



Universitat
de les Illes Balears

TREBALL DE FI DE GRAU

MUSEU VIRTUAL DE LES DONES DE LA HISTÒRIA DE LA INFORMÀTICA

Maria Orell Monserrat

Grau en Enginyeria Informàtica

Escola Politècnica Superior

Any acadèmic 2021-22

MUSEU VIRTUAL DE LES DONES DE LA HISTÒRIA DE LA INFORMÀTICA

Maria Orell Monserrat

Treball de Fi de Grau

Escola Politècnica Superior

Universitat de les Illes Balears

Any acadèmic 2021-22

Paraules clau del treball:

Realitat virtual, museu virtual, usabilitat, igualtat de gènere.

Tutors: Antoni Oliver Tomàs i Cristina Suemay Manresa Yee

Autoritz la Universitat a incloure aquest treball en el repositori institucional per consultar-lo en accés obert i difondre'l en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació

Autor/a		Tutor/a	
Sí	No	Sí	No
☒	☐	☒	☐

En primer lloc, vull dedicar aquest projecte a la meva família, especialment als meus pares, per tot el suport i l'ajuda que m'han donat sempre, ja que sense ells no ho podria haver aconseguit.

A n'Antoni Oliver Tomàs, per tota la seva dedicació i els grans consells que m'ha proporcionat durant l'elaboració del treball.

I a totes les futures dones informàtiques que podran seguir omplint aquest museu.

Taula de continguts

Taula de continguts.....	i
Índex de figures	iii
Índex de taules	v
Nomenclatura.....	vii
Resum	1
Capítol 1. Introducció.....	2
1.1. Motivació	2
1.2. Contextualització	2
1.3. Objectius	5
1.4. Estat de l'art	6
1.4.1. Museus virtuals	6
1.4.2. Selecció d'eines.....	10
1.5. Abast del projecte	13
1.6. Estructura del document	15
Capítol 2. Desenvolupament del projecte.....	17
2.1. Gestió del projecte	17
2.1.1. Metodologia i eines de desenvolupament	17
2.1.2. Planificació temporal.....	18
2.2. Anàlisi.....	20
2.2.1. Usuaris.....	20
2.2.2. Requisits d'usuari.....	20
2.2.2.1. Requisits funcionals.....	20
2.2.2.2. Requisits no funcionals.....	22
2.3. Disseny.....	23
2.3.1. Casos d'ús	23
2.3.1.1. Diagrama del cas d'ús "Sistema complet" (CU-0):.....	24
2.3.1.2. Diagrama del cas d'ús "Visitar el museu" (CU-1):.....	24
2.3.1.2.1. Diagrama del cas d'ús "Interacció amb el museu" (CU-1.3):	26
2.3.1.3. Diagrama del cas d'ús "Configurar el museu" (CU-2):	31

Taula de continguts

2.3.1.3.1. Diagrama del cas d'ús "Gestió contingut de les dones" (CU-2.4):	34
2.3.2. Model de dades.....	37
2.3.3. Disseny arquitectònic	39
2.4. Implementació.....	40
2.4.1. Implementació del museu.....	40
2.4.2. Implementació de l'editor	48
2.5. Proves.....	52
2.5.1. Proves unitàries	53
2.5.1.1. Proves unitàries al museu	53
2.5.1.2. Proves unitàries a l'editor	53
2.5.2. Proves d'integració.....	54
Capítol 3. Resultats i avaluació	55
3.1. Resultats del projecte	55
3.2. Avaluació de la usabilitat.....	55
3.2.1. Participants	55
3.2.2. Material	55
3.2.3. Tasques.....	56
3.2.4. Procediment.....	56
3.2.5. Resultats de les tasques d'usabilitat	57
3.2.6. Resultats del test SUS	60
3.3. Enquesta d'opinió als usuaris.....	61
Capítol 4. Conclusions	65
Referències bibliogràfiques	69
Apèndix A. Test SUS	72
Apèndix B. Primera enquesta.....	73
Apèndix C. Segona enquesta.....	79

Índex de figures

Figura 1. Museu Nacional de Computació Virtual.	6
Figura 2. Interior del Museu Nacional de la Força Aèria d'Estats Units.	7
Figura 3. Instruccions dels controls requerits per desplaçar-se pel Museu Nacional de la Força Aèria d'Estats Units.	8
Figura 4. Interior del museu en VR de l'artista Anja Tonicic.	8
Figura 5. Pop-up d'una de les obres del museu de l'artista Anja Tonicic.	9
Figura 6. Museu Macintosh del LTIM.	9
Figura 7. Prototipus del taulell kanban utilitzat.	18
Figura 8. Planificació temporal global del projecte.	18
Figura 9. Planificació temporal de la part de desenvolupament.	19
Figura 10. Diagrama del cas d'ús "Sistema complet" (CU-0).	24
Figura 11. Diagrama del cas d'ús "Visitar el museu" (CU-1).	24
Figura 12. Diagrama del cas d'ús "Interacció amb el museu" (CU-1.3).	26
Figura 13. Diagrama del cas d'ús "Configurar el museu" (CU-2).	31
Figura 14. Diagrama del cas d'ús "Gestió contingut de les dones" (CU-2.4).	34
Figura 15. Model de dades de l'aplicació.	37
Figura 16. Disseny arquitectònic del sistema.	39
Figura 17. Elements que formen el museu.	40
Figura 18. Fragment de codi sobre la forma de desplaçament.	41
Figura 19. Captura de pantalla del menú principal del museu.	41
Figura 20. Fragment de codi sobre l'ambient.	41
Figura 21. Fragment de codi de la incorporació d'un model 3D.	42
Figura 22. Captura de pantalla d'un model 3D i una finestra del museu.	42
Figura 23. Captura de pantalla del quadre i frase d'una de les informàtiques.	43
Figura 24. Fragment de codi de les animacions associades al marco esquerre.	43
Figura 25. Captura de pantalla del pop-up associat a una de les informàtiques.	43
Figura 26. Fragment de codi corresponent al progrés dinàmic de l'àudio.	44
Figura 27. Captura de pantalla del panel selector de vídeos del museu.	44
Figura 28. Diagrama de seqüència amb les accions des de que l'usuari accedeix al museu fins que es reproduïx un vídeo d'una dona.	45
Figura 29. Captura de pantalla de la reproducció dels vídeos d'una dona.	46
Figura 30. Captura de pantalla del menú del llibre de firmes.	46
Figura 31. Captura de pantalla del teclat usat per introduir el nom de l'usuari.	46
Figura 32. Captura de pantalla de l'interior del llibre de firmes.	47
Figura 33. Fragment de codi de l'ús d'una font personalitzada al projecte.	48
Figura 34. Fragment de codi d'on s'incorpora el so dels "clics".	48
Figura 35. Captura de pantalla de la taula principal de l'editor del museu.	48
Figura 36. Captura de pantalla del pop-up per pujar una nova fotografia.	49
Figura 37. Captura de pantalla de la secció d'edició dels quadres.	50

Índex de figures

Figura 38. Plànol del museu amb els 15 possibles quadres.....	51
Figura 39. Captura de pantalla del formulari dels vídeos associats a Hedy Lamarr.	51
Figura 40. Captura de pantalla d'una entrada del llibre de firmes a l'editor.	52
Figura 41. Diagrama de caixa on es mostra el temps requerit a les proves segons l'edat dels usuaris.	57
Figura 42. Diagrama de caixa on es mostra el temps requerit a les proves segons l'experiència prèvia amb RV dels usuaris.....	58
Figura 43. <i>Diverging stacking bars</i> amb les respostes dels 13 usuaris al test SUS.	60
Figura 44. Gràfic de barres amb els resultats del test SUS dels usuaris.....	61
Figura 45. Resultats del test SUS segons l'escala adjectiva i el rang d'acceptació.	61
Figura 46. Diagrames de sectors amb la comparació de la quantitat d'informàtiques conegudes pels usuaris.	62
Figura 47. Diagrames de sectors amb la comparació de la quantitat d'informàtics coneguts pels usuaris.	62
Figura 48. Diagrames de sectors amb les informàtiques i informàtics més coneguts pels usuaris.	62
Figura 49. Gràfic de barres amb la comparació dels coneixements de les dones abans i després de la visita.....	63
Figura 50. Gràfic de barres amb la comparació dels coneixements dels homes abans i després de la visita.....	63

Índex de taules

Taula 1. Característiques comparatives dels museus.....	10
Taula 2. Compatibilitat dels museus amb diferents dispositius.....	10
Taula 3. Resum de les eines emprades en el projecte.....	13
Taula 4. Usuaris del sistema.....	20
Taula 5. Descripció textual del cas d'ús "Menú principal" (CU-1.1).	25
Taula 6. Descripció textual del cas d'ús "Exploració del museu" (CU-1.2).	26
Taula 7. Descripció textual del cas d'ús "Visualitzar contingut dels pop-ups" (CU-1.3.1).....	27
Taula 8. Descripció textual del cas d'ús "Reproducció dels àudios" (CU-1.3.2)..	28
Taula 9. Descripció textual del cas d'ús "Reproducció vídeos" (CU-1.3.3).	29
Taula 10. Descripció textual del cas d'ús "Interactuar llibre firmes" (CU-1.3.4).	30
Taula 11. Descripció textual del cas d'ús "Gestió contingut dels quadres" (CU-2.1).....	32
Taula 12. Descripció textual del cas d'ús "Gestió contingut dels vídeos" (CU-2.2).	33
Taula 13. Descripció textual del cas d'ús "Gestió contingut del llibre de firmes" (CU-2.3).....	34
Taula 14. Descripció textual del cas d'ús "Modificar informació" (CU-2.4.1). ...	35
Taula 15. Descripció textual del cas d'ús "Crear nova dona" (CU-2.4.2).	36
Taula 16. Descripció textual del cas d'ús "Eliminar dona" (CU-2.4.3).	36
Taula 17. Diccionari de dades de la taula "dones".	37
Taula 18. Diccionari de dades de la taula "quadres".	38
Taula 19. Diccionari de dades de la taula "vídeos".	38
Taula 20. Diccionari de dades de la taula "firmes".	39
Taula 21. Resum de les 5 tasques d'usabilitat als usuaris.	56
Taula 22. Resultats de la prova ANOVA a la separació dels grups segons l'edat.	58
Taula 23. Resultats de la prova ANOVA a la separació dels grups segons l'experiència prèvia amb RV.....	59
Taula 24. Resultats de la prova ANOVA a la comparació dels coneixements dels participants abans i després de la visita al museu.....	64

Nomenclatura

API	Application Programming Interface
CSS	Cascading Style Sheets
HTML	Hypertext Markup Language
JSON	JavaScript Object Notation
LTIM	Laboratori de Tecnologies de la Informació Multimèdia
PHP	Acrònim recursiu de PHP: Hypertext Preprocessor
SQL	Structured Query Language
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics
SUS	System Usability Scale
SVG	Scalable Vector Graphics
TIC	Tecnologies de la Informació i la Comunicació
VR	Virtual Reality

Resum

La presència del sector femení dins el camp de la informàtica cada vegada esdevé més minoritària, provocant com a resultat un diferència massiva entre el nombre d'homes i dones que hi treballen. Aquesta precària situació ha estat la inspiració per aquest Treball de Fi de Grau, l'objectiu final del qual és donar a conèixer un grup d'informàtiques invisibilitzades que han realitzat aportacions molt rellevants dins l'àmbit de les TIC.

El projecte consisteix en un museu de realitat virtual on s'explica la vida de diferents dones informàtiques, juntament amb les seves aportacions més destacades. Per proporcionar interactivitat als visitants, les descripcions estan també disponibles en format d'audioguia, hi ha una sala per projectar breus vídeos relacionats amb les dones i els usuaris poden escriure nous missatges a un llibre de firmes que es situa al final del recorregut. A més, també he implementat un editor que permet gestionar els continguts que es mostren dins el museu: les informàtiques, els quadres, els vídeos i el llibre de firmes.

Aprofitant la temàtica del treball, he realitzat un estudi dels coneixements dels quals disposen un grup d'usuaris sobre la dona dins el sector de la informàtica abans i després d'efectuar una visita. Analitzant els resultats, he observat com la majoria de participants, tant homes com dones, desconeixien a la majoria de les informàtiques que formen el museu i, la part positiva és que, un cop finalitzada la visita, el museu compleix la seva finalitat com a eina útil per informar i conscienciar a les persones de les grans aportacions que han realitzat totes aquestes dones.

Per acabar, he dut a terme un test d'usabilitat amb una mostra variada d'usuaris per així mesurar la facilitat d'ús que té l'aplicació. El resultats principals mostren com els usuaris amb menys experiència prèvia amb la realitat virtual o aquells compresos en la franja d'edat d'entre 40 i 65 anys requereixen un major temps per interactuar amb el museu. En general, la majoria de participants no ha requerit ajuda ni ha comès errors durant la visita, concloent que el sistema és usable per la majoria de les persones que han participat a l'experiment.

Capítol 1. Introducció

En aquest primer capítol explico la motivació personal que m'ha duit a escollir la temàtica d'aquest treball, la contextualització, els objectius principals del projecte, l'estat de l'art amb les eines escollides per elaborar el sistema, l'abast del projecte i l'estructura que seguiré en el document.

1.1. Motivació

A la meua etapa de batxillerat tecnològic ja vaig adonar-me de la gran diferència que hi havia entre el nombre de nins i nines que ho cursàvem. En aquell moment tampoc li vaig donar massa importància ja que, en general, era l'itinerari que escollien menys alumnes. Ara bé, un cop vaig arribar a la universitat i vaig veure la diferència dràstica que hi havia, sí que em vaig plantejar si realment la carrera també era per jo o si aquell no era el meu lloc.

Malgrat els estereotips que envolten l'enginyeria informàtica, durant aquests quatre anys he pogut comprovar que, efectivament, els requisits necessaris per poder completar els estudis no tenen res a veure amb el gènere o els passatemps de cada persona, sinó que fa falta constància, capacitat de resolució, bona actitud i voler aprendre molt, entre altres aptituds, i tot són qualitats que qualsevol persona pot adquirir completament independent al seu gènere.

És habitual que quan pensam amb ciència i tecnologia, la immensa majoria de referents que se'ns acudeixen siguin masculins i això segueix agreujant les diferències fent que les dones tinguin menor interès per aquestes carreres cada cop més demandades. La transformació digital és una oportunitat laboral que les dones no poden perdre i és important veure que l'èxit és més probable si els equips de feina tenen diversitat. Per això, considero necessari donar visibilitat a dones referents que demostrin que aquest camp també és un lloc pel sector femení i serveixin d'impuls per a les generacions futures. Precisament això és el que aquest treball vol il·lustrar.

1.2. Contextualització

Històricament, la ciència ha estat un àmbit masculista que no ha reconegut els assoliments de les dones. Aquesta manca de reconeixement no és cap sorpresa, ara bé, malgrat totes les dificultats, han existit un alt nombre de dones científiques importants que han marcat un abans i un després a la història de la ciència i, concretament, a la història de la informàtica. Sense la seva gran feina, aquest camp seria molt diferent a com es coneix actualment.

Avui dia existeix una gran manca de presència femenina dins el camp de les TIC. Un factor curiós és que realment foren les dones qui dominaren la informàtica durant els inicis del *software* als anys 80. El motiu real d'aquesta anomalia és que

1.2. Contextualització

els homes no estaven interessats en aquell sector nou i poc conegut i es volien centrar on realment hi havia el prestigi del moment: el *hardware*. La programació era un punt intermig entre els enginyers i les secretàries: “*Las programadoras no eran personal investigador, sino que servían al personal investigador*” [1]. A més de tot això, hi havia enormes clixés durant aquesta època que comparaven la feina de programar amb tasques rutinàries que requerien atenció al detall: Grace Hopper deia que programar era “*com preparar el sopar*”.

A l’any 1984, la presència de la dona dins el sector informàtic va arribar al seu punt més alt i, des d’aquell moment, va començar la dramàtica caiguda en el nombre de dones que aconsegueixen la titulació universitària. Segons un estudi realitzat per l’associació d’investigació informàtica Taulbee, ha passat de quasi un 40% als anys 80 a un 17% al 2012, a diferència d’altres estudis on les dones han augmentat des d’uns inicis amb un 10% fins a més del 50% actualment, com és el cas de la medicina o dret [1]. Aleshores, què va ocórrer perquè les dones desapareixessin de forma tan dràstica del camp de la informàtica?

Es creu que alguns dels motius principals per aquesta mancança de dones dins les branques científico-tecnològiques són:

- Amb l’arribada dels ordinadors personals a les cases, un estudi afirma que els pares tenien el doble de probabilitats de regalar un ordinador a un fill que a una filla i resultava més fàcil començar la carrera d’informàtica tenint coneixement previs d’ordinadors [1].
- Com ja passa a molts altres àmbits, a la informàtica també hi ha el sostre de vidre per les dones que hi formen part: existeixen molts d’impediments per permetre que les dones puguin conciliar la seva vida familiar i la laboral o perquè puguin arribar a ocupar alts llocs de feina com fan els homes, entre altres.
- Les empreses no estaven disposades a convertir a les programadores en directives a mesura que el *software* anava guanyant importància ja que la majoria de negocis escolliren a homes per aquests càrrecs [1].
- La gran diferència en el tipus d’activitats que realitzaven els nins i les nines en el seu temps lliure: els nins acostumaven a entretenir-se amb activitats relacionades amb les TIC (videojocs) i l’altra part de la població no tenia tant d’interès per aquest camp, això provocava que tinguessin menys familiaritat amb el sector de la informàtica [2].
- Es va començar a estendre una imatge errònia sobre la informàtica anomenada “*factor geek*”, que significa que els membres d’aquest sector es passen tot el dia davant d’un ordinador, deixen de donar-li importància al seu aspecte o a la seva higiene i no es relacionen amb ningú. Tota aquesta imatge, va crear un ambient tòxic que allunyava a qui no complia l’estereotip i va seguir desanimant al sector femení.

1. Introducció

- Finalment, un dels principals motius pel qual les dones no elegeixen estudis relacionats amb l'àmbit STEM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques) són els estereotips de gènere. Les competències requerides per poder assolir aquest conjunt d'estudis es continuen percebent com a pròpies del gènere masculí. Si ho sumam a la manca de referents femenins i a les constants afirmacions que diuen que la informàtica “no és per les dones”, el resultat és una manca d'ambició i confiança en elles que segueix dificultant la seva inclusió dins aquest sector.

Tots aquests problemes no hi eren a l'inici ja que la informàtica era una branca nova que no tenia antecedents. Malauradament, la majoria d'aquests motius continuen presents actualment provocant que una part de la població s'autoexclouï d'aquest sector degut a problemes subjectius sobre la percepció equivocada de com és l'entorn de les TIC. Realment per formar-hi part fan falta habilitats de programació que es poden aprendre treballant indistintament del gènere.

Segons indica la Comissió Europea, es necessitaran professionals graduats amb les carreres STEM per omplir més de 1,6 milions de llocs de feina a l'àmbit de les TIC fins l'any 2030 [3]. Per cobrir totes aquestes places, es requereix la participació de tot l'espectre de la població, és a dir, més dones en general que es dediquin a aquest sector (més enginyeres, més programadores, més matemàtiques i més científiques). Malauradament, les xifres no són esperançadores: es calcula que només 3 de cada 10 dones en tot el món estudien graus STEM i aquestes dades disminueixen fins el 3% per les carreres relacionades precisament amb l'àmbit de les TIC [3].

L'Oficina Europea d'Estadística va realitzar un estudi on es reflexa que les dones matriculades a les universitats espanyoles suposen un 57,8% de la població femenina compresa entre els 18 i 24 anys, mentre que els homes suposen un 45,8% del total. A més, es demostra que elles tenen un major rendiment ja que la ràtio de graduats a Espanya és un 13% superior per les dones que pels homes (21,4 front a 19). Ara bé, si s'estudia específicament la participació femenina que hi ha a les disciplines STEM, el resultat és que les dones representen un percentatge minoritari: només un 36,4% dels titulats [4]. Aquesta tendència problemàtica no és exclusiva d'Espanya ja que la comparteix amb la resta dels països de la Unió Europea.

Un altre estudi anomenat “*Evolución de la matrícula femenina en el grado de Informática en universidades públicas españolas*” indica que des del curs acadèmic 1985-1986, hi ha hagut un baixada constant que ha rotat des d'un percentatge inicial del 30% a un percentatge final d'un 12% al curs 2016-2017 [5]. Precisament una de les majors baixades del nombre de matriculades la té la Universitat de les Illes Balears. Per tant, aproximadament de cada 10 matrícules a informàtica a les universitats espanyoles, 1 és d'una dona. Aquesta tendència general de disminució femenina provoca que no hi hagi relleu generacional ja que no es matriculen suficients dones cada any com per poder igualar a les que es graduen.

1.3. Objectius

Les dades resultants d'aquest estudi demostren la preocupant situació que viu la dona dins aquest camp: amb una mitjana del 12% de dones matriculades en informàtica a les universitats públiques espanyoles [5]. Aquesta professió s'ha tornat pràcticament exclusiva del sector masculí i, sens dubte, és cada cop més important fomentar la participació de les dones dins les disciplines STEM.

1.3. Objectius

Els objectius que es pretenen assolir duent a terme aquest treball són els següents:

Objectiu 1. Desenvolupar una aplicació web multidispositiu consistent en un museu de realitat virtual amb un grup de les dones més importants i representatives per la història de la informàtica.

Dins aquest museu es podrà visualitzar un quadre amb una fotografia de cada una de les dones. A més, clicant-hi a sobre, es podrà conèixer un petit resum de la seva vida juntament amb les aportacions més rellevants que feren per el camp de les TIC. Totes les descripcions es podran configurar en tres idiomes: català, castellà i anglès.

Per dotar de més interacció a l'aplicació, empraré 2 elements multimèdia: una audioguia per reproduir les seves biografies en tres idiomes (català, castellà i anglès) i una secció del museu on es reproduïxin vídeos curts sobre les dones. Per acabar, hi haurà un llibre de firmes que permetrà als usuaris introduir missatges o llegir els que ja hi hagi publicats.

Objectiu 2. Implementar un editor del museu que permeti administrar el seu contingut: la informació de les dones (fotografia, biografies, frases i àudios), els quadres actius al museu i les seves posicions, els vídeos associats a cada dona i el contingut del llibre de firmes.

Objectiu 3. Realitzar unes enquestes per observar el nivell de coneixements del qual disposen els usuaris sobre les dones que apareixen a l'aplicació i les seves opinions sobre la figura de la dona en el sector de la informàtica. Amb els resultats recollits, el propòsit és poder fer-nos una idea de la visió general que tenen les persones sobre les informàtiques i, a més, observar si el museu que desenvoluparé pot utilitzar-se com una eina útil per informar i conscienciar a les persones de les grans aportacions que han realitzat totes aquestes dones.

Objectiu 4. Finalment, dur a terme un estudi d'usabilitat amb un grup de participants per avaluar la facilitat d'ús del museu des de la perspectiva de l'usuari final, la seva eficiència, localitzar errors i determinar el nivell de satisfacció dels participants. De tota la retroalimentació obtinguda, se'n podran extreure conclusions i, a més, unes propostes de millora de l'aplicació per aconseguir fer-la més usable i proporcionar una millor experiència de cara als usuaris futurs.

1.4. Estat de l'art

Aquest apartat conté l'anàlisi d'una selecció de museus virtuals existents per així després poder explicar algunes de les decisions que he pres durant el desenvolupament del projecte. A més, inclou una especificació de les eines emprades per la seva implementació.

