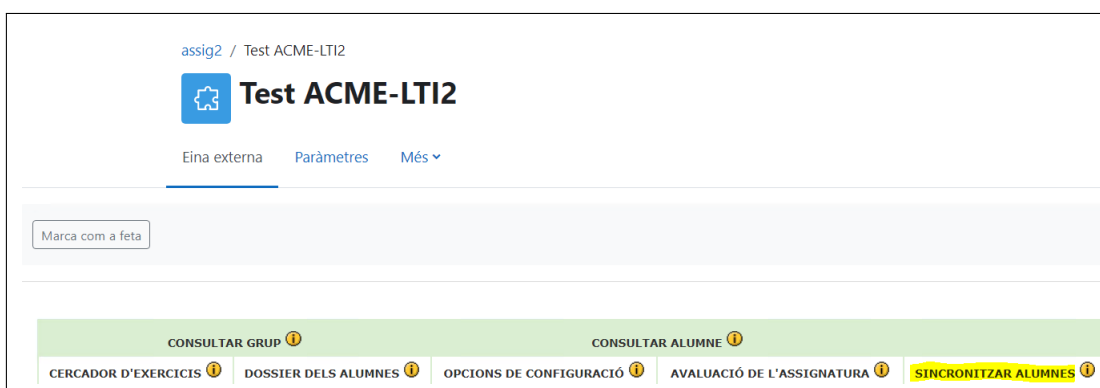


FIGURA 9.18: Opcions visibles pel responsable amb el mòdul LTI.

Per poder sincronitzar els alumnes d'una assignatura en a l'ACME, haurem de fer el següent :

1. **Obtenir els usuaris (tant alumnes com professors)** mitjançant la connexió establerta entre Moodle i ACME de l'usuari responsable.

Aquest procés ja s'ha implementat diverses vegades al llarg del treball, per lo tant és trivial.

2. **Per cada usuari, mirem si existeix o no en a l'ACME**, i si existeix, mirem si pertany o no a l'assignatura de l'ACME i si no és el cas, haurem de tractar-lo.

```

1 foreach($alumnes as $alum){
2     if(!EXISTEIX_USUARI_ACME){
3         Tractament_Usuaris_LTI_I(...);
4         ...
5     }
6     else {
7         $dades_usuari=OBTENIR_DADES_USUARI_ACME;
8         if(!ES_ALUMNE_ASSIGNATURA){
9             AltaUsuari(...);
10            ...
11        }

```

```

12     }
13 }
14
15 //el mateix pels professors, adaptant alumne per professor.
16

```

- Finalment i només en cas que s'hagin afegit alumnes, haurem de *reparar* les activitats de l'assignatura, això vol dir que haurem d'**assignar les activitats ja existents de l'assignatura als nous alumnes**.

Notificació de nous usuaris

Com en l'anterior mòdul el context era que un cop cada dia s'executés aquest script, ara que ho fem de manera manual el que s'ha optat és que cada vegada que s'accedeixi a una activitat com responsable, es comprova si hi ha nous alumnes, seguint el mateix flux que quan volíem sincronitzar els usuaris però ara ens ho anotem, si es dona el cas ho denotem posant el text d'un altre color.

```

1     <td valign="middle"><div align="center"><a
2     <?php if(Cal_Sincronitzar_LTI($launch,$assig)) { ?>
3         style="color: red;" <?php
4         }?> ...

```

Aquesta operació, encara que té complexitat polinòmica, no és segur que en un entorn real on hi poden arribar al miler d'alumnes per assignatura sigui factible a realitzar per la quantitat de bytes que es poden arribar a transmetre (*overheat*). Per aquest motiu pot no arribar a trobar-se en el producte final.

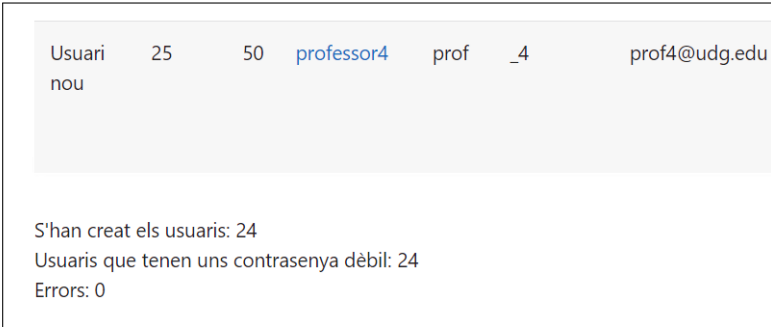
9.3 Proves plug-in ACME Moodle 4

Una vegada ja tenim ACME i Moodle 4 connectats, hem de provar i verificar que totes les funcionalitats de traspàs d'informació funcionen correctament i si no és així caldrà rectificar las parts que no funcionen.

