

# Sistema cooperatiu de gestió de preguntes test

Esteve Serrano Alberola

**Resum**—Actualment, l'ús de les noves tecnologies en l'àmbit docent s'ha vist incrementat i potenciat a causa de tots els avantatges que aporten a la comunitat educativa. Existeix una gran varietat de plataformes d'aprenentatge on-line, aplicacions de suport a l'estudi i dispositius dissenyats exclusivament per millorar el rendiment dels estudiants a les aules. Un experiment recent dut a terme a la Universitat Complutense de Madrid ha demostrat que els estudiants que utilitzen les noves tecnologies participant activament en la generació de preguntes test de l'assignatura poden millorar les seves qualificacions de forma significativa. Tenint l'ull posat en aquest experiment i analitzant altres sistemes existents relacionats amb les preguntes test, en aquest projecte s'ha definit, dissenyat i desenvolupat una aplicació web que permet gestionar cooperativament preguntes test proposades per alumnes i professors. Aquestes preguntes estan organitzades per assignatures i els usuaris poden interactuar valorant-les, escrivint comentaris o utilitzant-les per generar proves d'auto-avaluació i exàmens. L'aplicació permet supervisar i monitoritzar l'activitat dels usuaris, de manera que mostra informes i estadístiques tan individuals com globals.

**Paraules clau**—Preguntes test, aprenentatge cooperatiu/col·laboratiu, metodologies d'avaluació, estratègies d'ensenyament, estratègies d'aprenentatge, entorns d'aprenentatge interactiu.

**Abstract**—Currently, the use of new technologies in teaching has increased and strengthened because of the advantages they bring to the educational community. There are a large number of online learning platforms, applications and devices designed exclusively to improve student performance in the classroom. A recent experiment conducted at the Complutense University of Madrid has proved that students who use new technologies actively involved in the generation of multiple-choice questions of the subject can improve their qualifications significantly. Keeping an eye on this experiment and analyzing other existing systems related to questions like these, this project has been defined, designed and developed a web application that allows you to manage cooperatively multiple-choice questions proposed by students and teachers. These questions are organized by subjects and users can interact evaluating, writing comments or using them to generate self-evaluation tests and exams. The application allows you to supervise and monitor user activity, which shows both individual reports and statistics globally.

**Index Terms**—Multiple-choice questions, cooperative/collaborative learning, evaluation methods, teaching strategies, learning strategies, interactive learning environments.



## 1 INTRODUCCIÓ

EXPERIÈNCIES docents recents [1][2][3] mostren que la utilització de noves tecnologies, amb la finalitat de fomentar la participació dels estudiants, incideix en la millora dels resultats d'aprenentatge obtinguts. Gràcies a les noves tecnologies, existeix un gran ventall de possibilitats, com ara l'ús de plataformes d'aprenentatge on-line, aplicacions de suport a l'estudi i dispositius dissenyats específicament per millorar el rendiment acadèmic dels estudiants.

Un d'aquests experiments [1] ha estat realitzat per un grup de professors de la Universitat Complutense de Madrid (UCM). El seu objectiu era incentivar el procés

d'aprenentatge autònom dels alumnes mitjançant l'avaluació de l'assignatura a partir de preguntes test proposades pels mateixos estudiants. Per dur a terme la seva investigació, es va fer servir un sistema web que aprofitava part de la plataforma digital de la universitat (Campus Virtual de la UCM), però també va caldre desenvolupar diverses funcionalitats amb eines externes i posteriorment integrar-les.

L'objectiu principal d'aquest projecte és definir, dissenyar i implementar un sistema web que reproduïxi el concepte descrit a [1], però tenint en compte certs aspectes a millorar. D'aquesta manera, s'ha considerat oportú desglossar aquest objectiu general en els següents subobjectius:

- E-mail de contacte: [estevesa92@gmail.com](mailto:estevesa92@gmail.com)
- Menció realitzada: *Enginyeria del Software*.
- Treball tutoritzat per: Daniel Ponsa Mussarra (CVC)
- Curs 2014/15

- L'aplicatiu web ha de permetre gestionar els usuaris, que poden ser administradors, professors i/o alumnes.

- El sistema ha de proveir a cada usuari els privilegis corresponents per gestionar el contingut de l'aplicació web, com poden ser les preguntes test, les assignatures, els temes, les valoracions i els comentaris de cada pregunta.
- El sistema ha de ser capaç de generar proves d'autoavaluació pels alumnes i proves d'examen pels professors quan ho sol licitin.
- L'aplicació ha d'oferir la possibilitat de visualitzar informes i estadístiques tan individuals com globals per facilitar la monitorització de l'activitat dels usuaris en el sistema.
- El sistema desenvolupat no ha de dependre de cap plataforma existent. És a dir, l'aplicació web s'ha de poder configurar i utilitzar sense requerir la integració amb altres sistemes existents.
- L'aplicatiu ha de poder estar disponible públicament a Internet perquè qualsevol usuari pugui accedir-hi a través d'un navegador web.

Aquest article està estructurat de la següent manera. En la Secció 2 es presenten les experiències i aplicacions prèvies que s'han considerat més rellevants en els sistemes existents, les quals s'han tingut en compte per desenvolupar el nou aplicatiu web. La metodologia seguida pel desenvolupament de l'aplicació s'exposa a la Secció 3. La Secció 4 recull els resultats i els elements generats al llarg del desenvolupament del projecte. Finalment, la Secció 5 presenta les conclusions i futures línies de treball.

## 2 ESTAT DE L'ART

En l'actualitat existeix un gran ventall d'aplicacions web que utilitzen o tenen una forta relació amb les preguntes test. Pel que fa a l'àmbit docent, ja fa molts anys que es fan servir aquests tipus de preguntes a l'hora d'avaluar els coneixements dels estudiants i, per aquest motiu, és possible trobar sistemes molt populars dins de la comunitat educativa. Un clar exemple és la plataforma *Moodle* i el seu apartat de Qüestionaris [4], el qual dona la possibilitat de crear preguntes test i proves d'avaluació, però sempre des del punt de vista del professor i gairebé no hi ha interacció per part dels alumnes.

Sortint de l'àmbit estrictament educatiu, també existeixen altres sistemes web que permeten gestionar preguntes test i elaborar diferents tipus de proves. Aquests, però, no permeten tenir un control exhaustiu de l'activitat dels usuaris ni gestionar la persistència de dades en un servidor propi. Alguns dels sistemes més intuïtius i coneguts són *Google Forms* [5] i *JQuizzy* [6].

Fins i tot, s'han desenvolupat aplicacions per *smartphones* que faciliten la correcció de preguntes test escrites en paper. Amb l'aplicació *WISE* [7], l'usuari fa una fotografia de la pàgina i el sistema s'encarrega de reconèixer i processar els resultats de la prova.

Tenint en compte l'existència de totes aquestes eines relacionades amb les preguntes test, el sistema a desenvolupar en aquest projecte es basa en l'experiència prèvia duta a terme per part d'un grup de professors del Departament d'Arquitectura de Computadors i Automàtica de

la Universitat Complutense de Madrid [1]. Hi van participar 769 alumnes de la mateixa universitat matriculats a 12 assignatures.

La intenció d'aquests professors era reduir l'actitud passiva dels estudiants i fomentar la interacció utilitzant les noves tecnologies per veure si això provocava algun efecte significatiu a les qualificacions acadèmiques dels alumnes. Per fer-ho, van crear un sistema centralitzat utilitzant el seu entorn d'aprenentatge on-line de la universitat (l'anomenat *Campus Virtual*), on van haver d'integrar diverses eines addicionals, una d'elles desenvolupada per l'equip investigador, que permetien:

- Afegir preguntes test i veure el llistat de preguntes afegides per altres usuaris.
- Activació de fòrums específics de cada prova per poder preguntar dubtes.
- Generar proves d'examen per avaluar els coneixements que els alumnes han adquirit.

