

---

This is the **published version** of the bachelor thesis:

Sanvicente García, Sílvia; Pons Aróztegui, Jordi, dir. Desenvolupament d'eines per importar, gestionar i visualitzar les enquestes de la UAB. 2021. (958 Enginyeria Informàtica)

---

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/238458>

under the terms of the  license

# Desenvolupament d'eines per importar, gestionar i visualitzar les enquestes de la Universitat Autònoma de Barcelona

Sílvia Sanvicente García

**Resum**– Avaluar periòdicament els serveis que ofereix la Universitat Autònoma de Barcelona permet detectar els punts febles i fer les modificacions necessàries per a garantir la satisfacció i l'excel·lència dels serveis que ofereix. Tot i l'excel·lent treball que es realitza per definir i incentivar la participació en les enquestes s'ha detectat una mancança a l'hora de difondre els resultats que s'obtenen de forma general en tot l'àmbit universitari. Per resoldre aquest problema, en aquest treball s'han creat una sèrie d'eines per gestionar les enquestes i posteriorment visualitzar els resultats amb les quals s'espera poder millorar els serveis que ofereix la universitat i aconseguir un increment d'aquests processos participatius.

**Paraules clau**– Aplicació web, Bootstrap, D3.js, Enquestes universitàries, HTML5, Javascript, MVC, PHP, SQL.

**Abstract**– The periodic evaluation of the services offered by the Universitat Autònoma de Barcelona allows us to detect weak points and make changes to ensure the satisfaction and excellence of the services. Despite the exceptional work done to define and encourage participation in the surveys, there is a lack of dissemination of the results to individual members of the university. To solve this problem, in this work various tools have been created to manage the surveys and later display and visualize the results. With these tools, it is hoped to improve the services offered by the university and achieve an increase in participation.

**Keywords**– Bootstrap, D3.js, HTML5, Javascript, MVC, PHP, SQL, University surveys, Web application.



## 1 INTRODUCCIÓ

LA realització d'enquestes és fonamental per a la millora de les titulacions universitàries. Conèixer les opinions dels estudiants sobre les matèries i el professorat permet detectar els punts febles i fer canvis [1]. Actualment la Universitat Autònoma de Barcelona avalua les assignatures de grau, els mòduls de màster, l'actuació docent del professorat, les pràctiques externes, el treball de fi d'estudis i la satisfacció dels titulats, però tot i disposar de tot aquest ventall de dades la seva difusió és molt limitada i poc eficient [2]. A partir d'aquesta mancança sorgeix la idea de crear un seguit d'eines web que permetin visualitzar els resultats de les enquestes universitàries, tant per part del

professorat com de l'alumnat, d'una manera més visual i entenedora. Amb la difusió d'aquesta informació s'espera poder millorar els serveis que ofereix la universitat. Per part del professorat, accedir a la informació aportada pels estudiants sobre la matèria impartida d'una manera més visual pot facilitar la realització de canvis en la docència i observar l'impacte que aquests tenen en els següents cursos. En el cas de l'estudiant, aquest pot obtenir prèviament a la realització d'una assignatura l'opinió d'altres estudiants que l'han cursat, podent preparar-se millor la càrrega de treball que aquesta suposarà o disposar de més informació a l'hora d'escollir menció o assignatures optatives. D'altra banda, millorant la visibilitat dels resultats de les enquestes, s'espera poder aconseguir un increment en la participació.

En aquest article s'explica el desenvolupament que s'ha realitzat per crear les eines necessàries per permetre l'accés als resultats de les enquestes, integrar aquests resultats de forma automàtica i crear nous models d'enquestes.

- E-mail de contacte: silvia.sanvicente@e-campus.uab.cat
- Menció realitzada: Tecnologies de la Informació
- Treball tutoritzat per: Jordi Pons Aróztegui (DEIC)
- Curs 2020/21

En primer lloc, es descriu la situació actual de la gestió dels resultats de les enquestes i les tecnologies proposades per crear les eines web. Tot seguit es llisten els objectius del projecte. A continuació s'explica la metodologia implementada al llarg del projecte, la planificació que s'ha realitzat i les tecnologies que s'han decidit utilitzar. A l'apartat de resultats s'expliquen les eines creades, com s'han implantat i quines funcionalitats tenen. També es valoren els objectius assolits a partir dels resultats obtinguts. Seguidament, s'expliquen les mesures de ciberseguretat que s'han tingut en compte a l'hora d'implantar les eines i finalment s'exposen les línies futures de treball i les conclusions del projecte valorant tot el treball que s'ha realitzat.

## 2 ESTAT DE L'ART

Actualment la difusió dels resultats de les enquestes es realitza principalment mitjançant l'enviament d'un informe en format PDF tant al professorat de les assignatures avaluades com als coordinadors de grau i l'equip de direcció amb la mitjana dels resultats obtinguts en cada pregunta. Aquesta difusió compta amb dos punts febles, en primer lloc, aquesta informació no arriba a tots els membres que participen en aquestes enquestes, sobretot pel que fa a l'alumnat i en segon lloc, la informació que es presenta és poc visual, ja que la informació majoritàriament es mostra en taules en comptes de gràfics. Per resoldre aquestes carències es proposa la creació d'un conjunt d'eines web en entorn web seguint una arquitectura Model-Vista-Controlador utilitzant principalment les tecnologies PHP, JavaScript i SQL [3]. Una alternativa a aquest tipus d'arquitectura i aquestes tecnologies seria la utilització d'un *framework* escrit en JavaScript com són Node.js o Vue.js sota una estructura *single-page application* [4,5,6]. Aquesta alternativa es desestima per adaptar-nos a les característiques i llenguatges disponibles en el servidor en el qual finalment s'hauran d'allotjar aquestes eines.

## 3 OBJECTIUS

L'objectiu principal d'aquest projecte és aconseguir una major difusió del resultat de les enquestes al màxim nombre de persones relacionades amb l'àmbit universitari. Aquest objectiu principal s'ha desglossat en objectius més concrets que han servit per definir els requisits i les tasques necessàries a realitzar al llarg del projecte. Per prioritzar els diferents objectius s'han dividit en dues categories, primaris i secundaris. Els objectius primaris són essencials per finalitzar el projecte i els objectius secundaris, en cas de no ser assolits, s'haurien d'implementar en una futura línia de treball.