9.3.1 Creació d'un entorn educatiu *real*

En aquest apartat es construirà una simplificació d'un entorn educatiu real, més concretament es farà :

- Usuaris** : Com es tracta de simular un ambient educatiu, hi hauran tant alumnes com professors, d'acord en això es crearan un total de **24 usuaris**, més endavant s'assignaran els rols corresponents.



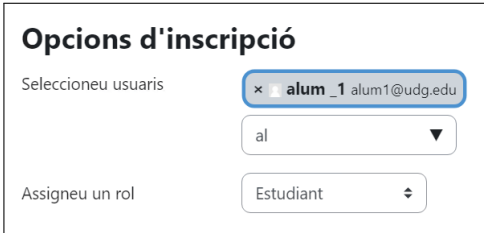
Usuari nou	25	50	professor4	prof	_4	prof4@udg.edu
------------	----	----	------------	------	----	---------------

S'han creat els usuaris: 24
 Usuaris que tenen una contrasenya dèbil: 24
 Errors: 0

FIGURA 9.19: Creació d'usuaris mitjançant un fitxer .csv.

- **Assignatures** : Continuant amb la mateixa filosofia, es generaran **4 assignatures** on es trobaran repartits tant els professors com els alumnes.
- **Rols** : Finalment s'assignen usuaris a les assignatures. En el Moodle això té un significat dins d'aquest context, un usuari és un alumne o un professor dins d'una assignatura.

Assignem 5 alumnes i 1 professor a cada assignatura.



Opcions d'inscripció

Seleccioneu usuaris

Assigneu un rol

FIGURA 9.20: Inscripció d'un usuari amb un rol assignat a una assignatura.

9.3.2 Prova 1 : Creació activitat Moodle

Un cop es tenen assignatures i alumnes al quals se'ls hi pot assignar activitats com a professor, tot això des del Moodle, podem crear-ne una de tipus ACME, al fer això ja hi podem veure principalment dues funcionalitats :

- En a l'ACME, si no existia prèviament, es crea una assignatura amb el nom que rep en el Moodle des d'on s'ha creat l'activitat.
- En a l'ACME, cada activitat de l'assignatura ha de generar també els seus alumnes inscrits, també provinents del Moodle.

Com podem veure, són dues funcionalitats bàsiques que permeten als estudiants accedir a les activitats i enviar les seves solucions. Anem a crear un recurs ACME :

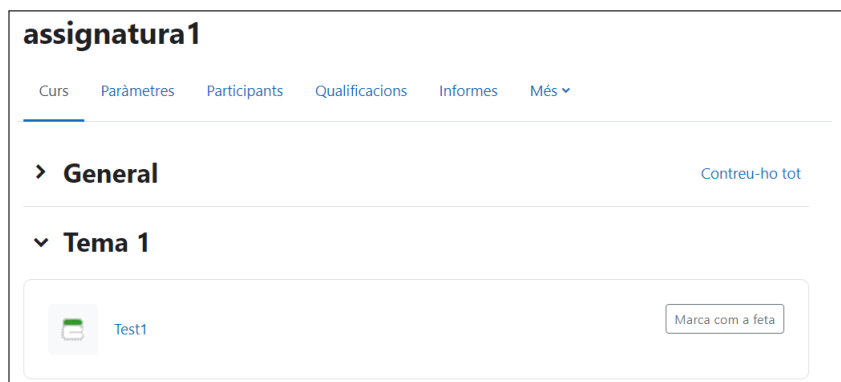


FIGURA 9.21: Activitat ACME en una assignatura vist des del Moodle.

Un cop creada, podem entrar a la configuració d'aquesta, en aquest secció ens interessa principalment l'opció consultar alumne :

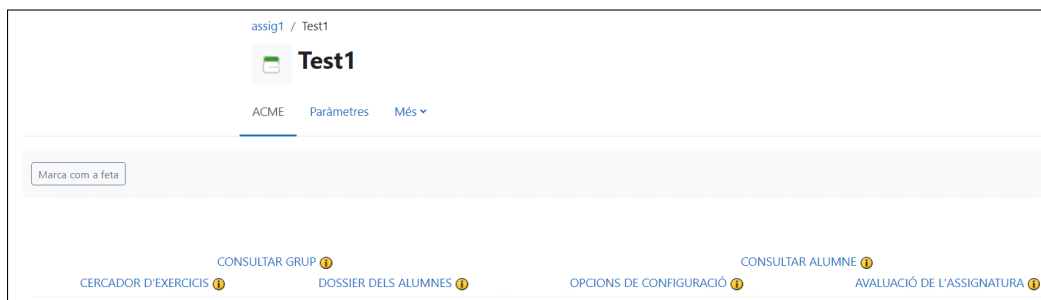


FIGURA 9.22: Menú d'opcions d'una activitat ACME.