Els resultats van ser molt favorables ja que un 28% dels estudiants que havien participat activament en aquesta metodologia van millorar el seu rendiment acadèmic obtenint una nota final de A o A+. Els alumnes que no van ser actius, és a dir, que s'aprofitaven de la feina dels seus companys, també van notar una millora en les seves qualificacions, de manera que un 10% van obtenir una nota final de A o A+. En canvi, només un 3% dels alumnes que no van utilitzar aquesta metodologia van obtenir una nota de A o A+.

Tot i que els resultats van ser satisfactoris utilitzant un sistema format a partir de la integració de diferents eines, en aquest projecte s'ha volgut proposar una solució integral que satisfaci les mateixes necessitats.

## 3 METODOLOGIA

A continuació s'exposarà la metodologia que s'ha seguit per dur a terme el projecte, fent èmfasi en les fases d'anàlisi, disseny i implementació.

### 3.1 Elicitació i anàlisi de requisits

En aquest projecte s'ha desenvolupat una aplicació des de zero i no s'havia especificat cap restricció prèviament. Per tant, observant i analitzant els sistemes existents es va elaborar un primer llistat amb els requisits necessaris per poder definir un sistema que millorés als que ja existien. A partir de reunions setmanals amb el tutor, el qual és un dels *stakeholders* principals, es valoraven els requisits proposats i es triaven els més prioritaris per ajustar la complexitat de l'aplicació amb el temps de desenvolupament disponible. Per facilitar la captura de requisits es van dibuixar esbossos fets a mà de la interfície d'usuari, que donaven al tutor la possibilitat de proposar modificacions i entendre millor les seves necessitats.

Simultàniament, es sondejaven diferents fonts relacionades amb el projecte per tenir referències dels sistemes existents i analitzar si es podien aprofitar d'alguna mane-

ra o només servirien d'inspiració.

Finalment, quan es va considerar que el llistat de requisits era prou consistent, es van identificar i detallar els diferents casos d'ús. La Figura 1 presenta alguns dels casos d'ús identificats (veure Annex A1 per veure el diagrama de casos d'ús complet).

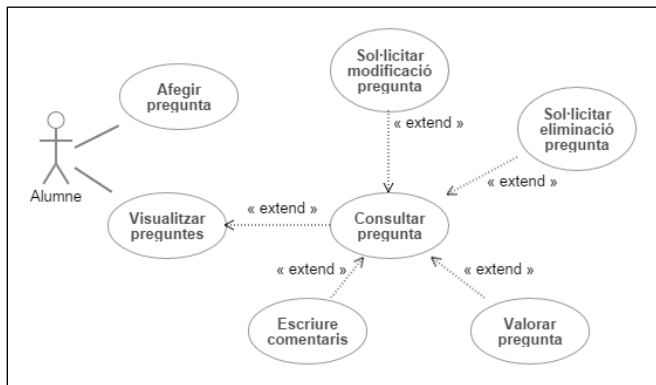


Figura 1: Casos d'ús identificats de l'actor Alumne. Només es mostren els que pertanyen al mòdul de gestió de preguntes.

Els requisits es van classificar en requisits funcionals, requisits de qualitat i restriccions (veure Annex A2 per veure el llistat de requisits).

### 3.2 Disseny del sistema

#### 3.2.1 Mòduls funcionals del sistema

Donat l'anàlisi de requisits anterior, es pot separar l'aplicació en quatre grans mòduls, que es complementen i permeten organitzar les funcionalitats del sistema de la següent manera:

- **Mòdul d'accés i gestió d'usuaris:** Aquest mòdul inclou totes les funcionalitats relacionades amb la gestió d'usuaris. Des de l'autenticació per l'inici de sessió a l'aplicació fins a la creació i edició d'usuaris que poden ser administradors, professors i/o alumnes.
- **Mòdul de gestió de preguntes:** Aquest mòdul consta de totes les funcionalitats necessàries per gestionar les preguntes. Per tant, ens referim a accions com ara afegir preguntes, editar-les, eliminar-les i a qualsevol interacció que puguin fer els usuaris quan consulten el llistat de preguntes o miren els detalls d'una sola pregunta.
- **Mòdul d'exàmens:** Aquest mòdul conté totes les funcionalitats que permeten als alumnes crear i realitzar proves d'auto-avaluació. A més, el sistema recull informació dels resultats dels alumnes. També inclou les funcionalitats necessàries perquè els professors puguin generar proves d'examen i exportar-les a un fitxer extern.
- **Mòdul d'informes i estadístiques:** Aquest mòdul el formen totes aquelles funcionalitats que s'encarreguen de generar i mostrar gràfiques i llistats amb el resum de l'activitat dels usuaris. Les gràfiques i els llistats poden contenir informació individual o global del sistema.

#### 3.2.2 Disseny de la interfície gràfica

Abans de començar a implementar l'aplicació, es van fer diversos esbossos a mà de la interfície d'usuari. Després d'una primera revisió amb el tutor es van passar a ordinador per tenir una versió més fidel al resultat final. Finalment, es van aplicar les modificacions acordades amb el tutor i es va començar a implementar la interfície d'usuari definitiva. Per agilitzar el procés de maquetació web i obtenir una interfície d'usuari atractiva amb poc temps, es va decidir utilitzar una plantilla gratuïta dissenyada amb HTML5 [8] i CSS3 [9] anomenada JANUX [10]. Es va trobar un llistat de plantilles web [11] amb les característiques requerides i es va escollir aquesta per motius estètics, tot i que es podria haver triat qualsevol de les altres. Aquest disseny permetia implementar una aplicació web *responsive*, és a dir, compatible amb dispositius mòbils.

D'aquesta manera, només caldria adaptar la interfície d'usuari a les necessitats del projecte i es podrien començar a implementar les funcionalitats del sistema ràpidament. A continuació, es presenta la Figura 2, on es pot veure un exemple il·lustrat de l'evolució que ha patit la interfície d'usuari durant la fase de disseny.

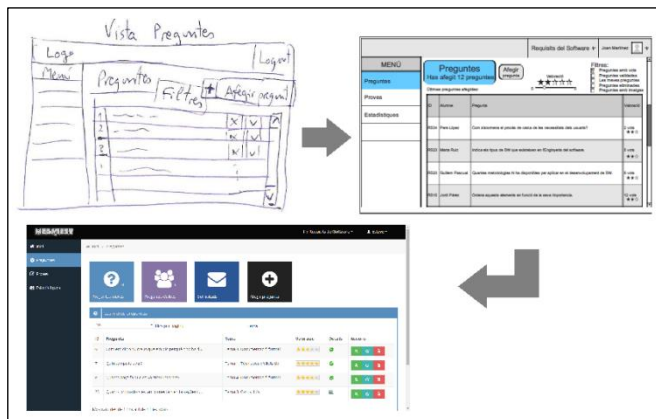


Figura 2: Evolució de la interfície gràfica de la pantalla que mostra el llistat de preguntes afegides pels usuaris.

#### 3.2.3 Disseny de la base de dades

La base de dades és un element imprescindible per aquest projecte, ja que sense aquesta no seria possible emmagatzemar usuaris, preguntes, assignatures ni gairebé cap tipus de contingut necessari pel correcte funcionament de l'aplicació web.

Per dissenyar l'estructura de la base de dades, primer es va elaborar el diagrama Entitat-Relació a mà i es va revisar amb el tutor. Un cop validat i fent les modificacions pertinents, es va passar a ordinador. Seguidament, es presenta la Figura 3 on es pot apreciar el diagrama Entitat-Relació definitiu.