### 3.1 Objectius primaris

- Crear una base de dades per poder emmagatzemar tota la informació relacionada amb les enquestes ja sigui usuaris, resultats, models...
- Crear una eina de gestió d'enquestes que permeti crear i mantenir models, versions i edicions i importar resultats d'enquestes.

- Crear una eina que permeti visualitzar els resultats de les diferents edicions de les enquestes universitàries.
- Permetre a l'usuari accedir i utilitzar les eines des de qualsevol lloc i sense necessitat d'un software específic.
- Assegurar la privacitat i la seguretat de les dades.

### 3.2 Objectius secundaris

- Utilitzar el Servei d'Autenticació Centralitzat (SAC) de la Universitat Autònoma de Barcelona pel control d'accés a les aplicacions.
- Implementar un sistema de permisos que permeti visualitzar només les enquestes autoritzades, podent triar el perfil d'accés a l'eina si l'usuari ostenta algun càrrec acadèmic.
- Permetre a l'usuari comparar els resultats d'una enquesta entre diferents edicions d'aquesta.
- Facilitar el manteniment de les dades que no es puguin incorporar automàticament.

## 4 METODOLOGIA

Per la realització de les dues eines principals que formen el projecte s'ha utilitzat una metodologia basada en prototips [7]. Aquesta metodologia consta de sis etapes on la quarta i cinquena etapa es realitzen de manera reiterada fins a la finalització del producte. El model de creació de prototips que s'ha utilitzat és l'evolutiu en el qual el prototip es desenvolupa gradualment en funció dels comentaris del client. Les etapes són les següents:

1. Recopilació i anàlisi de requisits.
2. Disseny ràpid.
3. Construcció del prototip.
4. Avaluació inicial de l'usuari.
5. Perfeccionament del prototip.
6. Implementació del producte i manteniment.

S'ha escollit aquesta metodologia per dos motius. En primer lloc una metodologia evolutiva en comptes d'una lineal permet anar millorant les eines a mesura que es fan les reunions de seguiment amb el tutor. En segon lloc, en basar-se en un projecte de visualització de dades els prototips són una eina de comunicació pràctica i útil, ja que a mesura que es desenvolupa el projecte també ho fan els prototips.

En la fase inicial del projecte, es van realitzar diversos prototips a paper i llapis per decidir l'estructura de la base de dades i el disseny de les eines de gestió i visualització d'enquestes. Tant l'eina per importar i gestionar enquestes com la de visualitzar els resultats van començar com a prototips d'alt nivell on en les primeres iteracions la major part del codi era incrustat o *hard-coded* i a mesura que avançava el projecte i es validava el disseny, aquest codi es va anar substituint per les corresponents crides a

la base de dades. Utilitzar prototips d'alt nivell permet reutilitzar codi de la iteració anterior, però té l'inconvenient que en diversos moments del projecte s'han decidit canvis de disseny importants i el treball realitzat prèviament ha hagut de ser descartat.

Per gestionar de manera personal el treball que s'anava fent s'ha utilitzat l'aplicació de gestió de projectes Trello aplicant el mètode Kanban [8,9]. Aquest mètode consta de tres columnes que permeten veure les tasques pendents, les que estan en progrés i les que ja s'han completat.

## 5 PLANIFICACIÓ

El treball de fi de grau té una càrrega de treball de 300 hores dividida en vint setmanes des de l'inici fins a la finalització del projecte. A la figura 1 es mostra el diagrama de Gantt que s'ha utilitzat per gestionar la planificació. En el diagrama podem veure les fases en les quals s'ha dividit el projecte i la seva durada prevista en dies. A l'inici de cada fase s'ha revisat el diagrama per ajustar-se a les noves tasques.



Fig. 1: Diagrama de Gantt de la planificació del projecte

## 6 TECNOLOGIES UTILITZADES

Les eines que s'han desenvolupat en aquest projecte s'han publicat al servidor *deic-projectes* gestionat pel departament d'Enginyeria de la Informació i les Comunicacions (DEIC) de la Universitat Autònoma de Barcelona. Aquestes eines tenen una estructura Model–Vista–Controlador on l'arxiu *index.php* fa d'encaminador, ja que rep les peticions de la pàgina i executa les accions corresponents.

Com a llenguatges de programació s'ha utilitzat HTML5 per crear l'estructura bàsica de l'aplicació, CSS i Bootstrap per fer el layout i donar estil, Javascript i JQuery per dinamitzar l'aplicació i PHP i SQL per fer les consultes a la base de dades [10,11]. Per visualitzar els resultats de les enquestes s'ha utilitzat D3.js, que és una llibreria JavaScript per implementar gràfics [12]. Per importar les dades d'un fitxer Excel a la base de dades s'ha utilitzat la

llibreria *PhpSpreadsheet* [13]. Per programar s'ha utilitzat l'IDE *PhpStorm* el qual permet treballar en un entorn remot i per administrar les bases de dades s'ha utilitzat *phpMyAdmin*.

## 7 RESULTATS

Les tasques principals d'aquest projecte han estat la implementació d'una base de dades per emmagatzemar totes les dades referents a les enquestes universitàries, una eina per importar i gestionar models, versions i edicions d'enquestes i una eina per visualitzar els resultats de les enquestes. En aquesta secció es detallarà el funcionament del treball realitzat, explicant com s'ha implementat i valorant els objectius assolits a partir dels resultats obtinguts. Els enllaços per accedir a les dues eines es troben a l'apèndix A.1.