Com és mostra a continuació, figura 9.23, l'actualització del Moodle no comporta cap modificació respecte a la creació d'activitats ACME, tant l'assignatura com els alumnes s'han transmès sense problemes :



FIGURA 9.23: Alumnes i assignatura generats correctament a l'ACME.

9.3.3 Prova 2 : Exportació de notes ACME - Moodle

En aquesta prova es comprovarà si l'exportació de l'avaluació de l'activitat corresponent es traspasa correctament al Moodle.

Per començar, anem al menú d'opcions i fem clic a l'opció *AVALUACIÓ DE L'ASSIGNATURA*, aquest ens reedireccionarà cap a l'ACME, al seu apartat d'avaluació, figura 9.24 :

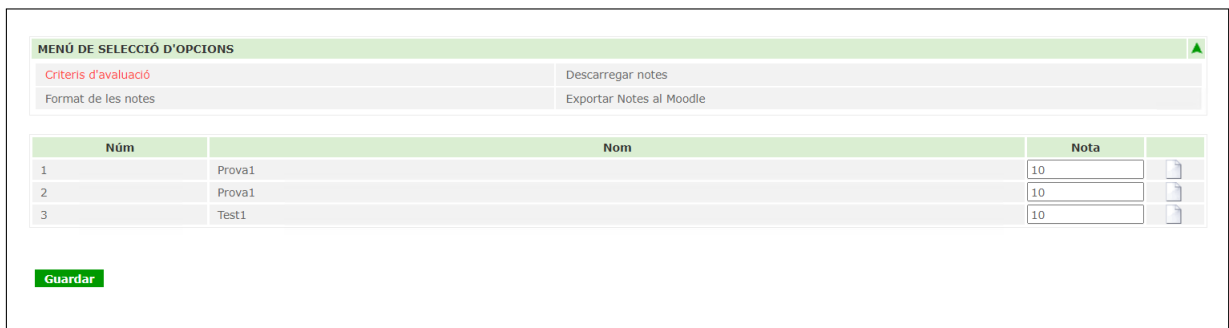


FIGURA 9.24: Apartat d'avaluació de l'ACME.

D'entre les 4 opcions presentades, anem a *EXPORTAR NOTES AL MOODLE* :



FIGURA 9.25: Opció Exportar Notes al Moodle.

Llavors, hem de seleccionar de quines activitats volem exportar les notes, seleccionem en aquest cas *TEST1* fent clic a la casella de la tercera columna.

Passat uns segons l'ACME ens envia el següent missatge confirmant que tot ha anat bé.

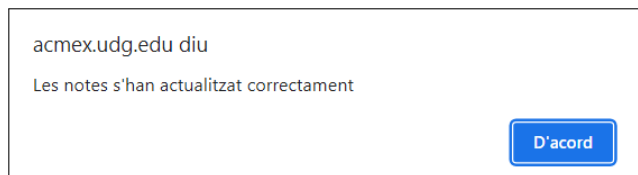


FIGURA 9.26: Missatge de confirmació.

Com a prova de la correctesa, a continuació es presenta quin és l'estat de les qualificacions a l'ACME i com és al Moodle un cop exportades, figures 9.27 i 9.28.

Alumne	N. Exercici	Estat	Errors de Resultat	Errors Sintàctics	Lectures
_1, Alum	1	Result	0	0	1
_2, Alum	1	No Result	0	0	0
_3, Alum	1	No Result	0	0	0
_4, Alum	1	No Result	0	0	0
_5, Alum	1	No Result	0	0	0

FIGURA 9.27: Estat TEST1 a l'ACME.

Informe de vista única		Select a grade item	VIEW BY		
		Test1	Usuaris	Elements de qualificació	
Nom complet de l'usuari	Qualificació	Gamma	Retroacció	Sobreescriu	Exclou
a. alum_1	*** 10,00	0,00 - 10,00			
a. alum_2	*** 0,00	0,00 - 10,00			
a. alum_3	*** 0,00	0,00 - 10,00			
a. alum_4	*** 0,00	0,00 - 10,00			
a. alum_5	*** 0,00	0,00 - 10,00			

FIGURA 9.28: Estat TEST1 al Moodle.

S'observa que l'alumne amb nom i cognoms Alum _1 és l'únic que ha resolt l'exercici i per lo tant l'únic que té la qualificació corresponent. Les qualificacions s'han posat al Moodle de manera correcta.

9.3.4 Conclusió

Això ens assegura que el setembre 23 no ha d'haver-hi cap problema en que S.I de la UdG posi en funcionament Moodle 4.