1.4.1. Museus virtuals

Actualment, degut a la situació mundial provocada pel coronavirus (COVID-19), moltes institucions han optat per oferir una modalitat virtual dels seus museus o sales d'exposicions. Molts d'ells, davant l'èxit que han ocasionat, s'han mantingut quan ja tornava a ser possible realitzar visites presencials. Ara bé, cap d'aquests museus està enfocat a dones rellevants o, concretament, a informàtiques. Alguns dels que m'han semblat més interessants són els següents:

The National Museum of Computing [6] es tracta de la versió 3D del Museu Nacional de Computació del Regne Unit (TNMOC). Està format per distintes estàncies que mostren la major col·lecció de les computadores més importants de la història. Aquest museu virtual es va realitzar degut a que el COVID-19 va obligar a tancar les portes del TNMOC durant la pandèmia. És una forma molt pràctica de poder efectuar una vista al museu independentment de la localització de cada persona i, a més, ofereix l'oportunitat de que qui encara no havia efectuat la visita, ara pugui gaudir d'aquesta experiència interactiva, educativa i molt interessant. Donen l'opció de fer el recorregut amb un dels guies del museu per així obtenir més informació sobre els més de 50.000 elements que conformen la seva col·lecció.



Figura 1. Museu Nacional de Computació Virtual.

L'empresa Venue View [9] ha estat l'encarregada de desenvolupar aquest museu virtual i és una de les principals creadores de recorreguts virtuals de tot el Regne Unit. Al seu portafolis s'observa com duen des del 2016 oferint els seus serveis a multitud de negocis: museus, hotels, cases, escoles, empreses particulars i moltes altres instal·lacions. Els seus productes i, concretament la versió virtual del TNMOC, compten amb una disponibilitat de les 24 hores del dia i els 7 dies de la setmana i s'hi pot accedir des d'un ordinador, una dispositiu mòbil, una tableta o uns auriculars de realitat virtual amb una qualitat HD.

1.4. Estat de l'art

En els seus serveis també inclouen un model 3D amb els plànols de totes les estàncies, ho veim a la Figura 1 (esquerra). Per millorar l'experiència dels usuaris i garantir un alt grau d'interacció, els recorreguts contenen imatges, vídeos, documents i altres elements disponibles de forma gratuïta. Observam un exemple a la Figura 1 (dreta) de l'interior del museu i dels punts d'informació oferits.

El segon museu és la versió 3D del **Museu Nacional de la Força Aèria d'Estats Units** [7] situat a Ohio. És un dels museus més grans del món i el més antic d'aviació militar. Va començar a construir-se l'any 1923 i fou a 2010 quan aparegué la versió del tour virtual 360°. El recorregut virtual permet als visitants gaudir de la majoria de les instal·lacions del museu amb la comoditat de fer-ho des de casa.

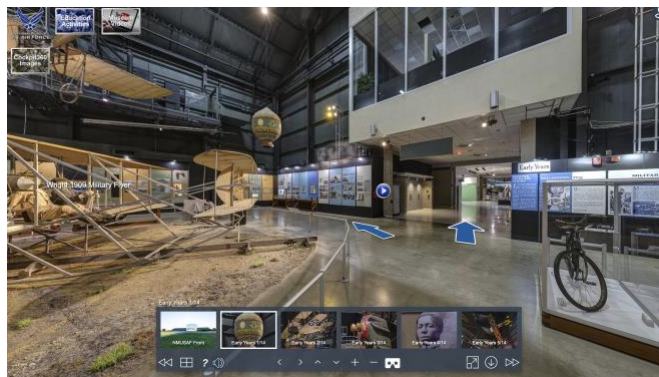


Figura 2. Interior del Museu Nacional de la Força Aèria d'Estats Units.

El desplaçament entre les diferents estàncies es duu a terme mitjançant un mapa desplegable o les fletxes de navegació que van apareixent al terra. A més, hi ha un petit menú a la part baixa de la pantalla que permet seleccionar una sala i arribar-hi directament (s'observa a la Figura 2). Per oferir més interactivitat, es mostren icones que indiquen punts d'accés on el visitant pot obtenir informació addicional sobre l'exposició, com imatges, enllaços a vídeos i altres recursos en línia. Tots aquest elements audiovisuals no es mostren directament sobre el museu (s'obren a una nova finestra del navegador).

Es pot accedir a l'aplicació mitjançant un ordinador, una dispositiu mòbil, una tablet o unes ulleres de realitat virtual. Posen a la disposició dels usuaris unes audioguies relacionades amb la història de la Força Aèria d'Estats Units per anar reproduint-les mentre es van recorrent les estàncies del museu. A més, a la Figura 3 es mostra el quadre informatiu que ofereixen amb les indicacions necessàries sobre els controls requerits per desplaçar-se dins el museu.

Un altre cas és l'**exposició virtual de les obres de l'artista Anja Tonic** [8] que observam a la Figura 4. Està disponible a la plataforma VR-All-Art [10] que té multitud d'exposicions de realitat virtual i, a més, permet comprar obres d'art reals mitjançant la seva aplicació. Totes les exposicions que ofereix la plataforma VR-All-Art es poden visualitzar mitjançant un ordinador, una tablet o alguna de les múltiples plataformes de realitat virtual (*HTC Vive*, *Oculus Quest* i *Windows Mixed*

1. Introducció

Reality, entre moltes altres). Pels usuaris de dispositius mòbils estan treballant en una aplicació que ho faci compatible.

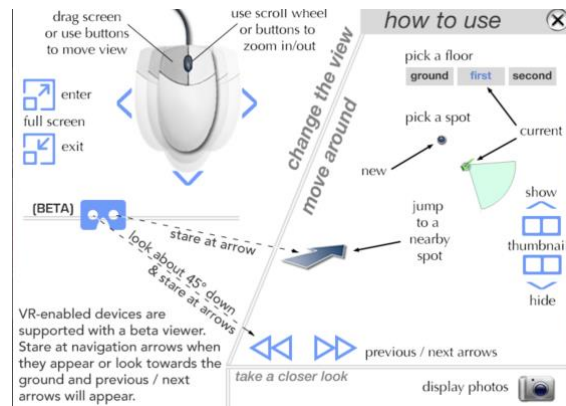


Figura 3. Instruccions dels controls requerits per desplaçar-se pel Museu Nacional de la Força Aèria d'Estats Units.

L'usuari es pot desplaçar lliurement pel museu mitjançant els controls del teclat o també pot fer-ho clicant directament amb el ratolí allà on vol arribar. Hi ha disponible una audioguia genèrica del contingut de tota l'exposició. Si l'usuari clica sobre alguna de les obres exposades, apareix el "pop-up" de la Figura 5 que conté informació més concreta del quadre i s'obri a la pròpia finestra al navegador.



Figura 4. Interior del museu en VR de l'artista Anja Tonicic.

Un altre exemple més proper és el cas del projecte **Macintosh Museum** [11] desenvolupat pel departament LTIM de la Universitat de les Illes Balears [12] que observam a la Figura 6 (esquerra). És una experiència de realitat virtual on apareixen els 39 ordinadors Macintosh emprats al Laboratori durant els darrers 30 anys. Quan l'usuari selecciona algun dels computadors, s'encén i comença a reproduir l'anunci amb el qual es va publicitar en el seu llançament i, a més, apareix un text amb informació sobre les seves especificacions tècniques (es mostra a la Figura 6 dreta).

1.4. Estat de l'art

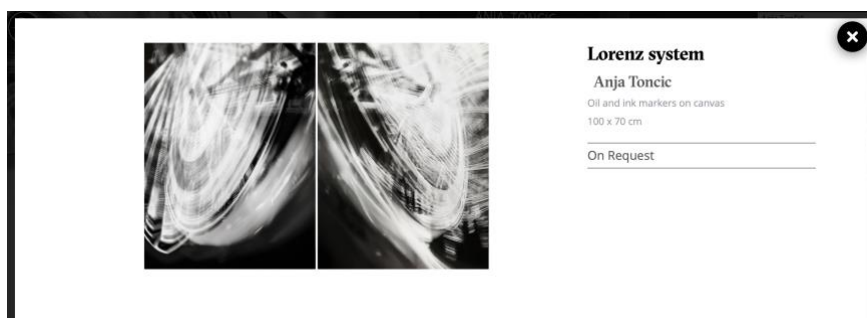


Figura 5. Pop-up d'una de les obres del museu de l'artista Anja Tonicic.



Figura 6. Museu Macintosh del LTIM.

Es pot accedir a aquesta experiència de realitat virtual amb diferents dispositius: un ordinador, un telèfon intel·ligent o dispositius de realitat virtual. La forma de desplaçar-se entre les diferents estàncies depèn de quina sigui la interfície utilitzada, però en tots els casos l'usuari ho pot fer lliurement per on desitgi. En el cas d'un ordinador, es duu a terme mitjançant els controls del teclat (WASD o les tecles de fletxes) i es canvia l'orientació amb el ratolí. En el cas del mòbil, es modifica l'orientació emprant els sensors d'orientació del dispositiu o tocant directament la pantalla. Per les *Oculus Rift*, s'ha de clicar al botó de la part inferior dreta per activar-ho, els moviments es realitzen mitjançant un *joystick* i es canvia l'orientació rotant el cap. La darrera opció és per usar dispositius del tipus *Cardboard*, on també s'ha de clicar al botó de la part inferior dreta i es canvia l'orientació movent el cap. Als 3 primers casos, quan es clica sobre un dels ordinadors, es canvia la posició de l'usuari per aparèixer just davant i al darrer cas, s'ha de mirar durant uns segons a la computadora per seleccionar-la.

Per facilitar la comparació entre aquests anteriors recorreguts de realitat virtual i destacar les seves diferències i les similituds, he elaborat la Taula 1 on es mostren algunes de les seves característiques. A més, a la Taula 2 hi ha un resum sobre la compatibilitat amb diversos dispositius de la qual disposa cada museu.

1. Introducció

Característiques	The National Museum of Computing	Museu Nacional Força Aèria d'EE UU	Exposició de Anja Toncic	Museu Macintosh
Desplaçament dins museu	Lliure	Fletxes de navegació marcades	Lliure	Lliure
Controls per desplaçar-se	Controls de teclat (WASD o fletxes) o clicant a les marques del terra	Clicant sobre les fletxes de navegació que van apareixent al terra	Controls de teclat o clicant allà on vol arribar	Depèn de la interfície emprada
Guia particular	Sí	No	No	No
Audioguia	No	Genèrica	Genèrica	No
Compatibilitat amb idiomes	No	No	No	No
Recursos addicionals	Imatges, vídeos i informació	Imatges, enllaços a vídeos i informació	Informació	Imatges, vídeos i informació
Lloc visualització dels recursos	Alguns al museu i altres a una nova finestra	A una nova finestra	Dins el museu	Dins el museu
Format	Versió web	Versió web	Versió web	Versió web

Taula 1. Característiques comparatives dels museus.

Compatibilitat	The National Museum of Computing	Museu Nacional de la Força Aèria d'EE UU	Exposició de Anja Toncic	Museu Macintosh
Ordinador	Sí	Sí	Sí	Sí
Telèfon intel·ligent	Sí	Sí	No	Sí
Tableta	No	Sí	Sí	No
Dispositius de realitat virtual	Sí	Sí	Sí	Sí

Taula 2. Compatibilitat dels museus amb diferents dispositius.

1.4.2. Selecció d'eines

El món de la realitat virtual cada cop té més importància gràcies a l'aparició de multitud de dispositius per reproduir-la i això ha provocat que, de la mateixa manera, també vagin apareixent un gran grup d'eines per treballar amb ella. Anem a veure la selecció final que he escollit per dur a terme el projecte:

- Un primer dilema era decidir el motor gràfic entre *Unity3D* o *HTML5*.

Unity és un software que centralitza els recursos necessaris per poder desenvolupar videojocs amb compatibilitat multiplataforma. Alguns dels seus avantatges són el

1.4. Estat de l'art

seu alt rendiment, la seva gran comunitat d'usuaris que dona accés a documentació i fòrums, la facilitat per aprendre a utilitzar-ho des de zero, la seva interfície d'usuari i la compatibilitat amb diferents plataformes [18].

HTML5, juntament amb *JavaScript*, té com a principals avantatges que no és exclusiu per el disseny de videojocs ja que ofereix més oportunitats, és *open source* (no és el cas de *Unity*), és emprat per molts d'usuaris i també és un llenguatge senzill d'aprendre [18].

Ambdues opcions permeten obtenir uns resultats totalment professionals però finalment he decidit emprar *HTML5* i *JavaScript* ja que amb els dos tinc experiència prèvia i així puc començar directament a realitzar el projecte i no he de dedicar un temps inicial a aprendre a utilitzar *Unity*.

- Seleccionar una eina per la part del disseny de la realitat virtual.

Malgrat sí havia emprat *HTML5* i *JavaScript*, sempre havien estat per realitzar pàgines web senzilles però mai per dur a terme dissenys de realitat virtual. Per tant, un cop vaig començar a descobrir les diferents opcions disponibles, vaig veure que el dilema estava entre *D3.js*, *ReactVR* i *A-Frame*.

D3.js és una llibreria formada per instruccions de *JavaScript* que permeten personalitzar elements SVG i incorporar efectes. Els seus principals avantatges són la seva capacitat per manipular extensos volums de dades, una gran flexibilitat per controlar el resultat visual final, facilitat d'integració i la possibilitat de dur a terme animacions d'alt nivell [19].

ReactVR és un altre *framework* de codi obert creat per Oculus amb l'objectiu de desenvolupar experiències de realitat virtual. Està basat en *React* i *React Native* i, com a resultat, permet que qualsevol persona amb coneixements de *JavaScript* pugui aprendre ràpidament a construir elements de realitat virtual amb *ReactVR*. Un avantatge és que aquest *framework* aprofita les APIs de *WebGL* i *WebVR* i això permet que els continguts generats siguin compatibles amb qualsevol visor de realitat virtual i que també siguin accessibles des de telèfons intel·ligents o ordinadors sense realitat virtual [20].

La darrera opció és *A-Frame*, un *framework* web de codi obert creat per *MozillaVR* que permet crear experiències de realitat virtual i escenes 3D emprant *HTML*. Entre els seus avantatges destaquen el fet de que tot es realitza amb *HTML* sense haver d'emprar altres eines, és compatible amb la majoria de biblioteques ja existents com *AngularJS* o el propi *D3.js* i disposa d'un inspector visual que es pot emprar des del navegador on s'estigui reproduint l'escena d'*A-Frame* [21].

Finalment, cercant exemples de projectes realitzats amb cada una de les eines, he decidit que *A-Frame* s'ajusta més a les necessitats del museu que vull dur a terme.

1. Introducció

- Seleccionar un llenguatge per implementar la part del servidor.

A l'hora d'escollir la tecnologia per implementar el *back-end* de l'aplicació, vaig dubtar entre *PHP* i *Node.js* ja que són algunes de les més utilitzades.

A la seva pàgina oficial, defineixen *PHP* com un llenguatge de codi obert molt popular especialment adequat per el desenvolupament web i que pot ser incrustat en *HTML* [14]. Aquest llenguatge s'usa majoritàriament per crear aplicacions basades en web. La part *PHP* del servidor web converteix tot el codi escrit en *PHP* a *HTML*, de forma que la pàgina web resultant que li arriba al client només té codi escrit en *HTML*. [15]

La darrera opció és *Node.js*, una tecnologia *back-end* relativament recent comparada amb l'anterior. Segons la seva documentació oficial, *Node.js* és un entorn en temps d'execució de *back-end* basat en *JavaScript*, multiplataforma, de codi obert, asíncron, amb una entrada i sortida de dades d'una arquitectura orientada a esdeveniments, es basa en el motor V8 de Google i executa codi *JavaScript* fora del navegador web [16].

Gràcies a *Node.js*, a més d'emprar *JavaScript* en la part del client com és habitual, també es pot executar *JavaScript* en la part del servidor, exprimint així tota la potència que té aquest llenguatge de programació. La seva naturalesa asíncrona i dependent d'esdeveniments és un dels canvis arquitectònics més importants en comparació amb altres llenguatges de *back-end* i, com a resultat, li aporta més eficiència i velocitat en els casos on hi ha grans quantitats de multiprocessos [15]. Un dels principals avantatges que li han donat més popularitat entre els desenvolupadors és el fet de poder tenir les parts de *front-end* i *back-end* codificades en el mateix llenguatge.

He decidit emprar *Node.js* ja que altres llenguatges síncrons van executant el codi seqüencialment, com *PHP* o *Python*, i no poden avançar fins que la línia actual no s'ha executat, per tant, les sol·licituds es queden bloquejades. En canvi, gràcies a que *Node.js* és asíncron pot gestionar operacions lentes permetent que sigui més ràpid i, a més, li donen un rendiment superior en els casos on hi ha un alt nombre de connexions o d'operacions d'entrada i sortida que consumeixen molt de temps. Un altre punt és que la gestió de paquets *PHP* per instal·lar biblioteques i components *PHP* reutilitzables no està tan estandarditzada, per altra banda, *Node.js* proporciona el sistema *NPM* per gestionar paquets.

Per tant, a més dels anteriors avantatges, com que ja emprava *JavaScript* en la part de *front-end*, he decidit provar *Node.js* per aprendre a utilitzar aquesta nova tecnologia que cada cop és més popular.

- Seleccionar un sistema gestor per la base de dades.

El dilema amb les bases de dades està entre escollir una del tipus *SQL* o del tipus *NoSQL*, on cada una serveix per resoldre un tipus d'escenari completament diferent.

1.5. Abast del projecte

Els punts forts del primer grup és que permeten combinar eficientment diferents taules per extreure informació relacionada i faciliten gestionar les dades juntament amb les relacions establertes entre elles. A més, el seu ús està més estès i compta amb un major suport. Per altra banda, les *NoSQL* permeten la distribució de grans quantitats d'informació, són fàcilment escalables horitzontalment, tenen un alt rendiment i són flexibles [17].

MySQL és la base de dades més popular emprada per crear llocs web *PHP* i *MongoDB* és la més coneguda del grup de les *NoSQL*. Malgrat *Node.js* és més adequat per treballar amb bases de dades *NoSQL*, he optat per emprar *MySQL* ja que tenia experiència prèvia amb l'eina, he d'emmagatzemar molt poques dades i, a més, necessito guardar les relacions existents entre elles.

Aquestes són totes les eines que empraré durant la implementació del treball i es poden veure resumides a la Taula 3.

Resum eines emprades	
Motor gràfic	<i>HTML5</i>
Disseny de realitat virtual	<i>A-Frame</i>
Servidor	<i>Node.js</i>
Base de dades	<i>MySQL</i>

Taula 3. Resum de les eines emprades en el projecte.

1.5. Abast del projecte

Durant aquest projecte desenvoluparé una aplicació web que funcioni a ordinadors i a dispositius de realitat virtual. Consistirà en un museu de realitat virtual que contindrà un grup de les dones més importants i representatives per la història de la informàtica. Observant els aspectes que m'han semblat més interessants del funcionament d'altres museus de realitat virtual i aquells que m'han dificultat la seva visita (plasmats a la Taula 1), he pres una sèrie de decisions que tindrè en compte a l'hora de desenvolupar el meu treball.

Primerament, he observat que la forma de desplaçament lliure és la més adient si es volen poder visitar tots els racons del museu ja que haver de seguir un circuit de fletxes predeterminat limita el rang de possibles moviments. Aleshores, els controls per desplaçar-se que utilitzaré són els *WASD controls* o les fletxes del teclat ja que em semblen la forma més còmoda i senzilla per la majoria d'usuaris.

Amb l'objectiu d'oferir la màxima informació relacionada amb la temàtica del museu i dotar de més interacció a l'aplicació, inclouré les biografies de cada una de les dones acompanyades d'audioguies particulars, imatges seves, una secció del museu on es reproduïxin vídeos relacionats amb la seva trajectòria i un llibre de

1. Introducció

firmes. Relacionat amb els vídeos de les informàtiques, vaig valorar l'opció de visualitzar-los en el format de 360 graus ja que ho he vist a alguns museus. En el meu cas, ho he descartat ja que em pareix millor idea simular una sala de projeccions on els vídeos apareguin projectats a una gran pantalla.

Un altre dels meus propòsits és oferir la màxima comoditat als usuaris, per això, tots aquests recursos es mostraran dins el propi museu i així els visitants podran continuar efectuant el recorregut mentre els van observant. A més, per poder arribar a un major nombre de persones, tots els continguts es podran visualitzar en tres idiomes: català, castellà i anglès.

Seguint amb la mateixa línia d'oferir comoditat als usuaris i poder arribar a més gent, he decidit implementar-ho en format online (com fan la majoria dels altres museus en realitat virtual) per evitar que sigui necessari haver de descarregar algun tipus d'arxiu i així facilitar el seu ús des de qualsevol lloc.

Incorporaré alguns elements 3D repartits per dins el museu amb la finalitat de donar un resultat més realista, ara bé, tenint en compte el temps del qual dispo per realitzar el projecte, he descartat l'opció d'incorporar prototipus 3D amb els quals l'usuari pugui interaccionar i els elements que incorporaré seran exclusivament decoratius. Inicialment vaig valorar aquesta opció però no tinc coneixements sobre el modelat 3D, per tant, com a alternativa sí que he afegit el llibre de firmes i els elements d'àudio i vídeo per seguir donant opcions d'interacció a l'usuari.

Deixant de banda el museu, una altra part important del projecte serà la implementació d'un gestor dels continguts del museu. Estarà format per quatre seccions principals: dones, quadres, vídeos i el llibre de firmes. Per cada una de les informàtiques, permetrà consultar i modificar la seva fotografia, les biografies, les frases i els àudios (amb els tres idiomes disponibles). A més, es podrà eliminar el registre de qualsevol de les dones existents o crear-ne un de nou. Referent als quadres, per cada informàtica es podrà consultar si actualment té un quadre visible al museu, es podrà modificar la posició que ocupi dins el museu o es podrà retirar del museu. De totes les dones també es podrà consultar quins vídeos tenen associats i eliminar els que ja no es vulgui conservar. Finalment, es podrà revisar el contingut del llibre de firmes i, si es desitja, eliminar qualsevol dels missatges.

Tenint en compte la temàtica del projecte, un altre dels meus objectius és recol·lectar informació per veure el nivell de coneixements genèrics que tenen els visitants del museu sobre aquest sector femení de la informàtica. Una idea era integrar preguntes dins el museu de forma que els usuaris les poguessin anar responnent mentre duen a terme el recorregut. Ara bé, després de pensar el tipus de qüestions que m'agradaria fer, he decidit també incloure preguntes relacionades amb la seva opinió sobre la figura de la dona en el sector de la informàtica i realitzar dues enquestes digitals per separat del projecte: una per abans de visitar el museu i una per després d'haver efectuat el recorregut. D'aquesta forma podré obtenir un estudi més complet.

1.6. Estructura del document

A més, seguint amb el propòsit d'aconseguir informació, realitzaré un test d'usabilitat amb un conjunt d'usuaris que hauran de completar cinc tasques relacionades amb localitzar elements del museu, desplaçar-se i interactuar amb els continguts. Mentre els participants duiguin a terme les accions, observaré si necessiten ajuda per completar unes determinades tasques (així veuré la facilitat d'ús del museu), el temps que triguen en realitzar aquestes accions (així mesuraré l'eficiència), localitzar errors (per així determinar l'eficàcia) i definir el nivell de satisfacció dels participants. De tota la retroalimentació obtinguda, podré efectuar comparacions segons uns certs factors, com l'experiència prèvia amb la realitat virtual o l'edat. Finalment, se'n podran extreure conclusions juntament a unes propostes de millora de l'aplicació per aconseguir fer-la més usable i proporcionar una millor experiència de cara als futurs usuaris.