### 7.1 Bases de dades del projecte

Per dur a terme aquest projecte i nodrir de dades les eines que s'han creat s'ha implementat una base de dades amb el nom *enquestes*. Aquesta base de dades emmagatzema la informació sobre els models, les versions (les quals engloben les preguntes, els grups de respostes i les respostes en si), les edicions i els resultats. També hi ha informació dels usuaris amb accés a les eines. S'incideix més en els aspectes referents als grups de respostes en l'apartat 7.2.2 i sobre el control d'accés a l'apartat 7.2.5. D'altra banda, també fa falta poder disposar d'informació general de la Universitat Autònoma de Barcelona per saber els plans d'estudi, les assignatures, els grups i el nombre d'alumnes matriculats. Per obtenir aquesta informació s'han utilitzat les taules implementades per l'estudiant Daniel Montesinos en el seu treball de fi de grau. Aquestes taules s'han importat a la base de dades *enquestes* i se li ha afegit el prefix "d\_" per diferenciar-les de les altres taules. No s'ha realitzat cap modificació en aquestes taules pel que fa al nom de les columnes o les dades en si per facilitar el seu manteniment i en cas de ser actualitzades simplement poder inserir les noves dades. La base de dades *enquestes* es troba allotjada al servidor *deic-projectes* i es gestiona amb l'eina *phpMyAdmin*. A l'apèndix A.2 i A.3 es mostren els diagrames de les bases de dades *enquestes* i *gestor permisos*.

### 7.2 Eina per importar i gestionar enquestes

L'objectiu d'aquesta eina és crear tota la informació necessària per nodrir de dades l'eina per visualitzar els resultats de les enquestes. Cada tipus d'enquesta que realitza la Universitat Autònoma de Barcelona té el seu model d'enquesta amb les seves preguntes i possibles respostes. Aquestes preguntes poden patir modificacions creant així diverses versions d'un model i cada vegada que es passa una enquesta a un públic determinat els resultats es recullen dins d'una edició. L'eina per importar i gestionar enquestes permet crear models, versions i edicions i importar els resultats d'una edició. A continuació s'expliquen les diferents pantalles que permeten realitzar aquestes funcionalitats i com s'han implementat.

### 7.2.1 Crear models d'enquesta

Un cop l'usuari ha accedit a l'aplicació, aquest pot navegar per les diferents pantalles a partir d'un menú en forma de barra horitzontal situat a la part superior. A la pantalla *Models d'enquesta* l'usuari pot crear nous models, tot i que actualment les eines estan enfocades només al model d'assignatures de grau. Aquesta pantalla, igual que la majoria que formen aquesta aplicació web, disposa de dos elements principals, una taula per a visualitzar les dades inserides i un formulari per a inserir noves dades. El formulari demana a l'usuari que especifiqui el nom del nou model, una descripció, a quin públic va dirigida l'enquesta, el centre organitzador que en cas d'una assignatura seria el centre que la imparteix i el nivell d'avaluació que normalment serà grau o màster. Tota aquesta informació s'envia mitjançant el mètode POST i es filtra i valida abans d'afegir a la base de dades. El nom que especifica l'usuari s'utilitza com a clau identificadora del model i per aquest motiu es processa per treure caràcters especials, se li aplica un estil *snake\_case* i es comprova que no estigui duplicada [14]. La figura 2 mostra aquesta pantalla.

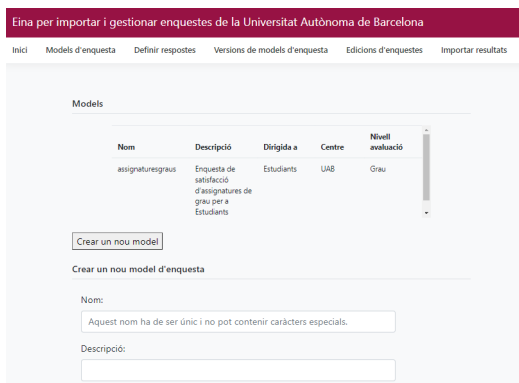


Fig. 2: Pantalla per crear nous models d'enquesta

### 7.2.2 Crear versions d'un model d'enquesta

Les versions són un concepte complex, ja que engloben tant les preguntes com les possibles respostes que formen l'enquesta en si. Atès que diverses preguntes tenen les mateixes opcions a l'hora de respondre s'ha creat una pantalla per definir grups de respostes. Implementar aquesta pantalla independent a les versions aporta dos avantatges. En primer lloc, redueix la inserció de dades per part de l'usuari, ja que només defineix les respostes un cop en comptes d'una vegada per cada pregunta i en segon lloc, evita un doble bucle a l'hora de crear les versions reduint la dependència entre pantalles. Per definir les respostes, l'usuari ha d'accedir a la pantalla *Definir respostes* on trobarà una taula amb les respostes que hi ha a la base de dades i un formulari per afegir-ne de noves. Les respostes s'agrupen per grups per poder identificar-se a l'hora de crear les versions. L'usuari ha de definir el nom del grup, una descripció, el nombre de respostes que formen el grup i el tipus de respostes. El tipus de respostes pot ser: booleà, rang percentatge o mitjana, resposta oberta o valor numèric. El tipus de resposta és necessari per a l'eina de visualització d'enquesta, ja que en funció del tipus realitzarà els càlculs i les visualitzacions pertinents. Un cop especificat el grup de respostes l'usuari

ha de definir les respostes en si. La pantalla de definir respostes es visualitzarà tantes vegades com el nombre de respostes totals que s'hagi especificat prèviament. En aquesta pantalla es demanarà a l'usuari que especifiqui el número de la resposta, l'enunciat de la resposta i el pes. El pes és el valor que s'utilitza en l'eina de visualització per operar amb les respostes i calcular la mitjana aritmètica en els casos que sigui necessari. La figura 3 mostra la pantalla per definir les respostes.

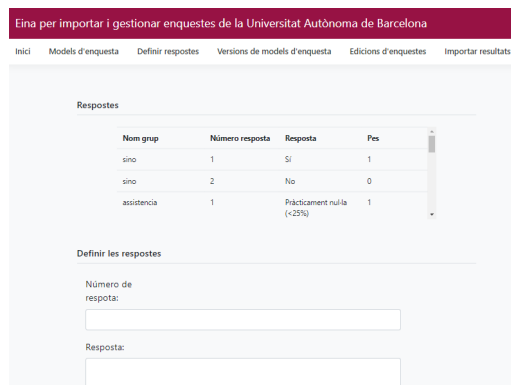


Fig. 3: Pantalla per definir les respostes

La pantalla de *Versions de models* permet a l'usuari definir una versió d'un model, per exemple, la versió del bienni 2017-2019 del model d'assignatures de grau. En aquesta pantalla l'usuari ha d'especificar a quin model pertany, el nom de la versió, una descripció i el total de preguntes que té la versió. Un cop definida la versió s'han de definir les preguntes, especificant el número de pregunta, l'enunciat, si la pregunta necessita privilegis per visualitzar-se i el grup de respostes que té la pregunta. El camp *privilegis* permet especificar qui pot veure els resultats d'aquesta pregunta. Per exemple, es podrien definir les respostes obertes amb un privilegi de nivell alt perquè un usuari de tipus alumne no pogués visualitzar-les.