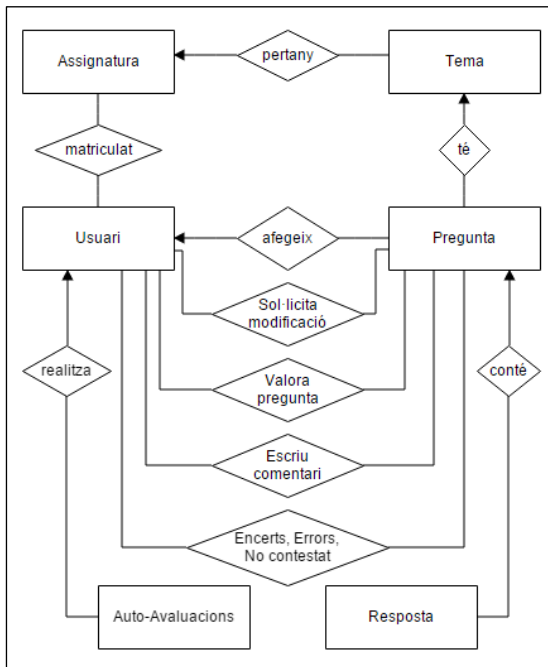


Figura 3: Diagrama Entitat-Relació definitiu de la base de dades.

A partir del diagrama Entitat-Relació definitiu, es va elaborar el diagrama de taules (veure Annex A3 per veure el diagrama de taules) directament amb ordinador. Aquest últim especificava els atributs de cada taula i les relacions entre les diferents taules fent ús de claus primàries i forànies. També es va revisar i validar en una reunió amb el tutor i es va considerar que el disseny de la base de dades estava apunt per la fase d'implementació.

En el disseny definitiu de la base de dades s'hi pot veure un bon nombre d'interrelacions entre els usuaris i les preguntes. Això és necessari perquè es vol desar informació de totes les interaccions que es realitzin. Per exemple, quan un alumne realitza una prova d'auto-avaluació i contesta un nombre determinat de preguntes, ens interessa registrar cada encert i error d'aquest alumne determinat per cada pregunta que respon. Per altra banda, també cal remarcar el fet que les preguntes i les respostes es desin per separat. S'ha dissenyat d'aquesta manera perquè sigui possible la inserció de preguntes sense un nombre fix de respostes. Cada pregunta podrà tenir una quantitat de respostes diferents, tan respostes correctes com incorrectes. Per tant, el sistema està preparat per desar preguntes amb múltiples respostes correctes.

### 3.3 Implementació

#### 3.3.1 Configuració de l'entorn

El sistema desenvolupat en aquest projecte és una aplicació web que ha de poder estar disponible públicament a Internet perquè qualsevol usuari pugui accedir-hi a través d'un navegador web. S'ha escollit un entorn LAMP (Linux + Apache + MySQL + PHP) [12] per desenvolupar l'aplicació. S'ha triat aquest entorn per la seva condició de software lliure i la simplicitat que ofereix a

l'hora de connectar els tres elements indispensables: codi, base de dades i servidor.

S'ha utilitzat un servei d'allotjament web gratuït anomenat *Hostinger* [13] perquè ja es disposava d'experiència prèvia amb aquest i reuneix tots els requisits imprescindibles. Amb aquest allotjament ha estat possible disposar d'un servidor web HTTP *Apache*, un sistema de gestió de bases de dades relacionals *MySQL*, un intèrpret de llenguatge PHP i l'eina *phpMyAdmin* [14] per facilitar l'administració de la base de dades. No s'han fet proves en un entorn local per agilitzar el desenvolupament i poder provar el sistema en un entorn real.

El desenvolupament de codi s'ha fet utilitzant l'aplicació *Notepad++* [15], ja que tenia experiència amb l'ús d'aquesta i, per tant, no ha estat necessari dedicar temps a l'aprenentatge. Treballar amb aquest programa permet trobar errors de sintaxi que es detecten automàticament i cercar text en el codi.

#### 3.3.2 Procés de desenvolupament

El procés de desenvolupament del sistema es va planificar tenint en compte els quatre mòduls de l'aplicació i l'ordre lògic d'implementació de les funcionalitats desitjades. Per exemple, era més adequat implementar primer la inserció de noves preguntes enlloc de la generació de proves d'auto-avaluació. D'aquesta manera, l'aplicatiu web aniria agafant forma progressivament i ordenadament.

S'ha aplicat una metodologia iterativa i incremental que consistia en fer *sprints* setmanals per desenvolupar i revisar les funcionalitats planificades. Així, cada setmana s'obtenia una versió preliminar de l'aplicació que s'anava completant poc a poc, però sempre amb una consistència acceptable.

Per facilitar la comprensió del procés de desenvolupament, a continuació es presenta una descripció selectiva de les funcionalitats implementades organitzades per mòduls.

##### 3.3.2.1 Mòdul d'accés i gestió d'usuaris

Per poder iniciar sessió a l'aplicació, tan administradors, professors com alumnes necessiten accedir a la pàgina de *login* i introduir una paraula de pas. Aquesta es genera automàticament quan un usuari és donat d'alta en el sistema i està formada per dotze caràcters alfanumèrics. Tot i que pugui semblar una paraula de pas segura, hem considerat oportú encriptar-la utilitzant *md5* [16] abans de desar-la a la base de dades. D'aquesta manera, si un usuari accedeix al sistema de gestió de bases de dades amb intencions malicioses, no podrà saber les paraules de pas de la resta d'usuaris.

Per fer-li arribar la paraula de pas a l'usuari abans d'encriptar-la, li enviem a través del seu correu electrònic utilitzant la funció *mail()* [17] que inclou PHP per defecte. Existeixen altres mètodes per dur a terme l'enviament de correus electrònics, però s'ha escollit aquesta alternativa

per la seva senzillesa. També s'han implementat altres funcionalitats relacionades amb les paraules de pas, com ara la possibilitat de canviar-la o sol·licitar-ne una de nova en cas d'oblidar-la. Qualsevol usuari pot modificar la seva paraula de pas des de la seva pàgina de perfil i sol·licitar-ne una de nova des de la pàgina de *login*.

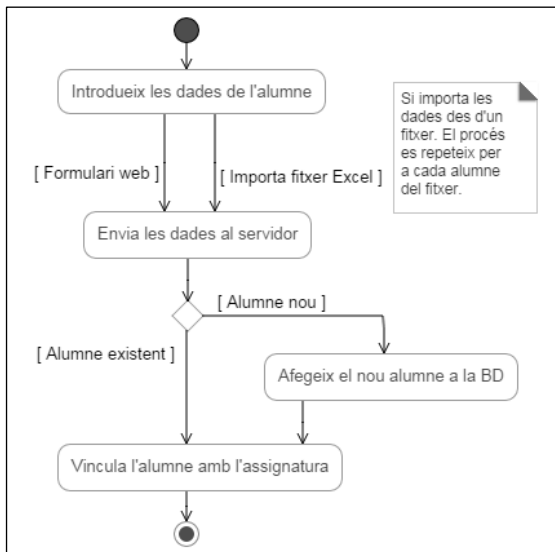


Figura 4: Diagrama d'activitats que descriu com els professors poden afegir nous alumnes a la seva assignatura.

Tal i com es pot observar en el diagrama d'activitats de la Figura 4, un professor pot donar d'alta nous alumnes a la seva assignatura. Si l'alumne ja ha estat donat d'alta a l'aplicació prèviament, llavors el sistema ho detecta i únicament vincula l'alumne a l'assignatura, enlloc de donar-lo d'alta novament. Així s'eviten alumnes repetits i els alumnes poden mantenir les seves dades d'accés en més d'una assignatura. El professor pot afegir alumnes manualment omplint un formulari amb les dades de cada alumne, però també té l'opció d'importar automàticament un llistat d'alumnes des d'un fitxer de *Microsoft Excel*. Això és possible gràcies a l'ús adaptat de la classe gratuïta *PHP Excel Reader* [18]. Cal dir que el fitxer de *Microsoft Excel* ha de respectar un format determinat de files i columnes perquè el sistema pugui llegir correctament les dades dels alumnes que es volen importar.