Per acabar, he deixat fora de l'abast dos aspectes: habilitar l'opció de multijugador per permetre que diversos usuaris puguin navegar pel museu emprant diferents dispositius i oferir un petit plànol com a suport per ajudar a l'usuari a ubicar-se per les diferents estàncies del museu. L'opció de múltiples jugadors em pareix realment interessant però no és un dels objectius principals del projecte. Per altra banda, diversos dels museus virtuals que he analitzat sí tenen disponible un petit plànol, ara bé, he optat per no incorporar-ho ja que el meu recorregut és més senzill i fàcil de seguir.

1.6. Estructura del document

He estructurat aquest document en quatre capítols principals que contenen subseccions. El segon capítol és sobre el desenvolupament del projecte i està format per la gestió del projecte, l'anàlisi, el disseny, la implementació i les proves. El tercer capítol conté els resultats tant del projecte com de l'estudi realitzat amb usuaris. Finalment, el quart capítol és on he introduït les conclusions i unes propostes de millora de cara al futur.

Capítol 2. Desenvolupament del projecte

En aquest capítol explicaré com he desenvolupat el projecte dividint-lo en quatre grans blocs: la gestió del projecte (definint la metodologia escollida i la planificació temporal efectuada), l'anàlisi (enumerant els usuaris, els requisits funcionals i els requisits no funcionals), el disseny (explicant els casos d'ús, el model de dades i el disseny arquitectònic) i, finalment, la implementació (dividida en els mòduls principals que componen el treball).

2.1. Gestió del projecte

En aquest primer bloc, definiré quina metodologia he seleccionat per el desenvolupament del projecte i, seguidament, quina és la planificació temporal que he realitzat per organitzar i repartir la feina durant aquests pròxims mesos.

2.1.1. Metodologia i eines de desenvolupament

Una decisió important és respecte a la metodologia escollida per realitzar amb èxit totes les etapes del projecte ja que és una garantia d'organització. D'entre totes les tècniques, mètodes i eines que hem estudiat a la carrera, inicialment vaig valorar l'opció de desenvolupar el projecte seguint la metodologia lineal en cascada perquè és una de les més utilitzades en el desenvolupament del *software*. Després d'informar-me més, la vaig descartar ja que no volia realitzar el museu treballant de forma exclusivament seqüencial. Per això, vaig canviar l'enfocament rotant cap a la metodologia àgil, on hi ha molta més flexibilitat i es va dividint el treball en parts més petites per així anar observant el resultat del treball progressivament i no haver d'esperar al final. Aleshores, he decidit dur a terme un punt mig entre aquestes dues metodologies: desenvolupament incremental per prototipus.

Aquesta metodologia és un procés de desenvolupament de *software* que va aparèixer com a resposta a les febleses del model tradicional en cascada. Consisteix en planificar el projecte agrupant les tasques en blocs temporals anomenats iteracions. A cada iteració es repeteix la forma de treballar per aconseguir un resultat complet del producte per així anar observant com va avançant el projecte. Per aconseguir-ho, cada requisit s'ha de completar durant una única iteració, incloent proves i documentació. D'aquesta forma, es va evolucionant de forma incremental el producte final [13]. Un dels avantatges d'aquest mode de funcionament que més m'han interessat és la gran flexibilitat que ofereix permetent que es puguin anar realitzant petits canvis per aconseguir el resultat final desitjat més fàcilment.

2. Desenvolupament del projecte

Com a eina de suport per organitzar l'elaboració de les iteracions, utilitzaré un petit tauler *kanban* (vegeu la Figura 7) on cada cop que em toqui començar una nova fase, repartiré les tasques totals necessàries per realitzar el prototipus en tres columnes: pendents per fer (*To do*), en procés d'elaboració (*Doing*) i finalitzades (*Done*).

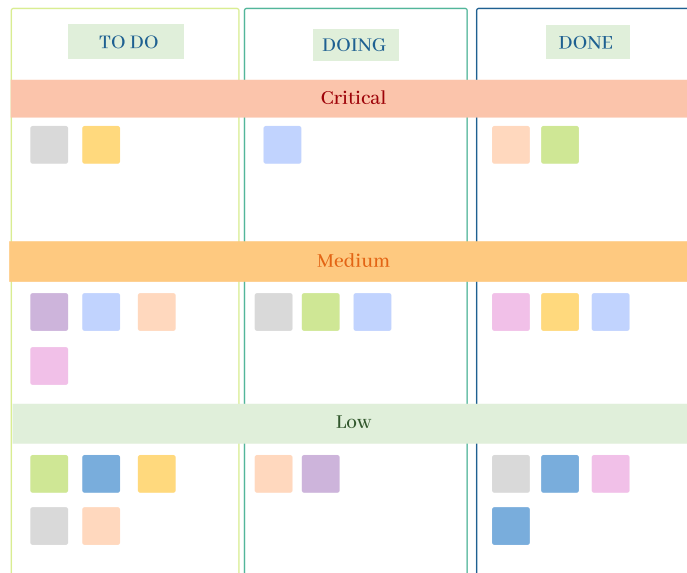


Figura 7. Prototipus del taulell kanban utilitzat.

2.1.2. Planificació temporal

Degut a l'alt nombre d'assignatures que tinc durant el primer semestre, he elaborat la planificació del TFG que s'observa a la Figura 8 i a la Figura 9 dividint la feina en 5 blocs principals i tenint en compte que podré començar a centrar-me realment amb el treball a partir de gener.

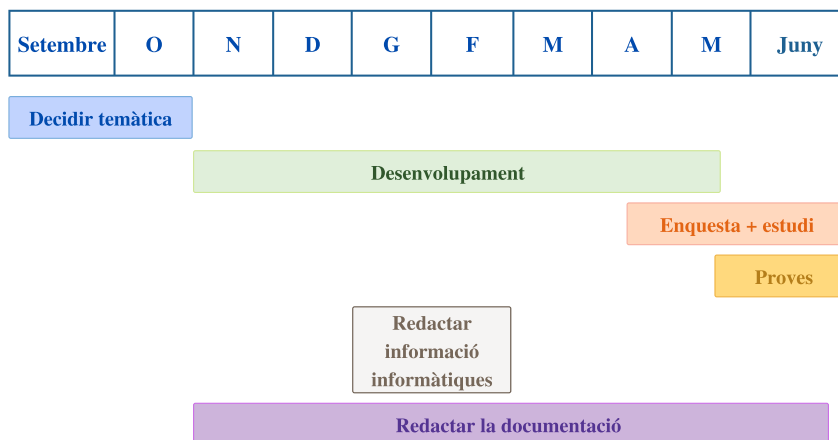


Figura 8. Planificació temporal global del projecte.

2.1. Gestió del projecte

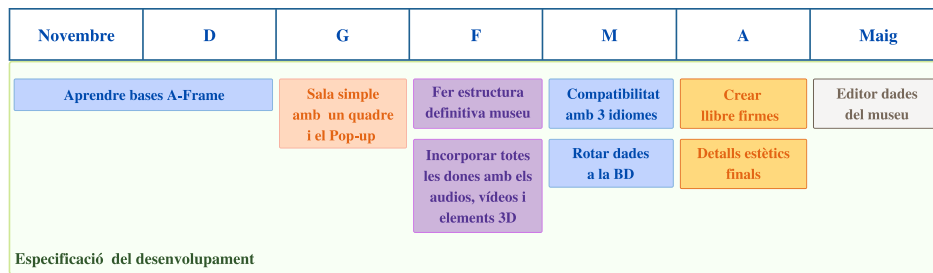


Figura 9. Planificació temporal de la part de desenvolupament.

Els primers dos mesos els dedicaré a fer recerca sobre museus de realitat virtual ja existents i les dones més importants en el sector de la informàtica per així anar perfilant que inclourà exactament el meu TFG. A continuació, començaré amb la fase de desenvolupament, detallada a continuació, i també amb l'elaboració de la documentació, que es mantindrà fins el final del projecte. El contingut de la documentació (com per exemple els requisits), s'anirà perfilant a mesura que avancin les iteracions. Dos mesos després, tornaré a fer una recerca més profunda per redactar les biografies definitives de les informàtiques on es reflecteixin els esdeveniments més destacables de la seva trajectòria.

A partir del mes d'abril, elaboraré les enquestes i les preguntes per el test d'usabilitat, efectuaré les proves amb usuaris reals i plasmaré els resultats obtinguts a un petit estudi. Per acabar, un cop finalitzada la documentació, faré les proves necessàries per comprovar que el sistema funciona correctament a totes les seves parts.

He dividit l'etapa de desenvolupament en petits blocs que s'observen a la Figura 9 per així estructurar i organitzar millor les tasques. Els primers dos mesos seran per aprendre les nocions bàsiques de *A-Frame* ja que mai ho he emprat. A continuació, faré un prototipus senzill amb una habitació que contengui un únic quadre per decidir el disseny que tindrà l'interior del museu. A més, posaré una frase de la informàtica al costat del quadre i, quan s'hi cliqui a sobre, apareixerà una finestra emergent o "pop-up" on es mostri la seva biografia juntament amb la seva imatge.

Seguint amb el desenvolupament, un cop acabada aquesta versió simplificada del museu, implementaré la versió definitiva de l'estructura del museu on hi hagi diferents àrees: un espai per tots els quadres de les informàtiques, una zona per simular una sala de projecció de vídeos i la darrera estància que contindrà un llibre on els visitants podran deixar algun comentari. Una vegada s'hagin construït totes les estàncies i ja inclogui tots els quadres, podré afegir els dos elements multimèdia del museu: àudios i vídeos. Al "pop-up" explicat anteriorment hi incorporaré una pista d'àudio que serveixi com a audioguia per llegir la biografia i a la sala de projecció hi haurà una pantalla on es reproduïxin un o més vídeos relacionats amb la dona que s'hagi seleccionat. A més, per donar una mica més de realisme al museu, introduiré alguns elements 3D decoratius com alguna planta o moble.

2. Desenvolupament del projecte

El mes de maig serà per habilitar tots els continguts del museu en tres idiomes: català, castellà i anglès. A més, fins a aquest moment hauré treballat amb dades emmagatzemades dins un arxiu *JSON* i en aquest punt les traslladaré a una base de dades feta amb *MySQL*. A continuació, realitzaré el llibre de firmes que es situarà a la sala final del museu que permeti introduir un nou missatge i també llegir els que ja hi ha guardats i, un cop finalitzat, efectuaré els canvis necessaris per millorar l'estètica final.

Quan ja estigui acabat el museu amb tot el seu contingut, serà el moment de desenvolupar un editor que permeti gestionar les dades del museu: la informació referent a cada informàtica, quina ubicació té el quadre de la dona dins el museu i els vídeos associats a cada informàtica. A més, es podran visualitzar i eliminar els missatges del llibre de firmes.

2.2. Anàlisi

Durant aquest segon bloc, enumeraré els dos usuaris que interactuaran amb el sistema i, per acabar, els requisits que tindrà cada usuari, tant els funcionals com els no funcionals.

2.2.1. Usuaris

És imprescindible diferenciar els tipus d'usuaris que interactuaran amb l'aplicació per així poder marcar els distints nivells d'accés que tindrà cada un i garantir la seguretat del projecte. El sistema està principalment dirigit als usuaris que simplement visitaran el museu però, com a la majoria d'aplicacions, també hi haurà usuaris administradors. A la Taula 4 es mostren aquests dos rols que ocupen els usuaris al projecte.

Usuari visitant	És l'usuari que més utilitza l'aplicació, on el seu rol consisteixi en recórrer i visitar el museu virtual.
Usuari administrador	És l'usuari amb permisos d'edició del contingut de museu.

Taula 4. Usuaris del sistema.

2.2.2. Requisits d'usuari

En aquesta secció definiré els requisits dels dos usuaris, començant pels funcionals i, a continuació, els no funcionals.

2.2.2.1. Requisits funcionals

Aquest grup de requisits descriuen les activitats i el comportament que poden tenir els dos tipus d'usuaris dins el sistema.

- **Usuari visitant**

RF-1. L'usuari visitant ha de poder seleccionar l'idioma amb el qual es mostrarà el contingut del museu. Les opcions disponibles són català, castellà o anglès.

RF-2. L'usuari visitant ha de poder consultar unes instruccions que detallin els controls necessaris per interactuar amb el museu segons el dispositiu que estigui emprant.

RF-3. L'usuari visitant ha de poder recórrer les estàncies del museu lliurement.

RF-4. L'usuari visitant ha de poder conèixer de forma obligatòria, per cada una de les informàtiques, el seu nom, la seva biografia en format text i una frase dita durant la seva vida (els dos últims punts en els tres idiomes disponibles).

RF-5. L'usuari visitant ha de poder visualitzar una fotografia seva si la informàtica en té una d'associada.

RF-6. L'usuari visitant ha de poder reproduir les pistes d'àudio associades a les biografies (en els tres idiomes) que es trobin disponibles.

RF-7. L'usuari visitant ha de poder accedir a la zona de projecció de vídeos del museu i allà poder seleccionar alguna de les dones per reproduir un o més vídeos relacionats amb ella.

RF-8. L'usuari visitant ha de poder introduir el seu nom i un missatge al llibre de firmes del museu.

RF-9. L'usuari visitant ha de poder llegir els missatges del llibre de firmes.

- **Usuari administrador**

RF-10. L'usuari administrador ha de poder consultar i modificar la informació associada a cada una de les informàtiques: fotografia, biografies, frases i àudios (en els tres idiomes disponibles).

RF-11. L'usuari administrador ha de poder afegir la informació d'una nova informàtica a la base de dades del sistema.

RF-12. L'usuari administrador ha de poder eliminar la informació de les informàtiques ja emmagatzemades a la base de dades.

RF-13. L'usuari administrador ha de poder consultar si la dona té o no un quadre associat al museu.

RF-14. L'usuari administrador ha de poder modificar la posició del quadre de la dona al museu.

2. Desenvolupament del projecte

RF-15. L'usuari administrador ha de poder afegir el quadre d'una dona al museu.

RF-16. L'usuari administrador ha de poder eliminar el quadre d'una dona al museu.

RF-17. L'usuari administrador ha de poder consultar i visualitzar els vídeos associats a cada dona.

RF-18. L'usuari administrador ha de poder eliminar cada un dels vídeos associats a una dona.

RF-19. L'usuari administrador ha de poder pujar nous vídeos per cada una de les dones.

RF-20. L'usuari administrador ha de poder consultar tots els missatges del llibre de firmes.

RF-21. L'usuari administrador ha de poder eliminar els missatges del llibre de firmes.

2.2.2.2. Requisits no funcionals

A continuació, enumeraré els requisits no funcionals agrupats en diferents categories:

- **Funcionament**

RNF-1. Les biografies, les frases i els àudios associats a cada una de les dones s'ofereixen en tres idiomes: català, castellà i anglès.

RNF-2. No hi ha un nombre màxim de dones que es puguin crear a l'editor.

RNF-3. Per crear una nova dona, és obligatori omplir els següents camps: el nom de la dona, la biografia i la frase en els tres idiomes.

RNF-5. Al museu només hi pot haver un màxim de 15 quadres visibles.

RNF-6. No hi ha un nombre mínim de quadres visibles dins el museu.

RNF-7. No hi ha un nombre màxim de vídeos associats a cada dona.

RNF-8. Una dona pot tenir zero vídeos associats.

RNF-9. Els missatges del llibre de firmes, les biografies i les frases no tenen límit de caràcters.

- **Plataforma**

RNF-10. El sistema té la capacitat de gestionar l'accés als seus recursos des de diferents dispositius.

- **Usabilitat**

RNF-11. Per facilitar a l'usuari la visita pel museu, al menú inicial es mostraran unes instruccions sobre els controls necessaris per emprar el sistema des de diferents dispositius.

RNF-12. La forma d'emprar el sistema és intuïtiva, de forma que un usuari no tardarà més de 30 minuts en aprendre a utilitzar l'aplicació, i la seva interacció amb el sistema serà còmode.

- **Interactivitat multidispositiu**

RNF-13. El desplaçament pel museu des d'un ordinador es realitzarà mitjançant els *WASD controls* o les fletxes del teclat.

RNF-14. El desplaçament pel museu des d'unes ulleres de realitat virtual es realitzarà mitjançant els *thumbsticks* dels comandaments.

RNF-15. Per seleccionar elements del museu des d'un ordinador es realitzarà mitjançant el ratolí.

RNF-16. Per seleccionar elements del museu des d'unes ulleres de realitat virtual es realitzarà mitjançant el botó *select* del comandament.

RNF-17. La orientació dins el museu des d'un ordinador es realitzarà mitjançant el ratolí.

RNF-18. La orientació dins el museu des d'unes ulleres de realitat virtual es realitzarà mitjançant la rotació del propi cap.

2.3. Disseny

Aquest tercer bloc serà per explicar els casos d'ús de tot el sistema, el model de dades i les relacions que hi haurà entre les dades i, com a darrer subapartat, una especificació del disseny arquitectònic.

2.3.1. Casos d'ús

A continuació detallaré els casos d'ús on es descriuen totes les possibles interaccions entre l'usuari i el sistema. L'especificació dels casos d'ús facilita la comprensió del sistema i, juntament amb els requisits de l'apartat anterior, conformen una bona base a l'hora de realitzar la fase de disseny.

2.3.1.1. Diagrama del cas d'ús "Sistema complet" (CU-0):

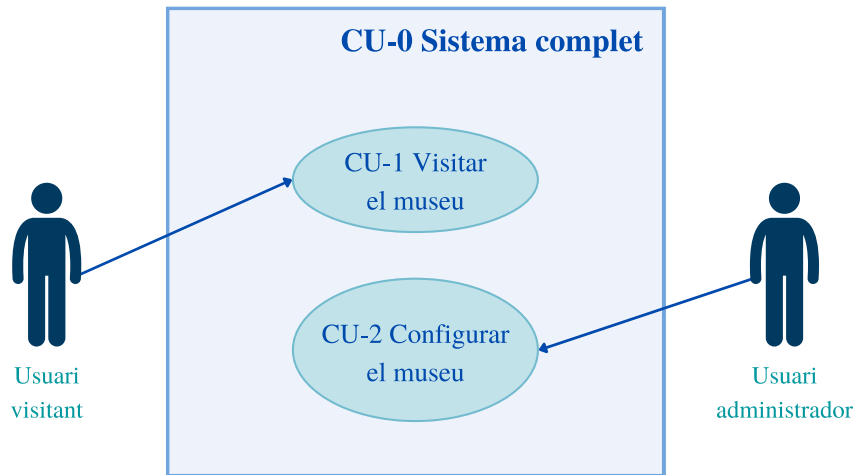


Figura 10. Diagrama del cas d'ús "Sistema complet" (CU-0).

A la Figura 10 es mostra el diagrama del cas d'ús general del sistema que resumeix les dues seccions principals en les quals es divideix el sistema. Per una banda, l'usuari visitant podrà realitzar la visita al museu i, per altra banda, l'usuari administrador podrà configurar els continguts que formen el museu. He dividit aquests dos casos d'ús "Visitar el museu" (CU-1) i "Configurar el museu" (CU-2) en diversos casos d'ús, juntament amb les seves descripcions textuais, amb l'objectiu d'així facilitar la seva comprensió.

2.3.1.2. Diagrama del cas d'ús "Visitar el museu" (CU-1):

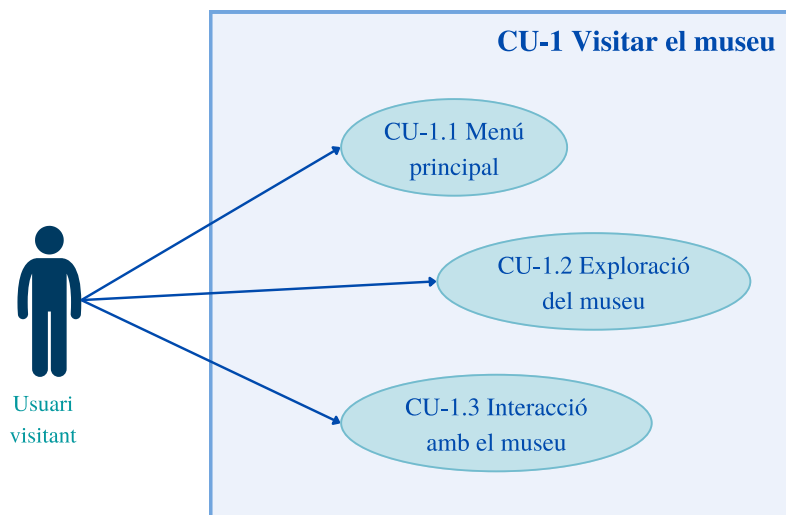


Figura 11. Diagrama del cas d'ús "Visitar el museu" (CU-1).

El diagrama de la Figura 11 resumeix les tres accions principals que pot dur a terme l'usuari visitant: interaccionar amb el menú principal, explorar el museu i interactuar amb ell. Per detallar més cada un d'ells, he realitzat una descripció textual del cas d'ús "Menú principal" (CU-1.1) a la Taula 5 i de "Exploració del museu" (CU-1.2) a la Taula 6, i he dividit en diversos casos d'ús "Interacció amb el museu" (CU-1.3), per facilitar així la seva comprensió.

- Descripció textual del cas d'ús "Menú principal" (CU-1.1):

Identificador	CU-1.1	Nom	Menú principal
Objectiu associat	Selecció de l'idioma amb el qual es mostraran els continguts del museu i accés a les instruccions d'usuari.		
Actor	Usuari visitant		
Requisits associats	RF-1	L'usuari visitant ha de poder seleccionar l'idioma amb el qual es mostrarà el contingut del museu. Les opcions disponibles són català, castellà o anglès.	
	RF-2	L'usuari visitant ha de poder consultar unes instruccions que detallin els controls necessaris per interactuar amb el museu segons el dispositiu que estigui emprant.	
Descripció	Quan l'usuari accedeix a l'aplicació, se li apareixerà el menú principal on podrà seleccionar entre tres idiomes: català, castellà i anglès. L'opció seleccionada marcarà en quin idioma es mostraran els continguts que formen el museu. A més, si l'usuari ho desitja, a la part inferior dreta podrà accedir a un petit manual que descrigui com es pot visitar el museu depenent del dispositiu utilitzat.		
Precondicions	-		
Seqüència principal	1.	Accedir al museu virtual.	
	2.	Seleccionar una de les tres banderes al menú principal, corresponents als tres idiomes disponibles.	
	3.	Opcional: seleccionar el botó '?' per accedir al manual d'instruccions.	
	4.	Clicar el botó d'inici del recorregut virtual.	
Postcondicions	Començar el recorregut virtual.		
Excepcions	Si l'usuari no selecciona un idioma, la informació apareixerà en català per defecte.		

Taula 5. Descripció textual del cas d'ús "Menú principal" (CU-1.1).

2. Desenvolupament del projecte

- Descripció textual del cas d'ús "Exploració del museu" (CU-1.2):

Identificador	CU-1.2	Nom	Exploració del museu
Objectiu associat	Desplaçament i orientació dintre de les diferents estàncies que formen el museu.		
Actor	Usuari visitant		
Requisits associats	RF-3	L'usuari visitant ha de poder recórrer les estàncies del museu lliurement.	
Descripció	Quan l'usuari ha accedit al recorregut virtual, ha de poder desplaçar-se lliurement per les estàncies del museu utilitzant els controls que hi ha especificats a les instruccions d'usuari. No hi ha cap restricció de moviments.		
Precondicions	Haver clicat el botó d'inici del recorregut virtual.		
Seqüència principal	1.	Utilitzar els controls corresponents al dispositiu que l'usuari estigui emprant per fer la visita.	
Postcondicions	-		
Excepcions	-		

Taula 6. Descripció textual del cas d'ús "Exploració del museu" (CU-1.2).