### 7.2.3 Crear edicions d'una versió d'una enquesta

Les edicions fan referència a cada cop que es passa una enquesta a un públic determinat, com ara les enquestes de les assignatures d'un grau que es realitzen al final de cada semestre. Per definir una nova edició l'usuari ha d'especificar el model i la versió a la qual pertany, el nom que tindrà, una descripció, el curs acadèmic i el període en què es realitzarà, ja sigui en el primer semestre, el segon o de forma anual.

### 7.2.4 Importar els resultats d'una edició

Un cop s'ha definit una edició cal importar els resultats que s'han obtingut en les enquestes. La pantalla *Importar resultats* permet afegir les dades emmagatzemades en arxius Excel a la base de dades. Per poder realitzar aquesta importació s'ha utilitzat la llibreria PhpSpreadsheet que facilita la lectura fila a fila d'un arxiu Excel per inserir cada columna a la base de dades mitjançant PHP i consultes SQL. La importació es realitza sense tractar les dades i es guarden tots els resultats obtinguts directament.

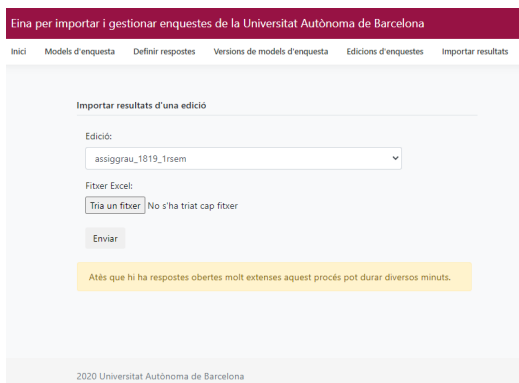


Fig. 4: Pantalla d'importació de resultats

Tant en aquesta pantalla com en totes les altres on s'insereixen dades, a part de les taules amb la informació pertinent, es dona feedback a l'usuari perquè sàpiga si la inserció s'ha realitzat amb èxit o en el cas que hi hagi un error quina és l'excepció que ha saltat, tal com es mostra a la figura 5.

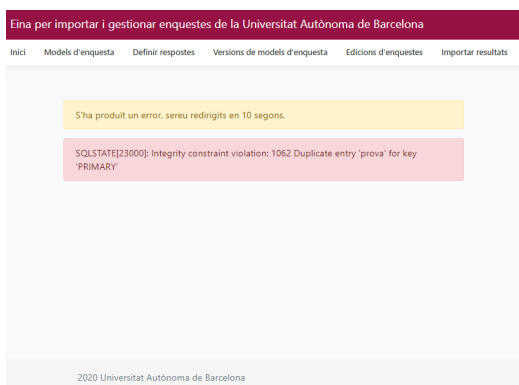


Fig. 5: Missatge quan hi ha un error i salta una excepció

### 7.2.5 Control d'accés

Atès que l'eina tracta amb dades sensibles l'accés només està autoritzat als membres de la Universitat Autònoma de Barcelona els quals el seu NIU està inserit a la base de dades del projecte. Per validar que un membre pertany a la Universitat Autònoma de Barcelona s'ha utilitzat el Servei d'Autenticació Centralitzat (SAC) i a partir del NIU que retorna la funció `phpCAS::getUser()` es comprova si aquest està a la taula `usuaris`. En cas de no tenir accés es redirigeix a l'usuari a la pantalla de tancament de sessió. A partir de la pantalla `Afegir Admin` es poden afegir nous NIUs a la base de dades per permetre així l'accés a nous usuaris.

## 7.3 Eina per visualitzar els resultats

Per complir amb l'objectiu de difondre d'una forma clara i entenedora els resultats de les enquestes que realitza la Universitat Autònoma de Barcelona sobre la satisfacció de les assignatures de grau s'ha creat una aplicació web per visualitzar els resultats de les diferents edicions. Aquesta eina es nodreix amb les dades que insereix l'eina de gestió i importació d'enquestes a la base de dades juntament amb informació específica de la universitat com poden ser els diferents graus que s'imparteixen, les assignatures que

formen aquests graus o el nombre d'alumnes matriculats. L'eina per visualitzar els resultats de les enquestes disposa de tres pantalles per les quals l'usuari pot navegar a través d'un menú horitzontal situat a la part superior. A continuació s'especifica quines opcions presenta cada pantalla i com s'han implementat.

### 7.3.1 Especificar l'enquesta a visualitzar

La pantalla *Especificar Enquesta*, la qual es mostra un cop l'usuari s'ha autenticat, permet triar l'edició de la qual es volen consultar els resultats i filtrar aquests resultats en funció d'un pla d'estudis concret. Els resultats d'una edició contenen diferents plans d'estudi, ja que una mateixa assignatura, en un període concret, es pot impartir en diferents graus. Per especificar l'edició prèviament l'usuari ha d'escollir el model i la versió corresponent. A més, a l'hora de triar el pla d'estudis té l'opció d'escollir-los tots o un concret. Un cop s'ha inserit aquesta informació, es guarda en una sessió per a permetre el seu emmagatzematge al llarg de les diverses pantalles. Tot seguit es fa una redirecció a la pantalla *Escollir Assignatura*. La figura 6 mostra la pantalla per especificar l'enquesta.