L'actual plug-in ACME-Moodle 3 segueix funcionant de forma correcta amb la versió Moodle 4, no ha calgut fer-hi cap modificació.

9.4 Proves Mòdul LTI

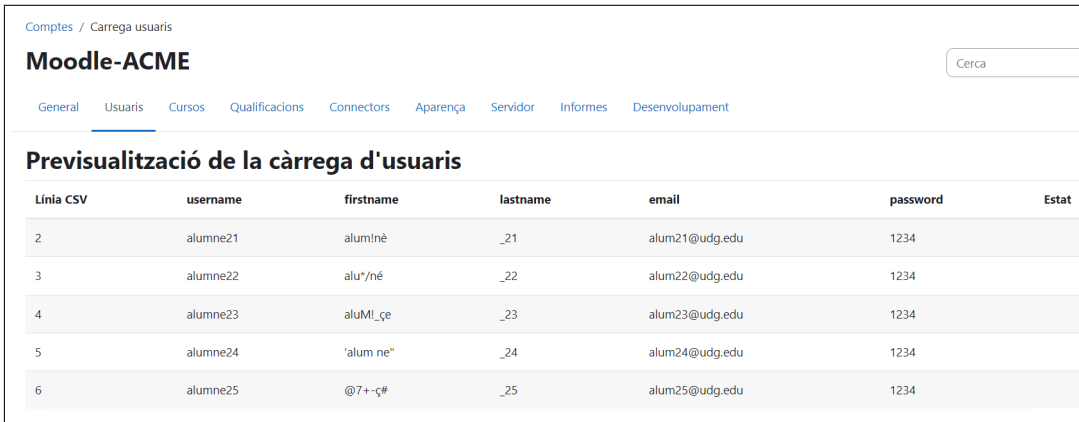
9.4.1 Creació de l'activitat, noms poc comuns

En l'intent d'estressar el sistema, un dels aspectes més importants es veure quins són aquells casos menys comuns. Un exemple d'això són els caràcters especials (símbols, accents, espais ...) que ens podem trobar com a nom tant d'alumnes com de professors.

La prova que es realitzarà consisteix en pujar uns alumnes amb noms que contenen caràcters inusuals per veure com reacciona el traspàs d'usuaris cap a l'ACME.

El fitxer .csv que conté els alumnes es pot trobar en l'annex 14.2.

Llavors, carreguem els alumnes en el Moodle, figura 9.29.



Línia CSV	username	firstname	lastname	email	password	Estat
2	alumne21	alumnè	_21	alum21@udg.edu	1234	
3	alumne22	alu*/né	_22	alum22@udg.edu	1234	
4	alumne23	aluM!_çe	_23	alum23@udg.edu	1234	
5	alumne24	'alum ne"	_24	alum24@udg.edu	1234	
6	alumne25	@7+-ç#	_25	alum25@udg.edu	1234	

FIGURA 9.29: Carrega d'usuaris, noms inusuals.

Els afegim com alumnes a una assignatura qualsevol, figura 9.30.



Inscriuiu usuaris

Opcions d'inscripció

Seleccioneu usuaris

- alumnè _21 alum21@udg.edu
- alu*/né _22 alum22@udg.edu
- aluM!_çe _23 alum23@udg.edu
- 'alum ne" _24 alum24@udg.edu
- @7+-ç# _25 alum25@udg.edu

Cerca

Assigneu un rol: Estudiant

FIGURA 9.30: Assignant alumnes a una assignatura.

Finalment, podem anar a qualsevol activitat creada com eina externa i veure quins són els alumnes generats, figura 9.31.

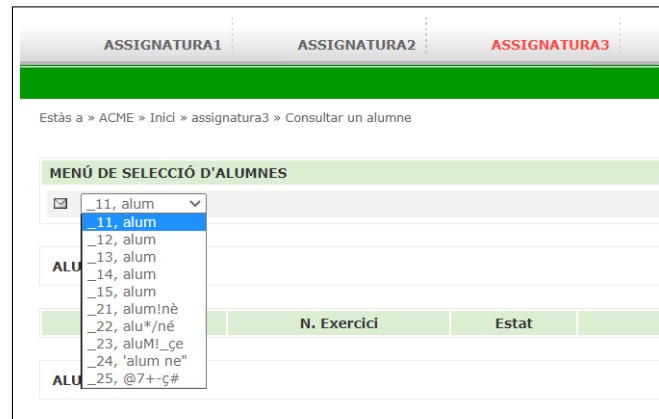


FIGURA 9.31: Alumnes enviats.

L'exportació d'usuaris del Moodle cap a l'ACME s'ha realitzat sense problemes.

Capítol 10

Implantació i resultats

10.1 Implantació del projecte

Aquest projecte ha sigut implementat de manera remota en un sistema que es troba en el SI de la UdG dedicat a l'ACME.