2.3.1.2.1. Diagrama del cas d'ús "Interacció amb el museu" (CU-1.3):

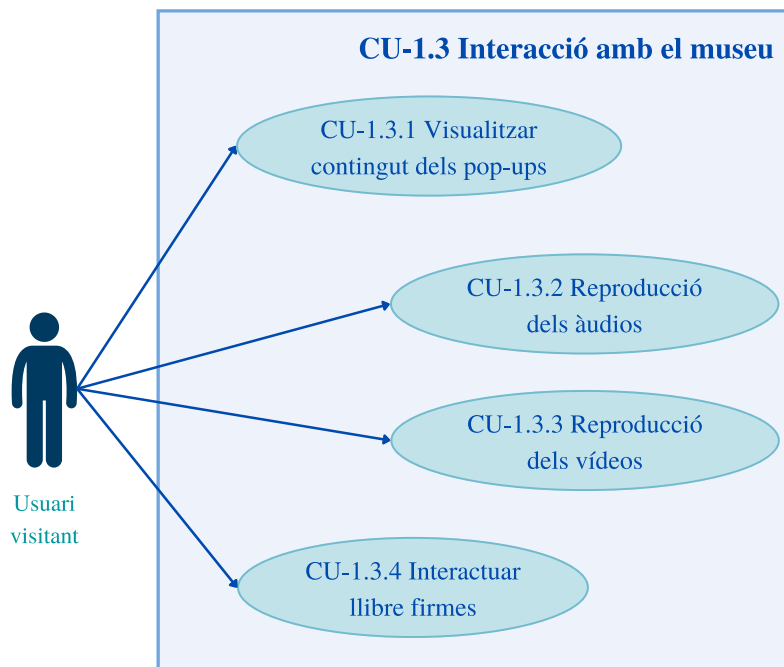


Figura 12. Diagrama del cas d'ús "Interacció amb el museu" (CU-1.3).

El diagrama de la Figura 12 resumeix les quatre accions principals que pot dur a terme l'usuari visitant per interaccionar amb el museu: visualitzar el contingut dels

pop-ups, reproduir els àudios i vídeos i, per acabar, interactuar amb el llibre de firmes. Per detallar més cada un d'ells, he realitzat una descripció textual dels quatre casos d'ús que formen aquest diagrama que es poden observar a la Taula 7, Taula 8, Taula 9 i Taula 10.

- Descripció textual del cas d'ús “Visualitzar contingut dels pop-ups” (CU-1.3.1):

Identificador	CU-1.3.1	Nom	Visualitzar contingut dels pop-ups
Objectiu associat	Accés i visualització del contingut dels pop-ups associats als quadres que formen el museu.		
Actor	Usuari visitant		
Requisits associats	RF-4	L'usuari visitant ha de poder conèixer de forma obligatòria, per cada una de les informàtiques, el seu nom, la seva biografia en format text i una frase dita durant la seva vida (els dos últims punts en els tres idiomes disponibles).	
	RF-5	L'usuari visitant ha de poder visualitzar una fotografia seva si la informàtica en té una d'associada.	
	RF-6	L'usuari visitant ha de poder reproduir les pistes d'àudio associades a les biografies (en els tres idiomes) que es trobin disponibles.	
Descripció	Quan l'usuari accedeix a l'aplicació, ha de poder seleccionar qualsevol dels quadres que formen el museu i, per cada un d'ells, se li ha d'aparèixer un pop-up amb informació associada a la dona: fotografia, nom, biografia i pista d'àudio (en l'idioma prèviament escollit).		
Precondicions	Haver clicat el botó d'inici del recorregut virtual.		
Seqüència principal	1.	Seleccionar el quadre d'una informàtica.	
	2.	Observar tots els contingut del pop-up.	
Postcondicions	-		
Excepcions	Si una informàtica no té un àudio associat a la seva biografia en l'idioma seleccionat per l'usuari, no apareixerà la regió amb la pista d'àudio.		

Taula 7. Descripció textual del cas d'ús “Visualitzar contingut dels pop-ups” (CU-1.3.1).

2. Desenvolupament del projecte

- Descripció textual del cas d'ús "Reproducció dels àudios" (CU-1.3.2):

Identificador	CU-1.3.2	Nom	Reproducció dels àudios
Objectiu associat	Reproducció dels àudios que contenen la biografia de les informàtiques.		
Actor	Usuari visitant		
Requisits associats	RF-6	L'usuari visitant ha de poder reproduir les pistes d'àudio associades a les biografies (en els tres idiomes) que es trobin disponibles.	
Descripció	Quan l'usuari ha accedit a un pop-up, ha de poder reproduir l'àudio que hi hagi associat a la biografia de la informàtica si està disponible. Podrà aturar la reproducció en tot moment i, si espera fins el final, es reiniciarà l'àudio al principi.		
Precondicions	Haver accedit al pop-up d'algun quadre (CU-1.3.1).		
Seqüència principal	1.	Clicar el botó “play” per iniciar la reproducció.	
Postcondicions	-		
Excepcions	Si una informàtica no té un àudio associat a la seva biografia en l'idioma seleccionat per l'usuari, no apareixerà el botó “play”.		

Taula 8. Descripció textual del cas d'ús "Reproducció dels àudios" (CU-1.3.2).

- Descripció textual del cas d'ús "Reproducció dels vídeos" (CU-1.3.3):

Identificador	CU-1.3.3	Nom	Reproducció dels vídeos
Objectiu associat	Reproducció dels vídeos associats a les dones informàtiques que formen el museu.		
Actor	Usuari visitant		
Requisits associats	RF-7	L'usuari visitant ha de poder accedir a la zona de projecció de vídeos del museu i allà poder seleccionar alguna de les dones per reproduir un o més vídeos relacionats amb ella.	
Descripció	Un cop l'usuari hagi accedit al museu, ha de poder accedir a una de les seves estàncies on hi hagi un panell amb les diferents dones que formen el museu. Quan seleccioni una de les dones, es començaran a reproduir els vídeos associats a ella. L'usuari podrà aturar la reproducció o avançar al següent vídeo (si és un cas on la dona en tingui més d'un).		
Precondicions	Haver clicat el botó d'inici del recorregut virtual.		
Seqüència principal	1.	Seleccionar la dona del panell de la qual es vulguin veure els vídeos associats.	
	2.	Si és el cas d'una dona amb més d'un vídeo disponible, se li apareixerà a l'usuari un botó per avançar entre els diferents vídeos.	
Postcondicions	-		
Excepcions	Si l'usuari selecciona una dona que no té cap vídeo associat, li apareixerà un panell informatiu sobre la situació.		

Taula 9. Descripció textual del cas d'ús "Reproducció vídeos" (CU-1.3.3).

2. Desenvolupament del projecte

- Descripció textual del cas d'ús "Interactuar llibre firmes" (CU-1.3.4):

Identificador	CU-1.3.4	Nom	Interactuar llibre firmes
Objectiu associat	Visualització del contingut del llibre de firmes i possibilitat d’afegir un nou missatge.		
Actor	Usuari visitant		
Requisits associats	RF-8	L’usuari visitant ha de poder introduir el seu nom i un missatge al llibre de firmes del museu.	
	RF-9	L’usuari visitant ha de poder llegir els missatges del llibre de firmes.	
Descripció	Un cop l’usuari hagi accedit al museu, ha de poder accedir a una de les seves estàncies on hi ha un llibre de firmes. Si el selecciona, tindrà dues opcions: afegir-hi un nou missatge o llegir tot el seu contingut. Per crear una nova entrada al llibre, és necessari introduir el nom de l’autor a més del propi missatge.		
Precondicions	Haver clicat el botó d’inici del recorregut virtual.		
Seqüència principal	1.	Clicar sobre el llibre de firmes.	
	2.	Escollir l’opció desitjada: escriure una nova firma o llegir les firmes existents.	
	3.	Si és el cas d’escriure una nova firma, l’usuari haurà d’introduir el missatge i, seguidament, el seu nom.	
	4.	Si és el cas de llegir el contingut del llibre, a l’usuari li apareixeran totes les firmes per ordre cronològic: des de la més antiga fins a la més recent.	
Postcondicions	-		
Excepcions	-		

Taula 10. Descripció textual del cas d'ús "Interactuar llibre firmes" (CU-1.3.4).

2.3.1.3. Diagrama del cas d'ús "Configurar el museu" (CU-2):

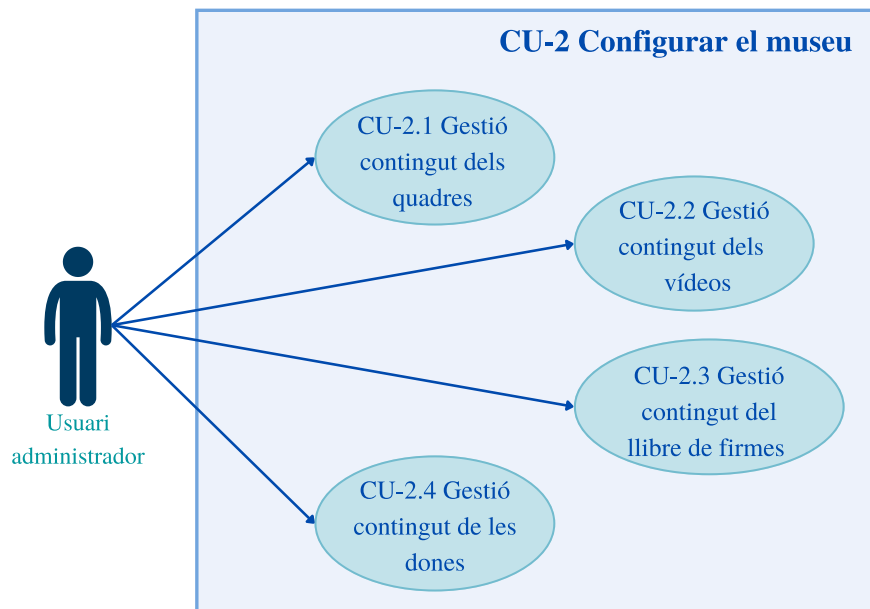


Figura 13. Diagrama del cas d'ús "Configurar el museu" (CU-2).

A la Figura 13 hi ha el diagrama general de l'editor del museu on es resumeixen les quatre seccions principals que l'usuari administrador pot configurar: el contingut referent als quadres del museu i les seves posicions, als vídeos associats a les dones, als missatges que formen el llibre de firmes i, finalment, a les informàtiques. Amb l'objectiu de facilitar la seva comprensió, he dividit en diversos casos d'ús el darrer cas d'ús "Gestió contingut de les dones" (CU-2.4), juntament amb la seva descripció textual. Pels demés casos d'ús, a la Taula 11, a la Taula 12 i a la Taula 13 es troben les seves corresponents descripcions textuales.

2. Desenvolupament del projecte

- Descripció textual del cas d'ús "Gestió contingut dels quadres" (CU-2.1):

Identificador	CU-2.1	Nom	Gestió contingut dels quadres
Objectiu associat	Consulta i modificació dels quadres visibles al museu.		
Actor	Usuari administrador		
Requisits associats	RF-13	L'usuari administrador ha de poder consultar si la dona té o no un quadre associat al museu.	
	RF-14	L'usuari administrador ha de poder modificar la posició del quadre de la dona al museu.	
	RF-15	L'usuari administrador ha de poder afegir el quadre d'una dona al museu.	
	RF-16	L'usuari administrador ha de poder eliminar el quadre d'una dona al museu.	
Descripció	Per cada una de les dones, l'usuari administrador ha de poder consultar si la informàtica té o no un quadre visible al museu. Si no en té, l'ha de poder afegir escollint entre les posicions lliures disponibles i, per altra banda, també ha de poder retirar algun quadre si ja no vol que continuï formant part del museu.		
Precondicions	Haver accedit a l'editor del contingut del museu.		
Seqüència principal	1.	Seleccionar de la llista la dona de la qual es vulgui gestionar el seu quadre.	
	2.	Si la dona ja té un quadre associat, apareixerà quina posició ocupa dins el museu. Per altra banda, si la dona no està associada a cap quadre, es mostrarà el missatge "Cap quadre associat".	
	3.	Per modificar la posició del quadre dins el museu, l'usuari administrador podrà escollir entre les posicions restants disponibles que es mostrin.	
	4.	Si l'usuari administrador vol retirar un quadre del museu, haurà d'escollir l'opció "Cap quadre associat".	
	5.	Un cop finalitzades les configuracions, l'usuari ha de clicar al botó "Guardar Servidor".	
Postcondicions	-		
Excepcions	Si totes les posicions estan ocupades, l'usuari administrador no podrà afegir més quadres al museu.		

Taula 11. Descripció textual del cas d'ús "Gestió contingut dels quadres" (CU-2.1).

- Descripció textual del cas d'ús "Gestió contingut dels vídeos" (CU-2.2):

Identificador	CU-2.2	Nom	Gestió contingut dels vídeos
Objectiu associat	Gestió dels vídeos associats a cada dona.		
Actor	Usuari administrador		
Requisits associats	RF-17	L'usuari administrador ha de poder consultar i visualitzar els vídeos associats a cada dona.	
	RF-18	L'usuari administrador ha de poder eliminar cada un dels vídeos associats a una dona	
	RF-19	L'usuari administrador ha de poder pujar nous vídeos per cada una de les dones.	
Descripció	Per cada una de les dones, l'usuari administrador podrà consultar si la informàtica té o no vídeos associats. Si en té, li apareixerà una llista amb tots ells i, per cada un, el podrà visualitzar i eliminar. A més, hi haurà disponible l'opció de pujar nous vídeos.		
Precondicions	Haver accedit a l'editor del contingut del museu.		
Seqüència principal	1.	Seleccionar de la llista la dona de la qual es vulgui gestionar els seus vídeos associats.	
	2.	Si la dona ja té un o més vídeos associats, apareixerà una llista amb tots ells i, per cada un d'ells, l'usuari podrà reproduir-lo o eliminar-lo.	
	3.	Si ho desitja, l'usuari tindrà disponible el botó “Pujar un vídeo” per afegir un nou vídeo a la dona.	
Postcondicions	-		
Excepcions	-		

Taula 12. Descripció textual del cas d'ús "Gestió contingut dels vídeos" (CU-2.2).

2. Desenvolupament del projecte

- Descripció textual del cas d'ús “Gestió contingut del llibre de firmes” (CU-2.3):

Identificador	CU-2.3	Nom	Gestió contingut del llibre de firmes
Objectiu associat	Gestió del contingut del llibre de firmes del museu.		
Actor	Usuari administrador		
Requisits associats	RF-20	L'usuari administrador ha de poder consultar tots els missatges del llibre de firmes.	
	RF-21	L'usuari administrador ha de poder eliminar els missatges del llibre de firmes.	
Descripció	Des de la pàgina principal de l'editor, l'usuari administrador ha de poder clicar el botó “Editar llibre firmes” per visualitzar tot el contingut del llibre de firmes. Per cada una de les firmes guardades, l'usuari tindrà l'opció d'eliminar-la definitivament del llibre.		
Precondicions	Haver accedit a l'editor del contingut del museu.		
Seqüència principal	1.	Clicar el botó “Editar llibre firmes”.	
	2.	Visualitzar totes les firmes que constitueixen el llibre.	
	3.	Si l'usuari administrador vol eliminar alguna de les firmes, haurà de clicar el bóto “Borrar firma” per eliminar-la definitivament del llibre.	
Postcondicions	-		
Excepcions	-		

Taula 13. Descripció textual del cas d'ús “Gestió contingut del llibre de firmes” (CU-2.3).

2.3.1.3.1. Diagrama del cas d'ús “Gestió contingut de les dones” (CU-2.4):

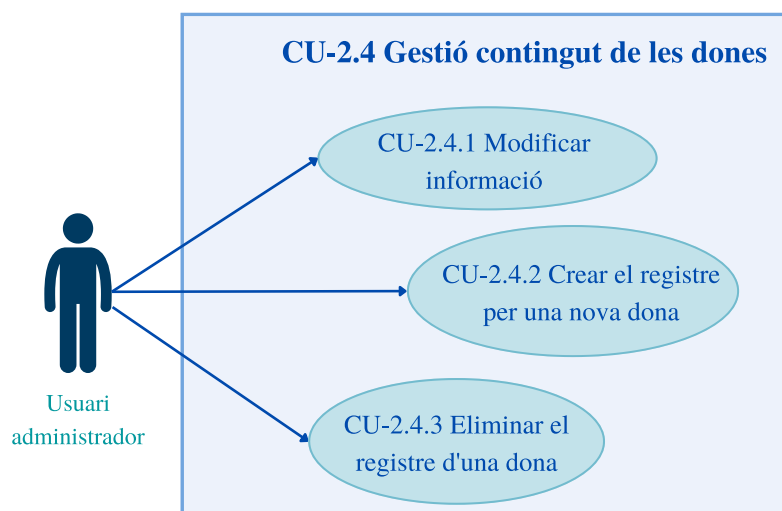


Figura 14. Diagrama del cas d'ús “Gestió contingut de les dones” (CU-2.4).

A la Figura 14 s'observen les tasques que podrà dur a terme l'usuari administrador: consultar i modificar la informació relacionada amb les informàtiques, afegir registres a la base de dades per noves dones i també eliminar algun dels registres existents. Per detallar més cada una d'aquestes accions, he realitzat una descripció textual dels 3 casos d'ús que formen aquest diagrama que es poden observar a la Taula 14, Taula 15 i Taula 16.

- Descripció textual del cas d'ús "Modificar informació" (CU-2.4.1):

Identificador	CU-2.4.1	Nom	Modificar informació
Objectiu associat	Consulta i modificació de les dades associades a cada una de les dones.		
Actor	Usuari administrador		
Requisits associats	RF-10	L'usuari administrador ha de poder consultar i modificar la informació associada a cada una de les informàtiques: fotografia, biografies, frases i àudios (en els tres idiomes disponibles).	
Descripció	A l'editor apareix una llista amb les dones creades i, per cada una d'elles, l'usuari administrador ha de poder consultar i modificar la fotografia, les biografies, les frases i els àudios (en els tres idiomes disponibles). Un cop hagi acabat de realitzar les modificacions, ha de poder guardar-les al servidor de forma que al museu virtual ja apareixin tots els canvis.		
Precondicions	Haver accedit a l'editor del contingut del museu.		
Seqüència principal	1.	Seleccionar de la llista la dona de la qual es vulguin modificar les seves dades.	
	2.	Per modificar les dades de text (biografies i frases), es pot fer directament sobre els seus camps.	
	3.	Per modificar la fotografia o els àudios en els tres idiomes, s'ha de pujar l'arxiu des del dispositiu de l'usuari.	
	4.	Un cop finalitzades totes les modificacions, l'usuari ha de clicar al botó de "Guardar Servidor".	
Postcondicions	-		
Excepcions	El nom de la dona no és pot modificar.		

Taula 14. Descripció textual del cas d'ús "Modificar informació" (CU-2.4.1).

2. Desenvolupament del projecte

- Descripció textual del cas d'ús "Crear nova dona" (CU-2.4.2):

Identificador	CU-2.4.2	Nom	Crear el registre per una nova dona
Objectiu associat	Creació d'una nova dona informàtica.		
Actor	Usuari administrador		
Requisits associats	RF-11	L'usuari administrador ha de poder afegir la informació d'una nova informàtica a la base de dades del sistema.	
Descripció	L'usuari administrador tindrà disponible un botó que li permeti crear una nova dona per afegir-la a la llista. Quan hi cliqui, li apareixerà una plantilla buida on podrà anar omplint totes les dades obligatòries: nom, biografies i frases. Un cop hagi acabat d'introduir la informació, podrà guardar-ho al servidor clicant al botó indicat.		
Precondicions	Haver accedit a l'editor del contingut del museu.		
Seqüència principal	1.	Clicar al botó “Afegir dona”.	
	2.	Omplir els camps d'informació obligatoris: nom, biografies i frases.	
	3.	Un cop l'usuari ha finalitzat d'introduir totes les dades, ha de clicar al botó de “Guardar Servidor”.	
Postcondicions	-		
Excepcions	Quan l'usuari està creant la dona, no pot adjuntar-li la fotografia o els àudios. Per fer-ho, primer l'ha de guardar al servidor i després seleccionar-la de nou per poder associar-li una imatge o els àudios.		

Taula 15. Descripció textual del cas d'ús "Crear nova dona" (CU-2.4.2).

- Descripció textual del cas d'ús "Eliminar dona" (CU-2.4.3):

Identificador	CU-2.4.3	Nom	Eliminar el registre d'una dona
Objectiu associat	Eliminació d'una dona informàtica.		
Actor	Usuari administrador		
Requisits associats	RF-12	L'usuari administrador ha de poder eliminar la informació de les informàtiques ja emmagatzemades a la base de dades.	
Descripció	Si l'usuari administrador accedeix a les dades d'una de les dones de la llista, tindrà disponible un botó que li permetrà eliminar el registre de la dona permanentment de la base de dades.		
Precondicions	Haver accedit a l'editor del contingut del museu.		
Seqüència principal	1.	Clicar al botó que permeti editar les dades d'una de les informàtiques de la llista.	
	2.	Clicar al botó de “Borrar Dona” per eliminar el seu registre.	
Postcondicions	La dona eliminada ja no apareixerà a la llista principal de l'editor.		
Excepcions	-		

Taula 16. Descripció textual del cas d'ús "Eliminar dona" (CU-2.4.3).

2.3.2. Model de dades

Aquest apartat té l'objectiu de presentar la base de dades relacional requerida per desenvolupar el sistema (veure Figura 15).

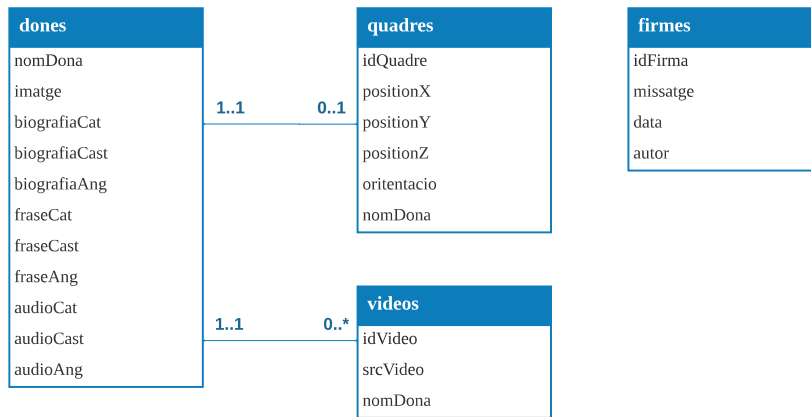


Figura 15. Model de dades de l'aplicació.

A continuació, descriuré les quatre taules, afegint un diccionari de dades pels atributs propis de cada una d'elles:

- **Taula dones**

En aquesta taula es guarden totes les informàtiques juntament amb les seves dades: una fotografia, una breu biografia en els tres idiomes, una frase seva en els tres idiomes i les tres pistes d'àudio associades a les biografies (una per cada idioma). Tots els camps es poden observar a la Taula 17.

Nom	Definició
nomDona	És la clau primària que identifica de forma única a una dona.
imatge	Emmagatzema la URL on es troba la fotografia d'una dona.
biografiaCat	Emmagatzema la biografia de la dona en català.
biografiaCast	Emmagatzema la biografia de la dona en castellà.
biografiaAng	Emmagatzema la biografia de la dona en anglès
fraseCat	Emmagatzema la frase de la dona en català.
fraseCast	Emmagatzema la frase de la dona en castellà.
fraseAng	Emmagatzema la frase de la dona en anglès.
audioCat	Emmagatzema la URL on es troba la pista d'àudio associada a la biografia en català.
audioCast	Emmagatzema la URL on es troba la pista d'àudio associada a la biografia en castellà.
audioAng	Emmagatzema la URL on es troba la pista d'àudio associada a la biografia en anglès.