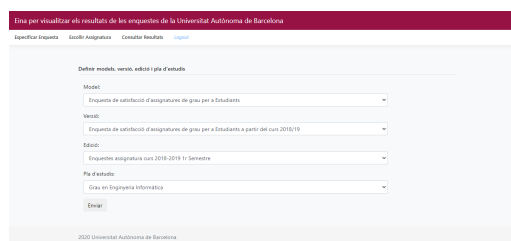


Fig. 6: Pantalla que permet especificar l'enquesta a l'eina per visualitzar els resultats

### 7.3.2 Escollir una assignatura

En aquesta pantalla es mostra la informació seleccionada prèviament com és l'edició i el pla d'estudis i un desplegable amb les assignatures ordenades alfabèticament. El llistat d'assignatures s'obté a partir dels codis d'assignatura de la taula de resultats de l'edició i el pla d'estudis especificats i relacionant aquests codis amb el seu nom corresponent a la taula `d_assignaturas`. Un cop seleccionada l'assignatura es redirigeix a l'usuari a la pantalla que mostra els resultats de l'edició. En aquesta redirecció s'afegeixen un seguit de `query parameters` a l'URL per especificar la versió, l'edició, el pla d'estudis i l'assignatura els quals permeten compartir els resultats d'una assignatura directament sense especificar de nou aquests valors [15]. La figura 7 mostra aquesta pantalla.



Fig. 7: Pantalla per escollir de quina assignatura es volen consultar els resultats



### 7.3.3 Consultar els resultats

En primer lloc, com a la pantalla anterior, es mostra informació referent a l'edició i el pla d'estudis escollits, però a més es mostra el grup del qual s'estan mostrant els resultats que inicialment és tots els grups que formen l'assignatura escollida. A continuació es mostra un desplegable que permet a l'usuari especificar un grup en concret tenint en compte l'edició, el pla d'estudis i l'assignatura. L'actualització dels resultats en funció del grup escollit es realitza a partir d'un botó al costat del desplegable. El primer que es mostra és la participació que ha tingut l'assignatura en concret dins de l'edició d'enquestes. Aquest càlcul es realitza consultant el nombre de matriculats a l'assignatura a la taula *d\_grupo\_has\_asignaturas* tenint en compte tota la informació especificada prèviament i el nombre de participants que s'obté de comptar el nombre de files de la taula *resultats* tenint en compte l'edició, l'assignatura i el grup.

En les preguntes que no són de tipus resposta oberta s'han utilitzat gràfiques per representar els resultats obtinguts. Per generar aquestes gràfiques s'ha utilitzat la llibreria en JavaScript D3.js la qual obté els resultats a partir d'una consulta amb SQL a la base dades que filtra els resultats en funció de la informació especificada prèviament i la pregunta corresponent i retorna una estructura JSON on les propietats són els enunciats de les respostes i els valors són el percentatge d'alumnes que ha escollit cada resposta [17]. En funció del tipus de grup de resposta especificat per a cada pregunta en l'eina de gestió i importació d'enquestes, ja sigui booleà, rang percentatge i mitjana, resposta oberta o valor numèric es mostra un tipus de gràfic o un altre.

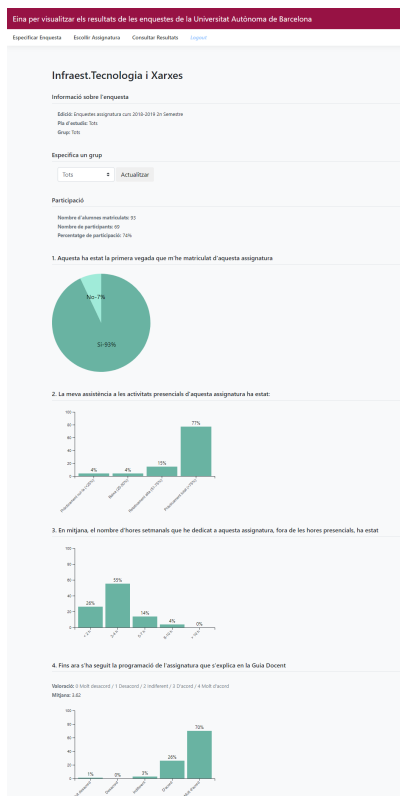


Fig. 8: Resultats de l'assignatura d'Infraestructura i Tecnologia de Xarxes

En el cas de les respostes de tipus booleà es crea un diagrama de sectors, on cada sector representa el percentatge d'alumnes que ha escollit una resposta en concret. En el cas de rang percentatge es crea un diagrama de barres on en l'eix d'ordenades es marca el percentatge d'alumnes que ha triat aquesta resposta, en l'eix d'abscisses l'etiqueta de la resposta i sobre cada barra es visualitza el percentatge arrodonit a la unitat. En el cas de rang percentatge i mitjana, a part del gràfic de barres que es crea de la mateixa manera que en el cas rang percentatge, també es calcula la mitjana i s'especifica una llegenda del valor que té assignat cada resposta com a referència per calcular la mitjana obtinguda. Per generar els gràfics no s'ha tingut en compte les respostes sense contestar i en el cas on la resposta no és un valor numèric sinó un text s'ha fet un tractament intern de les dades per agrupar les respostes en diferents idiomes sota la mateixa resposta. Les preguntes amb resposta oberta només es mostren si el NIU amb el qual s'ha accedit a l'eina es troba a la taula *usuaris*. Si és aquest cas, es mostren les respostes en una taula amb una barra lateral per desplaçar-se per no mostrar totes les respostes de cop. Si l'usuari no està autoritzat, no es visualitzarà la pregunta. A la figura 8 es pot visualitzar aquesta eina mostrant una part dels resultats de l'assignatura d'Infraestructura i Tecnologia de Xarxes en l'edició Enquestes assignatura curs 2018-2019 2n Semestre.

### 7.3.4 Control d'accés

El control d'accés a l'eina per visualitzar els resultats de les enquestes també es realitza mitjançant el Servei d'Autenticació Centralitzat de la Universitat Autònoma de Barcelona. En aquest cas es permet l'accés a l'aplicació a tots els membres de la universitat i posteriorment a l'hora de visualitzar les preguntes amb privilegi d'accés "Alt" es comprova si el NIU retornat per la funció *phpCAS::getUser()* està a la taula *usuaris*.

## 7.4 Resultats finals respecte als objectius

Un cop finalitzades les eines s'han analitzat els objectius que es van proposar a l'inici del projecte, valorant a continuació si s'han assolit satisfactòriament o han quedat pendents per a una futura línia de treball.