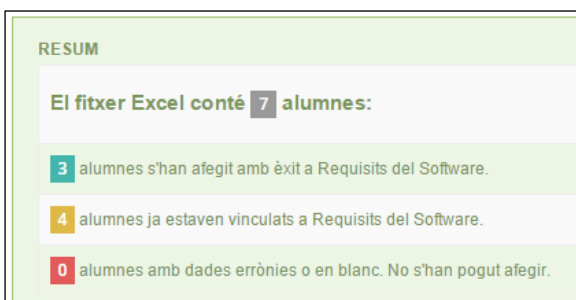


Figura 5: Resum d'alumnes afegits que veu un professor després d'importar-los des d'un fitxer de *Microsoft Excel*.

Si el fitxer no té el format correcte o alguna de les cel·les està en blanc, l'alumne no s'afegirà i el sistema continuarà afegint els següents. Un cop finalitzat el procés d'importació, l'aplicació mostra un resum [Figura 5] que indica quants alumnes s'han pogut afegir.

Els professors poden visualitzar una taula amb el llistat d'alumnes vinculats a la seva assignatura i, des de la mateixa taula, poden editar els camps que contenen informació personal, com ara el nom, els cognoms i el correu electrònic. Això és possible gràcies al nou atribut d'HTML5 anomenat *contenteditable* [19] i l'ús d'AJAX (*Asynchronous JavaScript And XML*) [20] per actualitzar la base de dades, ja que permet desar els camps modificats i obtenir una resposta del servidor sense interferir en la visualització ni el comportament de la pàgina. Aquesta tecnologia s'utilitza en algunes funcionalitats d'altres mòduls, però la finalitat és la mateixa en tots ells. La Figura 6 mostra de forma esquemàtica el funcionament d'AJAX.

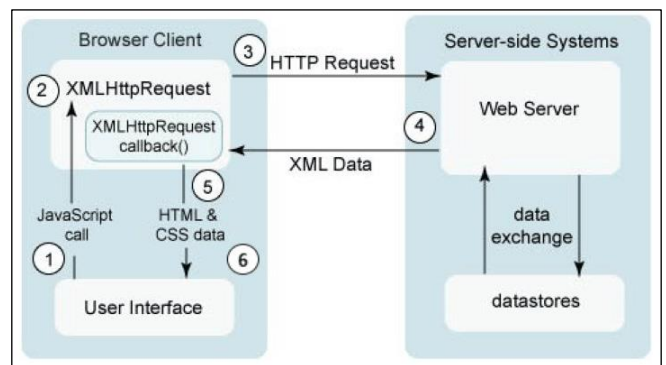


Figura 6: Esquema de transferència de dades mitjançant AJAX (Font: [21])

### 3.3.2 Mòdul de gestió de preguntes

Una de les funcionalitats essencials d'aquest mòdul és la possibilitat d'afegir noves preguntes test al sistema. Només s'ha considerat implementar la inserció de preguntes amb una única resposta correcta, però tal i com s'ha explicat a la secció de disseny de la base de dades, el sistema està dissenyat per a la futura implementació de preguntes multi-resposta, cert/fals i d'ordenació.

El sistema desenvolupat permet afegir preguntes test amb un màxim de sis respostes. Les preguntes consten d'un enunciat, les respostes, una justificació de la resposta correcta i, en cas que l'usuari ho vulgui, existeix la possibilitat d'adjuntar una imatge en format JPG, PNG o GIF.

Quan un usuari vol afegir una nova pregunta, ha de seleccionar un tema de l'assignatura, però si és un alumne i ja ha superat la quantitat màxima de preguntes que pot afegir d'un tema determinat, no li apareixerà l'opció d'afegir una nova pregunta d'aquest tema. En canvi, si és un professor, no tindrà cap límit a l'hora d'afegir preguntes i totes les preguntes que afegeixi es validaran automàticament.

Per poder aconseguir una avaluació col·lectiva de les preguntes afegides, tan els professors com els alumnes

poden valorar les preguntes d'altres usuaris assignant una puntuació de 0 a 5 punts. Un usuari pot valorar una mateixa pregunta més d'una vegada, però cada cop que valori la pregunta, sobreescrirà la puntuació que li va assignar anteriorment. Per poder implementar un sistema de valoracions dinàmic, intuïtiu i atractiu s'ha adaptat una petita llibreria gratuïta anomenada *Stars Rating System* [22]. Aquesta llibreria utilitza AJAX, per tant, és possible valorar les preguntes sense necessitat de recarregar la pàgina. Els comentaris de les preguntes també s'han implementat amb l'ús d'AJAX perquè el funcionament sigui similar al d'un xat instantani.

Els usuaris poden visualitzar un llistat amb totes les preguntes afegides d'una assignatura. Considerant que el nombre de preguntes pot arribar a ser molt elevat en alguns casos, s'ha implementat un cercador que filtra les preguntes per paraula clau. És a dir, l'usuari pot escriure una paraula en el camp de text del cercador i, sense recarregar la pàgina, la llista s'actualitzarà i només mostrarà aquelles preguntes que continguin alguna paraula coincident amb la que ha cercat l'usuari. Aquesta cerca és possible gràcies a les taules dinàmiques de *Bootstrap* [23] que inclou la plantilla JANUX.

### 3.3.2.3 Mòdul d'exàmens

Per maximitzar l'ús de les preguntes que han estat afegides a l'aplicació, s'han implementat dues funcionalitats interessants per generar proves de diferents tipus.

Per una banda, s'ha dotat als professors amb la possibilitat de generar proves d'examen a partir de les preguntes validades d'una assignatura. D'aquesta manera, un professor pot obtenir fàcilment un conjunt de preguntes test fiables i desar-les en un document PDF. Per implementar-ho, s'ha considerat convenient utilitzar la classe gratuïta *HTML2PDF* [24] que permet convertir fàcilment una pàgina HTML a un document PDF. Amb aquesta classe és possible desar els fitxers PDF generats en el servidor, però en el nostre cas no ha estat necessari fer ús d'aquesta funcionalitat, ja que no estava contemplat en els requisits.

Per altra banda, s'ha desenvolupat una funcionalitat que permet als alumnes generar i realitzar proves d'auto-avaluació des del navegador web. La implementació d'aquesta funcionalitat ha requerit l'ús adaptat d'una llibreria anomenada *jQuizzzy Classic* [25] que permet elaborar qüestionaris en temps real, de manera dinàmica i atractiva. S'ha triat aquesta llibreria perquè, a diferència de les altres alternatives existents, aquesta ofereix un resum com el que mostra la Figura 7 amb els errors i encerts de cada pregunta al finalitzar la prova d'auto-avaluació. S'ha considerat que això és una funcionalitat molt útil per una aplicació com la nostra. Ha estat necessari modificar i afegir diverses línies de codi per poder desar els resultats de la prova d'auto-avaluació a la base de dades, així com calcular el temps que transcorre mentre l'alumne està responent les preguntes.

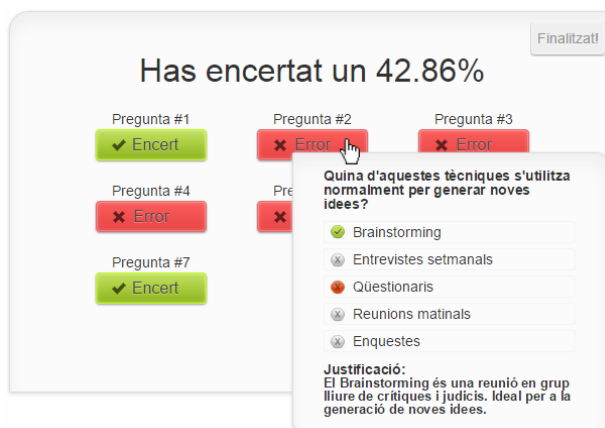


Figura 7: Resum d'encerts i errors després d'una auto-avaluació.