Taula 17. Diccionari de dades de la taula "dones".

2. Desenvolupament del projecte

○ Taula quadres

En aquesta taula es guarda la informació referent als 15 quadres que hi pot haver visibles al museu. Hi ha un conjunt d'atributs per cada un d'ells que permeten situar-lo correctament a les parets. A cada quadre hi pot haver (o no) associada una de les informàtiques. Els camps d'aquesta taula es poden veure a la Taula 18.

Nom	Definició
idQuadre	És la clau primària que identifica de forma única a un quadre.
positionX	Emmagatzema la coordenada X del quadre dins el museu.
positionY	Emmagatzema la coordenada Y del quadre dins el museu.
positionZ	Emmagatzema la coordenada Z del quadre dins el museu.
orientacio	Emmagatzema la orientació del quadre dins el museu.
nomDona	Clau forana que fa referència a la clau primària de nomDona de la taula dones. Emmagatzema a quina dona està associada el quadre.

Taula 18. Diccionari de dades de la taula “quadres”.

○ Taula videos

En aquesta taula es guarda la informació dels vídeos que poden tenir associats les dones. Els camps d'aquesta taula es poden observar a la Taula 19.

Nom	Definició
idVideo	És la clau primària que identifica de forma única a un vídeo.
srcVideo	Emmagatzema la URL on es troba el vídeo d'una dona.
nomDona	És la clau forana que fa referència a la clau primària de nomDona de la taula dones. Emmagatzema a quina dona està associada al vídeo.

Taula 19. Diccionari de dades de la taula “videos”.

○ Taula firmes

En aquesta taula es guarda la informació referent al llibre de firmes del museu. Per cada una de les entrades al llibre, guard la data, l'autor i el propi missatge. Els camps d'aquesta taula es poden veure a la Taula 20.

Per establir les relacions entre les taules “dones”, “quadres” i “videos,” primer he decidit que, per cada dona, hi podrà haver 0 o 1 quadre actiu al museu. Per tant, a l'editor hi podrà haver emmagatzemades més de 15 dones però llavors només 15 d'elles podran ocupar els 15 quadres disponibles del museu. D'aquesta forma, en el futur es podrien tenir guardades dones de diferents temàtiques o èpoques i anar-les intercanviant al museu per tenir diverses exposicions. L'altre relació és referent al nombre de vídeos que pot tenir cada dona: pot donar-se el cas on una informàtica

no tingui cap vídeo o també pot tenir il·limitats vídeos associats. Finalment, la taula firmes no manté cap relació amb les demés taules ja que el llibre de firmes del museu no està lligat a les informàtiques.

Nom	Definició
idFirma	És la clau primària que identifica de forma única a una firma.
missatge	Emmagatzema el text de la firma.
data	Emmagatzema la data en la qual s'ha realitzat la firma.
autor	Emmagatzema el nom de l'autor de la firma.

Taula 20. Diccionari de dades de la taula “firmes”.

2.3.3. Disseny arquitectònic

L'arquitectura utilitzada a aquesta aplicació està basada en el model client-servidor, un dels més emprats en aquest tipus de sistemes, i es mostra a la Figura 16. El museu és accessible des d'un ordinador o des d'unes ulleres de realitat virtual i, per altra banda, l'editor ho és des d'un ordinador.

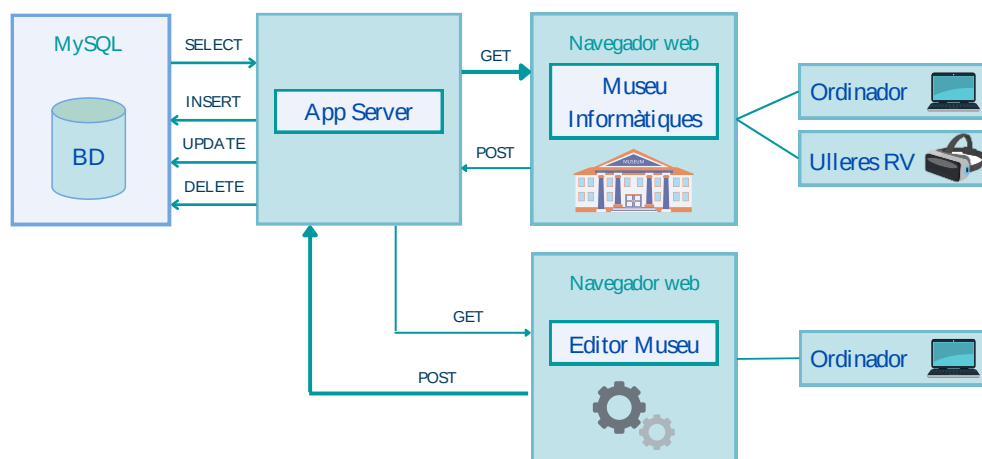


Figura 16. Disseny arquitectònic del sistema.

Realitzaré majoritàriament sol·licituds GET al servidor des del museu per així obtenir les dades de les informàtiques, els quadres, els vídeos i el llibre de firmes necessàries per omplir les estàncies del museu. A més, des del museu es duran a terme sol·licituds POST cada cop que un usuari afegeixi un nou missatge al llibre de firmes. En el cas de l'editor, també serà necessari llançar sol·licituds GET per emplenar les seves seccions i, cada vegada que l'usuari administrador modifiqui alguns dels apartats, es realitzaran sol·licituds POST.

Des del servidor es realitzaran diferents tipus de peticions a la base de dades: SELECT per obtenir tota la informació requerida al museu i a l'editor, INSERT per incorporar noves firmes, dones informàtiques i vídeos, UPDATE per actualitzar les

2. Desenvolupament del projecte

informàtiques associades a cada quadre i la informació de les dones i, per acabar, DELETE per eliminar registres d'informàtiques i vídeos de la base de dades.

2.4. Implementació

En aquest apartat del Capítol 2 explicaré els aspectes més importants de la implementació del projecte, dividint-la en els dos blocs principals que han marcat el desenvolupament del sistema: el museu i l'editor dels seus continguts.

2.4.1. Implementació del museu

La implementació del museu s'ha duit a terme mitjançant *A-Frame*¹, on l'element principal `<a-scene>` conté tota la resta de components com són la càmera, la il·luminació i les entitats 3D. La Figura 17 permet entendre d'una forma més clara i visual les relacions entre els elements que constitueix l'escena completa del museu.

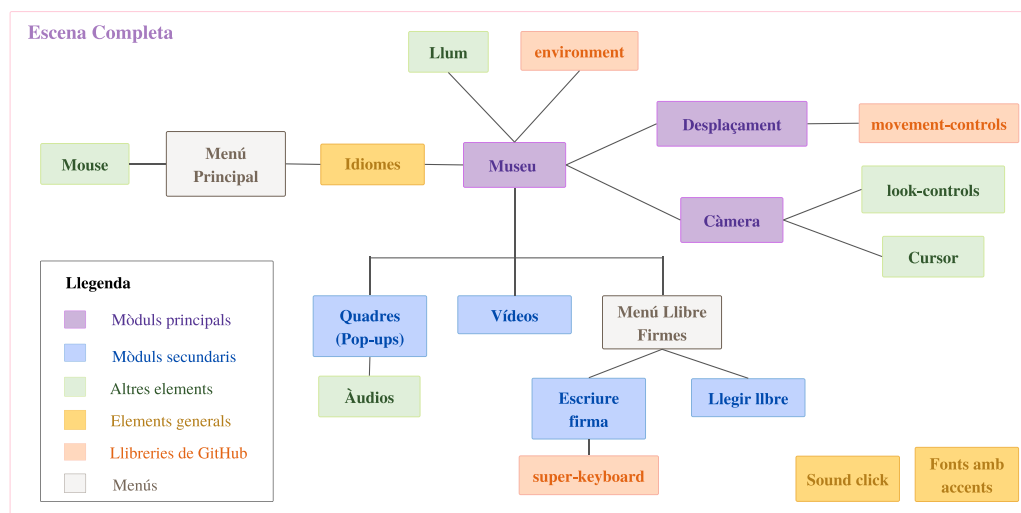


Figura 17. Elements que formen el museu.

Un aspecte important és el desplaçament de l'usuari a través de les estàncies del museu. Per fer-ho, he emprat una llibreria disponible a GitHub anomenada *movement-controls* [22] compatible amb diferents dispositius d'entrada i que ofereix l'opció de personalitzar un conjunt de propietats. De tots els components que inclou, utilitzo els controls de teclat que permeten emprar les fletxes o les tecles WASD per desplaçar-se. Al projecte ho he incorporat a l'entitat pare de la càmera, com es pot observar a la Figura 18.

Inicialment, l'usuari tindrà disponible el *mouse* per interactuar amb el menú principal, ara bé, un cop hagi clicat per començar la visita, desapareixerà i, en el seu

¹ <https://aframe.io>

lloc, incorporaré el cursor virtual. Per aquest nou cursor he hagut d'emprar el component `raycaster` d'A-Frame, que és la forma de detectar quan un usuari ha clicat sobre algun dels elements que tinguin la classe `clickable`.

```
<a-entity id="rig" movement-controls="speed: 1.4" position="-35 5 25">
  <a-entity camera id="camera" position="0 0 0"></a-entity>
</a-entity>
```

Figura 18. Fragment de codi sobre la forma de desplaçament.

El menú principal (vegeu la Figura 19) que li apareix a l'usuari un cop accedeix a l'aplicació consta de quatre funcionalitats principals:

- Aportar una petita introducció del propòsit del museu.
- Permetre a l'usuari escollir entre tres idiomes: català, castellà o anglès. Un cop seleccionada una de les opcions, tots els continguts del museu es mostraran en l'idioma corresponent.
- Accedir a un breu manual d'instruccions.
- Començar el recorregut virtual per dintre del museu.



Figura 19. Captura de pantalla del menú principal del museu.

També he incorporat la llibreria `aframe-environment-component` de GitHub [23] que permet seleccionar entre 17 escenaris diferents i modificar 25 paràmetres, de forma que el resultat és completament personalitzable. En el meu cas, he emprat el bosc, un dels més habituals, i li he eliminat els arbres per aconseguir un aspecte més realista i en concordança amb l'exterior d'un museu. Les modificacions exactes es poden veure a la Figura 20.

```
<a-entity environment="preset: forest; playArea: 4; dressing: none;
skyType: gradient; skyColor: #6BDBDE; horizonColor: #DAF8F9; fog: 0;
lighting: none; groundColor: #1F7D41; groundColor2: #036928;
groundTexture: walkernois"></a-entity>
```

Figura 20. Fragment de codi sobre l'ambient.

2. Desenvolupament del projecte

Per construir l'estructura del museu, he anat creant plànols (<a-plane> d'A-Frame) de diverses orientacions i n'he intercalat d'altres amb diferent textura per simular les finestres. A cada un d'aquests elements, l'hi he incorporat l'atribut `material="side: double"` per així aconseguir que sigui visible des d'ambdues parts. Com a articles decoratius, he emprat models gratuïts disponibles a la pàgina web *Sketchfab* [24]. A la Figura 21 es mostra el codi de com he incorporat una de les figures 3D al projecte i a la Figura 22 una part de l'interior del museu amb el model 3D i una de les finestres.

```
<a-asset-item id="butacaVerda" src = "assets/elements3D/butacaVerda/scene.glTF"></a-asset-item>

<a-gltf-model src="#butacaVerda" scale= "4 4 4" position= "-59 2 -40.5" rotation= "0 40 0"></a-gltf-model>
```

Figura 21. Fragment de codi de la incorporació d'un model 3D.



Figura 22. Captura de pantalla d'un model 3D i una finestra del museu.

El museu està format per tres seccions principals: la galeria amb els quadres de les dones informàtiques, la sala de projecció de vídeos i la darrera estància on es troba el llibre de firmes. Començant amb la implementació de la galeria, inicialment envio una sol·licitud GET al servidor per obtenir les dades de totes les dones i quadres emmagatzemats a la base de dades. Quan el servidor rep la petició, mitjançant una consulta SELECT, obté les dades i les retorna. A continuació, recorro les dades dels quadres i descarto aquelles files que no tenen cap dona associada, així obtinc els quadres que he de representar a les sales del museu. Emprant les dades que he rebut del servidor, cerc per cada quadre la informació de la dona que hi apareix i, per cada un d'ells, afegixo a la dreta una frase dita durant la seva vida (observeu la Figura 23), implemento una finestra emergent on es mostrin les dades de la informàtica (es veu a la Figura 25) i insereixo la seva fotografia al panell selector de vídeos (es mostra a la Figura 27).

Mitjançant la creació de quatre `<a-box>`, simulo un marc pel quadre on he associat dues animacions (vegeu la Figura 24) amb l'objectiu d'aportar més retroalimentació als usuaris visitants: una per quan l'usuari passa el cursor virtual sobre la superfície del quadre i una altra per quan el retira, que “il·luminen” el marc del quadre. La funció `emit` d'*A-Frame* permet iniciar l'animació explícitament quan ocorre un esdeveniment, en aquest cas concretament són `mouseenter` i `mouseleave`.

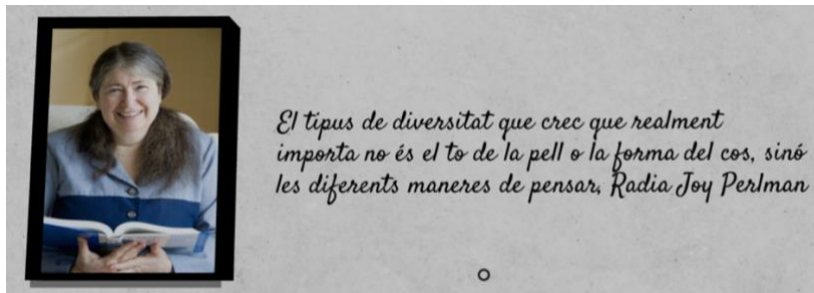


Figura 23. Captura de pantalla del quadre i frase d'una de les informàtiques.

```
marcoEsq.setAttribute('animation', "property: material.color;
startEvents: iniciEnfoque; pauseEvents: mouseleave; easing:
easeInCubic; dur: 500; dir: alternate; from:#000; to:#F5FAAB");

marcoEsq.setAttribute('animation__2', "property: material.color;
startEvents: finalEnfoque; easing: easeInCubic; dur: 500; dir:
alternate; from:#F5FAAB; to:#000");
```

Figura 24. Fragment de codi de les animacions associades al marco esquerre.



Figura 25. Captura de pantalla del pop-up associat a una de les informàtiques.

El següent que he implementat és la creació de la finestra emergent de la Figura 25 quan l'usuari clica sobre un quadre. Quan es mostra el “pop-up”, deshabilit els `movement-controls`, l'afegeixo a l'escena com a “germà” de la càmera i li adjudico la mateixa rotació que tingui la càmera en el moment en el qual s'ha clicat. D'aquesta forma, el “pop-up” apareix just al front de l'usuari i, fins que no ho tanca, no pot continuar desplaçant-se per el museu. A més, he limitat que només es pugui

2. Desenvolupament del projecte

tenir simultàniament una sola finestra emergent oberta. El contingut del “pop-up” és el nom de la dona, la fotografia, la biografia i la zona de reproducció de l'àudio, tot en l'idioma escollit inicialment per l'usuari.

La zona de l'àudio només es mostrarà si la dona té una pista d'àudio associada a la seva biografia en l'idioma seleccionat. *A-Frame* permet la creació de components personalitzables que es poden associar a entitats per així canviar la seva aparença, comportament i funcionalitat [30]. Per gestionar la reproducció dels àudios, he programat un nou component d'*A-Frame* on per paràmetre li pas la *url* de l'àudio. Dins el component, duc a terme principalment tres accions:

- En funció a la durada de l'àudio, vaig omplint dinàmicament una barra de mesura que el temps avança de forma que l'usuari pugui veure el progrés de la reproducció (veure el codi a la Figura 26).
- Canvio la imatge de “play-pause” i la reproducció de l'àudio segons els clics de l'usuari.
- Un cop l'àudio ha finalitzat, ho torn a reiniciar per si l'usuari vol tornar a començar la reproducció.

```
audioPopUp.addEventListener("timeupdate", () => {  
    var nouWidth = (audioPopUp.currentTime *  
    regioAudioPopUp.getAttribute("width")) / audioPopUp.duration;  
    audioProgresPopUp.setAttribute('width', nouWidth);  
    audioProgresPopUp.setAttribute('position', { x: -1.25+nouWidth/2,  
    y: 0, z: 0.01 }); });
```

Figura 26. Fragment de codi corresponent al progrés dinàmic de l'àudio.

La segona secció rellevant del museu és la zona on es poden projectar vídeos. He implementat el panell de la Figura 27 on apareixen totes les dones que tenen un quadre actiu al museu. He creat dues animacions noves que, a mesura que l'usuari passa el cursor sobre les fotografies, les engrandeixen per donar-li retroalimentació.



Figura 27. Captura de pantalla del panel selector de vídeos del museu.

Quan l'usuari clica a sobre d'alguna d'elles, faig una segona sol·licitud GET al servidor per obtenir tots els vídeos associats a la dona seleccionada per l'usuari. A la Figura 28 s'observa el diagrama de seqüència que conté les accions des de que

l'usuari accedeix al sistema fins que selecciona una de les informàtiques del panell mostrat a la Figura 27 per començar a veure els seus vídeos associats (el diagrama és per un cas on la dona sí té vídeos). Un cop he rebut les dades, poden donar-se tres casos:

- Si la dona no té associat cap vídeo, li apareixerà un cartell informatiu a l'usuari.
- Si la dona té un sol vídeo associat, es començarà a reproduir a la pantalla i l'usuari podrà usar un botó de “play-pause”.
- Si la dona té més d'un vídeo associat, a més de l'anterior cas, hi haurà un segon botó que li permeti anar avançant entre els diferents vídeos. A la Figura 29 s'observa aquesta possibilitat.

Per la reproducció dels vídeos també he creat un component d'*A-Frame* que gestiona el botó de “play-pause” i, un cop el vídeo ha finalitzat, ho reinicia.

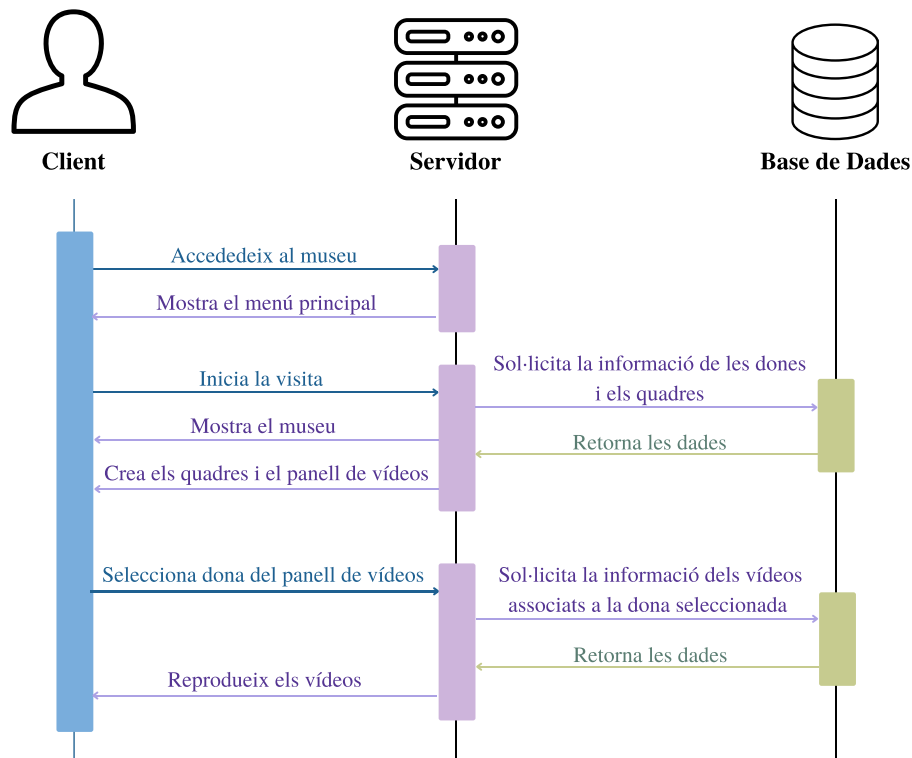


Figura 28. Diagrama de seqüència amb les accions des de que l'usuari accedeix al museu fins que es reproduceix un vídeo d'una dona.

La darrera estància del museu conté el llibre de firmes on l'usuari té els dos camins mostrats a la Figura 30: afegir una nova entrada o llegir el seu contingut (ambdues opcions tenen la mateixa animació anterior d'engrandir-se). Si l'usuari clica per escriure un nou missatge, se li apareixeran dos teclats que he implementat gràcies a la llibreria de GitHub anomenada *iframe-super-keyboard* [25] que permet

2. Desenvolupament del projecte

a l'usuari escriure utilitzant el cursor virtual. Aquesta llibreria ofereix un teclat completament personalitzable a través de vint propietats i set filtres.

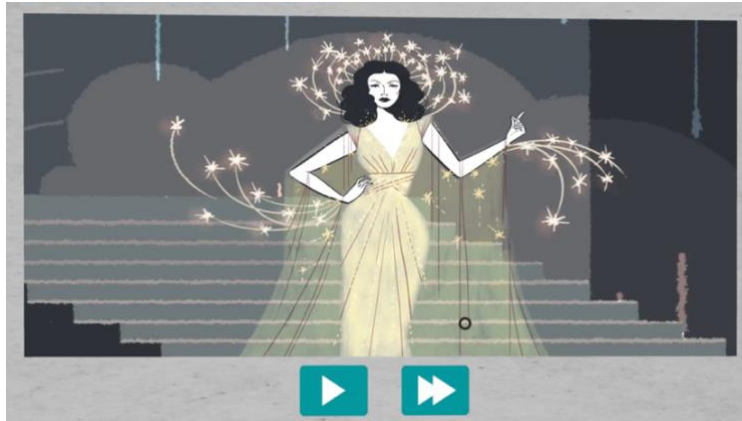


Figura 29. Captura de pantalla de la reproducció dels vídeos d'una dona.

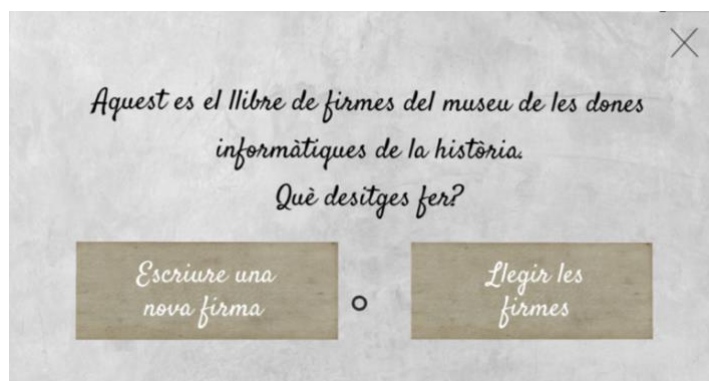


Figura 30. Captura de pantalla del menú del llibre de firmes.

El primer teclat servirà perquè l'usuari pugui escriure un missatge, per això he emprat un dels filtres disponibles per fer que, de forma automàtica, la primera lletra s'escrigui sempre en majúscules (`filters: first`). El segon teclat s'observa a la Figura 31 i, en aquest cas, he usat el filtre que fa començar a totes les paraules en majúscula ja que l'usuari hi introduirà el seu nom (`filters: title`).



Figura 31. Captura de pantalla del teclat usat per introduir el nom de l'usuari.