- **Crear una base de dades:** Tot i que s'ha implementat una base de dades que permet nodrir amb la informació necessària les dues eines que s'han creat, aquesta base de dades no ha estat tan modular quan s'havia plantejat inicialment. La modularitat fa referència a la capacitat de poder inserir tota classe de models d'enquestes, siguin de grau o màster. Aquesta modularitat ha estat compromesa amb la taula de resultats, ja que aquesta està estretament lligada al model d'enquestes d'assignatures de grau. S'ha realitzat aquesta simplificació per reduir la complexitat a l'hora d'importar els resultats des d'un arxiu Excel.
- **Crear una eina de gestió d'enquestes:** L'eina per importar i gestionar enquestes permet crear models, versions amb les seves preguntes i respostes, edicions, importar els resultats d'una edició en concret i afegir administradors perquè puguin utilitzar l'eina. Per considerar aquest objectiu totalment assolit ha faltat perme-

tre el manteniment de tota la informació que s'insereix a la base de dades des de la mateixa eina. Per realitzar aquest manteniment es va plantejar afegir dues icones, una d'un llapis per editar i una d'un cubell per eliminar, en cada fila de les diferents taules que hi ha a les pantalles de models, versions i edicions. No ha sigut possible realitzar aquesta funcionalitat perquè es va prioritzar finalitzar a temps l'eina per visualitzar els resultats de les enquestes.

- **Crear una eina que permeti visualitzar els resultats:** Tot i les complicacions que van sorgir durant la implementació d'aquesta eina, sobretot pel que fa al processament de les dades per a realitzar posteriorment els gràfics, s'ha aconseguit crear una eina funcional que permet visualitzar els resultats d'una edició en concret, permetent filtrar les dades per pla d'estudis i grup. Igual que en el cas de l'eina per importar i gestionar enquestes, aquesta només s'ha implementat per a les enquestes de les assignatures de grau.
- **Permetre a l'usuari accedir a les eines des de qualsevol lloc:** Per assolir aquest objectiu, es va decidir implementar les eines com aplicacions accessibles des de qualsevol dispositiu a partir d'un navegador i utilitzar un disseny web responsiu per permetre la visualització des de pantalles petites [16]. Encara que s'ha intentat respectar al màxim aquest principi en el disseny, les taules i les gràfiques no es visualitzen del tot bé en telèfon intel·ligent quan s'utilitzen en posició vertical.
- **Assegurar la seguretat de les dades:** Per assolir aquest objectiu s'han pres les mesures necessàries a l'hora de mostrar i inserir dades en les eines, les quals s'expliquen en l'apartat 8.
- **Utilitzar el Servei d'Autenticació Centralitzat:** Aquest objectiu s'ha assolit satisfactòriament en les dues eines i es pot consultar més informació en els apartats 7.2.5 i 7.3.4.
- **Implementar un sistema de permisos que permeti visualitzar només les enquestes autoritzades:** Aquesta funcionalitat no ha sigut possible implementar-la, ja que s'han prioritzat altres objectius prèviament a aquest. Actualment, en l'eina per visualitzar els resultats de les enquestes només es permet veure les preguntes amb privilegi d'accés "Alt" als usuaris que tenen el seu NIU a la base de dades, però l'objectiu per a una futura línia de treball seria utilitzar l'API de gestió de permisos implementada en el treball de fi de grau de l'alumne Daniel Montesinos per visualitzar els resultats en funció del càrrec acadèmic de l'usuari, tenint en compte els permisos definits per cada pregunta en l'eina per importar i gestionar enquestes.
- **Permetre comparar diferents edicions d'aquesta:** No ha estat possible implementar aquesta funcionalitat per falta de temps, deixant-se així per a una futura línia de treball.
- **Facilitar el manteniment de les dades:** Com bé s'ha explicat en l'anàlisi de l'objectiu de crear una eina de

gestió d'enquestes, faltaria poder modificar la informació de la base de dades des de la mateixa eina permetent editar i eliminar models, versions i edicions directament des de les taules que es mostren a les pantalles.

## 8 SEGURETAT DE LES EINES

Com a referència per valorar la seguretat de les eines creades s'ha utilitzat la guia *Top Ten Web Application Security Risks* de l'organització OWASP. Open Web Application Security Project (OWASP) és una fundació sense ànim de lucre creada l'any 2001 amb l'objectiu de crear protocols i programari per professionalitzar la seguretat en aplicacions web [18]. *Top Ten Web Application Security Risks* publicat l'any 2017 recull les vulnerabilitats que la fundació OWASP considera més perilloses i alhora comunes en les aplicacions web. Dels atacs esmentats en l'informe d'OWASP, donades les característiques de les eines creades, les quals utilitzen formularis per a la inserció de dades a la base de dades, els més probables que podrien patir són els atacs d'injecció SQL i de Cross-Site Scripting.

### 8.1 Prevenir la injecció SQL

Els atacs d'injecció SQL permeten obtenir el control de la base de dades a partir d'inserir una consulta on l'usuari hauria d'entrar dades. Un atac d'injecció SQL amb èxit pot comportar llegir dades confidencials, modificar dades o executar operacions d'administració a la base de dades. Aquest atac es pot prevenir utilitzant consultes parametritzades. Hi ha diverses maneres de realitzar consultes parametritzades i en aquest projecte s'ha escollit utilitzar les consultes parametritzades amb paràmetres nominals d'*arrays* associatius. Aquest mètode afegeix paràmetres amb un nom concret dins de la consulta SQL passant un *array* al mètode *execute*. A la Figura 9 podem veure un exemple de consulta parametritzada de l'eina de gestió i importació d'enquestes.

```
<?php
function info_grup_respostes($connection, $nom,
    $descripcio, $nombre_respostes, $tipus) {
    try {
        $result_grup_respostes = $connection->prepare("
            INSERT INTO grup_respostes(nom,descripcio,
            nombre_respostes,tipus) VALUES (:nom,:descripcio,:
            nombre_respostes,:tipus)");
        $parameters = [
            'nom' => $nom,
            'descripcio' => $descripcio,
            'nombre_respostes' => $nombre_respostes,
            'tipus' => $tipus,
        ];
        $result_grup_respostes->execute($parameters);
        return true;
    } catch(PDOException $e) {
        echo "Error: " . $e->getMessage();
    }
}
```

Fig. 9: Consulta parametritzada per inserir les dades de les respostes a la base de dades.