Més concretament, el projecte es troba desenvolupat en un entorn **git**: *git and branch* on la versió en producció es troba en un repositori en el servei d'allotjament en el nuvol *Bitbucket*.

D'acord en això, per poder **implantar el projecte**, la branca que conté el projecte primer haurà de superar o ser acceptada en una branca *master* que és la versió local del que es troba al repositori en el nuvol. Llavors, cada cert temps aquesta branca actualitza la branca en producció, moment en el que qualsevol usuari pot accedir a les noves funcionalitats.

Finalment, comentar que **tant el mòdul plug-in ACME-Moodle 4 com el mòdul LTI hi són disponibles per ser posades en marxa al setembre d'aquest mateix any**, sigui quina sigui la decisió del SI de la UdG.

10.2 Resultats

En els següents apartats veurem com interactura el mòdul LTI desenvolupat amb l'ACME i amb el Moodle 4. Veurem com hi són aquestes funcionalitats :

- Creació d'una activitat.
- Creació d'una prova presencial.
- Creació d'una prova no presencial.
- Exportació de notes.

10.2.1 Creació Activitat (LTI) : *Activitats assignatura*

En aquest punt veurem la creació d'una activitat ordinària, s'assignaran uns exercicis a una activitat qualsevol mitjançant LTI.

Primer seleccionem l'opció **activitats assignatura** i després emplenem la resta de paràmetres corresponent en aquest tipus, figura 10.1.

FIGURA 10.1: Activitats assignatura, paràmetres.

Finalment cliquem a *Desar els canvis*, podrem observar que l'activitat s'ha creat, figura 10.2.

FIGURA 10.2: Activitats assignatura, menú de professor.

10.2.2 Creació Activitat (LTI) : Prova presencial

En aquest punt veurem la creació d'una prova presencial, s'assignaran uns exercicis a una activitat qualsevol mitjançant LTI i els alumnes disposaran d'una clau per accedir i d'un cert temps per realitzar-la.

Seleccionem l'opció **Prova presencial** i després emplenem la resta de paràmetres corresponent en aquest tipus, figura 10.3.



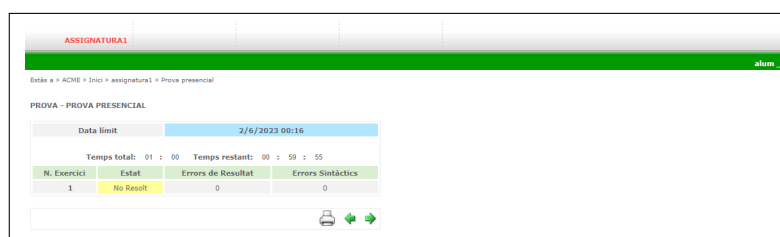
FIGURA 10.3: Prova presencial, menú de professor.

Ara quan un alumne entri a l'activitat hauria de veure el següent menú on se li demana la contrasenya, figura 10.4.



FIGURA 10.4: Prova presencial, vista alumne.

Al posar la contrasenya correcta es pot observar que el temps ja ha començat a corre, figura 10.5.



N. Exercici	Estat	Errors de Resultat	Errors Sintàctics
1	No Resolt	0	0

FIGURA 10.5: Prova presencial, vista alumne 2.

10.2.3 Creació Activitat (LTI): Prova no presencial

En aquest punt veurem la creació d'una prova no presencial, s'assignaran uns exercicis a una activitat qualsevol mitjançant LTI i els alumnes disposaran d'un cert temps per realitzar-la.

Seleccionem l'opció **Prova no presencial** i després emplenem la resta de paràmetres corresponent en aquest tipus, figura 10.6.

FIGURA 10.6: Prova no presencial, menú de professor.

Ara no cal posar cap contrasenya, només hi ha un menú d'avís abans de començar la prova, figura 10.7.

FIGURA 10.7: Prova no presencial, vista alumne.

Es pot observar que el temps ja ha començat a corre, figura 10.8.

FIGURA 10.8: Prova no presencial, vista alumne 2.

10.2.4 Exportar notes (LTI)

En aquest punt veurem com en una activitat amb uns exercicis ja assignats, avaluem i exportem aquests cap al Moodle.

Primer de tot, ens situem en una activitat i avaluem els diferents alumnes :

CONSULTAR GRUP ⓘ			CONSULTAR ALUMNE ⓘ		
CERCADOR D'EXERCICIS ⓘ		DOSSIER DELS ALUMNES ⓘ	OPCIONS DE CONFIGURACIÓ ⓘ	AVALUACIÓ DE L'ASSIGNATURA ⓘ	
Alumne	N. Exercici	Estat	Errors de Resultat	Errors Sintàctics	Lectures
<input checked="" type="checkbox"/> _1, Alum	1 !	Resolt	0	0	1
<input checked="" type="checkbox"/> _2, Alum	1 !	Revisat	0	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> _3, Alum	1 !	Revisat	0	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> _4, Alum	1	No Resolt	0	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> _5, Alum	1 !	Revisat	1	0	0

FIGURA 10.9: Activitats avaluades.