Els dos teclats estan associats a un component d'*A-Frame* que he creat per gestionar els dos events que poden succeir: `superkeyboardinput` (quan l'usuari clica la telca "enter") i `superkeyboarddismiss` (quan l'usuari clica la tecla per tancar el teclat). Un cop l'usuari ha introduït ambdós valors, internament calculo la data actual per fer una sol·licitud al servidor amb l'objectiu d'afegir a la base de dades els tres camps d'informació: autor, missatge i data.

L'altre camí és que l'usuari seleccioni l'opció de llegir el contingut del llibre de firmes. En aquest cas, realitzo una sol·licitud al servidor per obtenir tots els missatges guardats a la base de dades i, un cop rebuts, creo l'estructura del llibre on a cada pàgina mostro la data, el missatge i l'autor. Si el llibre té més de dues pàgines, afegeixo una fletxa per avançar i una per retrocedir, permetent així el desplaçament entre tot el contingut. A la Figura 32 s'observa un exemple de l'interior del llibre.



Figura 32. Captura de pantalla de l'interior del llibre de firmes.

Durant la implementació del museu, em varen sorgir dos problemes:

- Cap tipografia mostrava els caràcters especials, com els accents.
- El so no es reproduïa al navegador Safari.

La primera qüestió ha estat senzilla de solucionar ja que *A-Frame* ofereix una eina [26] on crear fonts personalitzades que admetin caràcters no ASCII. Únicament requereix adjuntar una font i especificar el conjunt de caràcters que la font resultant ha de poder escriure. Ja que el problema es donava amb totes les fonts, fins i tot amb les més estàndard com *Arial* o *Times New Roman*, he aprofitat per descarregar des de *Google Fonts* [27] algunes més especials que encaixen més amb l'estètica del museu. A la Figura 33 s'observa un exemple de com he incorporat al projecte l'arxiu d'una de les fonts que he generat.

2. Desenvolupament del projecte

```
textSelectorLlegir.setAttribute('text', "value: Llegir les \n firmes;  
color: white; width: 6; wrapCount: 40; align:center; negate:false;  
font: assets/fonts/Satisfy-Regular-msdf/Satisfy-Regular-msdf.json");
```

Figura 33. Fragment de codi de l'ús d'una font personalitzada al projecte.

La segona i darrera qüestió ve provocada per les restriccions que té Safari per reproduir sons de forma automàtica sense que l'usuari hagi realitzat un acció prèvia ja que no permet fer "autoplay". En el meu cas, he solucionat parcialment el problema fent que quan el sistema detecti que l'usuari ha clicat sobre un element, es reproduïx un petit so per donar retroalimentació a l'usuari. A la Figura 34 s'observa com ho he incorporat a l'escena principal. Ara bé, la reproducció dels vídeos o l'audioguia segueix sense funcionar malgrat ambdues pistes d'àudio també requereixen que l'usuari prèviament hagi clicat al botó "play".

```
<a-scene id = "sala" cursor = "rayOrigin: mouse" renderer =  
"colorManagement: true;" sound = "src: #audioInici; on: click; volume:  
0.5; poolSize: 5">
```

Figura 34. Fragment de codi d'on s'incorpora el so dels "clics".

2.4.2. Implementació de l'editor

L'editor del contingut del museu té quatre seccions principals on es poden gestionar les dades de les informàtiques, els quadres actius del museu, els vídeos associats a cada dona i el contingut del llibre de firmes. Per facilitar l'accés a les tres primeres zones, la pàgina principal de l'editor està formada per una taula on apareixen totes les dones amb botons per editar cada una d'aquestes opcions (veure la Figura 35). Aleshores, per construir aquesta taula he realitzat una sol·licitud GET al servidor per obtenir els noms i les fotografies de cada informàtica.

Nom de la dona	Imatge de la dona	Editar dades dona	Editar dades quadre	Editar videos
Ada Lovelace				
Angela Ruiz				

Figura 35. Captura de pantalla de la taula principal de l'editor del museu.

Pel cas on l'usuari selecciona l'opció d'editar les dades d'una dona, es fa una segona sol·licitud GET al servidor per obtenir tota la informació referent a la informàtica

seleccionada. Un cop obtinguda la informació, creo un formulari on plasmar els diferents camps i així permetre a l'usuari visualitzar i modificar totes les dades excepte el nom de la dona, que té la propietat de `readonly = "true"`. Si la dona ja té una fotografia associada, es mostrarà a la dreta i, seguint el raonament, si ja té algun dels tres àudios, apareixerà un botó de “play-pause” per permetre a l'usuari reproduir-los. En el cas on l'usuari cliqui el botó per crear una nova, li apareix el mateix formulari però amb els camps buits.

En aquest formulari, l'usuari té la possibilitat de pujar dos tipus d'arxius: una fotografia o un àudio. En ambdós casos, quan cliqui el corresponent botó, se li apareixerà el “pop-up” de la Figura 36 on podrà seleccionar l'arxiu des del seu dispositiu. Per gestionar les possibles situacions, distingeixo entre tres casos: quan la dona ja té una arxiu associat, quan encara no en té cap i quan l'usuari està creant la dona per primer cop. D'aquesta forma, si l'usuari vol pujar un nou àudio o fotografia però la dona ja en tenia un prèviament associat, faig una sol·licitud POST al servidor per pujar el nou arxiu i eliminar l'anterior mitjançant el mòdul `fs` de Node.js [28] que permet gestionar arxius. Per altra banda, si no hi havia cap arxiu previ, la sol·licitud al servidor serà per simplement pujar el nou. En el darrer cas, quan sigui la situació on l'usuari està creant una dona, no serà possible poder adjuntar-li directament una fotografia o un àudio, ja que primer necessito tenir la dona emmagatzemada a la base de dades.



Figura 36. Captura de pantalla del pop-up per pujar una nova fotografia.

Un cop l'usuari ha finalitzat les modificacions, té disponible el botó “Guardar Servidor” on distingeixo entre si es volen guardar modificacions d'una dona existent o si es tracta de guardar la creació d'una nova informàtica. En ambdós casos, abans de guardar definitivament les dades a la base de dades, duc a terme un control d'errors per verificar que s'han omplert tots els camps de text i, en el cas de la creació d'una dona nova, també comprovo que el nom escollit per l'usuari no estigui repetit entre els noms de les dones ja emmagatzemades. Si l'usuari ha realitzat les modificacions correctament, realitzo una petició al servidor per actualitzar o inserir la nova informació a la base de dades.

Aquest formulari també compta amb un botó per esborrar el registre de la dona de la qual s'està visualitzant la informació (si l'usuari està creant una nova dona, aquest botó no apareix). Quan l'usuari hi clica, duc a terme una petició al servidor per

2. Desenvolupament del projecte

eliminar el registre de la informàtica de la base de dades. Abans d'esborrar-la definitivament, el servidor realitza unes altres quatre accions:

- Si aquesta dona estava associada a algun quadre del museu, l'elimina de la base de dades.
- Si estava associada a algun vídeo, l'elimina de la base de dades i esborra l'arxiu corresponent.
- Si la dona tenia alguna fotografia, esborra l'arxiu corresponent.
- Si la dona tenia algun dels tres àudios, elimina els arxius corresponents.
- Finalment elimina la dona, juntament amb les seves dades, de la base de dades.

Passant a la següent secció editable, si l'usuari clica al botó d'editar les dades d'un quadre, es fa una segona sol·licitud GET al servidor per obtenir des de la base de dades tota la informació dels quadres. Un cop obtinguda la resposta, recorro els 15 quadres amb l'objectiu de cercar per una banda la informació del quadre associat a la dona seleccionada per l'usuari i, per altra banda, guardar tots aquells quadres que encara no estan associats a cap informàtica (és a dir, els quadres buits).

Seguidament, implemento el `select on` com a opció predeterminada apareixi el quadre actual de la dona (o el missatge "Cap quadre associat" si és el seu cas) i quan l'usuari desplegui el menú, li apareix la llista dels quadres buits. Si la dona té un quadre actiu, a la llista del menú desplegable també afegeixo l'opció per deixar a la dona sense quadre.

Al servidor distingeixo dos tipus de sol·licituds: eliminar una dona d'un quadre o modificar la posició d'una dona a algun dels quadres. Si és el primer cas, mantinc les dades referent al quadre però elimino el nom de la dona que hi estava associat. En l'altra opció, primer deixo lliure si la dona ocupava un altre quadre i després afegeixo la informàtica a la nova posició escollida per l'usuari.

Editor quadres

Nom dona
Ada Lovelace

Posició actual del quadre: 1

1

Cap quadre associat

1

14

15

Figura 37. Captura de pantalla de la secció d'edició dels quadres.

A la Figura 37 es mostra un exemple de la informàtica Ada Lovelace on s'observa com està associada al quadre de la posició 1 i té les posicions 14 i 15 com a

disponibles, a més de poder eliminar el quadre de la informàtica al museu si l'usuari decideix seleccionar l'opció de "Cap quadre associat".

Per facilitar a l'usuari saber la correspondència entre els nombres i les posicions que ocupen dins el museu, he incorporat la imatge de la Figura 38 on es veu el plànol amb els 15 possibles quadres.

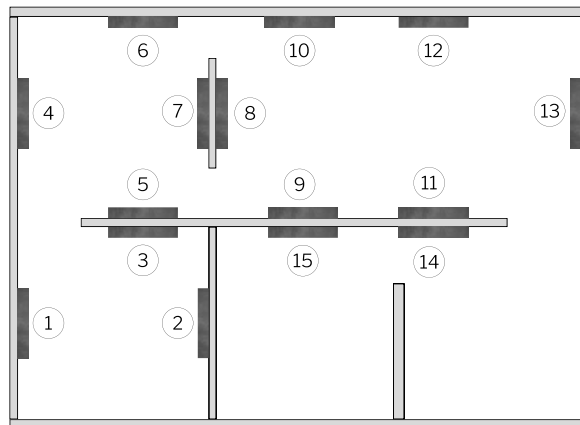


Figura 38. Plànol del museu amb els 15 possibles quadres.

A screenshot of a web application interface. At the top, there is a decorative header featuring a stylized illustration of Hedy Lamarr in a green dress, with the word "GOOGLE" in a large, stylized font. Below the header, the main section is titled "Editor videos". It contains a form with the following fields: "Nom dona" (Name of the woman) with the value "Hedy Lamarr", and three "Src del video:" (Video source) fields, each with a value like "videoHedyLamarr1.mp4". To the right of the form, there is a button labeled "Pujar un vídeo" (Upload a video) and three pairs of buttons (play and delete) corresponding to each video source field.

Figura 39. Captura de pantalla del formulari dels vídeos associats a Hedy Lamarr.

La tercera opció disponible és per editar els vídeos associats a la dona seleccionada per l'usuari. Aquest tercer formulari consta del visor que he implementat amb els

2. Desenvolupament del projecte

seus corresponents controls de vídeo. Per omplir el formulari, realitzo una altra sol·licitud GET al servidor per obtenir des de la base de dades els vídeos relacionats amb la informàtica. Pot donar-se el cas on la dona no en tenguí cap o que n'hi hagi 1 o més associats a ella. Si és el segon cas, en el visor apareixerà el primer vídeo i avall hi haurà la llista de tots ells, juntament amb els botons per visualitzar-lo al reproductor o eliminar-lo definitivament la base de dades (veure la Figura 39). Quan l'usuari selecciona el botó d'eliminar un dels vídeos, el servidor primer l'esborra de la base de dades i seguidament elimina l'arxiu corresponent al vídeo. En ambdós casos, apareixerà a la part superior del formulari l'opció de pujar un nou vídeo on he implementat un “pop-up” semblant al de la Figura 36.

Pels tres tipus d'arxius que pot pujar l'usuari (fotografies, àudios i vídeos), he realitzat un control d'errors per evitar que es pugin al servidor dos elements multimèdia amb el mateix nom. Ho he fet així per evitar que quan l'usuari elimini el registre d'una informàtica o algun vídeo associat, no s'esborrin arxius associats a altres dones que tenen el mateix nom.

La darrera opció per l'usuari administrador és poder eliminar el contingut del llibre de firmes. Aleshores, quan l'usuari selecciona aquesta opció, realitzo una sol·licitud a la base de dades per obtenir tots els missatges que el formen i crear el seu formulari. L'usuari té disponible, per cada una de les entrades de llibres, l'opció d'eliminar-la definitivament, com és mostra a la Figura 40. Quan clica sobre el botó, faig un petició al servidor per eliminar el corresponent registre de la base de dades.

La imatge mostra una interfície web per gestionar el llibre de firmes. A la part superior, hi ha dos camps de text: 'Autor de la firma' amb el valor 'Maria Orell Monserrat' i 'Data de la firma' amb el valor '19-04-2022'. A sota, hi ha un títol 'Contingut de la firma:' i un camp de text amb el valor 'Missatge de prova al llibre de firmes del museu.'. A la part inferior, hi ha un botó que diu 'Borrar firma'.

Figura 40. Captura de pantalla d'una entrada del llibre de firmes a l'editor.

2.5. Proves

Un cop finalitzada la implementació del sistema, la següent fase del cicle de vida del desenvolupament de *software* són les proves. Les que he realitzat tenen l'objectiu de verificar l'absència d'errades en el sistema resultant i assegurar el seu correcte funcionament. He duit a terme els dos tipus de proves funcionals: unitàries i d'integració.

He anat efectuant la majoria de les proves que enumeraré a continuació paral·lelament anava implementant el sistema i no deixant-ho per només el final,

d'aquesta forma, he pogut localitzar més ràpidament els errors existents. Gràcies a la realització d'aquestes proves he pogut assegurar el funcionament sense errors del sistema, garantir que té el comportament esperat i millorar la seva qualitat.

2.5.1. Proves unitàries

He començat amb les proves unitàries als dos mòduls principals que formen el sistema: el museu i l'editor.

2.5.1.1. Proves unitàries al museu

1. Seleccionar un idioma al menú inicial i observar si s'han canviat els continguts del museu.
2. Consultar les instruccions inicials des del menú inicial.
3. Desplaçar-se lliurement per les estàncies del museu.
4. Seleccionar una informàtica i consultar la seva informació associada.
5. Reproduir l'audioguia associada a alguna de les informàtiques.
6. Seleccionar una informàtica amb un sol vídeo associat i visualitzar-lo.
7. Seleccionar una informàtica amb més d'un vídeo associat i visualitzar-los tots emprant el botó de "Següent vídeo".
8. Escriure una nova firma al llibre de firmes.
9. Llegir el contingut del llibre de firmes fins al final, de forma que a la darrera pàgina s'observi la firma introduïda a l'anterior prova.
10. Realitzar totes les anteriors proves tant amb un ordinador com amb les ulleres de realitat virtual.

2.5.1.2. Proves unitàries a l'editor

11. Observar la llista de totes les informàtiques emmagatzemades a la base de dades.
12. Modificar les dades associades a una informàtica de la llista.
13. Canviar la fotografia associada a una informàtica.
14. Pujar un nou àudio per una informàtica.
15. Reproduir un àudio associat a una informàtica.
16. Esborrar el registre d'una de les informàtiques de la base de dades.
17. Crear el registre d'una nova informàtica a la base de dades.
18. Associar una fotografia i uns àudios a la informàtica creada a l'anterior prova.
19. Comprovar el control d'errors:
 - 19.1. No poder crear una dona amb algun dels noms ja emmagatzemats a la base de dades.
 - 19.2. No poder guardar al servidor les modificacions de la informació d'una informàtica si hi ha 1 o més camps buits.

2. Desenvolupament del projecte

- 19.2 No poder pujar un àudio amb algun dels noms ja emmagatzemats a la base de dades.
- 20. Modificar la posició que ocupa el quadre associat a una informàtica.
- 21. Deixar a una informàtica sense cap quadre visible al museu.
- 22. Visualitzar els vídeos associats a una informàtica.
- 23. Eliminar un dels vídeos associats a una informàtica.
- 24. Pujar un nou vídeo per una informàtica.
- 25. Consultar tots els missatges del llibre de firmes.
- 26. Eliminar un dels missatges del llibre de firmes.

2.5.2. Proves d'integració

Aquest segon grup de proves serveix per veure com funcionen els dos mòduls de l'aplicació conjuntament i identificar si existeixen errors interconnectats entre ells:

- 1. Modificar la biografia, la fotografia i un àudio associat a una informàtica i observar-ho al museu.
- 2. Modificar la posició del quadre associat a una informàtica i observar-ho al museu.
- 3. Eliminar el quadre associat a una informàtica i observar-ho al museu.
- 4. Afegir una informàtica a nou quadre i observar-ho al museu.
- 5. Eliminar un vídeo associat a una informàtica i observar al museu com ja no apareix al reproductor de vídeos.
- 6. Afegir un nou vídeo associat a una informàtica i observar al museu com apareix al reproductor de vídeos.
- 7. Introduir una nova entrada al llibre de firmes i observar a l'editor com s'ha afegit a la llista de missatges.
- 8. Eliminar un dels missatges del llibre de firmes i anar al museu per llegir el llibre i observar com el missatge esborrat ja no apareix.

Capítol 3. Resultats i avaluació

Aquest tercer capítol inclou els resultats obtinguts durant aquest projecte, un resum de l'avaluació de la usabilitat i l'anàlisi de les dues enquestes realitzades als usuaris.

3.1. Resultats del projecte

Un cop finalitzat el museu virtual², considero que el producte obtingut és força complet ja que està disponible en tres idiomes diferents (facilitant que pugui arribar a un major nombre d'usuaris), conté la informació de 13 informàtiques molt rellevants en format text i àudio, una de les estàncies està dedicada a la projecció de vídeos relacionats amb la vida de les dones i, finalment, els usuaris poden deixar un missatge al llibre de firmes o llegir els existents. D'aquesta forma, els visitants poden interaccionar amb algunes de les parts del museu i així efectuar una visita més entretinguda.

L'altre mòdul acabat és l'editor del museu³, mitjançant el qual resulta molt més senzill modificar o eliminar els continguts del museu referents a la informació de les dones, els quadres visibles als museus, els vídeos associats a cada informàtica i el contingut del llibre de firmes.

3.2. Avaluació de la usabilitat

En aquest apartat es descriuen els usuaris que participaren a l'avaluació de la usabilitat, quin material es va utilitzar, les tasques que dugueren a terme, el procediment seguit i els resultats, tant de les tasques realitzades dins al museu com de les respostes en un qüestionari per mesurar la usabilitat del sistema.

3.2.1. Participants

Vaig comptar amb un grup de 6 homes i 7 dones, on dos dels homes tenen una edat compresa entre els 40 i els 65 anys i una experiència prèvia nul·la amb la realitat virtual i dels altres 4 que tenen entre 12 i 39 anys, la meitat d'ells tampoc disposa d'experiència prèvia i l'altra meitat sí ha interactuat algun cop amb aquest tipus d'aplicacions. Per altra banda, dues de les dones tenen entre 40 i 65 anys i mai han provat sistemes de realitat virtual i de les altres 5 dones que tenen una edat compresa entre els 12 i els 39 anys, tres d'elles no disposen d'experiència prèvia amb la realitat virtual i les altres dues sí han interactuat amb aquest tipus de sistemes.

3.2.2. Material

Cada participant va disposar d'un ordinador, un teclat i un ratolí, on interactuaren amb la web del museu virtual (no s'han realitzat les proves amb ulleres de realitat

² <https://alumnes-itim.uib.es/donesinformatiques/>

³ <https://alumnes-itim.uib.es/donesinformatiques/editor.html>

3. Resultats i avaluació

virtual), i d'un formulari amb el qüestionari SUS [29]. A part, a un altre ordinador tenia la llista amb les tasques que havia de realitzar cada usuari i un cronòmetre per mesurar el temps que requerien per completar cada una d'elles.

3.2.3. Tasques

Per avaluar posteriorment la usabilitat del sistema, els usuaris van realitzar les tasques enumerades a la Taula 21 mentre interactuaven amb el museu.

Tasca	
1	Accedir a les instruccions inicials.
2	Accedir al museu, seleccionar el primer quadre vist per l'usuari i començar a reproduir l'audioguia.
3	Arribar fins a la sala de projecció de vídeos i seleccionar una de les informàtiques del panell per visualitzar un vídeo seu.
4	Accedir al llibre de firmes i escriure una nova entrada amb un missatge d'una sola paraula.
5	Llegir la darrera entrada del llibre de firmes.

Taula 21. Resum de les 5 tasques d'usabilitat als usuaris.

A més, he realitzat l'escala d'usabilitat del sistema (SUS) als usuaris un cop havien interactuat amb el museu. Aquest test és una eina ràpida i fiable per mesurar la usabilitat d'un sistema a partir d'un qüestionari de 10 preguntes. Un dels seus avantatges és que es pot utilitzar en mostres petites i s'obtenen resultats fiables on es pot diferenciar eficaçment entre sistemes usable i no usables.

3.2.4. Procediment

Per cada participant vaig repetir el mateix procediment:

- Recollia el nom, l'edat i l'experiència prèvia que tenia l'usuari interactuant amb sistemes de realitat virtual.
- Li feia una petita introducció sobre el contingut del museu i li demanava que mentre durés la prova, anés dient en veu alta tot el que pensava (conegut com a test *Thinking Aloud*) per després avaluar els seus comentaris.
- A l'ordinador que usava ja hi havia oberta la pàgina web del museu virtual.
- A continuació, explicava la primera tasca i, si no tenia cap dubte, iniciava el cronòmetre.
- Mentre l'usuari realitzava la tasca, anotava el nombre d'errors comesos, la necessitat d'ajuda per completar l'acció i els comentaris que anava dient i, un cop acabada, el temps requerit.
- Una vegada l'usuari havia finalitzat les 5 tasques, era el moment de respondre les 10 preguntes del test SUS i una pregunta final on els participants podien deixar comentaris addicionals.

3.2. Avaluació de la usabilitat

3.2.5. Resultats de les tasques d'usabilitat

He agrupat els resultats dels usuaris segons rangs d'edat i la seva experiència prèvia amb la realitat virtual per així obtenir resultats més significatius. Començant per l'agrupació segons l'edat, he dividit els usuaris en dos grups: els que tenen entre 12 i 39 anys i els que tenen entre 40 i 65 anys. A partir del temps en segons que ha requerit cada grup per efectuar les cinc proves, he realitzat el diagrama de caixa que apareix a la Figura 41. Aparentment podríem dir que hi ha una gran diferència ja que el segon grup necessita quasi el doble de temps per completar les tasques, ara bé, per poder afirmar-ho he usat l'eina ANOVA amb Excel, que compara les variàncies entre les mitjanes de diferents grups.

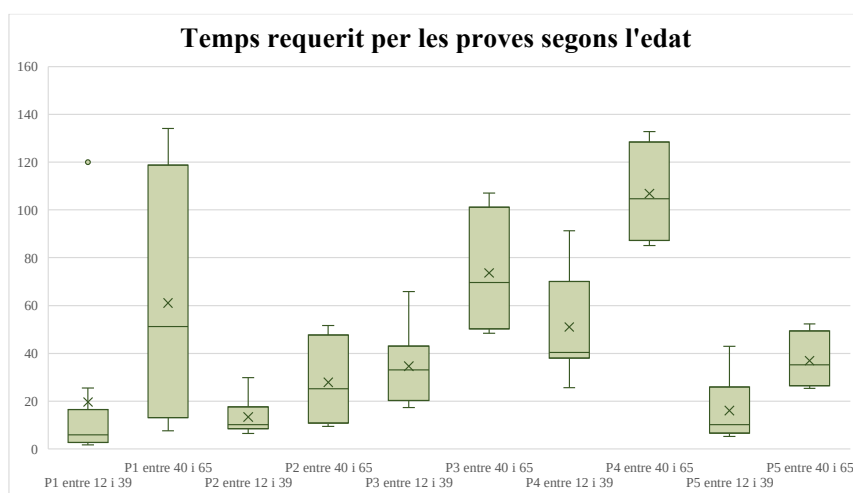


Figura 41. Diagrama de caixa on es mostra el temps requerit a les proves segons l'edat dels usuaris.