### 8.2 Prevenir el Cross-Site Scripting

Cross Site Scripting (XSS) permet executar codi, com pot ser JavaScript, al navegador de la víctima, possibilitant



atacs al costat del client com poden ser robatori de sessions, evitar l'autenticació de múltiples passos o permetre la descàrrega de programari maliciós. Per evitar aquest atac és necessari filtrar les dades mitjançant la instrucció *htmlspecialchars* de PHP [19]. A la Figura 10 podem veure un exemple de codi a l'hora de filtrar les dades dels formularis.

```
// htmlspecialchars(string, flags, character-set,
// double_encode)
// flags: ENT_QUOTES = Convertir cometes dobles i
// simples
// flags: ENT_HTML5 = Fer servir el codi com HTML5
$str = htmlspecialchars($str, ENT_QUOTES | ENT_HTML5, 'UTF
-8');
```

Fig. 10: Utilització de la instrucció *htmlspecialchars* en l'eina de gestió de enquestes.

## 9 FUTURES LÍNIES DE TREBALL

Donat el temps limitat per dur a terme aquest projecte i certes dificultats que s'han anat trobant a l'hora de desenvolupar les eines no s'han pogut implementar tots els objectius que s'havien proposat inicialment. A continuació es llisten per a cada eina quines millores es podrien realitzar en les funcions implementades i quines funcionalitats noves s'haurien d'incorporar.

- Modificar la base de dades, l'eina per importar i gestionar enquestes i l'eina per visualitzar els resultats de les enquestes per a poder gestionar qualsevol classe de model d'enquesta, a part del model d'assignatures de grau que es gestiona actualment.
- Migrar el tractament de les respostes en diferents idiomes que ara mateix es realitza de forma interna en l'eina per visualitzar els resultats i fer-la prèviament a la inserció dels resultats dels arxius Excel a la base de dades.
- Permetre a l'usuari modificar i eliminar models, versions i edicions des de l'eina per importar i gestionar enquestes afegint dues icones, una d'un llapis per editar i una d'un cubell per eliminar, a cada fila de les diferents taules que hi ha a les pantalles per crear models, versions i edicions.
- Modificar les taules de l'eina per importar i gestionar enquestes i les gràfiques de l'eina per visualitzar els resultats per assegurar un disseny totalment responsiu.
- Utilitzar l'API de gestió de permisos implementada en el treball de fi de grau de l'alumne Daniel Montesinos per visualitzar els resultats en funció del càrrec acadèmic de l'usuari i dels permisos definits per cada pregunta.
- Permetre a l'usuari poder comparar els resultats d'una enquesta entre diferents edicions d'aquesta.
- Permetre a l'usuari poder comparar els resultats concrets d'una assignatura amb la resta d'assignatures depenent de l'àmbit en el qual es trobi (estudis, centre, departament, universitat).

## 10 CONCLUSIONS

Analitzat detingudament els objectius d'aquest projecte, podem determinar que aquests eren d'una alta complexitat donat el temps limitat que es disposa per fer el treball de fi de grau, però estaven justificats pel potencial que poden tenir unes eines per gestionar i visualitzar els resultats de les enquestes per la Universitat Autònoma de Barcelona a l'hora de millorar els serveis que ofereix.

Per executar aquest projecte es va decidir utilitzar una metodologia basada en prototips amb un desenvolupament evolutiu. Ha sigut una metodologia útil atès que les aplicacions web tenen un alt component de disseny que és fàcil de mostrar gràcies als prototips, però utilitzar prototips d'alt nivell des d'un punt bastant inicial del projecte ha tingut l'inconvenient que en alguns casos s'ha hagut de descartar codi, al qual s'havia dedicat força temps, a causa d'un canvi important en el disseny o en la implantació d'una funcionalitat.

Pel que fa a la planificació s'ha anat modificant al llarg de tot el projecte, ja que a mesura que avançava el treball es detectaven tasques necessàries que no s'havien tingut en compte prèviament. En general, pel que fa a la planificació i el desenvolupament en les fases més inicials es va infravalorar la dificultat del projecte provocant estimacions poc realistes pel que fa a les tasques i les hores necessàries per dur-les a terme.

Per gestionar de manera personal el treball que s'anava fent s'ha utilitzat el programari Trello el qual ha aportat resultats satisfactoris, ja que era una forma molt visual de veure les tasques pendents, les que estaven en progrés i les que ja s'havien completat.

Analitzant detalladament els resultats del projecte cal valorar el treball realitzat i quins són els objectius que s'han assolit. En aquest projecte s'ha creat una base de dades i dues eines web, una per importar i gestionar enquestes i una altra per visualitzar els resultats. Tot el treball implementat se centra en el model d'enquestes d'assignatures de grau, però es planteja una futura línia de treball amb diverses modificacions, tenint en compte una implementació més modular d'aquestes eines.

En línies generals i personalment, em sento satisfeta amb els resultats obtinguts, ja que s'han creat les eines necessàries per permetre l'accés als resultats de les enquestes. Malgrat aquest sentiment de satisfacció, les eines creades estan fortament vinculades amb el model d'enquestes d'assignatures de grau i han quedat diverses funcionalitats per implementar. No obstant això, espero que siguin unes eines útils per a la comunitat universitària, un primer pas per millorar la difusió dels resultats de les enquestes i aconseguir un increment en els processos participatius. Al llarg d'aquest projecte, també he après diverses aptituds com poden ser nous coneixements de programació, com gestionar la relació treball - temps i la responsabilitat que representa dur a terme un projecte, ja que en definir uns objectius es crea una necessitat d'aconseguir aquests en el temps definit.

## AGRAÏMENTS

En primer lloc, agrair el suport brindat en tot moment per Jordi Pons Aróztegui tant pel que fa al projecte en si com en l'acompanyament al llarg de tota la carrera com a Coordinador del Grau en Enginyeria Informàtica. També m'agradaria agrair l'oportunitat de treballar en l'equip de desenvolupament d'Inergy, ja que al seu costat he adquirit nous coneixements i aptituds que he pogut aplicar en el desenvolupament d'aquest projecte. Finalment, agrair a la meua família el suport i l'acompanyament que em donen cada dia.