Per fer-ho, s'ha utilitzat una variable PHP de sessió per desar l'hora d'inici, la qual després es fa servir per calcular la resta amb l'hora actual i saber quanta estona ha necessitat l'alumne per contestar totes les preguntes de l'auto-avaluació. Com a funcionalitat complementària, s'ha implementat la visualització d'una taula que mostra els resultats de les auto-avaluacions realitzades per un alumne. En aquesta taula s'hi pot veure la data, l'hora, el tema, la quantitat de preguntes, el percentatge d'encerts i el temps transcorregut durant l'auto-avaluació.

### 3.3.2.4 Mòdul d'informes i estadístiques

Totes les dades que es generen a partir de l'ús de l'aplicació i l'activitat dels usuaris poden ser molt útils per millorar la seva experiència i tenir més control de les seves accions, per tant, s'ha considerat necessari oferir aquesta informació als usuaris. Per aquest motiu, s'ha desenvolupat un apartat a l'aplicació web amb espai exclusiu per informes i gràfiques. Només s'ha pogut implementar un exemple de cadascun per poder veure una mostra en funcionament.

Concretament, s'han desenvolupat mètodes per mostrar breus estadístiques de cada pregunta, com per exemple el percentatge d'encerts i errors. També s'ha implementat la generació d'un resum sobre l'activitat de cada alumne, el qual es pot visualitzar en el seu perfil tal i com es veu a la Figura 8.

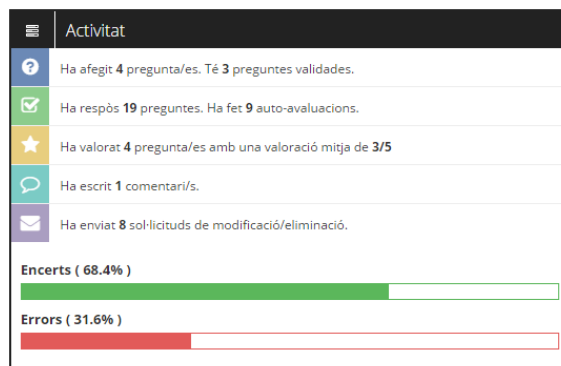


Figura 8: Captura del resum de l'activitat d'un alumne. Extreta de la pàgina de perfil de l'alumne.

### 3.3.3 Instruccions d'instal·lació

L'estructura de l'aplicació web és relativament senzilla tenint en compte altres sistemes actuals similars com ara *Wordpress* [26], *Joomla* [27] o *Drupal* [28]. D'aquesta manera, la configuració inicial de l'aplicatiu en un nou entorn no hauria de suposar cap dificultat per un administrador experimentat. En el cas d'un administrador sense coneixements previs, tampoc hauria de tenir problemes si segueix adequadament els passos corresponents.

Inspirant-nos amb la famosa instal·lació en cinc minuts del popular gestor de contingut anomenat *Wordpress* [26], la qual consta només de set passos, s'ha preparat l'aplicació desenvolupada perquè es pugui instal·lar amb els mateixos passos, adaptant les instruccions i modificacions al nostre sistema. No s'ha implementat cap funcionalitat per posar en marxa l'aplicació, és a dir, no s'ha preparat cap instal·lador ni *script* per crear la base de dades automàticament, però si s'hagués pogut dur a terme, els passos serien:

1. Descarrega el paquet amb l'última versió de l'aplicació i descomprimeix-lo en una carpeta buida del teu ordinador.
2. Obre el fitxer *conex-sample.php* amb un editor de text pla i omple les dades referents a la connexió de la teva base de dades (nom de la base de dades, usuari i *password*).
3. Desa el fitxer com a *conex.php*.
4. Puja tots els fitxers al teu servidor.
5. Obre en el teu navegador web la següent pàgina: <http://elteudomini.com/admin/install.php> Amb això s'haurien d'haver creat les taules necessàries a la teva base de dades.
6. La següent pàgina et mostrarà el nom d'usuari i la paraula de pas que s'han generat per a l'usuari administrador. Anota les dades i fes clic al botó "Següent".
7. El programa d'instal·lació t'enviarà a la pàgina de *login*. Inicia sessió amb el nom d'usuari i la paraula de pas que has escollit. Després d'iniciar sessió com a administrador podràs començar a donar d'alta a professors.

Aquí s'acabarien les instruccions d'instal·lació ja que el sistema ja estaria apunt per afegir professors i els professors podrien començar a afegir assignatures, temes, preguntes i alumnes. En resum, el sistema ja estaria operatiu.

## 4 EXPOSICIÓ DELS RESULTATS

El resultat final del projecte ha estat una aplicació web multi-usuari que permet gestionar preguntes test de forma col·laborativa i utilitza diverses llibreries i tecnologies (*PHP Excel Reader*, *HTML2PDF*, *jQuizzzy Classic*, *Stars Rating System*, *Bootstrap*, i *AJAX*). L'aplicació ofereix als professors un conjunt d'eines i recursos per incentivar i avaluar l'activitat dels seus alumnes, així com també proporciona als estudiants una plataforma d'estudi supervisada, interactiva i intuïtiva (diverses captures de pantalla de l'aplicació web estan recollides a l'Annex A4).

A més de l'aplicatiu web, també s'han generat resultats previs com ara l'estudi de l'estat de l'art actual, l'elicitació de requisits en base a les fonts trobades i el disseny del sistema mitjançant diferents diagrames. Totes aquestes aportacions permeten documentar adequadament les fases del projecte i convertir-lo en una eina aprofitable, és a dir, comprensible per terceres persones que en el futur vulguin utilitzar, de manera total o parcial, qualsevol element del sistema desenvolupat.

## 5 CONCLUSIONS I LÍNIES DE CONTINUACIÓ

A continuació s'exposen les conclusions del projecte i les possibles línies de millora.

### 5.1 Conclusions

Durant aquest projecte s'ha desenvolupat una aplicació web que permet gestionar preguntes test i proveir als usuaris amb eines i recursos per interactuar i participar activament en el sistema. L'aplicatiu també permet aprofitar aquestes preguntes per generar proves d'auto-avaluació i exàmens, a més d'oferir estadístiques de l'activitat dels usuaris a l'aplicació.

S'ha assolit, doncs, tots els objectius establerts a la planificació inicial en el temps previst i amb els recursos disponibles identificats. D'aquesta manera, podem afirmar que l'aplicació implementada millora els sistemes existents com el desenvolupat pel grup de professors de la Universitat Complutense de Madrid, ja que inclou moltes més funcionalitats útils i es tracta d'un sistema independent que no està integrat a cap plataforma d'aprenentatge existent. Això facilita molt l'ús a tercers perquè no estan limitats a un entorn únic, sinó que dona moltes més possibilitats que els sistemes anteriors. A més, és compatible amb els sistemes operatius, plataformes, i dispositius mòbils més utilitzats actualment.

No obstant, han quedat diversos punts pendents, com ara la implementació d'un major nombre d'informes i gràfiques per mostrar les estadístiques de l'activitat dels usuaris, o bé la resolució d'errors en algunes funcionalitats del sistema. És una realitat, doncs, que el desenvolupament d'un projecte de qualitat en l'àmbit de l'enginyeria informàtica requereix moltes hores d'estudi, formació, planificació, anàlisi, disseny, implementació i proves, com passaria amb qualsevol altre projecte d'enginyeria.

### 5.2 Línies de continuació

Tot i que s'han desenvolupat les funcionalitats més rellevants de l'aplicació, encara hi ha una sèrie de futures millores que es podrien dur a terme un cop finalitzat el projecte.

Una d'elles seria desenvolupar l'aplicació nativa per a dispositius mòbils *Android*, *iOS* i *Windows Phone*. Les aplicacions natives són més eficients i s'adapten perfectament al dispositiu mòbil per al qual han estat dissenyades.