En la figura 10.9 s'han avaluat els 5 alumnes amb qualificacions de categories diferents (Resolt, Revisat i No Resolt), a més, a cada alumne li correspon una nota numèrica- En aquesta instància s'han assignat les següents notes que s'hauran de veure en el Moodle : **_1 Alumne : 8, _2 Alumne : 5, _3 Alumne : 7, _4 Alumne : -, _5 Alumne : 10.**

ALUMNE: ALUM_3

EXERCICI: 1 de l'activitat Test_ACME-LTI

ATENCIÓ INCIDÈNCIA: El teu professor ha corregit l'exercici.
 La teva nota és: 7
 Corrector: Admin Usuari

FIGURA 10.10: Exemple de la nota de l'alumne 3.

Un cop les activitats hi són avaluades, **el professor responsable** pot decidir transmetre les notes d'aquestes activitats de l'ACME cap al Moodle. Per poder dur a terme això, aquest s'ha de dirigir cap Avaluació de l'assignatura → Exportar Notes al Moodle i seleccionar les activitats a traspassar.

ASSIGNATURA1 ASSIGNATURA2

Admin US

stàs a » ACME » Inici » assignatura1 » Avaluació de l'assignatura » Exportar Notes al Moodle

MENÚ DE SELECCIÓ D'OPCIONS

Críteris d'avaluació	Descarregar notes
Format de les notes	Exportar Notes al Moodle

Núm	Nom	Seleccionar
1	Test_ACME-LTI	<input checked="" type="checkbox"/>
2	test5	<input type="checkbox"/>

Exportar

FIGURA 10.11: Menú d'exportació de notes al Moodle, des de l'ACME.

Finalment podem observar que les notes s'han exportat correctament, figura 10.12.

The screenshot shows the 'assignatura1' course page in Moodle. At the top, there are navigation tabs: 'Curs', 'Paràmetres', 'Participants', 'Qualificacions', and 'Informes'. Below these is a warning message: 'Atenció: S'està suprimint una activitat. Algunes qualificacions s'esborraran.' Below the warning, there are two dropdown menus: 'Informe de vista única' and 'Select a grade item' (set to 'Test_ACME-LTI'). The main content is a table with the following data:

Nom complet de l'usuari	Qualificació	Gamma
a_ alum _1	80,00	0,00 - 100,00
a_ alum _2	50,00	0,00 - 100,00
a_ alum _3	70,00	0,00 - 100,00
a_ alum _4		0,00 - 100,00
a_ alum _5	100,00	0,00 - 100,00

FIGURA 10.12: Notes exportades al Moodle.

10.2.5 Sincronitzar usuaris (LTI)

Donat el context de que acabem d'afegir un alumne nou a una assignatura qualsevol, ens disposem a sincronitzar aquesta en una activitat creada dins del Moodle.

The screenshot shows the 'Inscriure usuaris' form. It has a title 'Inscriure usuaris' and a section 'Opcions d'inscripció'. Under 'Seleccioneu usuaris', there is a search input field containing 'alum_11 alum11@udg.edu'. Below this is a 'Cerca' button with a dropdown arrow. Under 'Assigneu un rol', there is a dropdown menu with 'Estudiant' selected.

FIGURA 10.13: Inscripció d'usuaris.

En l'activitat ens trobem que s'ha detectat que hi ha nous usuaris, figura 10.14.

assig2 / Test ACME-LTI2

Test ACME-LTI2

Eina externa Paràmetres Més ▾

Marca com a feta

CONSULTAR GRUP		CONSULTAR ALUMNE			
CERCADOR D'EXERCICIS	DOSSIER DELS ALUMNES	OPCIONS DE CONFIGURACIÓ	AVALUACIÓ DE L'ASSIGNATURA	SINCRONITZAR ALUMNES	
Alumne	N. Exercici	Estat	Errors de Resultat	Errors Sintàctics	Lectures
<input type="checkbox"/> _1, Prof	1 !	Revisat	0	0	0
<input type="checkbox"/> _10, Alum	1	No Result	0	0	0
<input type="checkbox"/> _6, Alum	1 !	Revisat	0	0	0
<input type="checkbox"/> _7, Alum	1	No Result	0	0	0
<input type="checkbox"/> _8, Alum	1	No Result	0	0	0
<input type="checkbox"/> _9, Alum	1	No Result	0	0	0

FIGURA 10.14: Sincronització d'usuaris notificat.