He escollit ANOVA ja que permet aconseguir resultats fiables amb una mostra de mida reduïda, no es necessita tenir el mateix nombre de dades per mostra i funciona tant als casos amb un sol factor, com també amb dos. Aplicant proves estadístiques com ANOVA a les dades obtingudes durant l'estudi, s'aconsegueix poder determinar si les diferències dels valors mitjans entre els grups són per casualitat o si són significament diferents. La hipòtesi inicial o nul·la és dir que no existeix cap diferència entre els dos grups i, depenent del resultat de la prova ANOVA, l'estadística F, es podrà acceptar o rebutjar aquesta hipòtesi:

- Si "F" és major que el "Valor crític de F", es rebutja la hipòtesi nul·la (per tant, sí hi ha diferència significativa).
- Si "F" és menor que el "Valor crític de F", s'accepta la hipòtesi nul·la i es considera que no hi ha diferències significatives entre les mitjanes.
- Si el valor de la probabilitat és menor al valor de la significació escollit (0,05 en el meu cas), es rebutja la hipòtesi nul·la.

Els resultats de la prova ANOVA d'un factor s'observen a la Taula 22 i puc dir que a les proves 1 i 2 s'accepta la hipòtesis inicial ja que el valor F és menor que el valor crític de F, aleshores, les mitjanes d'aquestes dues proves no tenen diferències estadístiques amb un nivell de significació del 5%. Per altra banda, a les proves 3,

3. Resultats i avaluació

4 i 5 el valor F és superior que el valor crític de F i la probabilitat és menor a alfa, per tant, he rebutjat la hipòtesis inicial i puc afirmar que sí hi ha diferències significatives amb els temps d'aquestes tres proves.

Resultats ANOVA per edats	Valor F	Valor crític per F	Probabilitat
Prova 1	2,48	4,84	0,1436
Prova 2	3,92	4,84	0,0731
Prova 3	11,48	4,84	0,0060
Prova 4	16,34	4,84	0,0019
Prova 5	7,42	4,84	0,0198

Taula 22. Resultats de la prova ANOVA a la separació dels grups segons l'edat.

Repetint el procés anterior, he realitzat una segona agrupació d'usuaris on els he dividit en dos grups segons l'experiència prèvia que tenien amb aplicacions de realitat virtual. Aleshores, al diagrama de caixa de la Figura 42 es plasma el temps en segons que ha requerit cada grup per efectuar les cinc proves. Anàlogament al cas anterior, es pot apreciar una gran diferència entre els dos grups ja que les persones amb una experiència prèvia més alta necessiten pràcticament la meitat del temps que requereixen els usuaris poc acostumats a la realitat virtual.

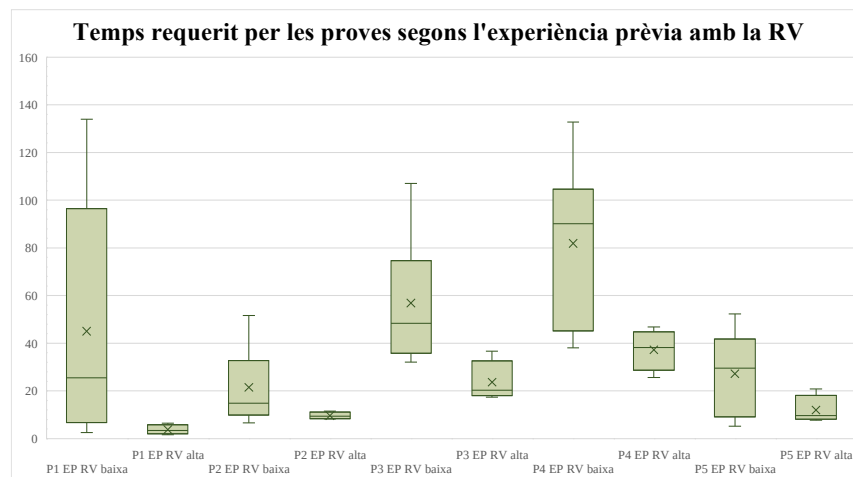


Figura 42. Diagrama de caixa on es mostra el temps requerit a les proves segons l'experiència prèvia amb RV dels usuaris.

Ara bé, a partir dels resultats de la prova ANOVA d'un factor que es mostren a la Taula 23, puc afirmar que a les proves 1, 2 i 5 s'accepta la hipòtesis inicial ja que el valor F és menor que el valor crític de F, per tant, no hi ha diferències significatives entre les mitjanes d'aquestes tres proves. Per altra banda, a les proves 3 i 4 el valor F és superior que el valor crític de F i la probabilitat és menor a alfa, aleshores, es rebutja la hipòtesis inicial i puc concloure que sí hi ha diferències significatives amb els temps d'aquestes dues proves.

3.2. Avaluació de la usabilitat

Per tant, com que els resultats de l'ANOVA en el cas de les edats i en el de l'experiència prèvia amb la realitat virtual varien a les 5 proves, no puc treure unes conclusions clares i fiables sobre si aquests dos paràmetres produeixen una diferència significativa en el temps requerit pels participants per completar les proves (hauria de tenir una mostra més gran).

Ara bé, sí que he observat que per totes les proves, els resultats dels usuaris de major edat o amb poca experiència prèvia amb la RV mai són millors que els d'aquells usuaris més joves o que sí han interactuat prèviament amb aplicacions de realitat virtual.

Resultats ANOVA per experiència prèvia amb RV	Valor F	Valor crític per F	Probabilitat
Prova 1	2,46	4,84	0,1448
Prova 2	2,34	4,84	0,1545
Prova 3	6,47	4,84	0,0273
Prova 4	6,82	4,84	0,0242
Prova 5	3,03	4,84	0,1098

Taula 23. Resultats de la prova ANOVA a la separació dels grups segons l'experiència prèvia amb RV.

Els participants amb una edat compresa entre els 40 i els 65 anys i que no disposaven d'experiència prèvia amb la realitat virtual, són els usuaris que han comès alguns errors mentre duïen a terme les proves. Els més repetits es localitzen a la prova 1 per clicar directament al botó de començar la visita sense haver trobat les instruccions i a la prova 4 on han seleccionat el llibre de firmes estant massa pròxim a ell sense saber allunyar-se o que han intentat emprar el teclat físic per escriure una nova entrada al llibre de firmes en lloc d'usar teclat virtual.

L'anterior grup d'usuaris també va necessitar ajuda a l'hora de combinar els controls de teclat amb el ratolí per desplaçar-se i orientar-se simultàniament. Després d'una breu demostració pràctica, tots els usuaris han pogut seguir realitzant les proves amb autonomia. A la resta d'usuaris, les úniques ajudes que he proporcionat han estat per localitzar el botó "enviar" al llibre de firmes.

Tenint en compte aquestes dificultats que han experimentat els usuaris de major edat o sense experiència prèvia amb la RV per usar els controls de desplaçament i orientació, podem entendre millors els resultats diversos que s'han obtingut de l'ANOVA. Hi ha diferències en el tipus d'acció requerit a les cinc proves: mentre que les proves 1, 2 i 5 quasi no requereixen que l'usuari es mogui, les proves 3 i 4 obliguen al participant a desplaçar-se per dintre del museu. Aleshores, veim com segons ANOVA sí s'observen diferències significatives tant a la separació per edat com per experiència prèvia a les proves 3 i 4 ja que són aquelles que requereixen el

3. Resultats i avaluació

desplaçament dels participants, en canvi, per les proves 1 i 2 que no requereixen un moviment, no s’han obtingut diferències significatives.

La majoria d’usuaris han pogut completar les cinc tasques sense problemes i han descrit el sistema com a “senzill i intuïtiu”. D’aquesta manera, concloc que el test d’usabilitat ha donat uns resultats satisfactoris referent a la facilitat d’ús que han tingut els participants, al baix nombre d’errors, a la poca necessitat d’ajuda i a la satisfacció general dels usuaris.

3.2.6. Resultats del test SUS

De les 10 qüestions que formen el test, les preguntes imparelles (1, 3, 5, 7 i 9) són enunciats positius i les parelles (2, 4, 6, 8 i 10) són negatives. Cada pregunta té 5 opcions de resposta que van de l’1 al 5 i es mouen entre “Totalment en desacord” i “Totalment d’acord”. Les respostes dels usuaris es plasmen a la Figura 43 on s’observa com la majoria segueixen la tendència de valors alts per les preguntes imparelles i valors baixos pels parells.

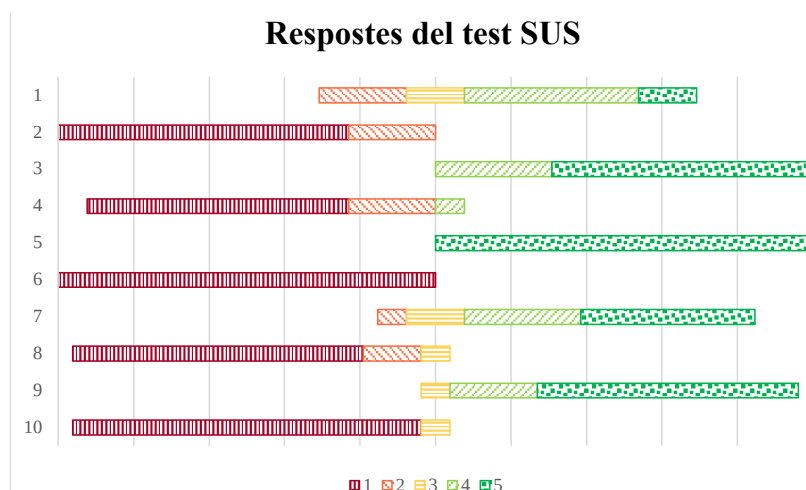


Figura 43. Diverging stacking bars amb les respostes dels 13 usuaris al test SUS.

Destaco tres qüestions: la número 5 (“He trobat que les funcions del sistema estaven ben integrades”), on tots els usuaris han respost que estaven totalment d’acord, la número 6 (“He pensat que hi havia massa inconsistència al sistema”), on tots han contestat que estaven totalment en desacord, i la número 1 (“Crec que voldria emprar el sistema freqüentment”), que és on hi ha hagut més desviació en les respostes ja que alguns usuaris voldrien tornar a accedir al museu però altres opinaven que per informar-se més sobre les dones informàtiques, ho farien mitjançant pàgines web convencionals en lloc de tornar a fer la visita virtual.

Un cop els participants han realitzat el test, per calcular la puntuació dels 13 usuaris (els resultats s’observen al gràfic de la Figura 44), s’han de sumar les respostes dels enunciats parells i restar 5 i, per altra banda, s’han de sumar les respostes dels

3.3. Enquesta d'opinió als usuaris

enunciats imparells i restar a 25 el resultat de la suma. Un cop calculats ambdós valors, s'han de sumar i multiplicar per 2,5.

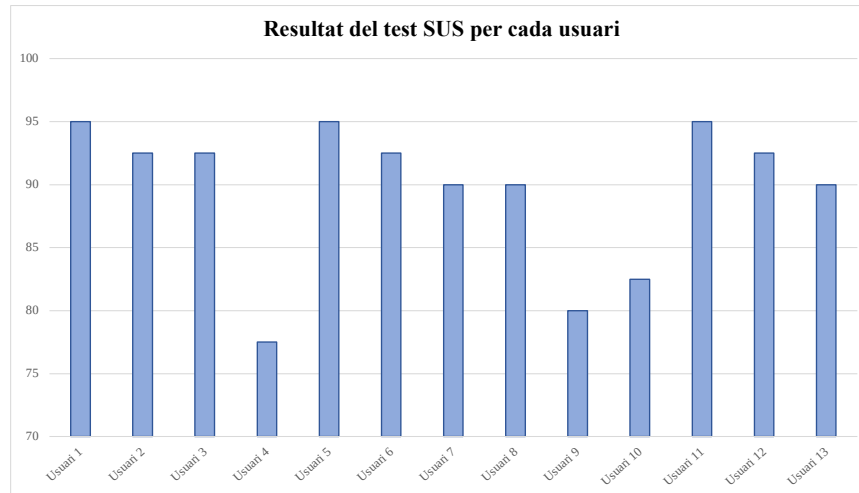


Figura 44. Gràfic de barres amb els resultats del test SUS dels usuaris.

El resultat és sobre 100 però no és un percentatge. Segons l'article [31], una puntuació SUS per sobre d'un 68 es considera acceptable, aleshores, com que la majoria de resultats són superiors a 90 i la mitjana de tots els tests és de 89,62, podem concloure mirant la Figura 45 que el sistema és "Acceptable" al rang d'acceptació i "Excel·lent" a l'escala adjectiva.

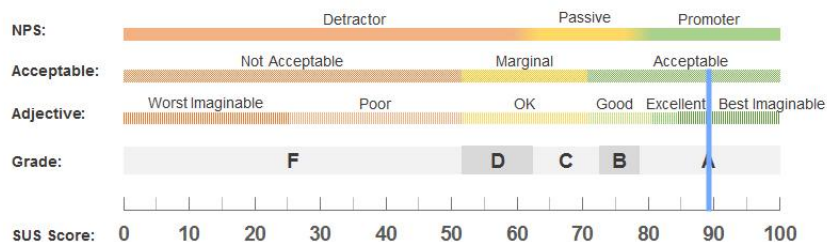


Figura 45. Resultats del test SUS segons l'escala adjectiva i el rang d'acceptació.

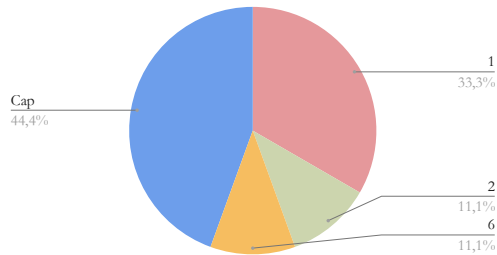
3.3. Enquesta d'opinió als usuaris

He realitzat dues enquestes al mateix grup dels 13 usuaris anteriors, a 2 dones i a 1 home amb edat compresa entre els 12 i els 39 anys i sense experiència prèvia amb la realitat virtual. Un dels qüestionaris era per abans d'interactuar amb el museu i l'altre per després de la visita. Amb l'objectiu de destacar les dades que personalment m'han semblat més interessants, he realitzat diversos gràfics per plasmar visualment els resultats.

3. Resultats i avaluació

Una de les primeres preguntes era per saber quantes de les informàtiques que apareixen al museu coneixen els homes i dones. Els resultats s'observen a la Figura 46, on es mostra com la majoria d'usuaris no havien sentit parlar mai d'elles.

Informàtiques conegudes per les dones



Informàtiques conegudes pels homes

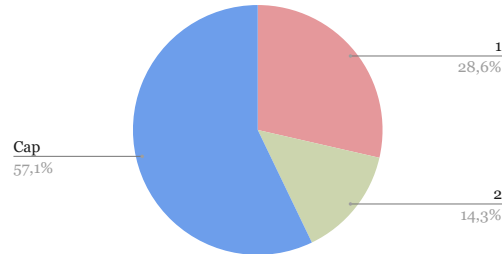
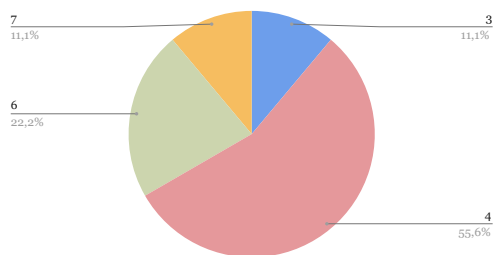


Figura 46. Diagrames de sectors amb la comparació de la quantitat d'informàtiques conegudes pels usuaris.

Per altra banda, també hi havia la mateixa pregunta però aquest cop relacionada amb els homes informàtics més rellevants. He plasmat els resultats a la Figura 47 i són molt diferents als de la Figura 46 ja que la majoria d'usuaris reconeixen com a mínim quatre dels noms de la llista.

Informàtics més coneguts per les dones



Informàtics més coneguts pels homes

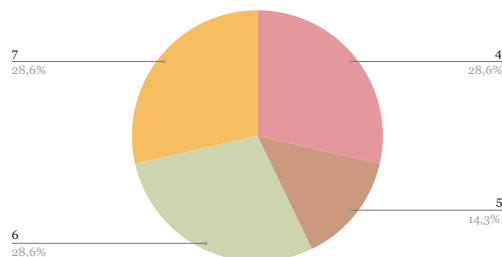
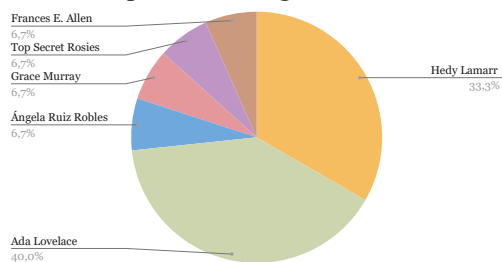


Figura 47. Diagrames de sectors amb la comparació de la quantitat d'informàtics coneguts pels usuaris.

La llista d'informàtiques i informàtics més reconeguts s'observa a la Figura 48. Els noms més repetits entre les dones informàtiques són Ada Lovelace, on els usuaris que la reconeixen tenen estudis informàtics, i Hedy Lamarr, coneguda per la seva etapa com actriu. Per altra banda, els participants coneixen a Steve Jobs, Bill Gates i Mark Zuckerberg gràcies a les notícies, internet i la televisió.

Informàtiques més conegudes



Informàtics més coneguts

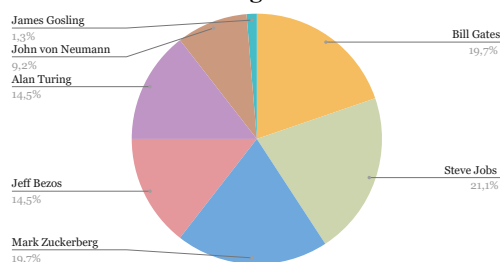


Figura 48. Diagrames de sectors amb les informàtiques i informàtics més coneguts pels usuaris.

3.3. Enquesta d'opinió als usuaris

Un dels meus propòsits era comprovar si efectivament el museu servia com a eina per donar a conèixer la figura femenina dins el sector de la informàtica. Per això, he comparat el nombre d'informàtiques que reconeixien els usuaris abans i després de realitzar la visita. A la Figura 49 i a la Figura 50 s'observa com hi ha una gran diferència tant pels participants homes com per les dones.

Ara bé, per confirmar que la diferència de coneixements és realment significativa, he aplicat la prova ANOVA de dos factors amb una mostra per cada grup, on comparava el nombre de dones que coneixien a cada una de les informàtiques abans i després de la visita (i he fet el mateix pels homes). He plasmat els resultats obtinguts a la Taula 24 i a partir d'aquests valors, puc afirmar que per tots els usuaris es rebutja la hipòtesis inicial ja que el valor F és superior al valor crític de F i la probabilitat és menor a alfa, per tant, puc concloure que sí hi ha diferències estadístiques entre el nivell de coneixements que tenen als homes i les dones sobre les informàtiques de la història abans i després de realitzar una visita al museu virtual.

Coneixements de les dones abans i després de la visita

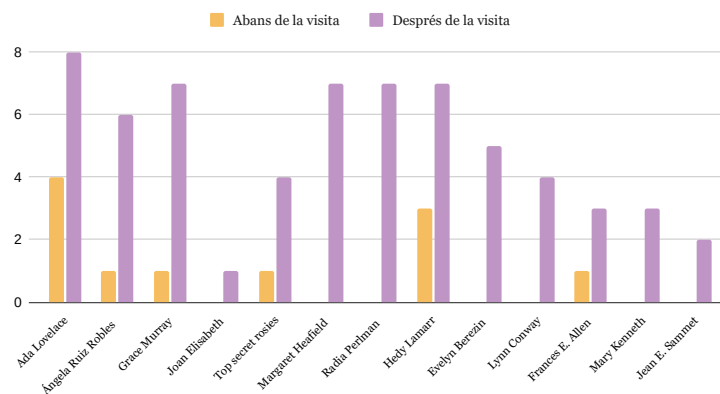


Figura 49. Gràfic de barres amb la comparació dels coneixements de les dones abans i després de la visita.

Coneixements dels homes abans i després de la visita

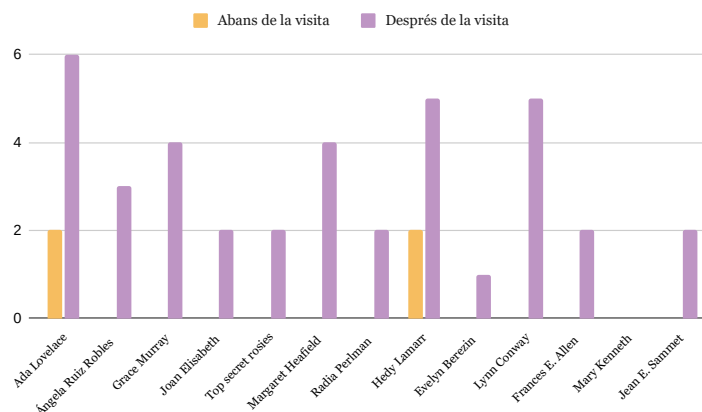


Figura 50. Gràfic de barres amb la comparació dels coneixements dels homes abans i després de la visita.

3. Resultats i avaluació

Resultats ANOVA per la comparació de coneixements	Valor F	Valor crític per F	Probabilitat
Participants femenins	60,41	4,75	0,000005
Participants masculins	46,24	4,75	0,000019

Taula 24. Resultats de la prova ANOVA a la comparació dels coneixements dels participants abans i després de la visita al museu.

A més, a diferència dels anteriors apartats on he aplicat ANOVA, el valor F en aquest cas és molt més gran. Com major és aquest valor, vol dir que més diferència hi ha entre les mitjanes de la variable que es compara. Per tant, observam que en general les dones aprenen una mica més d'informació sobre les informàtiques que apareixen al museu.

Una de les darreres preguntes de la segona enquesta era per conèixer la opinió dels participants sobre les grans diferències que existeixen entre el nivell de reconeixements que adquireixen els homes i les dones al sector de la informàtica. Les respostes més repetides sobre els motius que creuen els usuaris són les següents:

- La invisibilització del rol femení als àmbits laborals i a la societat en general ha provocat que els homes tinguin més veu.
- Perquè és un camp majoritàriament format per homes.
- Antigament, les dones no tenien els mateixos reconeixements ni drets que els homes i la seva feina era menyspreada i infravalorada, per això es veien forçades a cercar altres estratègies com, per exemple, emprar pseudònims masculins.
- Els homes reben una major difusió a través dels mitjans de comunicació, l'educació o Internet.
- Perquè la història és masclista i sempre s'ha donat més importància al que han realitzat els homes.

Capítol 4. Conclusions

Avui dia el sector de la informàtica és dominat pels homes i, malauradament, les xifres no són esperançadores ja que indiquen com la presència femenina cada cop esdevé més minoritària. El nombre de llocs de feina relacionats amb les carreres STEM ha augmentat molt els darrers anys, i per això és encara més important que també les dones participin a les grans oportunitats laborals que ofereix la transformació digital. És per aquest motiu que aquest museu virtual pretén visibilitzar a un grup d'informàtiques que han col·laborat activament dins el sector de les TIC i així demostrar com aquest camp també pertany a les dones.

Al començament del projecte em vaig proposar quatre objectius que s'han satisfet amb èxit: el museu, el gestor dels seus continguts, les enquestes i l'experiment amb usuaris.