## REFERÈNCIES

- [1] Universitat Autònoma de Barcelona. Avaluació de les assignatures/mòduls. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://www.uab.cat/web/estudiar/sistema-de-garantia-interna-de-la-qualitat-de-la-uab/enquesta-sobre-assignatures/moduls-1345665543141.html>.
- [2] Universitat Autònoma de Barcelona. Les enquestes d'avaluació. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://www.uab.cat/web/estudiar/qualitat-docent/les-enquestes-d-avaluacio-1345665543073.html>.
- [3] Research hubs. The Model-View-Controller Design Pattern. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <http://researchhubs.com/post/computing/web-application/the-model-view-vontroller-design-pattern.html>
- [4] Node.js. Node.js. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://nodejs.org/en/>.
- [5] Vue.js. Vue.js. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://vuejs.org/>.
- [6] Wikipedia. Single-page application. (gener 2021). [En línia]. Disponible: [https://en.wikipedia.org/wiki/Single-page\\_application](https://en.wikipedia.org/wiki/Single-page_application).
- [7] Guru99. Prototyping Model in Software Engineering: Methodology, Process, Approach. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://www.guru99.com/software-engineering-prototyping-model.html>.
- [8] Trello. Trello. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://trello.com/>.
- [9] Atlassian. Kanban - A Brief Introduction. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://www.atlassian.com/agile/kanban>.
- [10] M. Otto i J. Thornton. Bootstrap. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://getbootstrap.com/>.
- [11] JS Foundation. jQuery. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://jquery.com/>.
- [12] GitHub. D3.js. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://github.com/d3/d3>.
- [13] GitHub. PHPSpreadsheet. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://github.com/PHPOffice/PhpSpreadsheet>.
- [14] P. Gnanapriya. Camel, Pascal, Snake, and Kebab Case. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://padmaisuru.medium.com/camel-pascal-snake-and-kebab-case-ba258bae0881>.
- [15] Wikipedia. Query string. (gener 2021). [En línia]. Disponible: [https://en.wikipedia.org/wiki/Query\\_string](https://en.wikipedia.org/wiki/Query_string).
- [16] Wikipedia. Responsive web design. (gener 2021). [En línia]. Disponible: [https://en.wikipedia.org/wiki/Responsive\\_web\\_design](https://en.wikipedia.org/wiki/Responsive_web_design).
- [17] JSON. Introducing JSON. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://www.json.org/json-en.html>.
- [18] OWASP. OWASP Top Ten Web Application Security Risks. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://owasp.org/www-project-top-ten/>.
- [19] PHP. Htmllentities - Manual. (gener 2021). [En línia]. Disponible: <https://www.php.net/manual/en/function.htmlentities.php>.

## APÈNDIX

### A.1 Enllaços per accedir a les eines

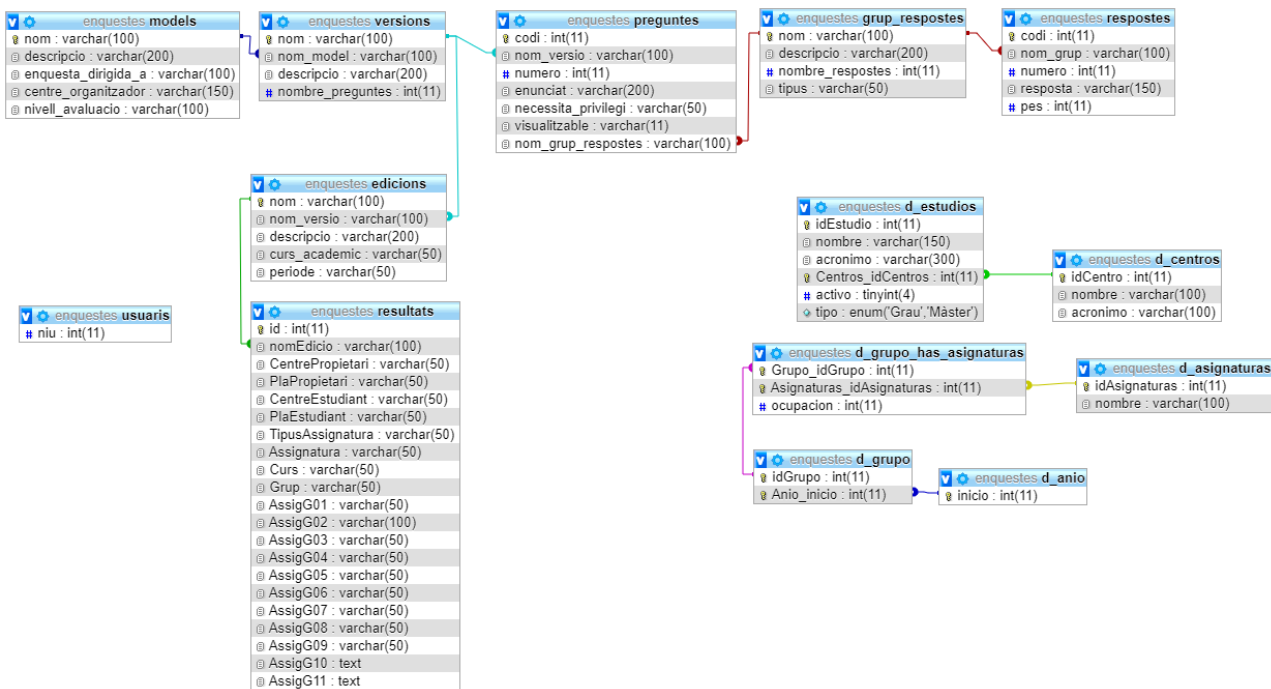
**Eina per importar i gestionar enquestes:**

<http://deic-projectes.uab.cat/enquestes/>

**Eina per visualitzar els resultats de les enquestes:**

<http://deic-projectes.uab.cat/visorenquestes/>

### A.2 Bases de dades: Enquestes



### A.3 Bases de dades: Gestor permisos