Una altra possible millora és la implementació d'un mòdul de notificacions i recordatoris motivadors pels usuaris. D'aquesta manera es podria animar als usuaris a que utilitzin regularment l'aplicatiu, a més de mantenir-los informats constantment de les novetats. Per exemple, es podria mostrar una notificació a l'usuari cada vegada que s'afegeix una nova pregunta al sistema o cada cop que un usuari escriu un comentari en alguna de les seves preguntes.

També es podria desenvolupar un mòdul de personalització de l'aplicació. Així cada centre docent podria utilitzar el seu logotip institucional o bé editar els colors i els estils de l'aplicatiu.

Es podrien realitzar proves de rendiment amb un volum de dades elevat i veure en quins punts caldria optimitzar les consultes a la base de dades.

Finalment, per demostrar que l'aplicació pot aportar resultats favorables en el rendiment acadèmic dels estudiants, caldria implementar les funcionalitats necessàries per facilitar l'encreuament de dades entre l'aplicació i les qualificacions acadèmiques dels estudiants, obtingudes del sistema actual de cada centre educatiu.

### 5.3 Apreciacions personals

- Per començar un projecte des de zero, és necessari definir amb claredat tots els objectius i elaborar una planificació acurada, però també cal tenir en compte que durant el procés de desenvolupament poden canviar diversos requisits. Per aquest motiu, cal tenir una alta capacitat d'adaptació als canvis i re-planificar tot el que sigui necessari.
- Cal tenir consciència del temps disponible i prioritzar les tasques de desenvolupament. És fàcil tenir idees i proposar millores de l'aplicació, però si tenen un cost de temps massa elevat i un impacte final molt baix, és millor deixar-ho per les últimes fases de desenvolupament.
- En les fases inicials de la implementació el temps pot ser molt elevat, però si el disseny és bo i es genera codi de qualitat (reutilitzable, comentat, etc.), el temps d'implementació és molt baix per a fases posteriors, ja que és molt fàcil aprofitar codi i funcions ja implementades.
- És possible desenvolupar software de qualitat en poc temps si es posa l'èmfasi adequat en cada etapa del projecte i es segueixen conceptes de metodologies àgils de desenvolupament.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Sánchez-Elez, I. Pardines, P. Garcia, G. Miñana, S. Roman, M. Sánchez, J. Luis Risco. *Enhancing Students' Learning Process Through Self-Generated Tests*. Publicat on-line: *Springer Science+Business Media New York*, 27 de Març 2013.
- [2] *Distracted Learning: Cell Phone Cultures Class Breaks All the Rules*. <http://about.gmu.edu/distracted-learning-cell-phone-cultures-class-breaks-all-the-rules/> (consultat el 10 de gener de 2015).
- [3] *Virtualidad, Educación y Motivación: un ensayo experimental en la docencia universitaria de los Recursos Humanos mediante el portal Human Site*. <http://www3.uji.es/~agrandio/publica/hsite/> (consultat el 10 de gener de 2015).
- [4] R. Ruiz. *Taller ETSEIB de Qüestionaris a Moodle*, Febrer 2008. [http://www.eio.upc.es/~heredia/files/Manual\\_questionaris\\_Moodle.pdf](http://www.eio.upc.es/~heredia/files/Manual_questionaris_Moodle.pdf) (consultat el 12 de gener de 2015).
- [5] *Pàgina web de presentació oficial de l'aplicació Google Forms*. <http://www.google.com/forms/about/> (consultat el 24 de gener de 2015).
- [6] *Pàgina web oficial de la plataforma de preguntes test JQuizzy*. <https://jquizzy.com/> (consultat el 20 de gener de 2015).
- [7] *The WISE App (Wireless Interactive Scanning Examinations)*. <http://www.thewiseapp.com/> (consultat el 23 de gener de 2015).
- [8] *Introducció ràpida al llenguatge de programació HTML5*. [http://www.w3schools.com/html/html5\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/html/html5_intro.asp) (consultat el 20 de gener de 2015).
- [9] *Introducció ràpida al llenguatge d'estils CSS3*. [http://www.w3schools.com/css/css3\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/css/css3_intro.asp) (consultat el 20 de gener de 2015).
- [10] *Pàgina web de descàrrega de la plantilla HTML5 JANUX*. <http://themifycloud.com/downloads/janux-free-responsive-admin-dashboard-template/> (consultat el 12 de gener de 2015).
- [11] *Llistat de plantilles web gratuïtes dissenyades amb HTML5 i CSS3*. <http://www.designsave.com/2014/07/best-free-responsive-admin-dashboard-templates.html> (consultat el 12 de gener de 2015).
- [12] *Entrada de la wikipèdia sobre què és LAMP*. <http://es.wikipedia.org/wiki/LAMP> (consultat el 27 de gener de 2015).
- [13] *Pàgina web oficial de Hostinger. Servei d'allotjament web gratuït*. <http://www.hostinger.com/> (consultat el dia 19 de gener de 2015)
- [14] *Pàgina web de l'eina phpMyAdmin. Documentació i descàrrega*. <http://www.phpmyadmin.net/> (consultat el dia 20 de gener de 2015).
- [15] *Pàgina web oficial de l'aplicació Notepad++*. <http://notepad-plus-plus.org/> (consultat el dia 22 de gener de 2015)
- [16] *Manual de PHP - Documentació sobre la funció md5()*. <http://php.net/manual/es/function.md5.php> (consultat el dia 20 de gener de 2015).
- [17] *Manual de PHP - Documentació sobre la funció mail()*. <http://php.net/manual/es/function.mail.php> (consultat el dia 20 de gener de 2015).
- [18] *PHP Excel Reader. Parse and retrieve information from XLS files*. <https://code.google.com/p/php-excel-reader/> (consultat el dia 24 de gener de 2015).
- [19] *Descripció de les utilitats de l'atribut ContentEditable d'HTML5*. [http://www.w3schools.com/tags/att\\_global\\_contenteditable.asp](http://www.w3schools.com/tags/att_global_contenteditable.asp) (consultat el dia 26 de gener de 2015).
- [20] *Introducció ràpida del funcionament de la tecnologia AJAX*. [http://www.w3schools.com/Ajax/ajax\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/Ajax/ajax_intro.asp) (consultat el dia 26 de gener de 2015).
- [21] *Esquema de la transferència de dades mitjançant AJAX*. <https://sureshjain.files.wordpress.com/2007/04/untitled.jpg> (consultat el dia 27 de gener de 2015).
- [22] *Stars Rating System With jQuery Ajax & PHP*. <http://www.webcodo.net/rating-stars-system-with-jquery-ajax-php/> (consultat el dia 22 de gener de 2015).
- [23] *Pàgina web oficial de descàrrega de Bootstrap*. <http://getbootstrap.com/> (consultat el dia 29 de gener de 2015).