Accedim a l'opció i al cap d'un temps en surt el següent missatge, s'han sincronitzat els usuaris, figura 10.15.

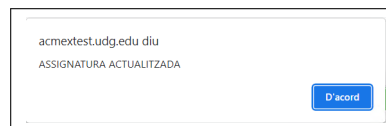


FIGURA 10.15: Missatge de notificació.

Finalment podem veure que l'alumne amb nom *alum_11* hi és entre els alumnes al menú principal de l'ACME i que la notificació de sincronitzar ja no hi és, figura 10.16.

assig2 / Test ACME-LTI2

Test ACME-LTI2

Eina externa Paràmetres Més ▾

Marca com a feta

CONSULTAR GRUP		CONSULTAR ALUMNE			
CERCADOR D'EXERCICIS	DOSSIER DELS ALUMNES	OPCIONS DE CONFIGURACIÓ	AVALUACIÓ DE L'ASSIGNATURA	SINCRONITZAR ALUMNES	
Alumne	N. Exercici	Estat	Errors de Resultat	Errors Sintàctics	Lectures
<input type="checkbox"/> _1, Prof	1 !	Revisat	0	0	0
<input type="checkbox"/> _10, Alum	1	No Result	0	0	0
<input type="checkbox"/> _11, Alum	1	No Result	0	0	0
<input type="checkbox"/> _6, Alum	1 !	Revisat	0	0	0
<input type="checkbox"/> _7, Alum	1	No Result	0	0	0
<input type="checkbox"/> _8, Alum	1	No Result	0	0	0
<input type="checkbox"/> _9, Alum	1	No Result	0	0	0

FIGURA 10.16: Resultat d'aplicar l'opció de sincronitzar alumnes.

Capítol 11

Conclusions

L'objectiu o objectius d'aquest treball eren l'actualització del plug-in ACME-Moodle 4 i finalment la implementació del protocol LTI per el nostre recurs ACME per tal de poder interactuar amb qualsevol altre recurs que suporti aquest protocol. Davant els resultats :

Actualització del plug-in No ha necessitat de cap modificació, les diferents proves han demostrat que el sistema era lo suficientment robust i no hi ha hagut cap problema, per l'ho tant les valoracions d'aquesta mòdul són molt positives.

Implementació del plug-in La part més costosa del treball, els objectius inicials marcats han sigut implementats amb un grau de satisfacció molt alt, encara que m'he trobat amb certes limitacions que no hi estaven al meu abast, com que no es poden gestionar els grups creats en el Moodle.

El sistema compleix amb pràcticament totes les funcionalitats que tenia el plug-in ACME-Moodle prèviament implementats amb el mòdul anterior però ara l'ACME té la possibilitat de connectar-se amb qualsevol altre plataforma *LMS* d'una manera estandarditzada, la qual cosa implica que l'abast d'utilització del recurs creixi.

A més, durant el desenvolupament d'aquest projecte he pogut tant obtenir nous coneixements com posar en pràctica d'altres que ja en tenia però ara he pogut aplicar-los en una aplicació real. Aquests són :

- Aprenentatge d'un protocol d'interoperabilitat entre dos sistemes, **LTI**.
- Aprenentatge d'un estàndard d'enciptació i autenticació, **JWT**.
- Utilització de **PHP** per l'implementació de tota la lògica del treball.
- Utilització d'**HTML, CSS i Javascript** per l'implementació de les interfícies.
- Aprenentatge de la creació i ús de claus públiques i privades amb **Open SSL**.

La conclusió del treball és un resultat satisfactori, s'han pogut realitzar tots els requeriments establerts a l'inici del treball amb el marc de temps determinat, a més, he pogut assolir la tasca d'agafar un projecte sencer, encara que ja havia treballat amb ell, i transformar-lo en un de nou, tot això gràcies al que he anat aprenent durant el grau i també gràcies als meus tutors del TFG, que m'han atès els meus dubtes i m'han guiat en aquest tram.

Capítol 12

Treball futur

Amb el treball ja totalment desenvolupat, aquestes són les mancances i/o funcionalitats que es podrien implementar per poder incrementar l'utilitat del projecte :

1. **Millora d'interfícies del sistema** : L'única interfície implementada, la part de creació d'una activitat en a l'ACME des del Moodle, no contempla totes les funcionalitats de l'interfície original.

Principalment es podria afegir *ToolTip* com hi és a l'interfície original per amagar/mostrar els apartats principals amb els seus paràmetres.