En el museu de realitat virtual que he desenvolupat es troben 13 quadres d'informàtiques amb una audioguia particular per cada un. A més, per dotar al museu de varietat, també hi ha una sala de projecció de vídeos i un llibre de firmes on els visitants poden deixar missatges. Per acabar, tot el contingut està disponible en tres idiomes diferents, fent-lo així accessible per un major nombre de persones.

A través de l'editor, és molt més senzill administrar els continguts del museu i així poder modificar tota la informació que hi apareix. Aleshores, l'usuari administrador pot afegir o eliminar els registres referents a les informàtiques emmagatzemats a la base de dades, canviar la posició dels quadres, decidir quins seran els quadres visibles al museu, incorporar o esborrar vídeos associats a les dones i també visualitzar tots els missatges que formen el llibre de firmes i decidir si vol eliminar-ne algun.

Seguidament, he elaborat un estudi d'usabilitat amb un conjunt d'usuaris per avaluar determinats aspectes del sistema, juntament amb el test SUS. Com a resultats generals, la majoria de participants no han tingut problemes per emprar el museu virtual i han gaudit l'experiència. De tots els usuaris, han tingut més dificultats per completar les tasques de l'experiment aquells amb una edat compresa entre els 40 i els 65 anys i que no havien interactuat prèviament amb aplicacions de realitat virtual ja que tenien més dificultats per desplaçar-se entre les estàncies del museu. Els resultats del test SUS han estat molt favorables.

Per acabar, el darrer objectiu era realitzar dues enquestes a un grup d'usuaris per observar els seus coneixements sobre les informàtiques del museu i les seves opinions sobre la figura de la dona en el sector de la informàtica. Les conclusions principals són que tant homes com dones tenen un desconeixement majoritari sobre les informàtiques que apareixen durant el recorregut virtual. Ara bé, un cop finalitzada la visita, sí s'observa un gran creixement respecte al nombre d'informàtiques que reconeixen tots els participants.

4. Conclusions

Referent a la metodologia utilitzada, desenvolupament incremental per prototipus, era el primer cop que realitzava un treball amb aquest mode de funcionament i estic molt satisfeta amb el resultat. Gràcies a la flexibilitat que ofereix, he detectat errors més ràpidament, he completant progressivament el sistema i he anat observant com cada cop m'apropava més al resultat final.

Un cop finalitzat el projecte, puc dir que he mantingut la planificació temporal inicial excepte a la part del desenvolupament. Durant la fase de programació, van sorgir alguns contratemps que no havia tingut en consideració i que, per tant, van allargar una mica algunes de les etapes que formen el desenvolupament, provocant una reestructuració interna d'aquesta part.

Quan va arribar el moment d'incorporar els àudios i vídeos, vaig emprar molt de temps intentant reproduir el so amb Safari. Després de moltes proves i veure com no trobava cap solució factible, vaig descartar-ho i vaig intentar recuperar els dies que se m'havia endarrerit la planificació original. Per acabar, la darrera part de l'etapa de desenvolupament estava destinada a la realització de l'editor dels continguts del museu i malgrat haver previst que tindria tot el mes de maig per implementar-ho, vaig necessitar també la primera setmana de juny per acabar tota la gestió d'arxius amb el servidor (referent als àudios, vídeos i fotografies).

Malgrat els imprevists anteriors, realitzar l'enquesta als usuaris i recol·lectar totes les dades va resultar ser més senzill del que m'havia plantejat al principi, per això, finalment vaig poder acabar totes les fases dins el temps previst a l'inici del treball.

Gràcies a aquest treball, he millorat les meves habilitats de programació amb HTML, CSS i JavaScript que havia adquirit a les assignatures de Tecnologia Multimèdia i Gestió i Distribució de la Informació Empresarial. A més, ha estat el primer projecte on he pogut aplicar de forma pràctica els coneixements sobre l'elaboració de requisits i la planificació de les tasques que havia après a les assignatures d'Enginyeria del Software i Gestió de Projectes.

M'ha agradat molt elaborar aquest treball ja que era la primera vegada que m'enfrontava a un projecte tan complet i, a més, relacionat amb una temàtica de la qual estic molt conscienciada. Veure com una idea inicial que vaig tenir molts de mesos enrere ha acabat convertint-se en una aplicació real ha estat molt enriquidor i reconfortant.

El museu virtual de les dones de la història de la informàtica s'emmarca dins del projecte d'innovació docent “*Inclusió de la perspectiva de gènere en l'assignatura de Programació I*” (2021-22) finançat per l'Institut de recerca i innovació educativa (IRIE) on un dels objectius era visibilitzar el paper de la dona en la informàtica i les seves contribucions. A més, els resultats del projecte s'han enviat al congrés 15th annual *International Conference of Education, Research and Innovation* [32].

A partir dels comentaris dels usuaris que participaren al test d'usabilitat, he recopilat alguns dels suggeriments més repetits i que m'agradaria poder implementar en una versió futura del museu virtual:

- Degut a l'existència de diferents tipus de sales (galeria, projecció de vídeos i llibre de firmes), alguns usuaris haurien preferit disposar d'un petit mapa a l'inici de la visita per així tenir una idea de les estàncies que conformen el museu.
- A l'audioguia dels “pop-ups” dels quadres, seria interessant afegir la funcionalitat de poder clicar sobre la barra on es va marcant el progrés de l'àudio per així avançar o retrocedir més ràpidament.
- A la sala de projecció de vídeos, es podria afegir una animació o efecte per deixar marcada la dona de la qual s'està reproduint algun vídeo i així proporcionar més retroalimentació a l'usuari visitant.
- Referent al llibre de firmes, el botó *enter* del teclat està programat per “enviar” el missatge un cop l'usuari ha finalitzat d'escriure, ara bé, molts de participants no ho sabien detectar i per això seria millor afegir un botó més clar que tingui la mateixa funcionalitat. A més, a molt d'usuaris els semblava més còmoda la idea de poder emprar el teclat físic de l'ordinador mentre estan escrivint el missatge en lloc del teclat virtual actual.
- Alguns usuaris van tenir dificultats per localitzar les instruccions inicials, per això, considero que podria ser més útil mostrar el manual directament quan s'accedeix al museu virtual i que així tots els visitants ho puguin llegir.
- Actualment els visitants poden “travessar” les parets del museu ja que no he pogut realitzar un control de col·lisions. Per això, donaria més sensació de realisme incorporar aquesta funcionalitat.
- Per acabar, m'hagués agradat poder crear perfils d'usuari, de forma que es poguessin emmagatzemar dades de les visites que realitzés un mateix usuari i així aconseguir personalitzar més el recorregut. D'aquesta manera, el primer cop que un visitant accedís al museu, podria aparèixer un petit tutorial acompanyat de les instruccions i que després aquesta informació ja no es mostrés durant els futurs accessos.

A part, relacionat amb l'editor dels continguts del museu, també hi ha algunes millores que m'agradaria fer:

- Per la zona de gestió dels quadres, canviar la imatge estàtica del mapa del museu per una secció dinàmica on es marquessin de diferents colors els quadres disponibles i els ocupats.
- Incorporar un botó per esborrar els àudios ja associats a alguna informàtica.

4. Conclusions

- Afegir un cercador a la pàgina inicial per trobar més fàcilment alguna de les informàtiques de la llista.

Com a millores globals, en una versió futura podria emprar les eines de *software* que existeixen per realitzar de forma automàtica les proves d'ambdós mòduls i així facilitar més la tasca, en lloc de realitzar-les de forma manual com he fet en aquest projecte. Finalment, es pot accedir al museu virtual tant des d'ordinadors com també des de dispositius de realitat virtual. Ara bé, està destinat a emprar-se principalment des d'ordinadors ja que és el dispositiu accessible per un major nombre de persones. En el futur es podrien realitzar unes petites modificacions per fer-ho completament compatible amb dispositius de realitat virtual.

Referències bibliogràfiques

- [1] Jordi Pérez Colomé, «*Cuando las mujeres dominaban el software,*» El País, 2019, [En línia]. Available: https://elpais.com/tecnologia/2019/09/11/actualidad/1568211819_635943.html. [Últim accés: 29 04 2022].
- [2] «*Solo 2 de cada 10 empleados en el sector de las tecnologías son mujeres,*» WomenNow, 2020, [En línia]. Available: <https://www.womennow.es/es/noticia/brecha-digital-genero-mujeres-nuevas-tecnologias/>. [Últim accés: 29 04 2022].
- [3] Judit Castaño, «*Por qué hay tan pocas mujeres en las carreras de informática,*» La Vanguardia, 2021, [En línia]. Available: <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20211011/7777735/mayoria-mujeres-siguen-interesarse-aprender-programar-pmv.html>. [Últim accés: 29 04 2022].
- [4] Sara Garbajosa, «*La universidad española cuenta con mayor participación de mujeres que de hombres, excepto en STEM,* » Europapress, 2020, [En línia]. Available: <https://www.europapress.es/comunicados/sociedad-00909/noticia-comunicado-universidad-espanola-cuenta-mayor-participacion-mujeres-hombres-stem-20200305155858.html>. [Últim accés: 29 04 2022].
- [5] Juan Julián Merelo Guervós i Cecilia Merelo Molina, «*Evolución de la matrícula femenina en el grado de Informática en universidades públicas españolas,*» 2017, [En línia]. Available: https://www.researchgate.net/publication/320331664_Evolucion_de_la_matricula_femenina_en_el_grado_de_Informatica_en_universidades_publicas_espanolas. [Últim accés: 30 04 2022].
- [6] The National Museum of Computing, [En línia]. Available: <https://www.tnmc.org/3d-virtual-tour>. [Últim accés: 30 04 2022].
- [7] National Museum of the U.S. Air Force, [En línia]. Available: <https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Virtual-Tour/>. [Últim accés: 04 05 22].
- [8] Anja Tonic VR Exhibition, [En línia]. Available: https://vrallart.com/vr-exhibitions/eg/anja_tonic-repulse/. [Últim accés: 04 05 22].
- [9] Empresa Venue View Virtual Tours, [En línia]. Available: <https://venueview.co.uk/portfolio/>. [Últim accés: 04 05 22].
- [10] Plataforma VR-All-Art d'exposicions de realitat virtual, [En línia]. Available: <https://vrallart.com>. [Últim accés: 04 05 22].
- [11] Oliver, A., del Molino, J., Cañellas, M., Clar, A., Bibiloni, A., «*VR Macintosh Museum: Case Study of a WebVR Application,*» 2019, [En línia]. Available: https://doi.org/10.1007/978-3-030-16184-2_27. [Últim accés: 27 06 22].

- [12] Laboratori de Tecnologies de la Informació Multimèdia de la Universitat de les Illes Balears, [En línia]. Available: <https://itim.uib.es>. [Últim accés: 04 05 22].
- [13] Wikipedia, Desarrollo iterativo y creciente, [En línia]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_iterativo_y_creciente. [Últim accés: 10 05 22].
- [14] Documentació oficial de PHP, [En línia]. Available: <https://www.php.net/manual/es/intro-whatis.php>. [Últim accés: 10 05 22].
- [15] Sajal Soni, «¿Qué back-end elegir? Node.js frente a PHP, » 2021, [En línia]. Available: <https://code.tutsplus.com/es/tutorials/which-back-end-to-choose-nodejs-vs-php--cms-36890>. [Últim accés: 10 05 22].
- [16] Documentació oficial de Node.js, [En línia]. Available: <https://nodejs.org/es/docs/>. [Últim accés: 10 05 22].
- [17] Pandora FMS team, «NoSQL vs SQL: principales diferencias y cuándo elegir cada una de ellas, » 2022, [En línia]. Available: <https://pandorafms.com/blog/es/nosql-vs-sql-diferencias-y-cuando-elegir-cada-una/>. [Últim accés: 12 05 22].
- [18] MCV Staff, «Develop Live: Unity vs HTML5, » 2014, [En línia]. Available: <https://www.mcvuk.com/business-news/mobile/develop-live-unity-vs-html5/>. [Últim accés: 30 05 22].
- [19] Abacus Consulting, «Visualizaciones interactivas con D3.js, » 2018, [En línia]. Available: <http://abacus-consulting.net/noticias/visualizaciones-interactivas-con-d3-js/>. [Últim accés: 30 05 22].
- [20] Andrew Imm, «Oculus for Developers: ReactVR, » 2017, [En línia]. Available: https://developer.oculus.com/blog/building-virtual-reality-experiences-on-the-web-with-react-vr/?locale=es_ES. [Últim accés: 30 05 22].
- [21] Wikipedia, «A-Frame, » 2022, [En línia]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/A-Frame>. [Últim accés: 30 05 22].
- [22] Steve Lewis, Don McCurdy, «Movement-controls, » 2018, [En línia]. Available: <https://github.com/n5ro/aframe-extras/blob/master/src/controls/README.md>. [Últim accés: 07 06 22].
- [23] Diego Marcos, «Aframe-environment-component, » 2022, [En línia]. Available: <https://github.com/supermedium/aframe-environment-component>. [Últim accés: 08 06 22].

-
- [24] Pàgina web de Sketchfab, [En línia]. Available: <https://sketchfab.com/feed>. [Últim accés: 08 06 22].
- [25] Kevin Ngo, «Aframe-super-keyboard, » 2020, [En línia]. Available: <https://github.com/supermedium/aframe-super-keyboard> . [Últim accés: 09 06 22].
- [26] Eina d'A-Frame per crear fonts personalitzades, «MSDF Font generator, » 2018, [En línia]. Available: <https://msdf-bmfont.donmccurdy.com>. [Últim accés: 09 06 22].
- [27] Google Fonts, [En línia]. Available: <https://fonts.google.com> . [Últim accés: 09 06 22].
- [28] Documentació Node.js, «The Node.js fs module, » 2020 [En línia]. Available: <https://nodejs.dev/learn/the-nodejs-fs-module>. [Últim accés: 10 06 22].
- [29] Brooke, J.,« SUS - A Quick and Dirty Usability Scale,» 1996 [En línia]. Available: https://digital.ahrq.gov/sites/default/files/docs/survey/systemusabilityscale%2528sus%2529_comp%255B1%255D.pdf . [Últim accés: 27 06 22].
- [30] Documentació A-Frame, «Writing a Component, » [En línia]. Available: <https://aframe.io/docs/1.3.0/introduction/writing-a-component.html>. [Últim accés: 28 06 22].
- [31] Aaron Bangor, Philip Kortum, James Miller, «Determining what individual SUS scores mean: adding an adjective rating scale, » 2009 [En línia]. Available: <https://uxpajournal.org/determining-what-individual-sus-scores-mean-adding-an-adjective-rating-scale/>. [Últim accés: 04 07 22].
- [32] C. Manresa-Yee, J. M. Buades, A. Oliver, B. Moyà, S. Ramis, M. Orell. Gender perspective in a Programming course. Enviat a ICERI, 15th annual International Conference of Education, Research and Innovation, Sevilla 7-9 november, 2022

Apèndix A. Test SUS

Les 10 preguntes que conformen el test SUS emprat durant l'experiment amb els usuaris són les següents:

1. Crec que voldria emprar el sistema freqüentment.
2. He trobat que el sistema era innecessàriament complex.
3. He pensat que el sistema era fàcil d'utilitzar.
4. Crec que necessitaria l'ajuda d'alguna persona tècnica per poder emprar el sistema.
5. He trobat que les funcions del sistema estaven ben integrades.
6. He pensat que hi havia massa inconsistència al sistema.
7. Imagin que la majoria de la gent aprendria a utilitzar el sistema ràpidament.
8. He trobat que el sistema era molt molest d'emprar.
9. He interactuat amb el sistema amb seguretat.
10. He necessitat aprendre moltes coses abans de poder fer servir el sistema.

Apèndix B. Primera enquesta

En aquesta secció enumeraré les preguntes que formen l'enquesta que van respondre els usuaris abans de realitzar la visita al museu virtual.

1. Edat:

- a) Menor de 12 anys
- b) Entre 12 i 25 (ambdós inclosos)
- c) Entre 26 i 39 (ambdós inclosos)
- d) Entre 40 i 59 (ambdós inclosos)
- e) Major de 60

2. Gènere:

- a) Dona
- b) Home
- c) No binari / *Queer*
- d) Altre

3. Quin és el nivell més alt d'estudis que has aconseguit?

- a) Primària (o encara l'estàs cursant)
- b) ESO
- c) Batxiller
- d) Grau mitjà / superior
- e) Grau universitari
- f) Màster
- g) Doctorat
- h) Altre

4. Reconeixes alguns dels següents noms de dones informàtiques? Marca'ls:

- a) Ada Lovelace
- b) Ángela Ruiz Robles
- c) Grace Murray Hopper
- d) Hedy Lamarr
- e) Mary Kenneth Keller
- f) Joan Elisabeth Clarke
- g) Evelyn Berezin
- h) Top secret rosies
- i) Jean E. Sammet
- j) Frances E. Allen
- k) Margaret Heafield Hamilton
- l) Lynn Conway
- m) Radia Perlman
- n) Cap d'elles

5. Si has marcat alguna de les anteriors dones, recordes on vares sentir parlar d'ella per primer cop?

6. Coneixes el nom d'alguna altra dona informàtica? Si no recordes el nom, pots posar la seva aportació, empresa...

7. Reconeixes alguns dels següents noms d'homes informàtics? Marca'ls:

- a) Charles Babbage
- b) Alan Turing
- c) John von Neumann
- d) Tim Berners-Lee
- e) Bill Gates
- f) James Gosling
- g) Richard Brodie
- h) Steve Jobs
- i) Steve Wozniak
- j) Dennis Ritchie
- k) Larry Page
- l) Mark Zuckerberg
- m) Jeff Bezos
- n) Cap d'ells

8. Si has marcat algún dels anteriors homes, recordes on vares sentir parlar d'ell per primer cop?

9. Coneixes el nom d'algun altre home informàtic? Si no recordes el nom, pots posar la seva aportació, empresa...

10. Marca els invents que creus que han realitzat dones informàtiques:

- a) Primer programa informàtic
- b) Primer compilador informàtic
- c) Primer mouse / ratolí
- d) Primera pantalla tàctil

11. Has sentit parlar del llibre electrònic o "e-book"?

- a) Si
- b) No

12. Sabies que fou una dona, Ángela Ruiz Robles, qui va programar les bases dels llibres electrònics actuals?

- a) Si
- b) No

13. Has sentit parlar sobre la famosa actriu Hedy Lamarr dels anys 30?

- a) Si
- b) No

14. Ella va inventar un sistema de transmissió de missatges que avui dia s'ha convertit en la base del Wifi o el Bluetooth que tots utilitzam. Ho sabies?

-
- a) Si
 - b) No

15. Qui va ser el primer ésser humà que va arribar a la Lluna amb Apolo 11?

- a) Charles Conrad
- b) Neil Armstrong
- c) Alan Bean
- d) No ho se

16. Qui va dissenyar els programes (*software*) que varen permetre a la nau Apolo 11 arribar a la Lluna?

- a) Phill Hudson
- b) Margaret Hamilton
- c) John Murray
- d) No ho se

17. Tens estudis relacionats amb la informàtica?

- a) Si
- b) No

Si la resposta a la pregunta 17 era la “a”, es mostraven les següents preguntes:

18. Sabies que el llenguatge de programació COBOL fou inventat per Grace Murray Hopper?

- a) Si
- b) No

19. Sabies que el terme “enginyeria del software” fou inventat per Margaret Heafield Hamilton?

- a) Si
- b) No

20. Qui et va donar suport principalment per iniciar els teus estudis d'informàtica?

- a) Ningú
- b) El teu pare
- c) La teva mare
- d) Un altre familiar
- e) Un professor/a
- f) Una altra persona

21. Has trobat alguna dificultat als teus estudis relacionada amb el teu gènere?

- a) Si
- b) No

22. Quina dificultat(s)?

23. Les persones dels teus estudis d'informàtica tracten de la mateixa forma als seus companys(es) de l'altre gènere.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

24. Els professors(es) dels teus estudis d'informàtica tracten de la mateixa forma a tots els estudiants independentment del seu gènere.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

Des de la pregunta 25 fins al final, es tornen a fer a tots els participants, tinguin o no estudis relacionats amb la informàtica.

25. Totes les persones que vulguin dedicar-se al camp de la informàtica han de tenir els mateixos drets independent del seu gènere.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

26. El gènere influeix a l'hora d'escollir els estudis.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

27. Les dones que tenen estudis relacionats amb la informàtica són poc femenines.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

28. Les persones que tenen estudis relacionats amb la informàtica són considerades "frikis" (rars).

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

29. Les dones tenen més problemes que els homes per programar.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

30. Actualment les dones tenen més problemes que els homes per trobar feina dins l'àmbit tecnològic.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

31. Actualment, els homes i les dones reben la mateixa remuneració per llocs de feina semblants.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

32. Es necessiten més dones que treballin a l'àmbit tecnològic.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

33. Els homes i les dones tenen les mateixes oportunitats per estudiar carreres STEM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques).

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

34. Els homes estan millor preparats que les dones per treballar a l'àmbit STEM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques).

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

B. Primera encuesta

Apèndix C. Segona enquesta

En aquesta secció enumeraré les preguntes que formen l'enquesta que van respondre els usuaris després de realitzar la visita al museu virtual.

1. Edat:

- a) Menor de 12 anys
- b) Entre 12 i 25 (ambdós inclosos)
- c) Entre 26 i 39 (ambdós inclosos)
- d) Entre 40 i 59 (ambdós inclosos)
- e) Major de 60

2. Gènere:

- a) Dona
- b) Home
- c) No binari / *Queer*
- d) Altre

3. Quin és el nivell més alt d'estudis que has aconseguit?

- a) Primària (o encara l'estàs cursant)
- b) ESO
- c) Batxiller
- d) Grau mitjà / superior
- e) Grau universitari
- f) Màster
- g) Doctorat
- h) Altre

4. Recordes alguns dels següents noms de dones informàtiques que hagi vist al museu? Marca'ls:

- a) Ada Lovelace
- b) Ángela Ruiz Robles
- c) Grace Murray Hopper
- d) Hedy Lamarr
- e) Mary Kenneth Keller
- f) Joan Elisabeth Clarke
- g) Evelyn Berezin
- h) Top secret rosies
- i) Jean E. Sammet
- j) Frances E. Allen
- k) Margaret Heafield Hamilton
- l) Lynn Conway
- m) Radia Perlman

5. Totes les persones que vulguin dedicar-se al camp de la informàtica han de tenir els mateixos drets independent del seu gènere.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

6. El gènere influeix a l'hora d'escollir els estudis.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

7. Les dones que tenen estudis relacionats amb la informàtica són poc femenines.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

8. Les persones que tenen estudis relacionats amb la informàtica són considerades "frikis" (rars).

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

9. Les dones tenen més problemes que els homes per programar.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

10. Actualment les dones tenen més problemes que els homes per trobar feina dins l'àmbit tecnològic.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

11. Actualment, els homes i les dones reben la mateixa remuneració per llocs de feina semblants.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

12. Es necessiten a més dones que treballin a l'àmbit tecnològic.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

13. Els homes i les dones tenen les mateixes oportunitats per estudiar carreres STEM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques).

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

14. Els homes estan millor preparats que les dones per treballar a l'àmbit STEM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques).

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

15. Els invents que han realitzat les dones del museu estan a la mateixa alçada que els que han realitzat els homes informàtics més coneguts.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

16. Si has contestat que creus que estan a la mateixa alçada, per què creus que els homes informàtics tenen més reconeixement?

17. El museu de dones informàtiques ajuda a aproximar la figura de la dona dins el sector de la informàtica.

Les respostes anaven del 1 al 5 on 1 equival a “Totalment en desacord” i 5 a “Totalment d'acord”.

18. Què t'ha semblat el museu de les dones informàtiques?