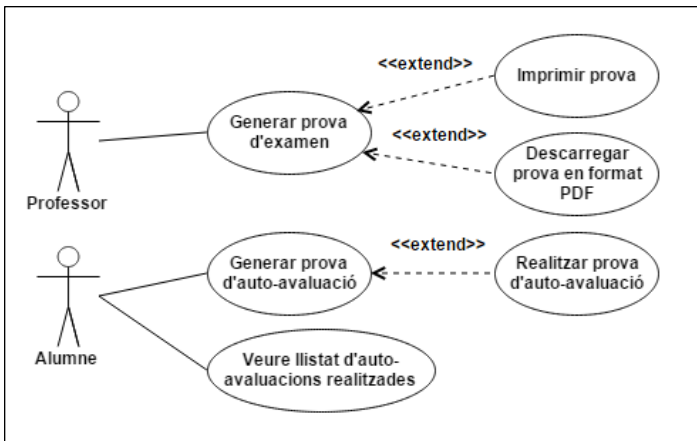
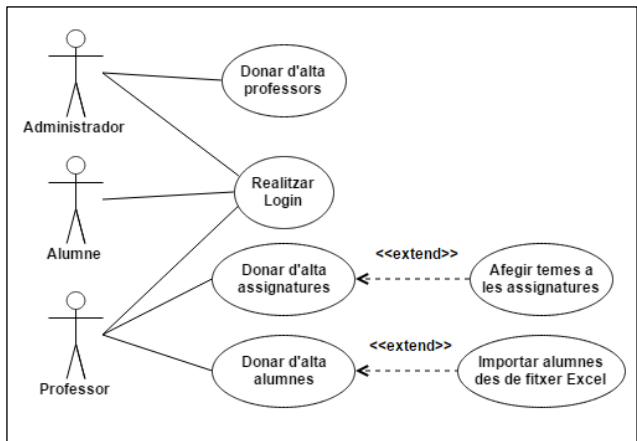
- [24] *Pàgina web oficial de descàrrega de la classe HTML2PDF.*  
<http://html2pdf.fr/es/default> (consultat el dia 26 de gener de 2015).
- [25] *jQuizzzy Classic. Premium Quiz Engine.*  
<http://codecanyon.net/item/jquizzzy-classic-premium-quiz-engine/242295> (consultat el dia 26 de gener de 2015).
- [26] *Pàgina web oficial de descàrrega i documentació de Wordpress.*  
<https://es.wordpress.org/> (consultat el dia 30 de gener de 2015).
- [27] *Pàgina web oficial de descàrrega i documentació de Joomla.*  
<http://www.joomla.org/> (consultat el dia 30 de gener de 2015).
- [28] *Pàgina web oficial de descàrrega i documentació de Drupal.*  
<https://www.drupal.org/> (consultat el dia 30 de gener de 2015).

**ANNEX**

**A1. DIAGRAMA DE CASOS D'ÚS**

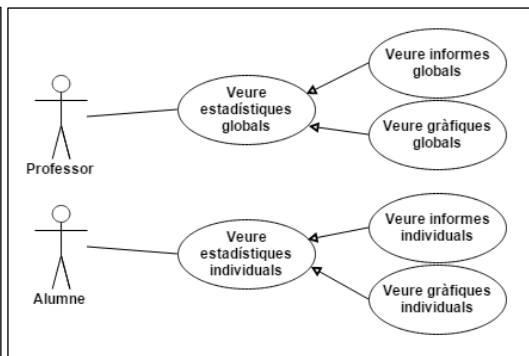
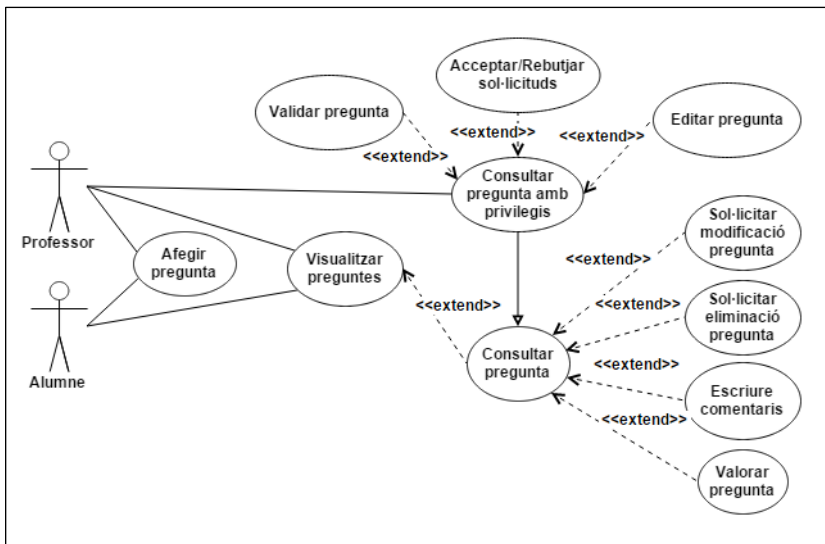
**A1.1 Mòdul d'accés i gestió d'usuaris**

**A1.2 Mòdul d'exàmens**



**A1.3 Mòdul de gestió de preguntes**

**A1.4 Mòdul d'informes i estadístiques**



## A2. REQUISITS DEL SISTEMA

### A2.1 Requisits funcionals

- El sistema ha de permetre als administradors afegir nous professors al sistema, així com eliminar-los o editar les seves dades.
- El sistema ha de mostrar a l'administrador el llistat de professors afegits.
- El sistema ha de permetre als professors afegir nous alumnes al sistema i vincular-los a la seva assignatura, així com eliminar-los o editar les seves dades.
- El sistema ha d'oferir als professors dues opcions per afegir nous alumnes: manualment o important-los automàticament des d'un fitxer de Microsoft Excel (.XLS).
- El sistema ha de permetre als professors crear noves assignatures i temes, així com eliminar-los o editar-los.
- El sistema ha de permetre als professors validar les preguntes que han afegit els seus alumnes.
- El sistema ha de permetre als professors acceptar o rebutjar les sol·licituds de modificació o eliminació dels alumnes.
- El sistema ha de permetre als professors editar i eliminar preguntes test del sistema.
- El sistema ha de permetre als professors visualitzar estadístiques globals i individuals de l'activitat dels alumnes.
- El sistema ha de permetre als professors generar proves d'examen utilitzant les preguntes validades de l'assignatura.
- El sistema ha de permetre als professors definir una quantitat màxima de preguntes que els alumnes podran afegir per cadascun dels temes de l'assignatura.
- El sistema ha de permetre que tan professors com alumnes puguin visualitzar el llistat de preguntes existents en el sistema.
- El sistema ha de permetre que tan professors com alumnes puguin cercar preguntes filtrant-les per paraula clau.
- El sistema ha de permetre que tan professors com alumnes puguin visualitzar els detalls d'una pregunta test.
- El sistema ha de permetre que tan professors com alumnes puguin escriure comentaris a les preguntes afegides.
- El sistema ha de permetre que tan professors com alumnes puguin valorar les preguntes afegides que no són seves.
- El sistema ha de permetre que tan professors com alumnes puguin afegir preguntes test.
- El sistema ha de permetre als professors, administradors i alumnes modificar la seva paraula de pas.
- El sistema ha de permetre als professors, administradors i alumnes sol·licitar una nova paraula de pas en cas de no recordar-la.
- El sistema ha de prohibir als alumnes eliminar i editar preguntes.
- El sistema ha de permetre als alumnes enviar una

sol·licitud de modificació o eliminació de cadascuna de les seves preguntes test.

- El sistema ha de permetre als alumnes cancel·lar una sol·licitud de modificació o eliminació enviada prèviament.
- El sistema ha de permetre als alumnes generar proves d'auto-avaluació utilitzant les preguntes de l'assignatura.
- El sistema ha de permetre als alumnes realitzar proves d'auto-avaluació utilitzant les preguntes de l'assignatura.
- El sistema ha de permetre als alumnes veure un llistat de les auto-avaluacions que ja han realitzat.
- El sistema ha de permetre als alumnes visualitzar estadístiques individuals de la seva activitat en el sistema.