The image shows a screenshot of a Moodle activity configuration form. A yellow tooltip is overlaid on the 'General' section, which is highlighted in yellow. The form contains the following fields:

- Linkar una activitat existent**: A dropdown menu with the value 'No'.
- Nom de l'activitat**: A text input field.
- Data d'inici**: A date picker showing '28 de maig 2023 22:09'.
- Data fi**: A date picker showing '28 de maig 2023 22:09'.
- Tipus d'activitat**: A dropdown menu with the value 'Activitats assignatura'.

Below the 'General' section, there are two more sections: 'Paràmetres exclusius d'activitats' and 'Paràmetres exclusius de proves', both with expandable arrows.

FIGURA 12.1: En groc, els *tooltip* en el disseny anterior.

2. **Obtenir certificat 1EdTech** : En el moment de la realització de la memòria del TFG, l'obtenció de la certificació implica la revisió dels resultats per part del projecte *1EdTech*, per lo tant és qüestió de temps el recolliment d'aquest certificat.
3. **Connectar l'ACME amb altres plataformes** : Amb l'implementació del mòdul LTI i transformant l'ACME en un *tool provider*, sembla raonable que el següent pas sigui connectar aquest amb altres plataformes.

Capítol 13

Bibliografia

Bibliografia

- [1] MOODLE: Welcome to the Moodle community
<https://moodle.org/?lang=ca>
- [2] 1EDTECH: lti-1-3-php-library
<https://github.com/1EdTech/lti-1-3-php-library>
- [3] 1EDTECH: LTI® and LTI Advantage Certification Process
<https://www.ledtech.org/certification/lti>
- [4] IMSGLOBAL: 1EdTech LTI® 1.3 and LTI Advantage
<http://www.imsglobal.org/activity/learning-tools-interoperability>
- [5] ARISTEKSYSTEMS: Your Guide To LTI® & LTI® Advantage Standards
<https://aristeksystems.com/blog/your-guide-to-lti-elearning-standard>
- [6] IMSGLOBAL: Basic Overview of how LTI® Works
<https://www.imsglobal.org/basic-overview-how-lti-works>
- [7] MOODLE: LTI and Moodle
https://docs.moodle.org/402/en/LTI_and_Moodle
- [8] OPENSSL: Documentation
<https://www.openssl.org/docs/>
- [9] JWT: Introduction to JSON Web Tokens
<https://jwt.io/introduction>
- [10] FIREBASE: php-jwt
<https://github.com/firebase/php-jwt>
- [11] PHPSECLIB: PHP Secure Communications Library
<https://phpseclib.com/>
- [12] PHPSECLIB: phpseclib
<https://github.com/phpseclib/phpseclib>

Capítol 14

Annexos

14.1 Base de dades LTI

El codi SQL per generar les taules de la base de dades que encapsula les necessitats del protocol LTI és el següent :

```

1 CREATE TABLE lti_key_set (
2     id UUID NOT NULL,
3
4     CONSTRAINT pk_lti_key_set_id PRIMARY KEY (id)
5 );
6
7 CREATE TABLE lti_key (
8     id UUID NOT NULL,
9     key_set_id UUID NOT NULL REFERENCES lti_key_set(id),
10    private_key TEXT NOT NULL,
11    alg TEXT NOT NULL,
12
13    CONSTRAINT pk_lti_key_id PRIMARY KEY (id)
14 );
15
16 CREATE TABLE lti_registration (
17     id                                UUID NOT NULL,
18     issuer                            TEXT NOT NULL,
19     client_id                          TEXT NOT NULL,
20     platform_login_auth_endpoint      TEXT NOT NULL,
21     platform_service_auth_endpoint    TEXT NOT NULL,
22     platform_jwks_endpoint            TEXT NOT NULL,
23     platform_auth_provider             TEXT,
24     key_set_id                         UUID NOT NULL REFERENCES
25     lti_key_set(id),
26
27     CONSTRAINT pk_lti_registration_id PRIMARY KEY (id),
28     UNIQUE (issuer, client_id)
29 );
30
31 CREATE TABLE lti_deployment (
32     deployment_id TEXT NOT NULL,

```

```

32 registration_id UUID NOT NULL REFERENCES lti_registration
(id),
33 customer_id TEXT NOT NULL,
34
35 CONSTRAINT pk_deployment_id PRIMARY KEY (registration_id,
deployment_id)
36 );

```

14.2 Noms especials

Fitxer .csv per la prova *Creació de l'activitat, noms poc comuns*.

username	firstname	lastname	email	password
alumne21	alum!nè	_21	alum21@udg.edu	1234
alumne22	alu*/né	_22	alum22@udg.edu	1234
alumne23	aluM!_çe	_23	alum23@udg.edu	1234
alumne24	'alum ne"	_24	alum24@udg.edu	1234
alumne25	@7+-ç	_25	alum25@udg.edu	1234