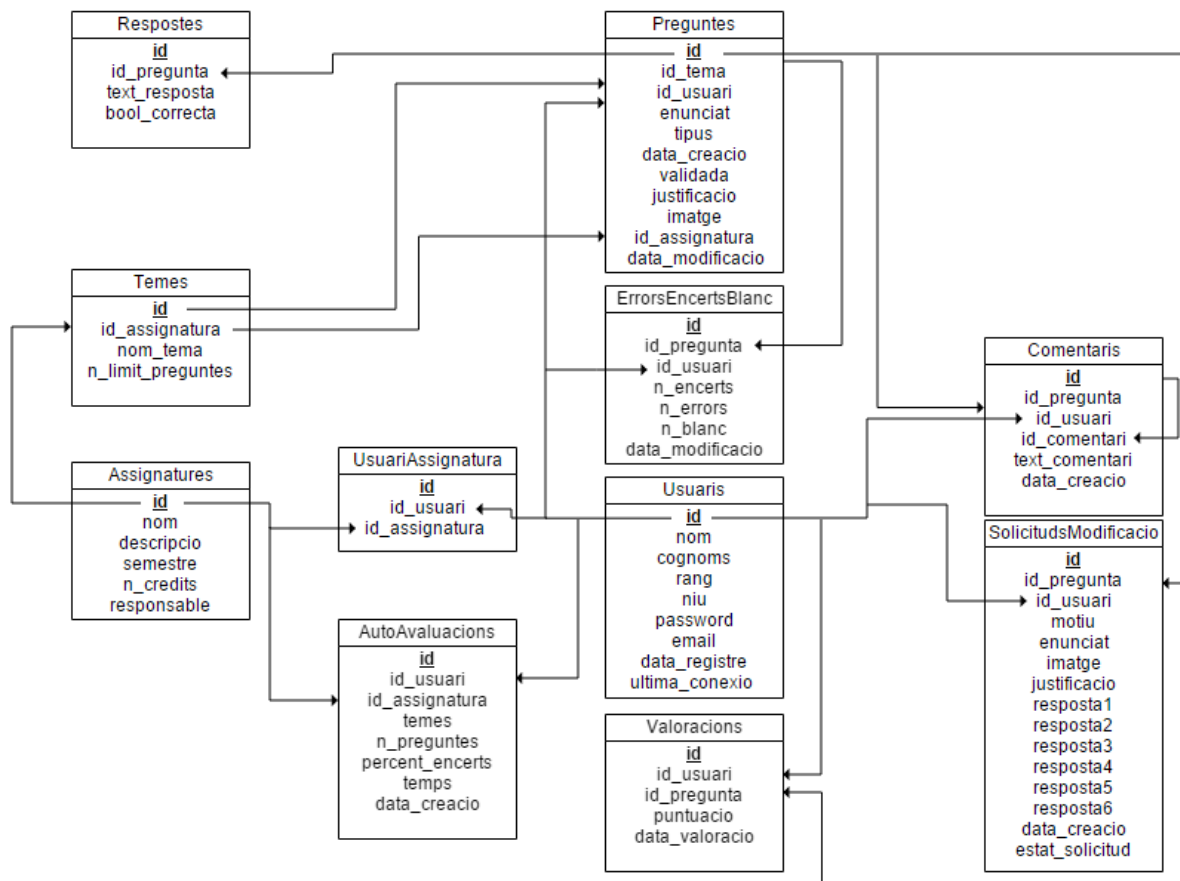
### A.2.2 Requisits de qualitat

- El sistema ha de mostrar la informació organitzada de forma que la navegació resulti intuïtiva (sense necessitat de consultar cap manual ni cap ajuda) i la interfície ha de ser d'estil minimalista fent servir una font clarament llegible en qualsevol text de l'aplicació.
- L'aplicació ha de ser accessible des d'un navegador web executant-se en qualsevol dels diferents sistemes operatius i plataformes actuals més coneguts. Des d'equips d'escriptori fins a dispositius mòbils com tablets o smartphones.
- El sistema ha de funcionar de forma independent, sense requerir la integració amb altres sistemes existents.
- Pel que fa a la seguretat, el sistema ha d'encarregar-se que només puguin accedir a l'aplicació i a qualsevol dels recursos de l'aplicatiu aquells usuaris que demostrin tenir credencials d'accés. Així mateix, cal protegir l'aplicació contra possibles errors i atacs que puguin posar en perill la integritat, la disponibilitat i la privacitat de les dades. Per exemple, un alumne no ha de poder veure l'autor de cap pregunta, exceptuant les seves.

### A.2.3 Restriccions

- El temps disponible per desenvolupar el projecte són 300 hores repartides en 18 setmanes.
- Els recursos humans assignats consten d'un estudiant i un professor, el qual s'encarrega de supervisar i fer el seguiment del treball realitzat per l'alumne.
- Els recursos tècnics assignats consten d'un ordinador portàtil amb accés a Internet.
- El pressupost màxim assignat per dur a terme el desenvolupament de l'aplicació web és de 0,00€.

### A3. DIAGRAMA DE TAULES DE LA BASE DE DADES



### A4. CAPTURES DE PANTALLA DE L'APLICACIÓ WEB

#### A.4.1 Llistat d'alumnes afegits a l'assignatura

La captura de pantalla mostra la interfície d'usuari de l'aplicació MEGATEST. A la part superior, hi ha el menú de navegació amb opcions com 'Inici', 'Alumnes', 'Assignatura', 'Preguntes', 'Proves' i 'Estadístiques'. A la part superior dreta, es veu el nom d'usuari 'Daniel' i el títol de la pàgina 'Requisits del Software'.

El contingut principal mostra un botó 'Alumnes' amb el nombre 15, i dos botons per afegir nous alumnes o professors. A sota, hi ha un títol 'Alumnes de: Requisits del Software' i un filtre de cerca.

NIU	Nom	Cognoms	Correu electrònic	Última connexió	Accions
1212121	Jordi	Serra Roig	jordi.serra@e-campus.uab.cat	2014-12-01 02:06:46	[Icones]
1270865	Esteve	Serrano Alberola	estevesa92@gmail.com	2015-02-09 00:01:50	[Icones]
1292282	Dagobert	Balmont Pérez	Dagobert.Balmont@e-campus.uab.cat	2014-12-05 20:30:47	[Icones]
1308920	Gerard	Santos Fàbrega	gerard.santos1991@gmail.com	2014-12-13 15:37:49	[Icones]
1343871	Alberto	Álamo Vallis	Alberto.Alamo@e-campus.uab.cat	2014-12-05 20:30:47	[Icones]

### A.4.2 Llistat de preguntes afegides

ID	Pregunta	Tema	Valoració	Detalls	Accions
5	Quina és la primera fase del procés de desenvolu...	Tema 2. Els stakeholders	★★★★★	✓	[Icones]
9	Com s'han de redactar els requisits del sistema en ...	Tema 1. Tècniques d'elicitació	★★★★★	✓	[Icones]
14	Com es poden prioritzar els requisits d'un si...	Tema 1. Tècniques d'elicitació	★★★★★	✓	[Icones]
15	Quines tècniques s'utilitzen per a la captur...	Tema 1. Tècniques d'elicitació	★★★★★	✓	[Icones]

### A.4.3 Detalls d'una pregunta vista per un Professor

**Enunciat de la pregunta** Validada

Quina d'aquestes tècniques s'utilitza normalment per generar noves idees?

**Respostes:**

- ✓ Brainstorming
- ✗ Entrevistes setmanals
- ✗ Questionaris
- ✗ Reunions matinals
- ✗ Enquestes

**Justificació de la resposta correcta:**

El Brainstorming és una reunió en grup lliure de crítiques i judicis. Ideal per a la generació de noves idees.

**Informació de la pregunta**

**Valoració personal:** No pots valorar la teva pregunta.

**Valoració general:** 2 valoracions ★★★★★

**Tema:** Tema 1. Tècniques d'elicitació

**Tipus:** Estàndar

**Autor:** Daniel Ponsa Mussarra

**Última modificació:** 2015-02-09 00:01:17

**Data de creació:** 2015-02-09 00:01:17

**Encerts:** 60% (3/5)

**Errors:** 40% (2/5)

**No contestada:** 0% (NaN/5)

### A.4.4 Llistat d'auto-avaluacions realitzades

Data	Temes	N° Preguntes	Durada	Encerts (%)
2015-01-25 22:13:52	Tema 1. Tècniques d'elicitació	4	14s	75%
2015-01-25 22:17:59	Diversos temes	3	11s	33%
2015-01-25 22:18:19	Tema 2. Els stakeholders	1	6s	100%
2015-01-25 22:23:13	Tema 1. Tècniques d'elicitació	1	7s	100%